



UNIVERSITAT
JAUME I

UNIVERSITAT JAUME I



**Máster Universitario en Diseño y
Fabricación**

***ESTRUCTURA PLEGABLE PARA PANELES
SOLARES CON SISTEMA ANTIRROBO***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR : Sergio Celades Aparici

TUTOR : Vicente Chulvi Ramos

Castellón, DICIEMBRE 2019



ÍNDICE GENERAL

I MEMORIA.....	9
II ANEXOS	89
III PRESUPUESTO	165
IV PLIEGO DE CONDICIONES.....	181
V PLANOS	197

ÍNDICE MEMORIA

1. Introducción	11
1.1 Objetivo	11
1.2 Justificación	11
1.3 Antecedentes	12
2. Estudio de mercado	15
2.4 Patentes	17
3. Normas y referencias	19
3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	19
3.2 Software	19
3.3 Bibliografía	20
4. Requisitos de diseño	21
5. Análisis de soluciones	23
5.1 Definición de objetivos y especificaciones	23
5.2 Variables y criterios. Cuantificación de objetivos	24
6. Diseño conceptual	25
6.3 Evaluación de las propuestas conceptuales	30
6.4 Método de las jerarquías analíticas	31
7. Diseño preliminar	35
7.1 Alternativa a soporte semiautomático	36
7.2 Fase de rediseño	39
8. Selección de materiales	57
8.1 Proceso de selección	59
9. Resumen del presupuesto	63
10. Estudio de viabilidad	65
10.1 Condiciones iniciales	65
10.2 Inversión inicial	65
10.3 Ingresos	66
10.4 Gastos	66
10.5 Cálculo del payback	69
11. Declaración ambiental	71
11.1 Aluminio	78
11.2 Concreto	79
11.3 Madera	80

11.4 Poliuretano.....	81
12. Presentación de imágenes y ambientes virtuales.....	83
13. Conclusiones	87

I MEMORIA

1.Introducción

1.1 Objetivo

El objetivo principal del presente proyecto es desarrollar un soporte para paneles fotovoltaicos plegable que permita ocultar los paneles fotovoltaicos y se maximice su seguridad. El soporte deberá cumplir con los requisitos de diseño impuestos.

El proyecto desarrollado cumplirá con toda la normativa vigente e incluirá toda la documentación necesaria para su fabricación.

1.2 Justificación

El presente proyecto tiene como objetivo principal solucionar los problemas estéticos provocados por la instalación de paneles solares de gran tamaño en la fachada de un edificio en el pequeño municipio de Villahermosa del río situado en la provincia de Castellón.

Inicialmente, esta edificación se alimentaba con una pequeña placa solar (500x300 mm) de 6 A incapaz de abastecer de energía suficiente la demanda de luz. Tras su rediseño, se ha decidido cambiar la antigua placa por dos paneles solares de 60 amperios con unas dimensiones de 2000x1000 mm.

Una vez se ha estudiado la mejor posición para situar las placas, se decide excluir el tejado por presentar inestabilidades debido a la antigüedad de la edificación. Finalmente se ha decidido montar el soporte en la fachada, rompiendo la estética del lugar.

La siguiente ilustración muestra la fachada de la edificación tras el rediseño del sistema de alimentación (Ilustración 1).

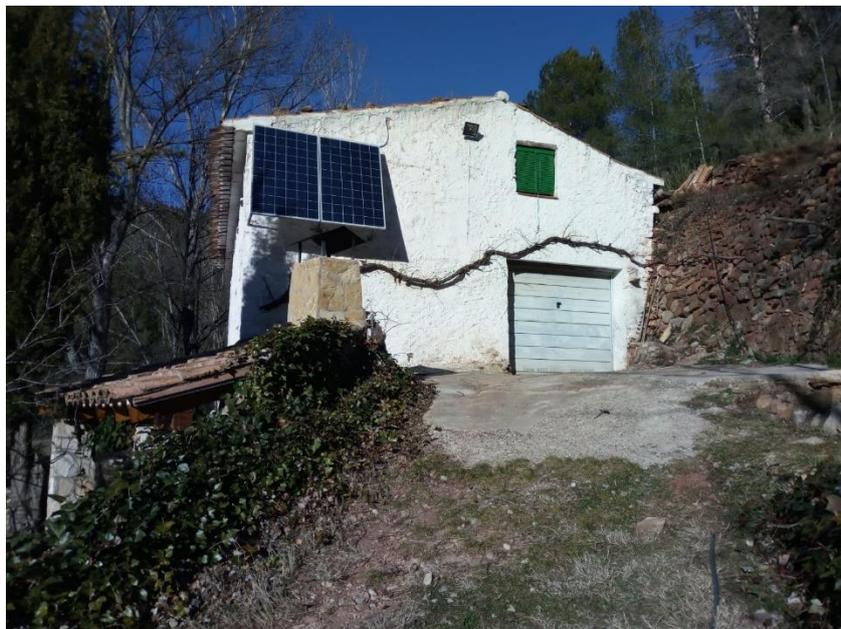


Ilustración 1. Paneles fotovoltaicos instalados en la fachada de la edificación

Respecto al entorno en el que se encuentra la edificación, se tiene un espacio puramente rural, generalmente deshabitado, que favorece la delincuencia. Por ello, es necesario diseñar un

soporte que permita ocultar los paneles fotovoltaicos y resguardarlos cuando estos estén en desuso.

El mejor modo que conseguir este objetivo es diseñando un soporte que permita el plegado sobre sí mismo de manera que sea posible ocultarlos y reducir el tamaño global de estas placas para establecer medidas de seguridad en el sistema posteriores, las cuales se estudiarán en la fase conceptual del presente proyecto.

1.3 Antecedentes

La energía fotovoltaica es una fuente de energía de carácter renovable que produce electricidad mediante la transformación directa de la radiación solar. Esta conversión de energía lumínica en energía eléctrica es causada por el efecto fotoeléctrico en las células fotovoltaicas.

Generalmente, las células fotovoltaicas se agrupan entre sí formando paneles fotovoltaicos uniéndose mediante una lámina de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico. Por esta razón, la tecnología fotovoltaica tiene la virtud de tener aspecto modular, pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados (Ilustración 2).



Ilustración 2. Modularidad en la tecnología fotovoltaica

En los últimos años, la energía fotovoltaica en España se ha vuelto muy atractiva por diversos motivos.

En primer lugar, los cambios legislativos del RDL 15/2018 y del RD 244/2019, mejoran la situación actual de la energía favorable aumentando su consumo. Además, el crecimiento de las tecnologías y el aumento a escala mundial de demanda y producción de paneles solares ha hecho que el precio del vatio del panel solar se haya reducido de 2 a 0,37 €/Wp (Elivere, 2008).

No obstante, también presenta algunos inconvenientes que hay que tener en cuenta.

El principal inconveniente consiste en que su producción depende de la radiación solar, por lo que si los paneles fotovoltaicos no se encuentran alineados perpendicularmente al Sol se puede llegar a perder entre un 10-25 % de la energía incidente. Asimismo, la producción también puede verse afectada por las condiciones meteorológicas adversas, como la falta de sol, nubes o suciedad depositada sobre los paneles.

Otro problema para destacar del uso de los paneles fotovoltaicos es la escasa seguridad en la que se encuentran los "huertos solares". La energía fotovoltaica es muy autónoma, y no requiere mantenimiento constante. Además, la vigilancia continua es complicada de modo que estas instalaciones suelen estar desprotegidas ante robos, despieces y otros actos vandálicos.

Por ello, resulta interesante diseñar un soporte que maximice la producción de energía, aportando el grado de inclinación óptimo para la recepción correcta de la radiación solar.

2. Estudio de mercado

El estudio de mercado que se va a llevar a cabo se realiza para paneles fotovoltaicos en pequeña escala, es decir, de ámbito doméstico. Por tanto, se excluirá el estudio de plantas fotovoltaicas o “huertos solares” puesto que este proyecto no abarca la producción en masa de energía fotovoltaica. Asimismo, tampoco se tendrán en cuenta aquellos soportes de carácter especial que únicamente responden a propósitos concretos.

Por lo general, estas estructuras están fabricadas mediante perfiles de aluminio que aporta la resistencia y ligereza adecuada. También posee excelentes cualidades físicas y químicas que le dotan de gran durabilidad y estabilidad antes condiciones adversas que pueden someter los materiales a su degradación.

A continuación, se adjunta una tabla resumen de la clasificación de los soportes para paneles solares (Tabla 1). Para más información acerca del estudio de mercado se facilita el ANEXO 1.

Soportes para paneles solares	Superficies planas	Los soportes para superficies planas están diseñados para poder anclar los paneles solares en superficies planas, bien sea de una cubierta encima de una edificación o bien sobre el suelo. Se pueden diferenciar tres tipos: pared, cubiertas y suelo	Soportes de pared Son empleadas para optimizar el espacio disponible para la instalación de las placas solares. Son universales	Soportes cubierta plana Individuales <hr/> Triángulo inclinado	Soportes para suelo no necesitan cimentación, anclaje ni instalación por lo que se abaratan costes. Nº patente: ES1078464U
	Coplanares	Son los sistemas más sencillos para instalaciones a cubierta, tejados y superficies. Se basan en un perfil diseñado para sostener la placa fotovoltaica. Estas estructuras no modifican el ángulo de caída de la superficie, por tanto, se debe asegurar que la inclinación es la correcta. Se pueden obtener de manera comercial soportes coplanares para teja o cubiertas metálicas.	Soportes sobre tejas Es necesario el uso de salvatejas para evitar la perforación de las tejas. También son necesarios diversos presores para sujetar el marco del panel fotovoltaico al propio perfil. El espacio entre el panel y las tejas proporciona ventilación al sistema	Soportes sobre cubiertas metálicas Son utilizados tanto para cubiertas metálicas como para superficies de hormigón. Están formadas por perfiles y ángulos y anclajes que van directamente fijados en la superficie sin alterar el ángulo de caída. La facilidad de instalación y el bajo coste son sus principales ventajas.	
	Elevación	Su estructura de elevación encarece el producto. Estas estructuras se elevan varios metros de altura para producir un porchado o bien dificultar el robo. Entre los distintos tipos de soporte en elevación, podemos encontrar: soportes monoposte, tipo "mesa" y las pérgolas fotovoltaicas.	Soportes monoposte Constan del sistema de sujeción y de un poste que lo separa del suelo. El poste puede ir tanto hincado como mediante obra civil. Se pueden automatizar instalando un seguidor solar para optimizar el rendimiento.	Soporte elevado "mesa" La estructura está formada por la cubierta donde se apoyan los paneles y los cuatro perfiles donde descansan. Las patas de la estructura se mantienen fijadas a la base mediante zapatas de hormigón.	Pérgolas fotovoltaicas Añade una doble funcionalidad a los paneles. Generalmente, las pérgolas fotovoltaicas se fabrican bajo pedido, por lo que es difícil encontrarlas de manera comercial.

Tabla 1. Tabla resumen tipología para soportes de paneles solares

2.4 Patentes

En este apartado se van a exponer diversas patentes del sector de la energía fotovoltaica, en concreto de estructuras para paneles solares, en las que se ha llevado a cabo alguna innovación, ya sea técnica o material.

2.4.1 Patente soporte de paneles fotovoltaicos a partir de prefabricado de hormigón

Número patente: ES1078464U

Inventor: Jesús García López

Características: Pieza prefabricada de hormigón para soporte de paneles solares en cubiertas planas, que siendo del tipo de los constituidos por una pieza trapezoidal. Se caracteriza por ser de hormigón con una masa suficiente para no tener que ser lastrada.

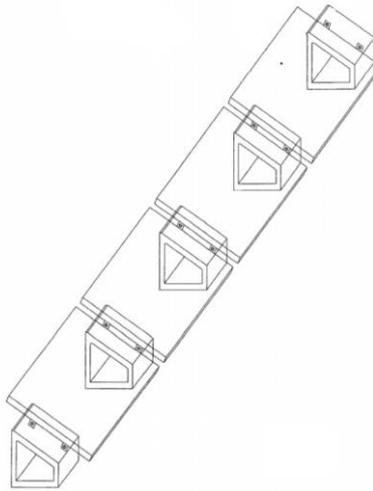


Ilustración 3. Patente ES1078464U

2.4.2 Patente soporte paneles fotovoltaicos

Número patente: ES2354535B1

Inventor: Roberto Tejedor Benito

Características: Dispositivo que se configura como elemento de seguridad especialmente diseñado para la sujeción, soporte y anclaje de las placas de captación de energía solar, ya sean fotovoltaicas o térmicas, a los pórticos o elementos de soporte en que se instalan.

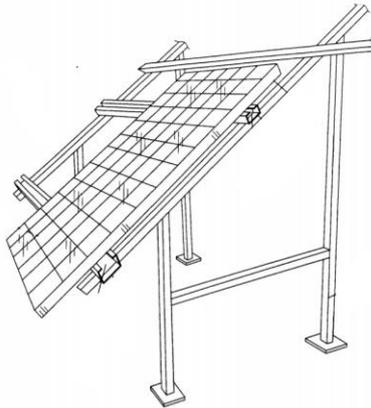


Ilustración 4. Patente ES2354535B1

2.4.3 Patente soporte paneles fotovoltaicos con termoplásticos

Número patente: WO2010034856A1

Inventor: M^º Angeles Cruz Diaz

Características: Soporte para el anclaje de paneles solares, tanto térmicos como fotovoltaicos, ya sea en el suelo, en tejados o en cualquier otro lugar, presentando la particularidad de estar configurada a partir de un reducido número de piezas, todas ellas realizadas con material termoplástico.

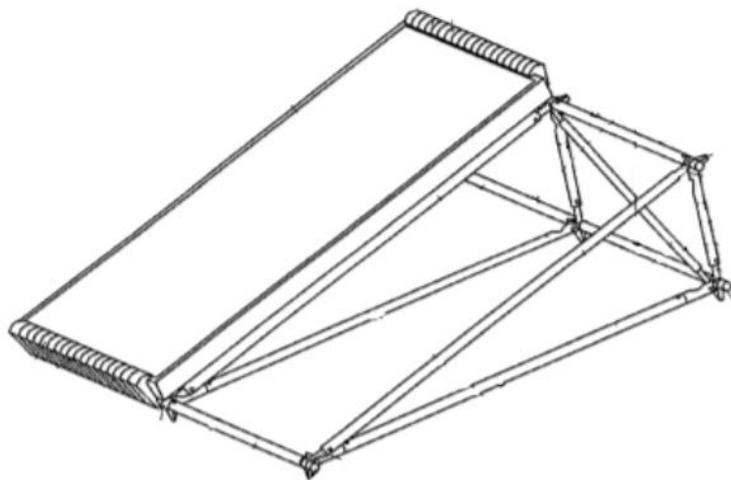


Ilustración 5. WO2010034856A1

3. Normas y referencias

A continuación, se describen las normas legales que se aplican en el presente proyecto.

3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

El soporte diseñado deberá cumplir las especificaciones detalladas en este apartado. En caso contrario, es necesario incluir en la memoria de solicitud un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento.

La estructura soporte de paneles fotovoltaicos deberá resistir, con los paneles fotovoltaicos ya instalados, las sobrecargas del viento de acuerdo con lo indicado en el código técnico de edificación DB-SE-AE.

La estructura soporte será calculada según la Norma MV-103 de comprobación de la longitud de pandeo para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos tales como viento, nieve, etc.

Los perfiles de acero laminado conformado en frío cumplirán la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Para el uso de tornillería de acero inoxidable se deberá cumplir la norma MV-106.

En el proyecto se va a aplicar el Real Decreto 1215/1997, del 18 de julio (BOE nº 188 07-08-1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por los trabajadores.

El plegado de la estructura no debe requerir grandes esfuerzos, de manera que se cumplan los criterios de ergonomía según la norma ISO. Concretamente, las normas 11228-1, 11228-2 y 11228-3.

En cuanto a la elaboración del documento, el presente proyecto se desarrollará acorde con la norma UNE 157001_2014, para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

3.2 Software

Este proyecto contiene distintos programas de cálculo, así como de diseño en 3D. Para la realización de cálculos matemáticos, tales como el estudio de viabilidad, se han usado hojas de Excel de Microsoft. Para el diseño tridimensional del soporte, se ha utilizado SolidWorks 2018.

Entre los complementos utilizados del SolidWorks cabe destacar:

- Simulation
- Solid Sustainability
- DimXpert
- Chapa metálica

Para la presentación de imágenes y ambientaciones se ha utilizado el 3D MAX con el Arnold como renderer. Además, también ha sido necesario la herramienta Krita para la edición de fotos para la obtención de un mejor detalle.

Finalmente, para apoyo del Solid Works para los estudios estáticos también se ha hecho uso del Working Model para los resultados de las reacciones.

3.3 Bibliografía

Aguilar, E. (10 de 03 de 2019). Castellón se suma al 'boom' solar y los paneles en empresas y viviendas se multiplican. *Mediterráneo*. Obtenido de https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/castellon/castellon-suma-boom-solar-paneles-empresas-viviendas-multiplican_1208376.html

Alu-stock. (s.f.). Obtenido de <https://www.alu-stock.es/>

AutoSolar. (s.f.). Obtenido de <https://autosolar.es/>

calculadora de emisiones. (s.f.). Obtenido de <https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche/>

El tiempo. (s.f.). Obtenido de <https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche/>

Elivere. (15 de 11 de 2008). *¿Te preocupa el robo de placas solares?* Obtenido de Elivere: <https://www.elivere.com/blog/robo-de-placas-solares/>

Emile Maurin. (s.f.). Obtenido de <https://www.emile-maurin.fr/>

Mediterráneo. (05 de 12 de 2008). Denuncian el robo de 84 placas solares. *Mediterráneo*. Obtenido de https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/sucesos/denuncian-robo-84-placas-solares_426977.html

MpptSolar. (s.f.). *MpptSolar*. Obtenido de MpptSolar: <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>

SOLARMAT. (s.f.). Obtenido de <http://solarmat.es/es/>

Tena, Y. (17 de 09 de 2009). Roban más de 11.000 € en placas solares y cobre. Obtenido de [elperiodicomediterraneo.com/noticias/sucesos/roban-mas-11-000-euro-placas-solares-cobre_492069.html](http://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/sucesos/roban-mas-11-000-euro-placas-solares-cobre_492069.html)

4. Requisitos de diseño

Como se ha visto en el apartado 1.2 Justificación, este proyecto surge tras la instalación de unos paneles fotovoltaicos en la fachada de una edificación rural, rompiendo la estética del lugar. En este entorno, generalmente deshabitado, en la que la seguridad es esencial, se deberán cumplir una serie de características en el diseño del soporte para lograr una solución efectiva.

El proyecto para desarrollar tendrá en cuenta los siguientes requisitos de diseño que se muestran a continuación:

- El diseño del soporte debe realizar sobre la superficie del suelo, salvando de este modo cualquier alteración estética sobre la fachada de la edificación o la cubierta de tejas.
- El soporte debe sujetar con eficacia dos paneles fotovoltaicos.
- Se realizará el cálculo de la zapata necesario para resistir las condiciones climatológicas de la zona, así como el propio peso de la estructura.
- El soporte para diseñar debe ser asegurable, es decir, el soporte debe plegarse para ocultar los paneles cuando estén en desuso y sería conveniente incluir un sistema de cierre como medida antirrobo.
- El plegado de la estructura no debe requerir grandes esfuerzos, de manera que se cumplan los criterios de ergonomía según la norma ISO. Concretamente, las normas 11228-1, 11228-2 y 11228-3.
- Se llevará a cabo un estudio topográfico para corregir la nivelación del terreno.
- El coste de fabricación no debe exceder de los 1000 €.
- Se realizará un estudio para la selección de los mejores materiales para la estructura que optimicen el precio.
- El proyecto únicamente concierne al diseño de un soporte para paneles fotovoltaicos, por lo que, se excluirá la selección de baterías, transformadores y/o paneles fotovoltaicos.
- La estructura debe plegarse lo más rápidamente posible.
- El sistema debe ser de fácil acceso para realizar el mantenimiento de las placas fotovoltaicas. Este es un requisito de gran importancia debido a que, si se encuentran sucias, las placas reducen el rendimiento sobremanera.

5. Análisis de soluciones

Mediante un análisis de soluciones basado en el método de las jerarquías analíticas, se espera encontrar la propuesta conceptual más adecuada para el desarrollo del soporte de paneles fotovoltaicos que cumpla con los requisitos de diseño expuesto en el apartado 4. Requisitos de diseño.

5.1 Definición de objetivos y especificaciones

Partiendo de las conclusiones extraídas del apartado, se elabora la lista de objetivos que garantizan el correcto desarrollo del soporte. A continuación, se expone la traducción de los requisitos de diseño en objetivos:

1. El diseño del soporte debe realizarse sobre la superficie del suelo.
2. El soporte de mantener como mínimo dos paneles solares de 2000x1000 mm.
3. La estructura debe soportar las cargas a las que se verán sometidas, así como las condiciones climatológicas.
4. La estructura debe ser plegable para ocultar los paneles ante posibles robos.
5. La fuerza del operario para el despliegado del soporte no debe exceder de 25 Kg.
6. La estructura debe apoyarse sobre un terreno totalmente plano.
7. El precio del producto debe ser el más económico posible.
8. La estructura debe plegarse lo más rápidamente posible.
9. Sería conveniente que la instalación disponga de un sistema de cierre que maximice la seguridad.
10. Las placas deben limpiarse con facilidad, limitando el tiempo al mínimo posible.

De la selección de objetivos expuestos en la lista anterior, los más importantes son:

El soporte debe ser **seguro** ante robos. Se ha descrito con anterioridad la necesidad de desarrollar un diseño asegurable debido a la escasa seguridad de la zona. También será necesario que la estructura se diseñe para reposar sobre el **suelo**. Otro requisito esencial es que el soporte se pueda plegar con el **mínimo tiempo posible**, ya que cuando antes se consiga producir energía mejor. Del mismo modo, la fuerza ejercida por el "operador" **no sobrepasará de los 25 Kg** para cumplir con la norma ISO. Finalmente, el **precio** será el valor más importante para hacerlo más atractivo al cliente.

5.2 Variables y criterios. Cuantificación de objetivos

Listado de especificaciones

A continuación, se muestra una tabla con el listado de especificaciones cuantificado. (Tabla 2)

Nº	Objetivo	R/O/D	Variable /Ud	Criterio
E1	Diseño para apoyarse al suelo	R	-	Debe estar apoyado sobre la superficie del suelo.
E2	Tamaño del soporte	R	-	El soporte debe ser apto para sujetar como mínimo dos paneles de 2000x1000 mm.
E3	Resistencia del soporte	R	-	Sí/No
E4	Seguro/plegable	R	-	Sí/No
E5	Fuerza operario	O	Kg	El menor posible y máx. 25 Kg
E6	Terreno plano	R	-	Sí/No
E7	Económico	O	€	El menor posible y máx. 2000 €
E8	Tiempo de plegado	O	T (s) plegado	El menor tiempo posible y como máximo 1 minuto por cada panel.
E9	Sistema de cierre	D	-	Sería conveniente disponga de un cierre para maximizar la seguridad.
E10	Fácil limpieza	O	T (s) de limpieza	El tiempo máximo debe ser como máximo 2 minutos para cada panel.

Tabla 2. Listado de especificaciones

6. Diseño conceptual

En este apartado, se explica brevemente el proceso de selección de la propuesta final. Durante la fase creativa del presente proyecto, se han establecido 4 propuestas diferentes atendiendo a los objetivos y especificaciones definidos en el apartado 5. Análisis de soluciones.

. Dichas propuestas se muestran a continuación.

- Propuesta 1. Soporte con circuito termosifónico
- Propuesta 2. Soporte entre raíles
- Propuesta 3. Soporte en subsuelo
- Propuesta 4. Soporte automático

En este apartado, se explican los diseños conceptuales propuestas para el desarrollo del soporte. Se incluye tanto la descripción como el análisis de las decisiones de compromiso tomadas durante la elaboración del bocetado de las propuestas.

Propuesta 1. Soporte con circuito termosifónico.

Para un entorno en el que generalmente los paneles estarán en desuso, disponer de agua caliente en todo momento es esencial. Por ello, se han realizado esfuerzos para diseñar un sistema que permita calentar sin coste energético.

En este aspecto, se ha propuesto un soporte plegable que tiene la peculiaridad de disponer de un circuito termosifónico. El circuito termosifónico es aquel que permite la circulación natural del agua aprovechando las corrientes de convección.

A continuación, se explicarán las diferentes partes de este sistema. La Ilustración 6 muestra el boceto realizado.

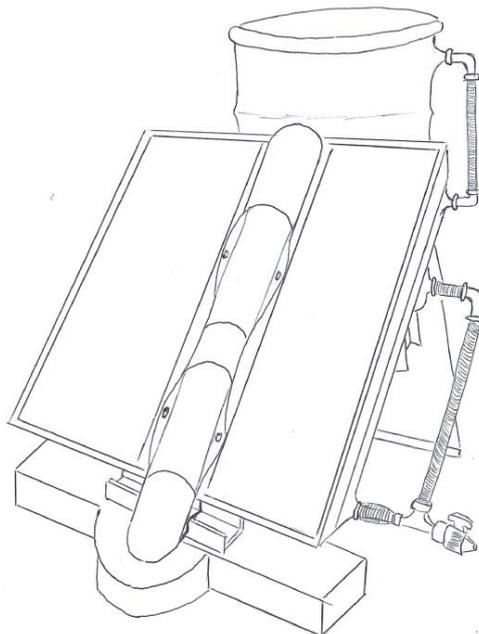


Ilustración 6. Propuesta 1. Soporte con circuito termosifónico

Partiendo al requisito esencial de realizar una estructura plegable, se ha realizado un diseño en el mediante el eje central de los dos paneles, actúa como una bisagra, permitiendo el giro de estos y, por tanto, su plegado. Otro aspecto a tener en cuenta es que el propio eje, será móvil por lo que podrá captar el movimiento del sol mediante un seguidor solar.

Para que los paneles estén siempre colocados en el centro de la estructura, y no crear mayores tensiones en las placas de anclaje, se dispondrá de unas guías que permitirán el movimiento longitudinal de las placas para situarlas centradas.

Una parte vital de este boceto es el intercambiador que irá incorporado en la parte inferior del panel solar, de manera que cuando se plieguen los paneles, el intercambiador quede hacia afuera, iniciando la circulación del agua mediante la radiación solar. El intercambiador es fundamental en este diseño, debido a que el agua es mal conductora del calor, por tanto, el agua deberá seguir el recorrido por el intercambiador para calentarse y ascender por el circuito.

Finalmente, al boceto se incluye el depósito, donde el agua irá acumulándose a la temperatura idónea.

Propuesta 2. Soporte sobre raíles

En esta propuesta se ha querido optimizar la fuerza del operario, diseñando un mecanismo simple para el despliegado de los paneles fotovoltaicos. Por ello, se ha realizado un estudio mediante el mecanismo de 4 barras, tal y como muestra la Ilustración 7. Esta configuración de mecanismo de 4 barras también puede verse en la mobiliaria, donde es común ver es tipo de mecanismo en las camas de somier abatibles.

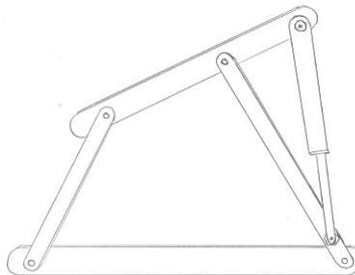


Ilustración 7. Mecanismo de cuatro barras para camas abatibles

La Ilustración 8 muestra el boceto para la segunda propuesta.

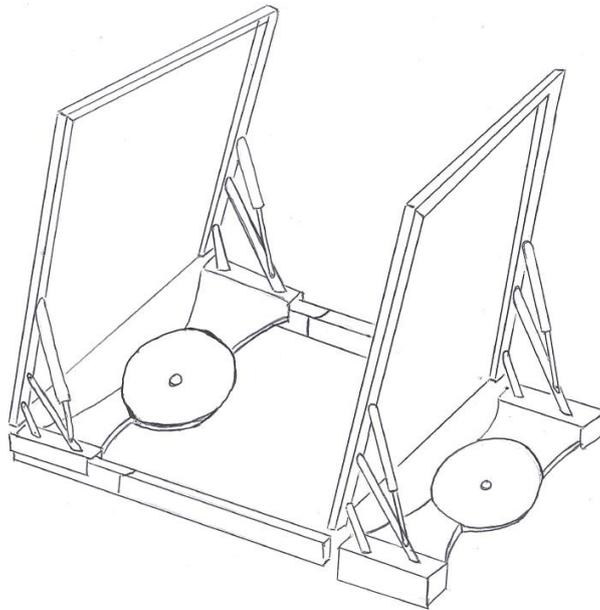


Ilustración 8. Propuesta 2. Soporte sobre raíles

Como medida de seguridad y así poder ocultar los paneles, se plantea un sistema de guías que permiten el movimiento en su eje longitudinal, de manera que los paneles pueden superponerse. Una vez quedan plegados y superpuestos se pueden cubrir para ocultarlos.

Para conseguir el giro del soporte y que pueda seguir el movimiento del sol mientras sigue está en contacto con la guía, se diseñará una plataforma en la distancia óptima de manera que no produzca sombras sobre la anterior. Una vez colocado en esa posición, la plataforma podrá girar acorde con la posición del sol.

Para fijar la estructura sobre el suelo, se instalarán placas de anclaje que asegurarán la resistencia ante los agentes climáticos.

Propuesta 3. Soporte en subsuelo

Debido a que una de las características fundamentales es la seguridad de los paneles fotovoltaicos, en esta ocasión, se ha buscado una solución que optimice la seguridad.

Bajo esta premisa, se ha decidido realizar un diseño en el que las placas inicien el movimiento de desplegado desde el subsuelo. Para elevar las placas hasta la altura correcta, se utilizará un sistema de engranajes que se accionarán mediante un motor Ilustración 9. Una vez las placas estén en la posición correcta, mediante una combinación de las propuestas mencionadas anteriormente, los paneles quedarán expuestos a la radiación solar.

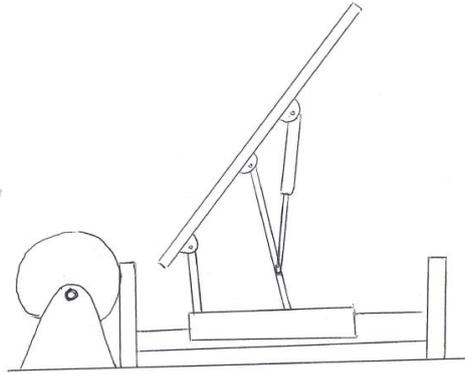


Ilustración 9. Mecanismo elevación paneles

Por una parte, la inclinación se conseguirá mediante el mecanismo de cuatro barras expuesto anteriormente. De manera que se proporcionará el ángulo preciso para una mayor producción de energía.

Puesto que los paneles partirán de la posición “plegado”, el despliegue se realizará como se ha descrito en la primera propuesta. En el centro se alojará un eje con la función de bisagra que permitirá el giro de ambas placas. Para volver a la posición inicial únicamente se tendrán que plegar a accionar el motor para ocultar las placas.

Para el cierre del sistema, los paneles irán encajados en una caja que las cubrirá de la humedad y otros agentes. Además, la caja donde irán instaladas se podrá cerrar mediante una tapa, maximizando la seguridad.

A continuación, se muestra la Ilustración 10 una aclaratoria de esta propuesta.

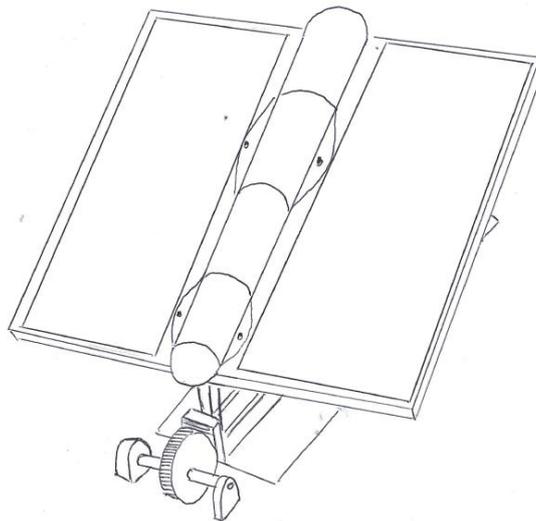


Ilustración 10. Propuesta 3. Soporte en subsuelo

Propuesta 4. Soporte automático

Uno de los requisitos esenciales del presente proyecto, es la facilidad de apertura de los paneles fotovoltaicos. Por ello, se ha bocetado una propuesta en el que se optimizan los movimientos de despliegado.

Bajo la premisa de que la estructura quede totalmente desplegada en un único movimiento del operador, se ha encontrado un sistema capaz de lograrlo (Ilustración 11). En este apartado se explicará el sistema de apertura detenidamente.

Partiendo del sistema simétrico de la ilustración, se pueden observar cómo cada lado está compuesto por un soporte y cuatro perfiles de igual geometría. Estos perfiles se encuentran articulados entre sí. También se proporciona un sistema de raíles al cuál se insertará el último de los perfiles permitiendo su movimiento axial. Este mecanismo permite que el sistema se despliegue mediante el accionamiento de uno de sus perfiles, quedando en su posición óptima en un único movimiento. En su posición inicial, todos los perfiles son paralelos y la estructura queda vertical.

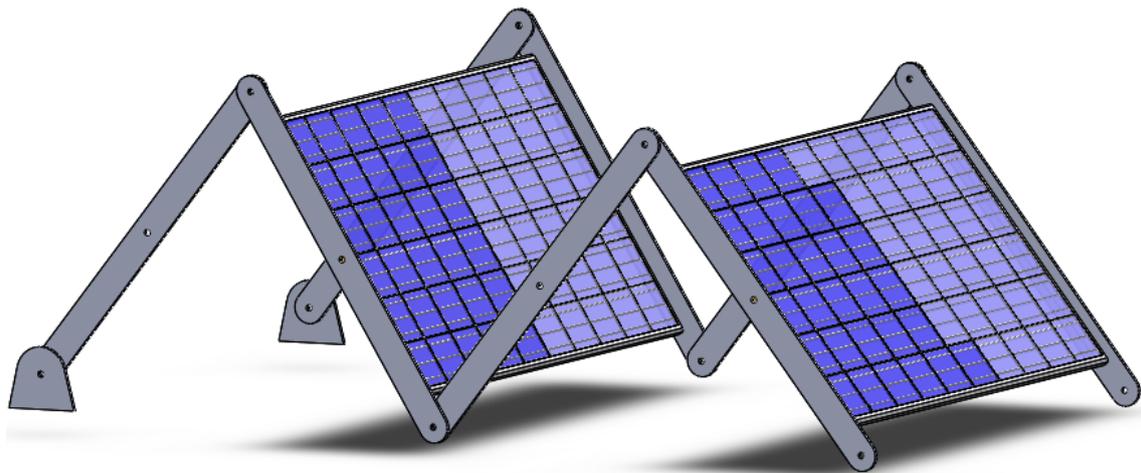


Ilustración 11. Propuesta 4. Soporte semiautomático

6.3 Evaluación de las propuestas conceptuales

Tras definir las especificaciones según el apartado 5.2 Variables y criterios. Cuantificación de objetivos, es necesario evaluar cada una de las propuestas conceptuales expuestas. Para la evaluación correcta de las propuestas se seguirá el siguiente criterio:

- Fácil limpieza: Puesto que el elemento a limpiar es el mismo para cada propuesta conceptual, para determinar el tiempo de limpieza en cada caso, se tendrá en cuenta el acceso a los paneles. Cuanto más complicado sea acceder a estos, y más complicado sea llegar a los bordes, más tiempo será necesario.
- Fuerza operario: La fuerza del operario se evaluará de acuerdo con el mecanismo utilizado para el despliegado del panel. Siendo óptimo si este se realiza automáticamente.
- Precio: Puesto que el soporte se realizará mediante elementos estándar, el precio se mediará respecto al número de elementos necesarios para montar la estructura. Cuanto Mayor sea el número de elementos, mayor será el precio.
- Tiempo de despliegue: De modo semejante en la evaluación de la fuerza del operario, el tiempo de despliegue se medirá en función del mecanismo de plegado, cuanto más simple y más facilidad de uso tenga, más rápidamente podrán montarse los paneles.

Resumen de las valoraciones de cada especificación para las distintas propuestas (Tabla 3).

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
E1. Diseño sobre el suelo	Si	Si	Si	Si
E2. Tamaño del soporte	Si	Si	Si	Si
E3. Resistencia del soporte	Si	Si	Si	Si
E4. Seguro/plegable	Si	Si	Si	Si
E5. Fuerza operario	17,5	15	20	12,5
E6. Terreno plano	-	-	-	-
E7. Económico	800	600	700	600
E8. Tiempo de despliegado	24	42	54	12
E9. Sistema de cierre	No	No	Si	Si
E10. Fácil limpieza	60 s	96 s	60 s	60 s

Tabla 3. Resumen de las valoraciones para cada propuesta

6.4 Método de las jerarquías analíticas

Basándonos en el método de las jerarquías analíticas se espera encontrar la propuesta que más favorable para el desarrollo de este proyecto que cumpla con todos los requisitos de diseño.

MÉTODO DE LAS JERARQUÍAS ANALÍTICAS

El primer paso es definir el grado de importancia de las especificaciones. A continuación, se van a valorar las especificaciones optimizables y se adjudicará el valor correspondiente.

- El parámetro más importante para el caso que atañe es el precio. Cuanto menor sea el precio del producto mayor atractivo tendrá para el cliente.
- El siguiente aspecto a tener en cuenta es la fuerza a realizar para desplegarlo. En este aspecto, se intentará que el operario tenga que hacer el mínimo esfuerzo para desplegar los paneles.
- La facilidad de limpieza es la siguiente propiedad en el orden jerárquico. El rendimiento es esencial para unas placas que por lo general estarán en desuso. Por ello, es necesario que cuando estén en funcionamiento produzcan la mayor cantidad posible de energía.
- Finalmente, el tiempo de desplegado será el factor más prescindible. Puesto que el requisito máximo de despliegue es de 2 min que sigue siendo un valor que es relativamente corto, esta especificación es la que menos peso tiene.

De acuerdo con esta valoración, el orden de importancia de los atributos es el siguiente:

1º Precio (E7)

2º Fuerza operario (E5)

3º Fácil limpieza (E10)

4º Tiempo de desplegado (E8)

Llegados a este punto, es necesario realizar las definiciones de preferencia para medir la importancia de los atributos respecto del resto. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

	E7	E5	E10	E8
E7	1	4	6	7
E5	1/4	1	3	5
E10	1/6	1/3	1	4
E8	1/7	1/5	1/4	1

Tabla 4. Definiciones de preferencia

Cálculo del peso de los atributos;

$$W_{E7} = (1 * 4 * 6 * 7)^{\frac{1}{4}} = 3,60021$$

$$W_{E5} = \left(\frac{1}{4} * 1 * 3 * 5\right)^{\frac{1}{4}} = 1,39158$$

$$W_{E10} = \left(\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * 1 * 4\right)^{\frac{1}{4}} = 0,686$$

$$W_{E8} = \left(\frac{1}{7} * \frac{1}{5} * \frac{1}{4} * 1\right)^{\frac{1}{4}} = 0,2907$$

Para valorar cada propiedad en las diversas propuestas conceptuales, se realiza la Tabla 5, donde se detallan las escalas normalizadas de las especificaciones optimizables. Se establecerá un rango del 0 al 10, donde 0 es la mínima puntuación y 10 es la máxima.

	E7	E5	E10	E8
1	1000	25	120	60
2	900	22,5	108	54
3	800	20	96	48
4	700	17,5	84	42
5	600	15	72	36
6	500	12,5	60	30
7	400	10	48	24
8	300	7,5	36	18
9	200	5	24	12
10	100	2,5	12	6

Tabla 5. Tabla de escalas normalizadas

Mediante la Tabla 3. Resumen de las valoraciones para cada propuesta y la Tabla 5, es posible establecer una puntuación en cada especificación acorde a cada propuesta. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.

	E7	E5	E10	E8
Propuesta 1	3	4	6	7
Propuesta 2	5	5	3	4
Propuesta 3	4	3	6	2
Propuesta 4	5	6	6	9

Tabla 6. Matriz de decisión

Cálculo de media ponderada

$$Propuesta 1 = 3 * 3.60021 + 4 * 1.39158 + 6 * 0.686 + 7 * 0.2907 = 22,506$$

$$Propuesta 2 = 5 * 3.60021 + 5 * 1.39158 + 3 * 0.686 + 4 * 0.2907 = 28,168$$

$$Propuesta 3 = 4 * 3.60021 + 3 * 1.39158 + 6 * 0.686 + 2 * 0.2907 = 23,266$$

$$\mathbf{Propuesta\ 4 = 8 * 3.60021 + 6 * 1.39158 + 6 * 0.686 + 9 * 0.2907 = 33,866}$$

Atendiendo a los resultados, **la solución óptima a diseñar será la propuesta 4, soporte semi automático.**

7. Diseño preliminar

Una vez se ha seleccionado que el mejor diseño es mediante un soporte con los movimientos de apertura optimizados, se ha generado un primer diseño conceptual. Las representaciones que se muestran en este apartado se han llevado a cabo mediante la herramienta Solid Works.

La estructura es simétrica en su plano medio y cada uno de sus lados está formado por cuatro perfiles unidos por sus extremos mediante ejes (Ilustración 12). En la superficie, se instalan unas guías para direccionar el movimiento de los paneles. Para poder realizar el movimiento satisfactoriamente, uno de los perfiles tiene un apoyo fijo, al que únicamente se permitirá su rotación. Los restantes perfiles tienen apoyos móviles, y pueden moverse en la dirección de las guías.

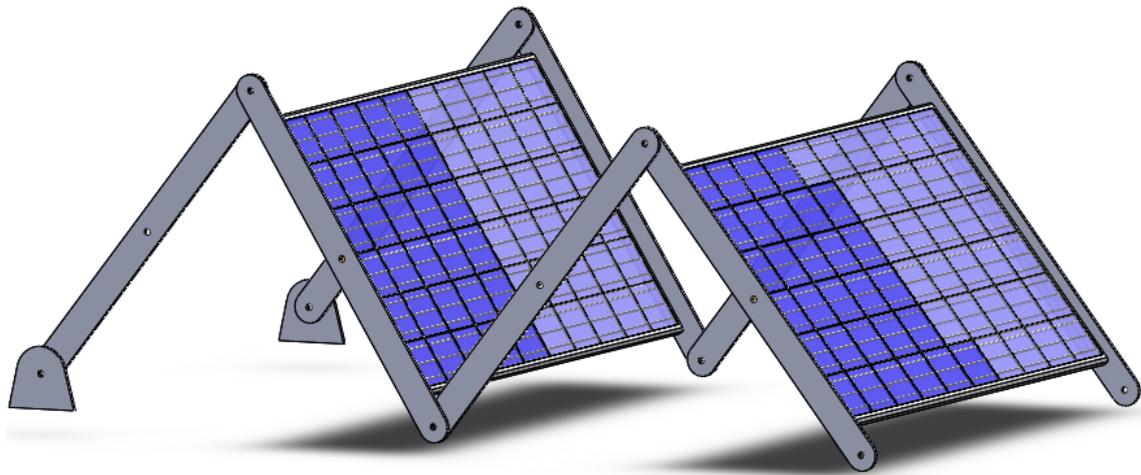


Ilustración 12. Soporte semiautomático

En su posición inicial, esta estructura parte de la verticalidad, punto en el que los perfiles son paralelos. Cuando se aplica una fuerza a uno de los paneles, los perfiles pierden el paralelismo inicial y la estructura empieza a extenderse a lo largo de las guías. Cuando se alcanza la posición final, es decir cuando los perfiles generan un ángulo de 30 grados (el de máximo rendimiento para los paneles, visto en el ANEXO 2, el sistema se bloquea hasta que se requiera volver a la posición inicial.

Pese a que este diseño conceptual cumple con el principio básico de realizar la apertura mediante un único movimiento del operador, este diseño genérico puede presentar diversas limitaciones, las cuales se describen a continuación.

La principal limitación es que el empleo del sistema de guiado para la apertura de los paneles encarece sobremanera el producto. La reducción de los precios en los paneles fotovoltaicos en los últimos años ha hecho que los robos se reduzcan considerablemente. Por tanto, la viabilidad del producto está sujeta al coste de la estructura. De esta manera, es necesario encontrar un método que logre la apertura de los paneles en un único movimiento, pero minimizando el coste total de la estructura.

Otro problema que cabe mencionar es la posición de inicio, es decir, cuando los paneles están en la posición vertical (Ilustración 13). Esto origina un problema al presentar cierta inestabilidad. Puesto que los paneles deben instalarse en lugares despejados, estos están a merced de las condiciones climatológicas. Por tanto, se puede llegar al vuelco y por consiguiente la rotura de los paneles.

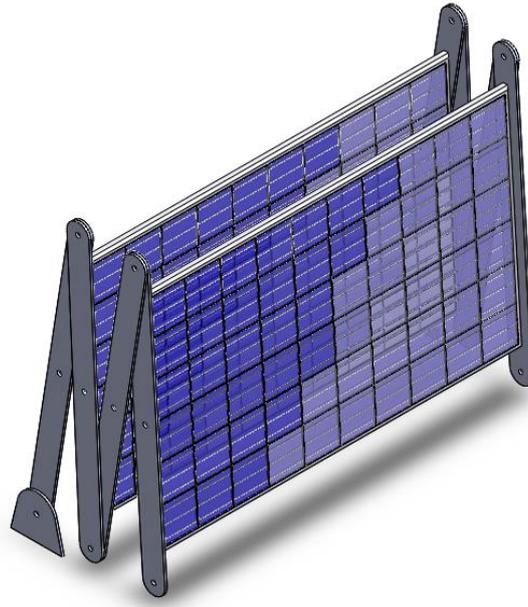


Ilustración 13. soporte semiautomático plegado

Este sistema tampoco ofrece una situación de seguridad excesiva debido a que los paneles situados en vertical son visibles. Por tanto, se tendría que instalar una reja con algunos elementos de seguridad.

Partiendo de este prediseño se ha ido desarrollando una alternativa para solucionar las limitaciones que se han planteado. Dicha alternativa para a describirse a continuación.

7.1 Alternativa a soporte semiautomático

Partiendo del mecanismo de cuatro barras utilizado en la segunda propuesta " soporte sobre raíles" visto en la fase conceptual, se ha llevado a cabo un diseño en el que los paneles se abren mediante estos mecanismos. La Ilustración 14 muestra una representación CAD de esta estructura con los paneles instalados.

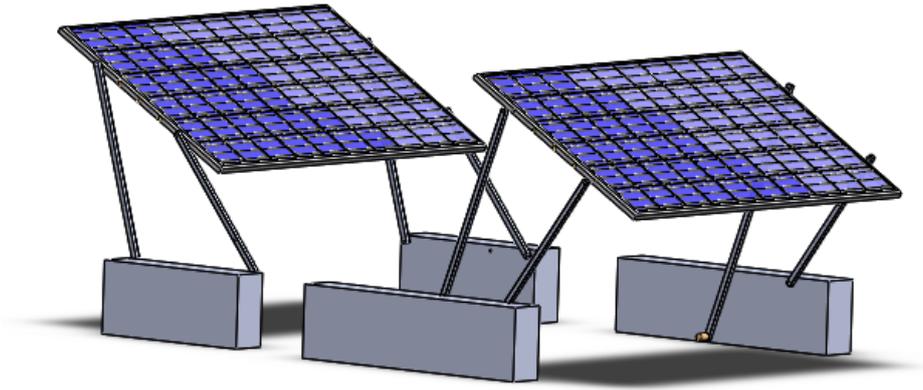


Ilustración 14. Soporte semiautomático con mecanismos de cuatro barras

Sin embargo, mediante dos únicos mecanismos de cuatro barras no es posible optimizar los movimientos del operador puesto que serían necesarios dos movimientos para abrir/cerrar los paneles. Por ello, ha sido necesario realizar un estudio de síntesis de mecanismos

ANEXO 3. Este estudio ha determinado la posición y longitud necesaria de la biela (pieza remarcada en azul en la Ilustración 15) para lograr el movimiento simultáneo de los paneles.

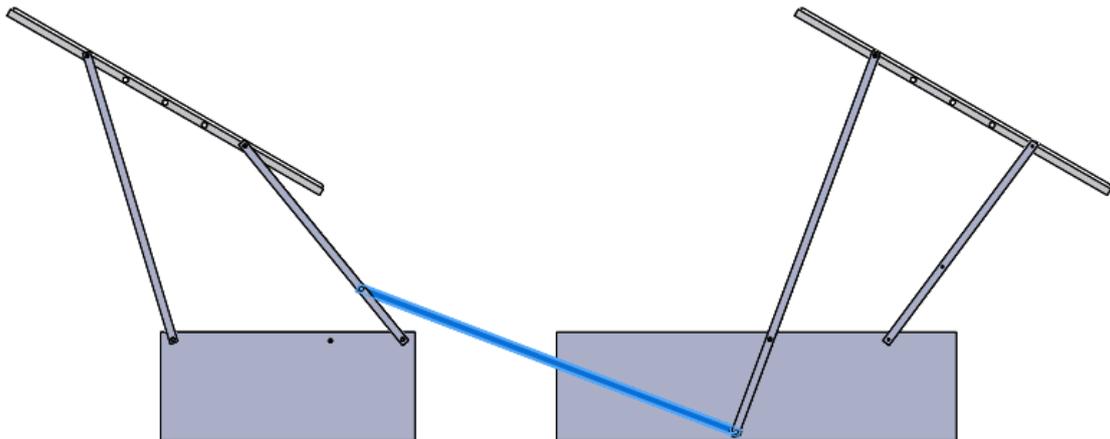


Ilustración 15. Vista frontal síntesis de mecanismos

La Ilustración 15, muestra la estructura con la biela ya instalada. Para facilidad de visualización únicamente se muestra un lateral de la estructura puesto que el diseño es simétrico en el plano medio del panel fotovoltaico.

En este diseño se pueden diferenciar tres mecanismos distintos Ilustración 16. Por una parte, está el mecanismo de cuatro barras, que pasa a denominarse soporte panel trasero. La biela constituye el segundo mecanismo puesto que ha sido necesario realizar otro estudio de cuatro barras. De este modo ha sido posible especificar la longitud y posición de la biela sobre el resto de los perfiles. Finalmente, el tercer mecanismo se ha denominado soporte panel delantero.

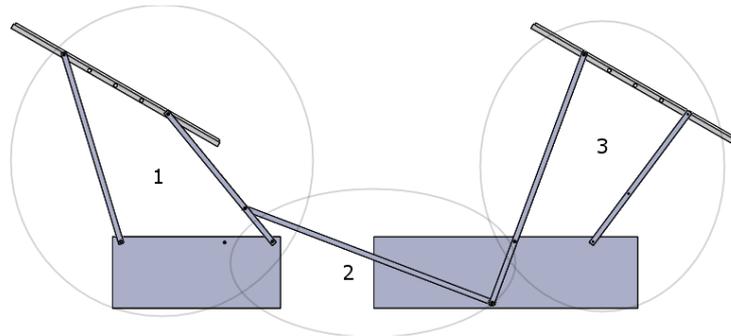


Ilustración 16. Conjunto de mecanismo de cuatro barras

Una particularidad de esta alternativa es que se ha desarrollado para que los paneles fotovoltaicos partan de una posición de inicio horizontal (Ilustración 17). De esta manera, se logra una protección añadida contra un clima adverso. Cuando los paneles están plegados, el diseño queda cubierto por la pieza de anclaje que posee gran masa. Además, esta posición es menos visible ante posibles hurtos, el objeto del presente proyecto. Puesto que en la posición plegado los paneles se encuentran superpuestos, se facilita la instalación de elementos de seguridad, a fin de maximizar la seguridad.

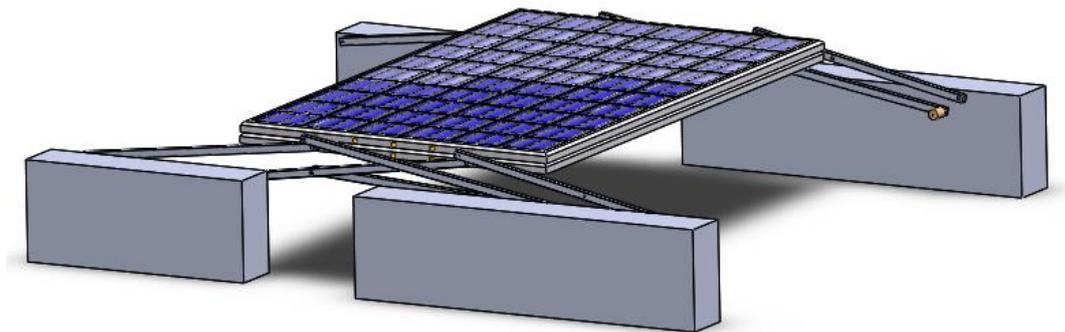


Ilustración 17. Soporte semiautomático de mecanismos de cuatro barras plegado

No obstante, la principal ventaja de este diseño es que puede fabricarse mediante el corte de perfiles estándar por lo que el precio final, será reducido en comparación con el anterior diseño. Uno de los requisitos de mayor importancia del presente proyecto es la adquisición de un soporte económico, puesto que su viabilidad está sujeta directamente al precio. Por tanto, mediante este sistema aumentan las posibilidades de éxito.

Tras la descripción de esta alternativa, se puede resumir que esta alternativa conceptual cumple con los requisitos mencionados en

4. Requisitos de diseño.

Pese al diseño original y funcional, se ha podido observar que existe posibilidad de mejora del diseño en algunos elementos de la máquina. Por ello, se ha llevado a cabo un proceso de rediseño.

7.2 Fase de rediseño

En el siguiente apartado se describen las distintas modificaciones que se han realizado durante la fase de rediseño. En caso de inserción de nuevos componentes, se detalla la información pertinente acerca de la función que desempeña.

7.2.1 Rediseño rango de movimiento

Tras definir el movimiento realizado por los paneles hasta la posición final que cumpla una inclinación de los paneles de 30° , ha sido necesario bloquear esa posición. Inicialmente, la estructura no contaba con ningún sistema de fijación. Los paneles no mantenían la posición y seguía la trayectoria descrita por los perfiles hasta alejarse de la posición deseada. Esto mismo ocurre con la posición inicial. Por tanto, se ha rediseñado la estructura para que puedan bloquearse estas posiciones.

Bloqueo posición inicial

En este caso, la solución es sencilla. Conocidos los ángulos en la posición de plegado, es posible utilizar los bloques de hormigón para albergar tacos que bloqueen la posición inicial. Por ello, únicamente es necesario realizar nuevas perforaciones en los bloques de hormigón para instalarlos mediante tornillos. A continuación, se muestra la Ilustración 18 con la representación CAD de la pieza empleada. Como puede verse el taco se recubre con una cinta de caucho para no dañar los perfiles. Todas ellas son piezas comerciales que se pueden encontrar en cualquier establecimiento.

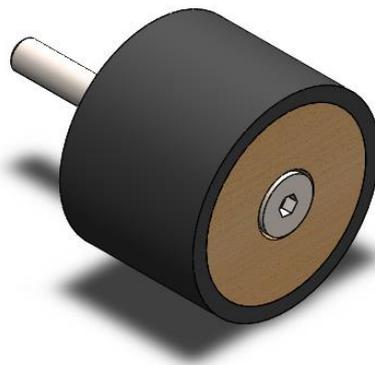


Ilustración 18. Conjunto taco de bloqueo soporte

Bloqueo posición final

El bloqueo de la posición final ha sido un proceso más complejo. Para dar solución al problema planteado ha sido necesario un estudio de síntesis de rango de movimiento. Todos los cálculos que se han llevado a cabo pueden verse en el ANEXO 4. Mediante este estudio, se ha

establecido el número de componentes necesarios que bloquean la posición final, así como sus longitudes. Para su resolución se ha utilizado la herramienta de bocetar de Solid Works.

Una vez se ha determinado la geometría de los componentes se ha llevado a cabo su diseño CAD. La Ilustración 19 muestra su representación CAD.



Ilustración 19. Conjunto síntesis rango de movimiento

El sistema es muy sencillo. Una vez se empiezan a mover los paneles para desplegarlos, este mecanismo empieza a desplegarse. La particularidad es que la posición final de los paneles (inclinados 20° y separados 1300mm) ocurre cuando estas dos piezas son colineales entre sí, de manera que se encuentran en su posición última y directamente el sistema se bloquea. Para volver a la posición inicial, se rompe esta colinealidad y el sistema puede volver a su posición inicial. La siguiente ilustración muestra la posición de bloqueo con los sistemas de bloqueo marcados en azul (Ilustración 20).

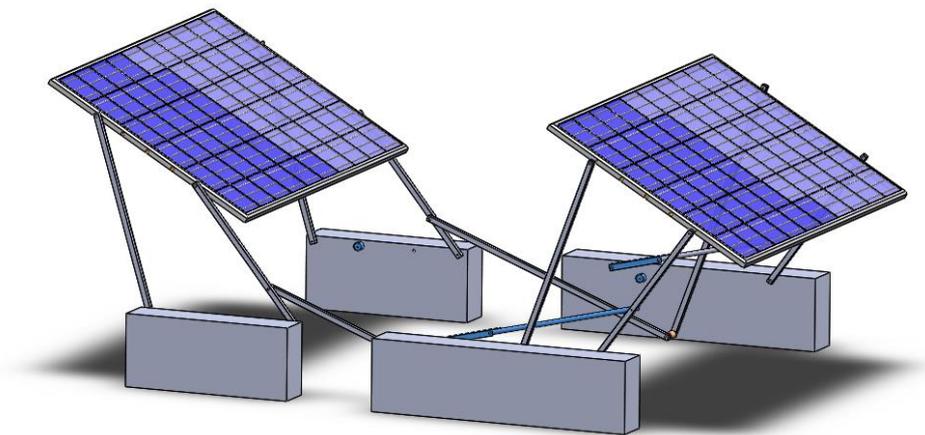


Ilustración 20. Conjunto final ensamblado

Para la fabricación de este conjunto, se parte de componentes estándar, a la que han sido necesarios taladrados y mecanizados posteriores. Por una parte, se ha decidido que la pieza de menor longitud sea un ángulo. De este modo, cuando los paneles se pliegan, el tubo se superpone reduciendo el espacio. En contraposición al tubo únicamente se insertan los orificios a la longitud necesaria para conectarlo al resto de la estructura.

Con estas modificaciones, el rango de movimiento de los paneles fotovoltaicos está completamente definido.

7.2.2 Rediseño del sistema de seguridad

Uno de los problemas principales de esta estructura es la seguridad. Por ello, a fin de ocultar los paneles de manera más eficaz, se ha llevado a cabo una modificación en el soporte panel delantero.

En su diseño inicial, las células fotovoltaicas quedan a vistas de manera que una vez se despliegan empiezan a generar la energía. Esto puede generar problemas de seguridad puesto que los paneles no quedan totalmente ocultos. Por ello, se ha encontrado un sistema que permite la rotación del panel que queda por encima, ocultando las células fotovoltaicas en su posición inicial.

7.2.2.1 Rediseño del soporte panel delantero

En lugar de acoplar los paneles fotovoltaicos directamente a los perfiles que los soportan, tal y como sucede en el trasero, se ha diseñado el soporte que se muestra continuación (Ilustración 21).

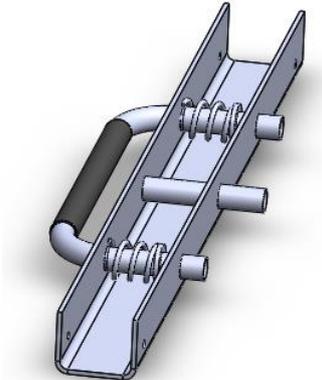


Ilustración 21. Conjunto soporte panel delantero

El soporte o perfil con forma de U se ha diseñado para que se pueda fabricar mediante corte láser y una posterior etapa de plegado. Por ello, se ha proporcionado el plano del desarrollo de la chapa. Se ha tenido en cuenta tanto el espesor como el material para que su fabricación por oxicorte y su plegado sean posibles.

El tubo central permite la rotación del panel delantero de manera que es posible manipular la orientación del panel.

El problema que se plantea es que únicamente con un tubo central no se puede fijar la posición. Esto se debe a que la placa fotovoltaica quedaría articulada en eje central. Por ello, se han realizado dos orificios más en cada lado del tubo de 15mm. Tras esto, se inserta un tubo curvado en ambos orificios. La siguiente ilustración muestra el resultado (Ilustración 22).

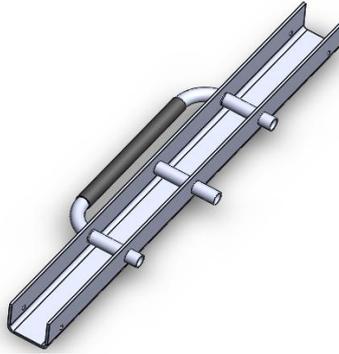


Ilustración 22. Ensamblaje soporte panel delantero y tubo curvado

Posteriormente, se instalan unos resortes de compresión en el tubo que hacen tope en uno de los laterales del soporte. Sobre el tubo se sueldan unas arandelas fabricadas por corte láser, de manera que el resorte únicamente puede comportarse a tracción y compresión.

Con este ensamblaje, el tubo curvado o “manilla” únicamente puede moverse axialmente. Cuando el tubo se encuentra en su posición natural, es decir, cuando los resortes no están comprimidos, los extremos del tubo quedan insertados en los agujeros realizados en el panel solar y bloquean su posición (Ilustración 22).

Una vez está todo instalado, cuando el operador comprime los muelles cogiendo del asa formada por el tubo doblado, los extremos del tubo curvado no conectan con el panel solar dejando libre su rotación. Esto permite cambiar la posición del panel a conveniencia.

De esta manera, se ha conseguido un método que permite ocultar los paneles cuando estos no están en uso, sin comprometer los movimientos generados por los perfiles. Esto se debe a que ha sido imposible generar este movimiento de rotación hasta alcanzar la posición final mediante mecanismos de cuatro barras (

ANEXO 3). La siguiente ilustración muestra el ensamblaje final del diseño preliminar tras su fase de rediseño (Ilustración 23).

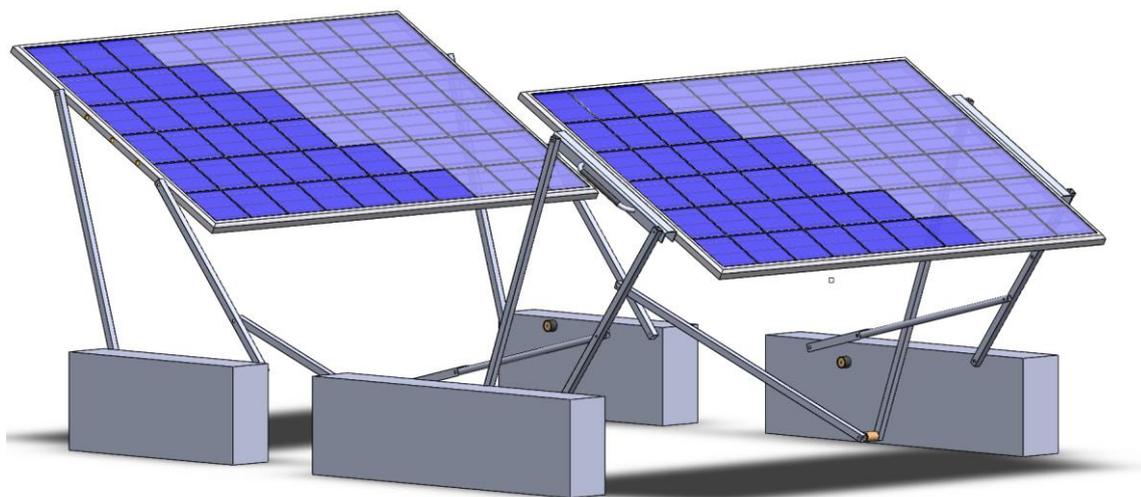


Ilustración 23. Soporte semiautomático con rediseño del soporte panel delantero

7.2.2.2 Rediseño de la base con hormigón encofrado

Durante la etapa de rediseño se propuso otro cambio en el diseño de la base de hormigón encofrado. La finalidad es ocultar totalmente los paneles cuando estos estén en desuso. Por ello, se ha decidido unificar los bloques de hormigón en una única base (Ilustración 24).

Además, este cambio permite que se pueda realizar una cimentación previa. De este modo, se ocultarían todos los componentes, creando un sistema más estético y seguro.

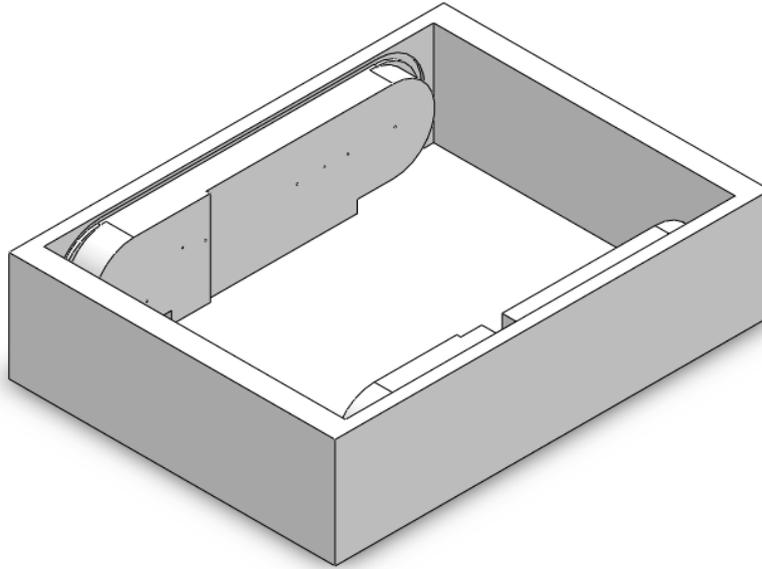


Ilustración 24. Rediseño base

A fin de abaratar costes dado el aumento de cemento, el hormigonado se realizará mediante hormigón ciclópeo. También se ha modificado la posición de los orificios donde van articuladas las barras.

Dejando un mayor margen de pared es posible ampliar la distancia de los paneles al extremo de la base de hormigón. De esta manera, ambos paneles quedan por debajo de la base tal y como muestra la Ilustración 25.

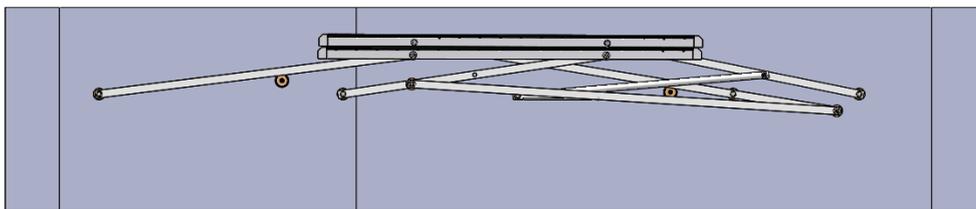


Ilustración 25. Modificación posición agujeros para articulaciones

Mediante este cambio, es posible ensamblar una tapa en la superficie superior. De este modo, ambos paneles quedan ocultos al exterior maximizando su seguridad. Sobre la superficie superior, se puede ensamblar un sistema de guiado para la apertura de la tapa reduciendo los esfuerzos del operador.

Mediante este método, también resultado sencillo incluir un cierre de seguridad que garantizaría la eficacia antirrobo.

Conclusiones

Viendo que ambas propuestas para el aumento de la seguridad de los paneles son viables, se ha llevado a cabo su comparación. A continuación, se detallan las conclusiones extraídas.

Por una parte, para desarrollar el soporte delantero es necesario el corte por láser para crear el perfil en forma de U de manera que se aumenta el precio considerablemente en la estructura. Además, pese a decidir la orientación del panel, la estructura es menos segura que rediseñando la posición de los orificios de la base.

Por otra parte, el tiempo de apertura es una de las variables a optimizar, de manera que cambiar la orientación del panel requiere mayor tiempo. Finalmente, el precio de aumentar la altura de la base es mucho menor que fabricar un soporte que permita la rotación de los paneles.

Por ello, se ha determinado que la mejor opción para optimizar la seguridad ha sido realizar el rediseño de la base. La Ilustración 26 muestra los cambios realizados con la posición inicial y la final.

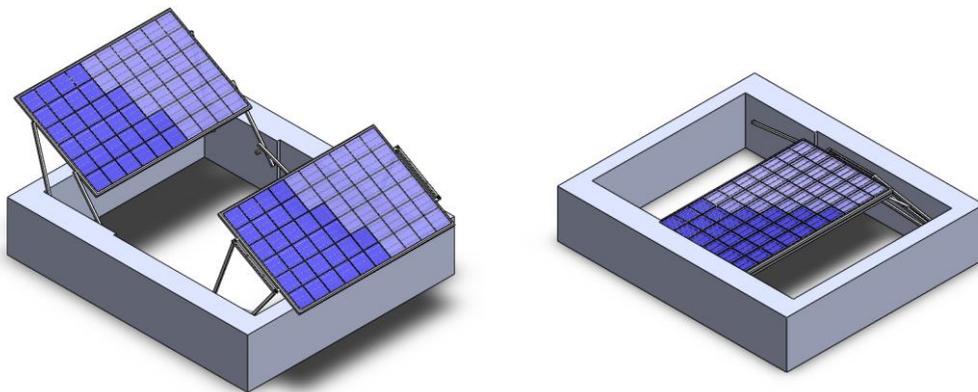


Ilustración 26. Posición inicial-final tras rediseño de la base

7.2.3 Diseño de una estructura universal

Otro problema que se ha planteado durante la fase de diseño de la estructura es la falta de polivalencia de la estructura. La estructura únicamente puede inclinarse a 30°. Para aquellas latitudes que disten de la latitud que atañe al presente proyecto, la pérdida de eficiencia se eleva considerablemente.

Por ello, es necesario disponer de un sistema que resuelva esta contrariedad. En este apartado se han estudiado diversas alternativas que pueden generar una estructura universal.

7.2.3.1 Diseño de un soporte con ajuste personalizado

Inicialmente, se estudió la posibilidad de lograr una inclinación diferente manteniendo las mismas longitudes de los perfiles de aluminio y cambiando únicamente sus puntos de anclaje.

La propuesta consistía en realizar para cada inclinación deseada, las perforaciones necesarias que logran un determinado ángulo con el ensamblado de los perfiles. De esta manera, no habría colisión durante la apertura de los paneles de la posición de inicio a la final. Para la facilidad de montaje, se incluiría un manual de instalación donde se indicaría la posición exacta de la posición de cada perfil.

Tras realizar el estudio de síntesis de movimiento se llegó a la conclusión que se muestra a continuación (Ilustración 27). Trazando la mediatriz sobre la línea que une dos puntos iguales en la posición inicial/final, se obtiene una recta donde debe situarse la articulación que permitirá el movimiento del panel deseado. Para confirmar la viabilidad de la propuesta, se ha realizado una circunferencia de radio el mismo que la longitud del perfil para el panel con inclinación de 30° para su misma posición. Es decir, se ha tomado la longitud del perfil M4b-1-perfil delantero, que tiene una longitud de 688.56mm. Situando como punto inicial el de la posición final (mismo resultado en la posición inicial), se realiza la circunferencia de color azul.

Observando que la circunferencia no corta en la mediatriz correspondiente (línea puntos de articulación perfil delantero) puede confirmarse que no existe ningún punto que asegure el movimiento deseado del mecanismo. Por esta razón, esta propuesta se ha desestimado.

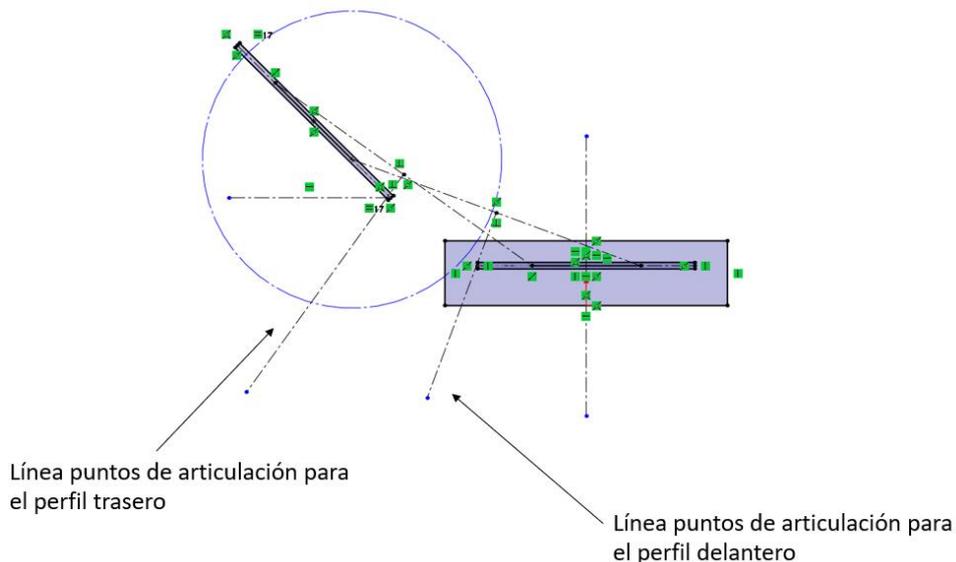


Ilustración 27. Síntesis para estructura universal

7.2.3.2 Diseño de un soporte de paneles inclinable

La primera propuesta ha consistido en realizar un soporte que permite la rotación del panel mediante un sistema de guiado. La Ilustración 28 muestra el sistema que permite la inclinación universal de los paneles.

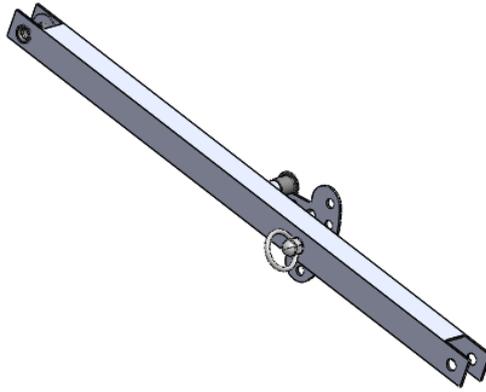


Ilustración 28. Soporte paneles inclinable

El sistema de funcionamiento se ha basado en el visto en 7.2.2 Rediseño del sistema de seguridad. Los paneles pivotan sobre el eje central del soporte y un segundo eje denominado "Palometa eje" permite bloquear la posición (Ilustración 29). Posteriormente, se instala un resorte de compresión sobre "palometa eje" de manera que, en la posición natural, el eje está en contacto con el panel bloqueando la posición. Para desanclar la posición de inicio, se tira de una manilla situada en un extremo del eje liberando el panel y permitiendo su giro.

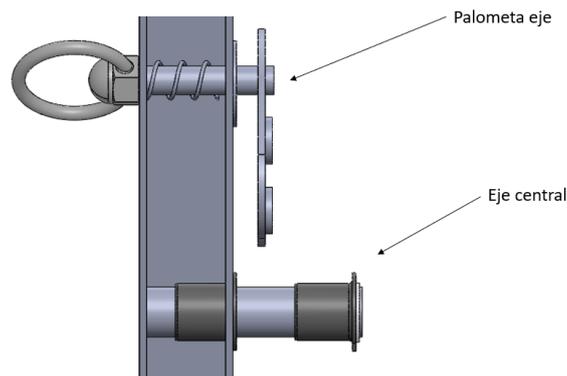


Ilustración 29. Alternativa estructura universal II

La pieza que permite posicionar los paneles al ángulo deseado es la mostrada en Ilustración 30. Esta pieza fabricada mediante corte láser va atornillada a la base mediante los agujeros avellanados. Cada uno de los orificios restantes permite inclinar los paneles a un ángulo determinado. Para mayor detalle, se permite una rotación de los paneles de 15° a 75° con saltos de 15°. Con esta configuración es posible garantizar una estructura que pueda operar en cada lugar con una buena eficiencia.

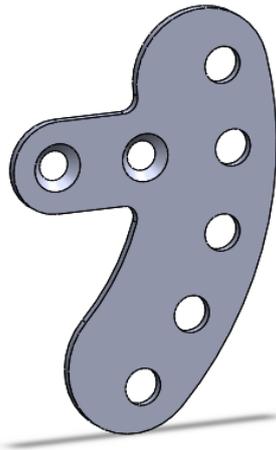


Ilustración 30. Chapa rango de inclinación

Como resultado de este ensamblaje, se tienen un soporte universal equiparable en cualquier lugar. Pese a ello, se han encontrado algunas deficiencias.

En primer lugar, para el plegado de la estructura, es necesario volver a la posición de inicio con una inclinación de 30° . Esto se debe al diseño previo de la estructura. Inicialmente, se realizó el estudio de síntesis de movimiento para una inclinación de 30° . Por ello, el movimiento únicamente lo hace satisfactoriamente para esta configuración. Esto provoca diversos problemas.

Por una parte, se incrementa el precio de la estructura debido al uso de piezas realizadas por corte láser, así como resortes. Otra carencia es el aumento de tiempo de despliegado ya que cada panel debería ponerse en posición individualmente. Finalmente, en caso de plegar la estructura sin volver a la posición de 30° , la estructura estaría comprometida al provocar la colisión, pudiendo provocar la rotura de los paneles.

7.2.3.3 Rediseño en los perfiles de aluminio

De manera análoga, se estudió la posibilidad de albergar en los perfiles delanteros unas guías que permitieran el movimiento del panel, por lo que se podría establecer ángulos distintos. La mayor ventaja es que el precio no se vería menos incrementado que con el uso del soporte mencionado anteriormente.

Pese a ello, esta idea se propuso de manera conceptual puesto que presentaba el mismo problema que en la propuesta anterior. Los paneles deberían de volver a la posición inicial de 30° para poder realizar el plegado satisfactoriamente.

7.2.3.4 Creación de un catálogo

Otra alternativa que se ha llevado a cabo es la creación de un catálogo para cada tipo de inclinación deseada. Esta propuesta es una variante de 7.2.3.1 Diseño de un soporte con ajuste personalizado.

En este caso, se van a llevar a cabo diversos estudios de síntesis de mecanismos (Ilustración 31) incluyendo el rango de movimiento o la inversión cinemática) para cada una de las

inclinaciones que proporcionan una eficiencia óptima para todas las latitudes. En cada estudio se obtendrá unas longitudes y puntos de anclaje distintos. Los resultados obtenidos son recogidos en un catálogo con el fin de proporcionar la configuración deseada en cada caso (Tabla 7).

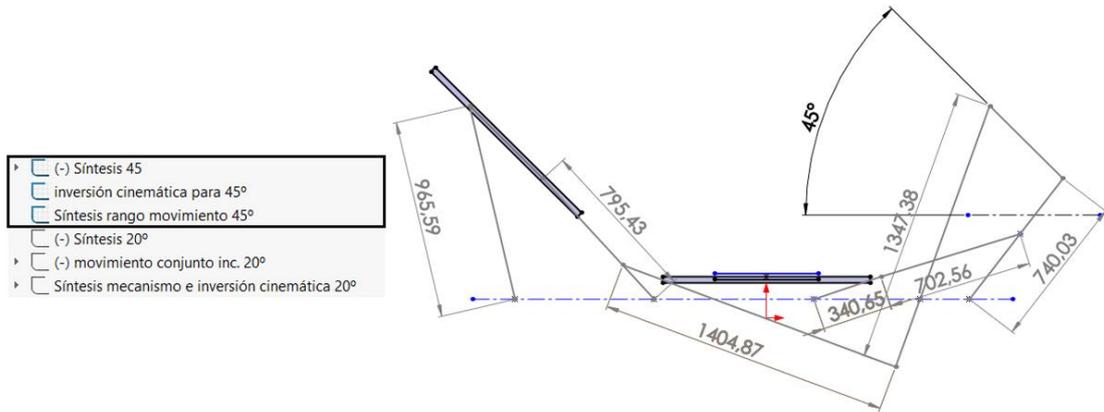


Ilustración 31. Síntesis para creación de catálogo

Este sistema cuenta con diversas ventajas respecto al resto de alternativas. Por una parte, la estructura continúa siendo la misma con la única diferencia del cambio de longitudes de las barras o longitud del encofrado. Por tanto, no es necesario incluir nuevos subensamblajes.

El tiempo de desplegado es el óptimo puesto que el sistema se abre de un único movimiento del operario, sin necesidad de inclinar individualmente los paneles. Además, las configuraciones están personalizadas en cada caso, por tanto, no hay posibilidad de colisión entre los paneles.

La Tabla 7, muestra el catálogo con las posibles configuraciones disponibles de 20°, 30° y 45°. El catálogo se incluye la situación de los puntos de articulación de los perfiles respecto de un eje de coordenadas. El punto de eje de coordenadas se encuentra en el centro de la cara interior del hormigón encofrado que es inmutable para todos los casos. La situación del punto medio puede verse en la Ilustración 32.

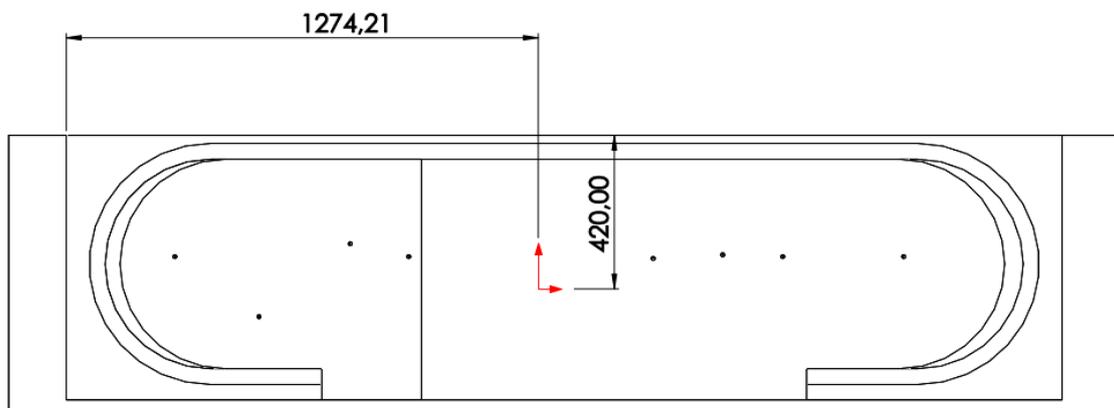


Ilustración 32. Posición eje de coordenadas

Degreesº

M4B-1- Perfil apoyo trasero	M4B-1- Perfil apoyo delantero	M4B-2- Perfil unión	M4B-3- Perfil apoyo trasero	M4B-3- Perfil apoyo delantero	Tubo de aluminio	P. Rango de movimiento
699,38	601,49	988,90	1143,20	592,77	245,08	657,15

20º

Posición de la articulación respecto del eje de coordenadas

X	-942,9	X	-343,94	-	-	X	829,43	-	-	X	129,43
Y							90				

Dimensiones interiores encofrado

2493,31 mm

Longitud Guías

$$(300 + \pi * 306,5 + 1492 + \pi * 306,5 + 300) \cdot 2 = 8035,59 \text{ mm}$$

Degreesº

M4B-1- Perfil apoyo trasero	M4B-1- Perfil apoyo delantero	M4B-2- Perfil unión	M4B-3- Perfil apoyo trasero	M4B-3- Perfil apoyo delantero	Tubo de aluminio	P. Rango de movimiento
819,56	688,97	1102,63	1108,53	665,33	642,03	208,34

30º

Posición de la articulación respecto del eje de coordenadas

X	-1064,03	X	-432,39	-	-	X	903,99	-	-	X	227,58
Y							90				

Dimensiones interiores encofrado

2689 mm

Longitud Guías

$$(300 + \pi * 306,5 + 1909 + \pi * 306,5 + 300) \cdot 2 = 8869,59 \text{ mm}$$

Degrees°

M4B-1- Perfil apoyo trasero	M4B-1- Perfil apoyo delantero	M4B-2- Perfil unión	M4B-3- Perfil apoyo trasero	M4B-3- Perfil apoyo delantero	Tubo de aluminio	P.rango de movimiento
965,59	795,43	1404,87	1347,38	740,03	702,56	340,65

Longitudes DC en mm

45°

Posición de la articulación respecto del eje de coordenadas (coordenadas en mm)

X	-1210,91	X	-539,74	-	-	X	740,72	X	979,40	-	-	X	229,40
Y													90

Dimensiones interiores encofrado

2911,29 mm

Longitud Guías

$300 + \pi * 306,5 + 2000 + \pi * 306,5 + 300 = 9051,59 \text{ mm}$

Tabla 7. Catálogo Degrees

7.2.4 Diseño de compuerta para la estructura

Mediante el rediseño de la base vistos en 7.2.2.2 Rediseño de la base con hormigón encofrado, la estructura puede dotarse de una compuerta. Este apartado está destinado a la explicación del proceso de diseño de la compuerta.

En primer lugar, se va a seleccionar el método de apertura de la compuerta. Se ha llevado a cabo una fase conceptual en la que se han valorado tres opciones distintas. Los apartados siguientes se va a explicar detalladamente cada una de las propuestas y posteriormente se realizará la selección final.

7.2.4.1 Compuerta mediante bisagras

Realizar una compuerta mediante bisagras es la solución más estandarizada. Reflejando las puertas comerciales, esta propuesta incluye dos puertas articuladas mediante bisagras en los extremos. Es la opción más sencilla en la que se optimizan los costes. La ilustración 33 muestra un boceto de la compuerta.

Para insertar este tipo de puerta serían necesarios nuevos cambios en el diseño de la base. En caso de optar por esta propuesta, sería necesario dejar un margen en la base de manera que las puertas puedan soportarse cuando estén cerradas.

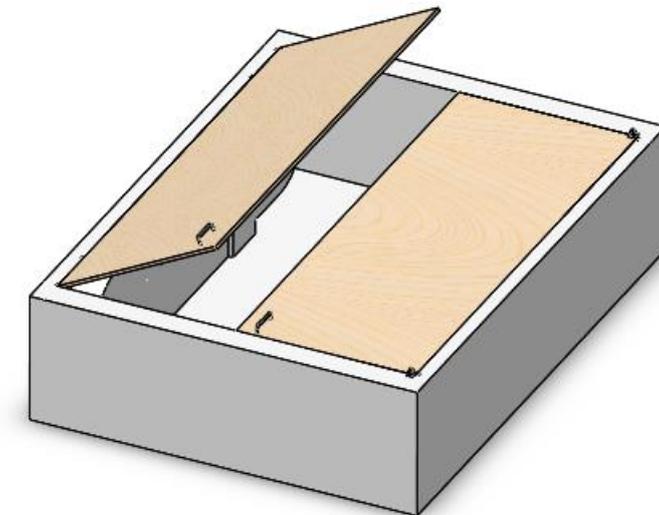


Ilustración 33. Primera propuesta de compuerta

El principal problema de esta opción es la fuerza necesaria para abrirla. Debido a que esta estructura está empotrada en el suelo, el operario debe realizar los esfuerzos a nivel del suelo. Por ello, según los criterios de ergonomía, las fuerzas a realizar se ven reducidas considerablemente.

Según el material seleccionado, es posible que el esfuerzo necesario para abrir las puertas sea excesivo ya que estas puertas tienen un tamaño de $1344,5 \times 2079,89 \text{ mm}^2$. Por ello, también se han tenido en cuenta otras posibilidades.

7.2.4.2 Compuerta mediante guías

Buscando una alternativa en la que se minimicen los esfuerzos del operario se ha incluido el diseño de una compuerta mediante guías. La principal ventaja es que estas puertas se mueven horizontalmente sobre unos raíles. Por tanto, el esfuerzo del operario se ve reducido en gran medida.

Otra ventaja es que las guías y los raíles son componentes estandarizados que se pueden obtener a bajo coste. Además, es un sistema en el que incluir sistemas de cierre resulta sencillo. La Ilustración 34 muestra un diseño preliminar mediante programas CAD.

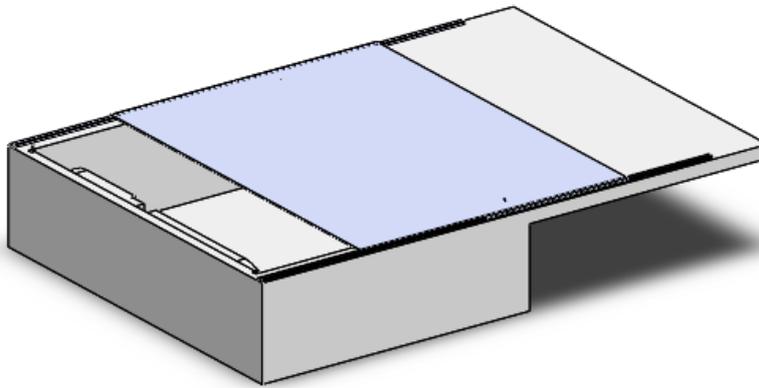


Ilustración 34. Compuerta con guías

Pese a encontrar, un medio de bajo coste y de fácil apertura, se han encontrado diferentes inconvenientes.

Por una parte, sin un rediseño en la cimentación, la compuerta quedaría en voladizo cada vez que se abra la compuerta. Ello implicaría unas tensiones elevadas sobre las guías debido al tamaño de la compuerta. Por ello, sería necesario incluir una cimentación como el mostrado en la Ilustración 34 que implica un aumento considerable en la cantidad de material necesario.

Además, el tamaño requerido para la instalación se duplica. Este sistema no podría instalarse en aquellos lugares donde no se disponga un emplazamiento de unas medidas próximas 12 m^2 . Por esta razón se ha buscado una variante que pasa a describirse a continuación.

7.2.4.3 Compuerta con guías curvadas

Esta alternativa surge tras analizar la viabilidad de la alternativa 7.2.4.2 Compuerta mediante guías. Se ha querido mantener un diseño en que se utilicen guías para reducir el esfuerzo de apertura de la compuerta.

Para reducir el tamaño de la instalación se ha decidido hacer uso de guías curvadas. Esta idea se ha basado en el uso de las puertas automáticas usadas en cocheras. De este modo, no es necesario hacer ninguna ampliación en la cimentación. La siguiente Ilustración 35 muestra un posible modelo de esta alternativa.

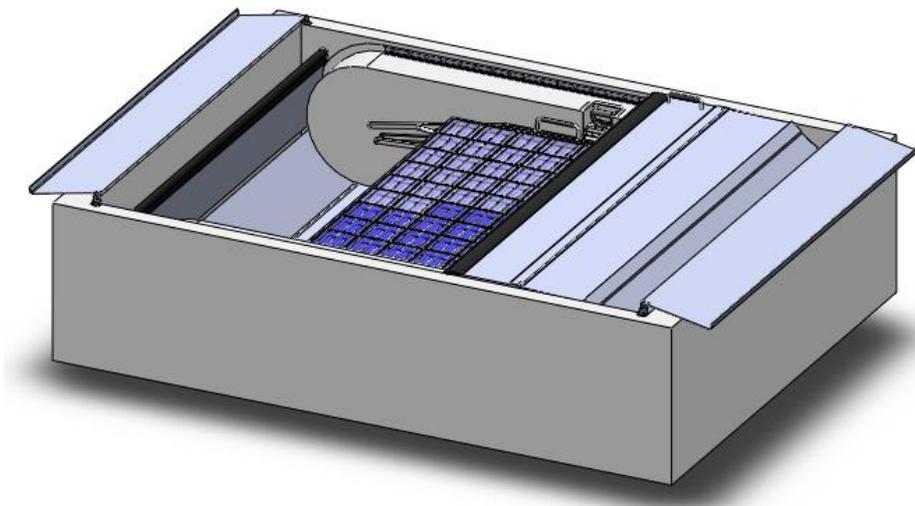


Ilustración 35. Compuerta con guías curvas

Como puede observarse, la compuerta está dividida en diversas secciones de manera que esta puede plegarse en cierta medida y, por tanto, seguir el trayecto descrito por la curva. Para el caso que atañe, se ha decidido realizar dos compuertas iguales que siguen una trayectoria simétrica. De esta manera se divide el peso total de la compuerta.

Inicialmente, mediante este sistema no los paneles no quedan totalmente ocultos. Esto se debe al margen necesario que debe dejarse entre la pared lateral del hormigón y las guías para asegurar el movimiento de la compuerta. La Ilustración 36 muestra en detalle el margen mediante una vista en sección del hormigón encofrado.

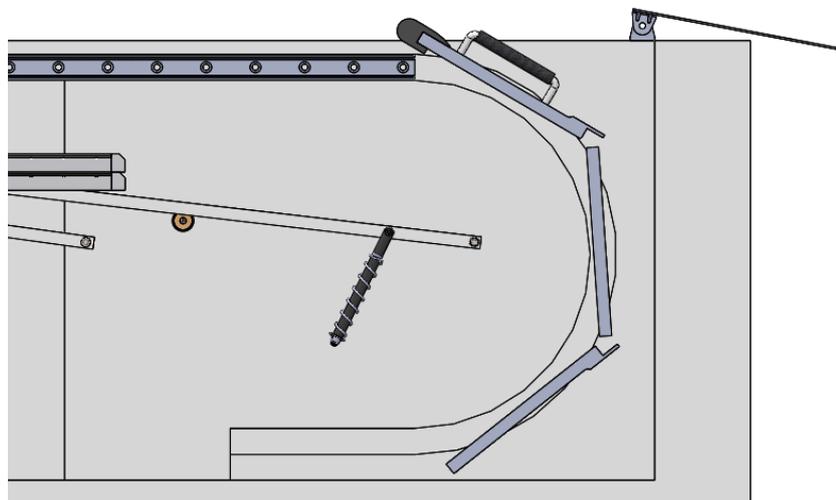


Ilustración 36. Margen entre pared lateral y sistema de guiado

Por ello, las compuertas dejan un espacio abierto comprometiendo la seguridad de toda la estructura. Esto supone un problema ante condiciones atmosféricas adversas tales como lluvia o nieve entre otros.

Por ello, se ha incluido en este sistema unos cierres que se pueden ver en la Ilustración 35.

Respecto a la viabilidad económica, obtener este sistema de manera automatizada y comercial puede encarecer mucho el producto. Por ello, se ha buscado una alternativa de producir este sistema de manera más económica.

Por una parte, las secciones de la compuerta, así como las tapas, pueden realizarse con madera tratada comercial a coste bajo. Además, dotaría a la estructura de un aspecto más rural, acercándose al público al que se desea llegar.

Otro modo de abaratar costes es realizar la apertura de las compuertas de manera manual. Puesto que el esfuerzo es reducido por el uso de guías, se pueden instalar unas manillas en sus extremos para su apertura, reduciendo en gran medida el coste final del producto. Finalmente, todos los componentes tales como bisagras, guías y ruedas, son de fácil adquisición.

Viendo que mediante este sistema no son necesarios grandes cambios en la base de hormigón y que es posible reducir en gran medida el coste final para la adquisición de este tipo de compuertas, se ha determinado que la compuerta que se usará para esta instalación será mediante este sistema.

Cálculo de la longitud de guiado

Puesto que las guías se venden en secciones lineales de 2m, es necesario conocer la longitud necesaria de guiado. La Ilustración 37 muestra un croquis azulado de la trayectoria que describen las compuertas.

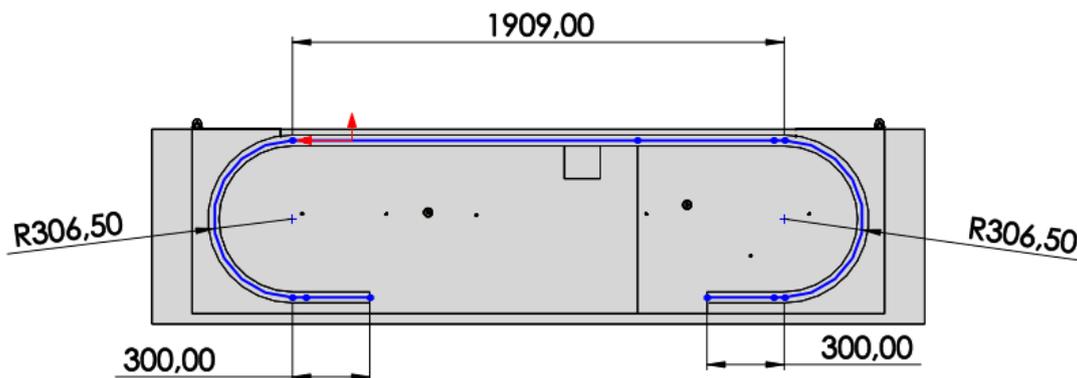


Ilustración 37. Longitud necesaria de guiado

La longitud final de la guía deberá ser igual al sumatorio de las longitudes que se muestran a continuación, de manera que;

$$\Sigma Longitud = 300 + \pi * 306,5 + 1909 + \pi * 306,5 + 300 = 4434,79 \text{ mm}$$

Puesto que el sistema de guiado está por un juego de dos guías de igual magnitud, la longitud de guiado total deberá ir multiplicada por dos.

$$\Sigma total = \Sigma Longitud * 2 = 4434,79 * 2 = 8869,59 \text{ mm}$$

8. Selección de materiales

Mediante el estudio de materiales realizado en este apartado, se ha determinado el material óptimo que garantiza el diseño correcto y seguro del soporte. Para la obtención del material que cumple con todas las restricciones impuestas y objetivos a cumplir, se ha utilizado la base de datos CES Edupack.

El primer paso de este estudio es realizar una evaluación del problema. Tras esto, se han podido extraer diversas conclusiones.

Por una parte, se han sido determinados las condiciones en las que se va a encontrar el soporte. Haciendo un estudio del municipio de Villahermosa (lugar de instalación del soporte) se ha visto que las máximas temperaturas que se alcanzan en verano pueden variar entre 30-40°. Por otra parte, se tiene un clima adecuado para la instalación de paneles solares, en los que abundan los días soleados y la frecuencia de días lluviosos se reducen a 20-25 días al año. Se tiene una humedad elevada debido a la cercanía del río Villahermosa a la instalación, y la probabilidad de nieve es próxima a 0, por lo que no se tendrá en cuenta el posible aumento de peso en la estructura a causa de nevadas.

Por otra parte, la estructura que soporte cada panel se compone por mecanismos de cuatro barras, al que se ha incluido dos barras más que limitan su rango de movimiento. El mecanismo que limita el rango de movimiento se tendrá en cuenta en este estudio. La Ilustración 38 muestran todos mecanismos mencionados en este apartado en el que se ha despreciado el lado izquierdo por simetría.

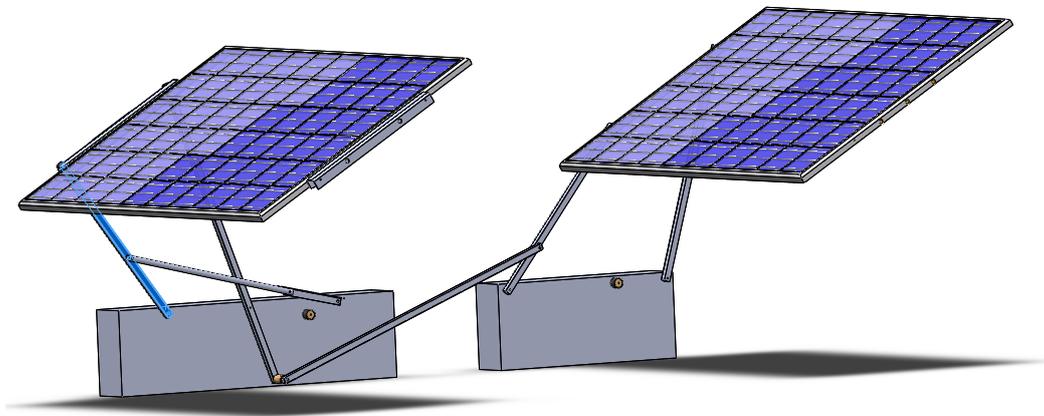


Ilustración 38. Conjunto mecanismos del soporte (un lateral)

Como se puede observar en la ilustración, El perfil marcado en azul es el más desfavorable de la estructura. Por una parte, se encuentra con la inclinación más comprometida. Además, por la posición en la que se encuentra, la carga es mayor en su punto articulado. Por tanto, esta barra será el objeto de estudio y se pueden despreciar el resto de los componentes del grupo por someterse a condiciones más favorables (Ilustración 39).

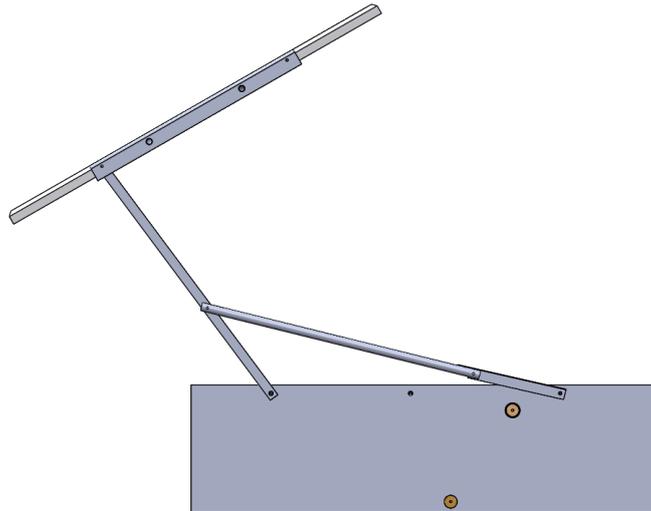


Ilustración 39. Barra más desfavorable del soporte

Respecto a los perfiles, tienen la longitud definida, quedando por definir el espesor y su perfil. Para la simplificación del estudio, se utilizará el mismo material para todos los componentes del soporte.

La estructura debe soportar el peso de los paneles fotovoltaicos que tienen un peso aproximado de $11 \frac{Kg}{Panel}$. La aplicación de esta carga se dará en los extremos de cada uno de los perfiles, estando articulados en el otro extremo.

Tras la evaluación del problema, se procede con la traducción de los requisitos (Tabla 8).

TRADUCCIÓN DE REQUISITOS	
Función	Soportar cargas. (viga apoyada en dos puntos y cargada en el en su extremo)
Objetivo	Minimizar la masa. Maximizar rigidez. Minimizar coste
Restricciones	Suficientemente rígido Longitud definida Coste menor a $3 \frac{€}{Kg}$
Variables libres	Material Área de la sección transversal

Tabla 8. Traducción de requisitos

Respondiendo a fines mecánicos, el perfil actúa como una viga que trabaja a flexión. La Ilustración 40 muestra un esquema simplificado cuando trabaja en sus condiciones más desfavorables. Esto es, cuando los paneles están desplegados.

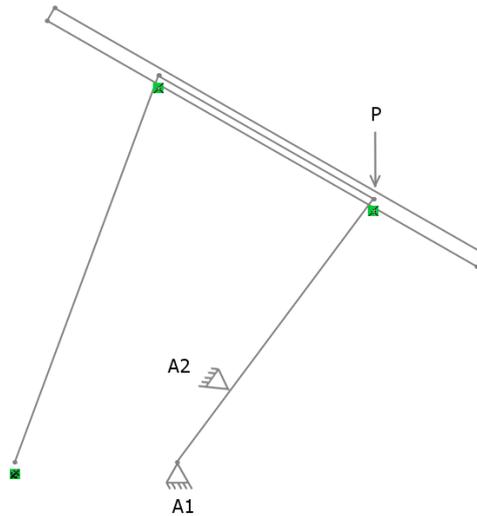


Ilustración 40. Modelo simplificado de la barra desfavorable

En esta posición, la viga se encuentra articulada en A1 y en A2. Esto es debido a que, en esta posición, las barras del sistema de bloqueo son colineales entre sí y, por tanto, actúan como una única barra.

Respecto a la carga que soporta la viga, las cargas no son iguales en cada una de las dos barras de la Ilustración 40. Por ello, se va a realizar una aproximación del 50% y se aplicará un coeficiente de seguridad.

Tal y como se ha visto en la traducción de requisitos, el material que se busca es aquel que soporte correctamente las cargas, pero minimizando la masa, puesto que un peso excesivo haría que el operador tenga que realizar esfuerzos mayores a los establecidos en los criterios de ergonomía según la norma ISO.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que el material debe ser rígido. Grandes deformaciones modificarían la inclinación de 30° establecida en ANEXO 2. Reduciendo, por tanto, el rendimiento de los paneles fotovoltaicos.

Finalmente, se busca minimizar el coste del material. Esto es un requisito fundamental en este estudio puesto que la viabilidad del producto está directamente ligado al precio final de la estructura.

8.1 Proceso de selección

Para la selección de materiales han sido necesarias dos etapas. Por una parte, se ha realizado el gráfico del módulo de Young. En él, se representa módulo de elasticidad contra la densidad del material. Con ello, se espera encontrar el material que sea suficientemente rígido.

A fin de encontrar el material óptimo, es necesario establecer un índice de rendimiento. Para ello, se buscará un material que responda a criterios de rigidez a mínima masa. La función se ha considerado que se aproxima a una viga apoyada en dos puntos y cargada en el centro, tal y como muestra la Ilustración 41.

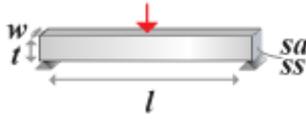


Ilustración 41. Aproximación función barra

Para este modelo, para una longitud, anchura y sección conocida y para un área de sección variable, las restricciones son:

$$\text{Minimizar } \frac{\rho}{(\Phi * E_f)^{\frac{1}{3}}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Para limitar el número de materiales, se han impuesto ciertas restricciones. A fin de comportarse en el exterior se buscará uno que ofrezca una protección excelente tanto por los rayos UVA como protección antes posibles lluvias. También es deseada que una cierta tenacidad, por lo que se ha limitado a un valor mínimo general de $1 \text{ KJ}/\text{m}^2$. Finalmente, únicamente serán aceptable aquellos materiales que estén por debajo de 3 €/Kg .

Una vez se ha establecido el índice y se ha hecho los límites pertinentes, se puede acceder a los resultados en CEE edupack. Estos resultados se muestran en la Ilustración 42.

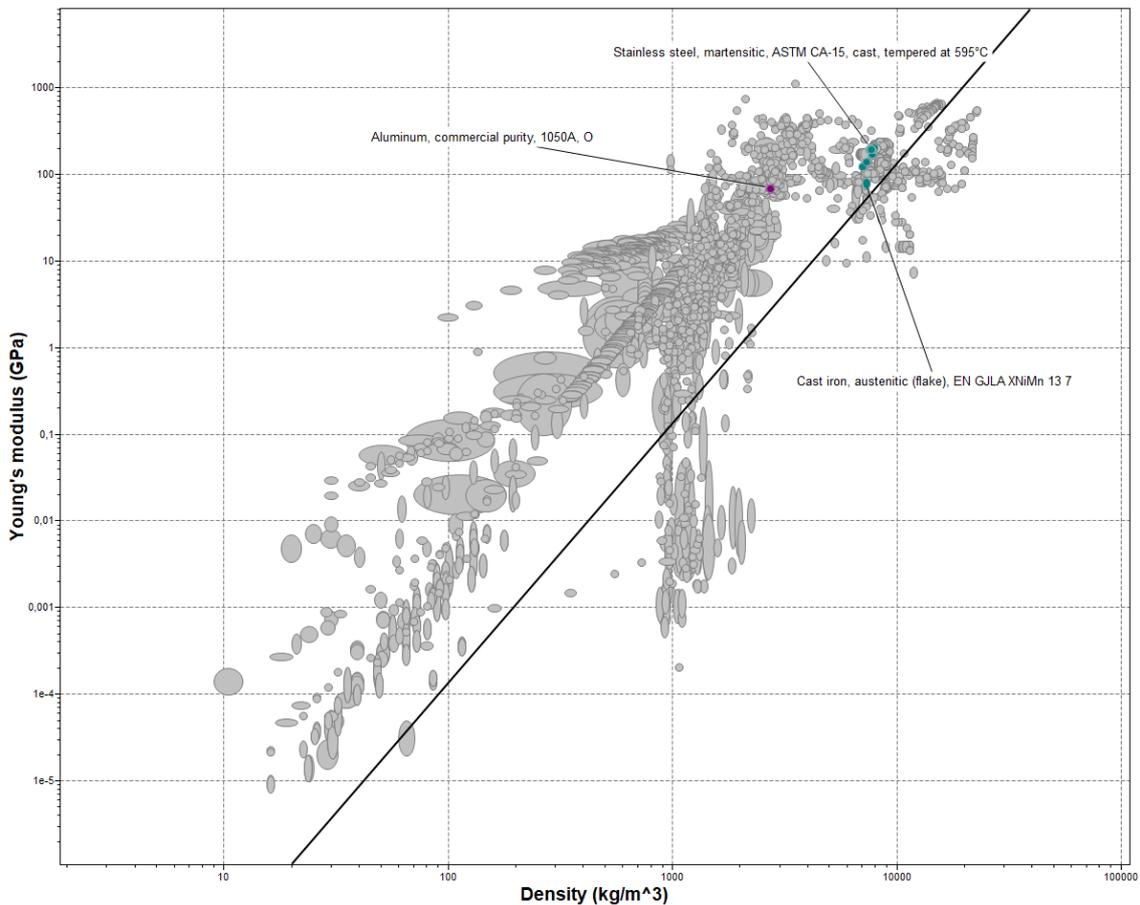


Ilustración 42. Gráfica módulo de Young y densidad

Como se puede observar mediante los círculos marcados en color, CES edupack ha filtrado los requisitos, dejando mayoritariamente tres grandes familias de materiales que son: aluminios, acero fundido y aceros inoxidable. Las características más comunes de estos materiales se muestran en la Tabla 9.

	PRECIO $\frac{\text{€}}{\text{Kg}}$	MÓDULO DE YOUNG GPa	DUREZA $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$	DENSIDAD $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
HIERRO FUNDIDO	0,74-0,87	165-220	0,68-2,34	7600-8000
ALUMINIO	1,51-1,63	69-72	14,5-17,4	2540-2600
ACERO INOXIDABLE	1,09-1,15	195-205	32,6-94,1	7656

Tabla 9. Características familias de materiales filtrados

De la siguiente tabla se pueden extraer diversas consideraciones. Por una parte, se tiene que el hierro fundido es el más barato pese a tener la mayor densidad y tener un alto valor del módulo de Young. La familia de aluminios se distingue por un mayor precio, pero a una densidad mucho menor. Esta característica lo hace muy atractivo puesto que sigue estando muy por debajo del límite del precio. Por contraposición, los aceros inoxidables se encuentran en un punto medio. Tienen altos valores de rigidez y dureza y buen precio, pero la densidad es muy elevada.

A continuación, se ha realizado la segunda etapa. En esta ocasión, se ha querido realizar un gráfico densidad-precio. Buscando minimizar la densidad y disponer de un diseño más ligero, se ha establecido un límite de la densidad de $3000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$. Mediante la geometría definida, una densidad de este valor asegura que el soporte es suficientemente ligero para una apertura sin elevados esfuerzos. A continuación, se muestran los resultados obtenidos (Ilustración 43).

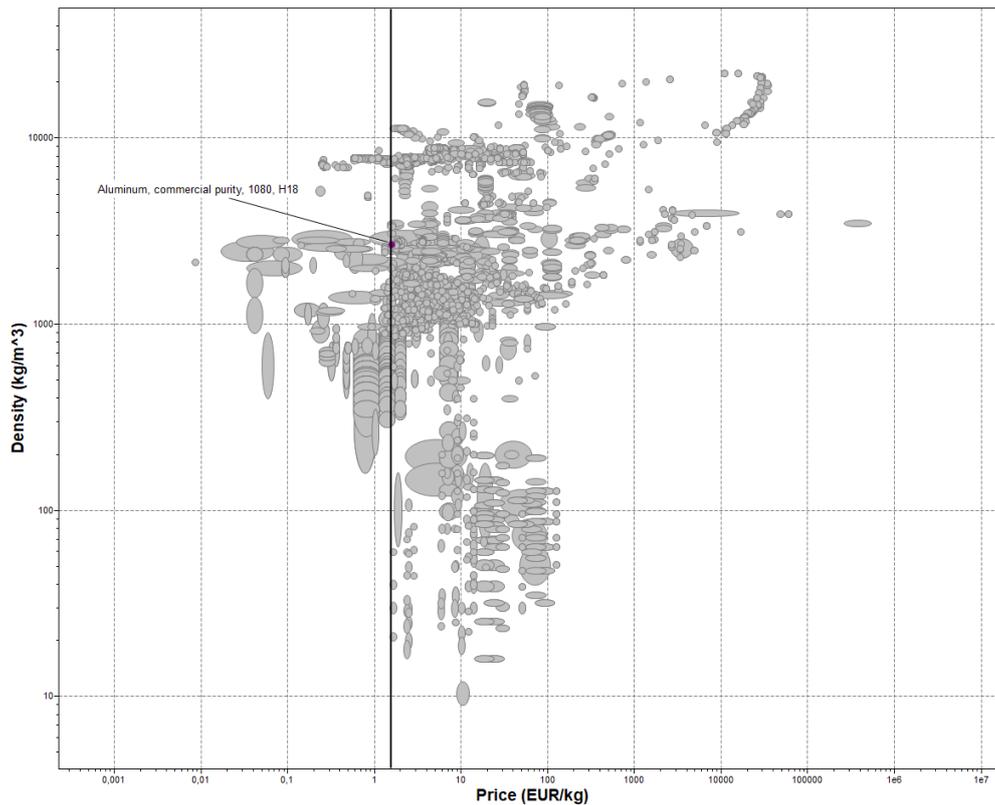


Ilustración 43. Gráfico densidad-precio

Analizando la ilustración, se ha podido observar cómo se han eliminado tanto los aceros inoxidables como los hierros fundidos por tener elevadas densidades. Por ello, únicamente queda disponible la familia de aluminios. Atendiendo a los requisitos del precio, los materiales disponibles son (Ilustración 44).

- Aluminum, commercial purity, 1-0
- Aluminum, commercial purity, 1050A, H19
- Aluminum, commercial purity, 1050A, O
- Aluminum, commercial purity, 1080, H18
- Aluminum, commercial purity, 1080, O
- Aluminum, commercial purity, 1200, H14
- Aluminum, commercial purity, 1200, H19
- Aluminum, commercial purity, 1200, O
- Aluminum, commercial purity, S150.1: LM0-M, cast

Ilustración 44. Familias de aluminios óptimos para el soporte

Moviéndonos por el eje del precio, el material óptimo que cumple con todos los requisitos impuestos en el **aluminio de pureza comercial 1080, H18**.

9. Resumen del presupuesto

En la siguiente Tabla 10 se adjunta el resumen del presupuesto del proyecto. El presupuesto completo puede consultarse en el apartado Presupuesto.

Capítulo	Importe €
Capítulo I: mecanismo de apertura del panel trasero	12,4
Capítulo II: Mecanismo de apertura del panel delantero	18,6
Capítulo III: Mecanismo de inversión cinemática	14,85
Capítulo IV: Sujeción suelo	354,91
Capítulo V: Piezas estándar	114,25
Capítulo VI: Mecanismo de unión	6,2
Presupuesto de ejecución de materiales PEM	599,39
Presupuesto de ejecución por contrata PEC	
13% gastos generales	77,92
6% beneficios industriales	35,96
subtotal	713,27
21% IVA	149,78
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	863,05 €

Tabla 10. Resumen del presupuesto

Como puede observarse, el presupuesto de ejecución de materiales (PEM) es de 599,39€ y el presupuesto de ejecución por contrata asciende finalmente a 863,05 €.

10. Estudio de viabilidad

En este apartado se realizará el estudio de la viabilidad económica del soporte. Se ha utilizado la herramienta Microsoft Excel para realizar los cálculos pertinentes.

Para la realización del estudio de viabilidad se ha previsto que, durante el primer año, las ventas irán destinadas a la provincia de Castellón donde se espera posicionar la marca y promocionar el producto. Tras esto, se ampliarán el mercado a la comunidad valenciana en los siguientes años y finalmente al resto de España.

10.1 Condiciones iniciales

Actualmente, en la provincia de Castellón hay 738 instalaciones de energía solar fotovoltaica. Teniendo en cuenta que la venta de este producto está destinado a la población rural, con espacio disponible para edificar y en zonas generalmente deshabitadas, se han estimado que el alcance de las posibles ventas de este tipo de estructura se reduce al 10% de todas las instalaciones.

Esto supone un mercado de:

$$738 \times 0,1 = 73,8 \text{ instalaciones fotovoltaicas}$$

Teniendo en cuenta que durante el primer año no se abarca todo el posible mercado debido a la innovación del producto y a la propia inseguridad de adquirirlo se estima que durante el primer año se alcanzan 50 ventas. Tras el primer año, el mercado se amplía a la comunidad valenciana. Además, se han tenido en cuenta el aumento de adquisición de instalaciones de energía fotovoltaica debido a:

- Los cambios legislativos del RDL 15/2018 y del RD 244/2019 que mejoran la situación general de las energías renovables.
- El extraordinario desarrollo de las tecnologías y el aumento a escala mundial de demanda y producción de paneles solares ha hecho que el precio del watio del panel solar haya pasado de 2 a 0,37 €/Wp (referencia enlace).

Por ello, se ha estimado que el alcance de este producto aumenta de las 50 ventas del primer año a las 100 durante el segundo. Previendo que el mercado continúa expandiéndose al resto de España, se aplicará un incremento anual del 25% de las ventas.

10.2 Inversión inicial

Inicialmente, este proyecto se ha desarrollado para venderlo a una empresa ya existente. Por tanto, se tendrá en cuenta el valor del proyecto y el material de encofrado amortizable en 300 usos necesario para la instalación de la estructura.

En cuanto al valor del proyecto, se ha contabilizado un total de 375 horas para su realización, siendo:

$$15 \text{ creditos} * 25 \text{ horas crédito} = 375 \text{ h}$$

Tras acceder a la bolsa y comprobar que el suelo mensual medio de un ingeniero superior actualmente ronda los 2500 €/mes, se tiene:

$$\frac{375}{8} = 46,875 \approx 2 \text{ meses}$$

Por tanto, este proyecto tiene un precio de venta de 5000 €. A este coste se incrementará el precio de fabricación de los sistemas de encofrados necesarios que tienen una amortización de 300 usos.

Teniendo en cuenta que son necesarias dos etapas de encofrado para realizar toda la cimentación, se realiza el presupuesto global de ambas etapas.

Para la primera etapa, el sistema de encofrado se puede obtener en central siendo necesarios 4 puntales. Del valor extraído del generador de precios de CYPE se tiene que el coste directo del cada puntal es de 14,39 €. Por tanto, el precio de todos los puntales asciende a;

$$14,39 * 4 = 57,56 \text{ €}$$

Por otra parte, en la segunda etapa el necesario un molde metálico específico. Para su fabricación es preciso el corte láser de tres piezas y su posterior plegado, curvado y soldado. Por ello, tal y como se ha estimado en el presupuesto del coste del molde de encofrado de la segunda etapa asciende a 75 €/ud. Teniendo en cuenta que son necesarios dos moldes su precio total es de 150€.

Por tanto, el coste del sistema de encofrado es de:

$$57,56 + 150 = 207,56 \text{ €}$$

Finalmente, la inversión necesaria para empezar este proyecto es de:

$$5000 + 207,56 = 5207,56 \text{ €}$$

10.3 Ingresos

Los ingresos obtenidos provienen de la venta de la estructura desarrollada. Teniendo en cuenta el presupuesto obtenido, el coste de venta estimado es de 1100€.

10.4 Gastos

Los gastos corresponden con el precio de fabricación de cada estructura plegable para paneles solares con sistema antirrobo.

Para definir los gastos se han tenido en cuenta los gastos directos y los gastos indirectos. A continuación, se realizará la estimación de estos costes por separado.

Gastos directos

- Mano de obra del encofrador.
- Mano de obra de un instalador.
- Precio del material estándar. Variable dependiendo de la cantidad de estructuras vendidas.
- Material herramientas

Gastos indirectos

- Factura de luz
- Mecanizados en las piezas estándar
- Transporte

Tanto los gastos directos e indirectos que se han definido anteriormente se han tenido en cuenta en el apartado

III PRESUPUESTO. Por ello, el gasto de producir cada estructura plegable para paneles solares con sistema antirrobo viene dado por el presupuesto de ejecución de contrata, valorado en 863,05 €.

10.5 Cálculo del payback

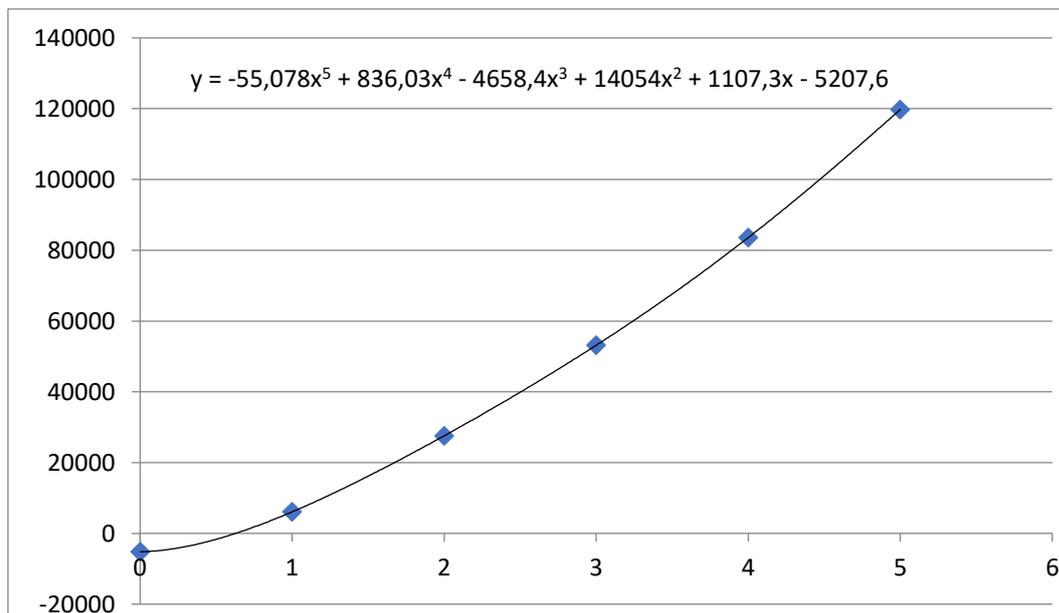
En la Tabla 11 se realiza el cálculo del payback y con un horizonte de inversión de 5 años.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversiones	5207,56					
Unidades vendidas		50	100	125	156	195
Gastos		43153	86305	107881	134636	168295
Ingresos		55000	110000	137500	171600	214500
Beneficios		11848	23695	29619	36964	46205
Flujo Caja	-5208	11848	23695	29619	36964	46205
VAN	-5208	6076	27568	53154	83564	119767

Tabla 11. Payback

Con los resultados del obtenidos del VAN, se realiza una ecuación polinómica de grado 5, en el que se muestra la evolución del VAN con respecto del tiempo. Sobre el eje vertical se encuentra el valor del Van y sobre el eje horizontal está el tiempo medido en años.

De manera iterativa, se encuentra que el valor del tiempo que hace cero el VAN se encuentra a los 0,6279 años. Es decir, el periodo de retorno para la estructura es de 0,629 años.



Gráfica 1. VAN-años

Tomando un horizonte de inversión de 5 años y una tasa de interés del 5%, se ha obtenido un VAN de;

$$VAN = 222.941,91 \text{ €}$$

Por otra parte, se obtiene una tasa interna de retorno al primer año de;

$$TIR = 17\%$$

Dado el aumento del mercado que se ha estimado tras la extensión a la comunidad Valenciana y posteriormente, a España, la tasa interna de retorno (TIR) después de 5 años estimados es de 275%. Esto significa que la inflación debería aumentar un 275% para que el VAN tras 5 años fuera 0. Es decir, que no se obtuviera ningún beneficio hasta pasados 5 años.

Dados los resultados que se han obtenido tras realizar el estudio de viabilidad, se puede asegurar que la estructura plegable para paneles solares con sistema antirrobo es viable económicamente.

11. Declaración ambiental

En este apartado se va a realizar la declaración ambiental del producto. Se hará uso del complemento Solid Works Sustainability para realizar el estudio.

La información que proporciona Solid Works Sustainability en un estudio de impacto medioambiental son las siguientes categorías ambientales para todo el ciclo de vida del producto: huella de carbono, energía total consumida, acidificación atmosférica y eutrofización del agua.

A continuación, se muestra una breve definición de cada una de las categorías obtenidas.

CATEGORÍAS AMBIENTALES	
Acidificación atmosférica	Las emisiones ácidas, como el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno, incrementan la acidez del agua de lluvia que, a su vez, acidifica suelos y lagos. Este impacto medioambiental se mide en unidades de kg equivalentes de dióxido de azufre (SO₂) o en moles equivalentes de H⁺ .
Huella de carbono	El dióxido de carbono y otros gases generados por la combustión de combustibles se acumulan la atmósfera, que producen un incremento en la temperatura media de la Tierra. También se conoce como potencial de calentamiento global (GWP).
Energía total consumida	Representa las fuentes de energía no renovables asociadas con el ciclo de vida del producto. Se expresa en megajulios (MJ).
Eutrofización del agua	La eutrofización se produce al agregar un exceso de nutrientes en un ecosistema acuático. fosfato equivalente a kg (PO₄) o en nitrógeno equivalente (N) .

DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO



*Estructura plegable para paneles
solares con sistema antirrobo*



En esta declaración ambiental de producto se proporciona una descripción cuantitativa de los impactos de medioambiente todas las etapas del ciclo de vida del producto.

Lista de componentes del producto (Tabla 12).

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	HORMIGÓN ENCOFRADO	1
2	TACO HAYA 25 mm	4
3	CINTA CAUCHO	4
4	ISO 14581 M5X40X40-N	4
5	GUÍA	2
6	BISAGRA CIERRE	12
7	CIERRE	2
8	GUÍA CURVADA	6
9	ISO 14584 M4X20X20-N	12
10	ISO 8676 - M10X1.0 X 25-N	4
11	ISO - 4034 - M10 - N	4
12	GUÍA 300mm	8
13	M4B-1-PERFIL APOYO DELANTERO	2
14	EGF08055-E40(CON VALONA DI8 DE 10)	58
15	ARANDELA ESPUMA	10
16	ARANDELA M10 ESP10	8
17	ISO 7046-1 - M8 X 60 - Z - 38N	2
18	ISO 4014 - M8 X 70 X 22-N	10
19	ISO 4017 - M8 X 55-N	4
20	ARANDELA M8	4
21	ISO - 4161 - M8 - N	8
22	M4B-3-PERFIL APOYO DELANTERO	2
23	ISO 7046-1 - M5 X 50 - Z - 38N	2
24	ISO - 4161 - M6 - N	2
25	M4B-3-PERFIL APOYO TRASERO	2
26	ISO 4017 - M8 X 80-N	2
27	TACO HAYA 45 mm	2
28	UNIÓN PERFILES	2
29	BARRA CURVADA D18MM E1MM ALUMINIO	2
30	REFUERZO DE ESPUMA	2
31	EGF08095-E40(CON VALONA DI8 DE10L9,5)	24
32	ARANDELA M10	8
33	EJE D8MM	4
34	627608 ANILLO DE SEGURIDAD	10
35	TUBO ALUMINIO D20MM	4
36	M4B-2-PERFIL UNIÓN	2
37	P.RANGO MOVIMIENTO 208,34mm	2
38	TACO HAYA 22mm	2
39	ISO 8746-M8X30-ST	2
40	TUBO ALUMINIO 20mm	2

41	CASQUILLO M5	2
42	M4B-1-PERFIL APOYO TRASERO	2
43	SOLAR PANEL	2
44	CAJA BLOQUEO	1
45	OVAL 5X20X15.7-SLOT-D-N	4
46	PESTILLO ESTÁNDAR I	1
47	PESTILLO ESTÁNDAR	1
48	ISO 14586 - ST3.5 X 25-C-C	4
49	CONECTOR AMORTIGUADOR	2
50	PISTÓN	2
51	SOPORTE PISTÓN	2
52	MUELLE AMORTIGUADOR	2
53	BASE	2
54	BISAGRA MODIFICADA	8
55	GN_44622_03	8
56	GN_44622_01	8
57	RUEDA GUÍA	16
58	BISAGRA MODIFICADA SIMÉTRICA	8
59	PANEL TIPO I	2
60	PANEL TIPO II	4
61	EMBELLECEDOR	4
62	MANILLA COMPUERTA	2
63	MANGO	2

Tabla 12. Componentes estructura

Para agilizar los resultados del impacto medioambiental se realizarán las siguientes consideraciones.

- Los elementos estándar metálicos tales como: tornillos, arandelas de fijación, tubos, arandelas, guías, bisagras y pestillos se realizan mediante acero inoxidable.
- Los componentes estándar plásticos entre los que cabe destacar: mangos, embellecedores, tacos y ruedas se realizan mediante el mismo material plástico polipropileno.
- No se tendrá en cuenta el impacto del panel solar por no formar parte del presente proyecto.

A continuación, se adjunta la Tabla 13 , con el resumen de los materiales y peso empleados en el presente producto.

Material	Masa (kg)
Acero inoxidable	21,598
Aluminio	6,9112
Concreto	3166,62
Plástico (poliuretano)	4,0725
Madera	52,7808

Tabla 13. Tabla resumen material y peso

Los límites del sistema que se tendrán en cuenta en la declaración ambiental se muestran en Tabla 14.

Límites del sistema	
SUMINISTRO DE MATERIA PRIMA	
TRANSPORTE	ETAPA DE PRODUCTO
FABRICACIÓN	
TRANSPORTE	
INSTALACIÓN	ETAPA INSTALACIÓN
USO	
MANTENIMIENTO	ETAPA DE USO
REPARACIONES	
TRANSPORTE	
PROCESAMIENTO DE RESIDUOS	ETAPA DE FIN DE VIDA

Tabla 14. Límites del sistema

11.1 Aluminio

MATERIAL	
Material	Aluminio
Coste de la unidad de material	2,9 €/Kg
Utilización durante	20 Años
Peso del perfil	6,9112 kg
FABRICACIÓN	
Proceso de fabricación	Extrusión
Consumo de electricidad	0,879 kWh/lbs
Consumo de gas natural	3400 BTU/lbs
Tasa de desecho	7,8%
Construido para durar	25
Pieza pintada	Sin pintura
FIN DE VIDA ÚTIL	
Reciclado	25%
Incinerado	24%
Vertedero	51%
TRANSPORTE	
Camión	580 km

Tabla 15. Datos perfil de aluminio

11.1.1 Resultados impacto ambiental aluminio

Huella de carbono



2.1 kg CO₂e

Energía total consumida



Acidificación atmosférica



0.014 kg SO₂e

Eutrofización del agua



Ilustración 45. Resultados impacto medioambiental perfil de aluminio

11.2 Concreto

La Tabla 16, muestra los datos del hormigón para el estudio de impacto ambiental.

MATERIAL	
Material	concreto
Coste de la unidad de material	1,58 €/m ³
Utilización durante	20 Años
Peso del perfil	3,8E7 g
FABRICACIÓN	
Proceso de fabricación	-
Consumo de electricidad	0 kWh/lbs
Consumo de gas natural	0 BTU/lbs
Tasa de desecho	0%
Construido para durar	25
Pieza pintada	Sin pintura
FIN DE VIDA ÚTIL	
Reciclado	10%
Incinerado	0%
Vertedero	90%
TRANSPORTE	
Camión	100km

Tabla 16. Datos hormigón

11.2.1 Resultados impacto medioambiental concreto

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Ilustración 46. Resultados estudio medioambiental del hormigón

11.3 Madera

MATERIAL	
Material	Pino
Coste de la unidad de material	2 €/kg
Utilización durante	20 Años
Peso del perfil	6597,69 g
FABRICACIÓN	
Proceso de fabricación	-
Consumo de electricidad	0 kWh/lbs
Consumo de gas natural	0 BTU/lbs
Tasa de desecho	0%
Construido para durar	25
Pieza pintada	Sin pintura
FIN DE VIDA ÚTIL	
Reciclado	10%
Incinerado	90%
Vertedero	0%
TRANSPORTE	
Camión	100km

Tabla 17. Datos madera

11.3.1 Resultados impacto medioambiental madera

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



0.029 kg SO_{2e}

2.1E-3 kg PO_{4e}

Ilustración 47. Resultados impacto madera

11.4 Poliuretano

MATERIAL	
Material	Poliuretano
Coste de la unidad de material	-
Utilización durante	20 Años
Peso del perfil	4055,87 g
FABRICACIÓN	
Proceso de fabricación	-
Consumo de electricidad	0,766 kWh/lbs
Consumo de gas natural	410 BTU/lbs
Tasa de desecho	5,0 %
Construido para durar	25 años
Pieza pintada	Sin pintura
FIN DE VIDA ÚTIL	
Reciclado	0%
Incinerado	24%
Vertedero	76%
TRANSPORTE	
Camión	100km

Tabla 18. Datos poliuretano

11.4.1 resultados impacto medioambiental poliuretano

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Ilustración 48. Resultados impacto poliuretano

11.5 Acero inoxidable

MATERIAL	
Material	Acero inoxidable
Coste de la unidad de material	1,67 €/kg
Utilización durante	20 Años
Peso del perfil	4983,56 g
FABRICACIÓN	
Proceso de fabricación	-
Consumo de electricidad	0,142 kWh/lbs
Consumo de gas natural	1100 BTU/lbs
Tasa de desecho	5,5%
Construido para durar	25 años
Pieza pintada	Sin pintura
FIN DE VIDA ÚTIL	
Reciclado	30%
Incinerado	15%
Vertedero	55%
TRANSPORTE	
Camión	100km

Tabla 19. Datos acero inoxidable

11.5.1 Resultados impacto medioambiental acero inoxidable

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Ilustración 49. Resultado impacto acero inoxidable

12. Presentación de imágenes y ambientes virtuales

Tras finalizar el diseño de la estructura y establecer todos los materiales que se van a utilizar para la fabricación de las piezas, se han realizado diversos renders. Para lograr el efecto deseado que se ha querido dar a la estructura, se ha jugado con la posición de la luz, su temperatura y su intensidad. Además, para crear un efecto de realismo, se han modificado las texturas de los componentes a fin de crear un ambiente más detallado creando sombras más realistas.

A continuación, se muestran las pruebas realizadas.

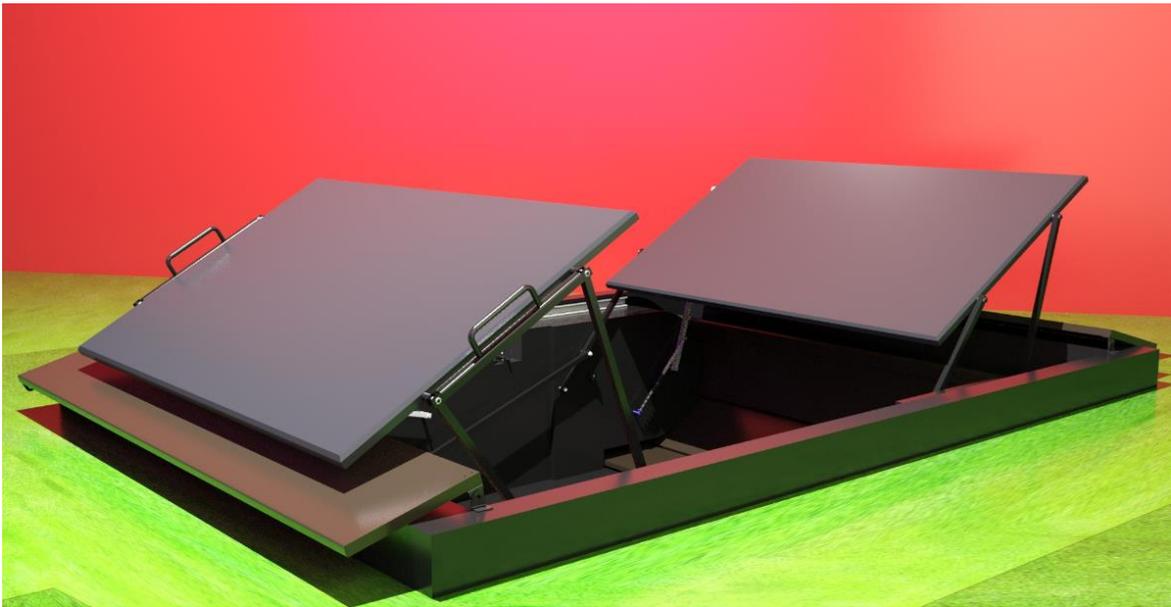


Ilustración 50. Primera prueba

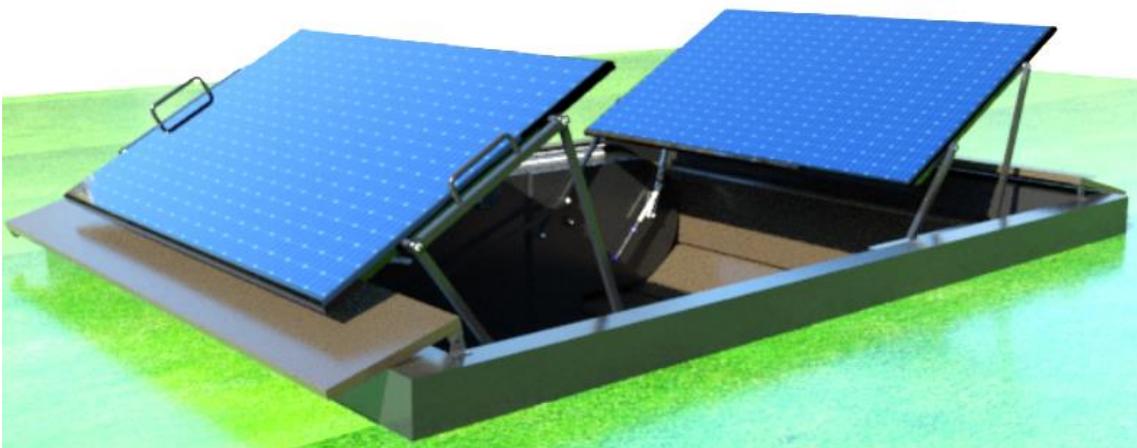


Ilustración 51. Segunda prueba. Textura paneles espejo



Ilustración 52. Tercera prueba. Texturas en todo el diseño

Una vez se ha conseguido el efecto deseado mediante texturas y luces, se ha realizado una ambientación del producto mediante un entorno rural de HDRI. Para mayor percepción del producto, se detallan las ambientaciones de la estructura en la posición de plegado y desplegado.



Ilustración 53. Render desplegado con entorno



Ilustración 54. Render plegado con entorno

13. Conclusiones

En la última fase del presente proyecto, una vez definido el diseño de preliminar, se ha realizado una fase de rediseño de la estructura. Entre los distintos cambios de diseño, cabe destacar la creación de un catálogo que permite universalizar la venta de este producto, ampliando de manera significativa el mercado.

Además, un rediseño en la base de hormigón del producto ha logrado optimizar la seguridad antirrobo con respecto al diseño de la base en su fase preliminar. Con este nuevo rediseño, cuando los paneles están en desuso, se encuentran en el subsuelo y cubiertas por unas compuertas diseñadas previamente.

Se han realizado diversos estudios para la viabilidad del producto, tanto técnica como económicamente. Para cumplir con las normas del instituto Nacional de Seguridad e Higiene, se ha incluido un resorte que permite abrir los paneles hasta una posición determinada sin comprometer los esfuerzos necesarios por el operario.

También se ha detallado en la memoria la declaración ambiental del producto, de manera que se pueda publicar en la web el impacto medioambiental en todo el ciclo de vida del producto, desde su fabricación a fin de vida.

Gracias al plan de promoción, la identidad de la marca y la imagen del producto que refleja los valores que se han querido transmitir, se asegura su éxito en el mercado.

II ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Ampliación estudio de mercado	93
ANEXO 2. Cálculo posiciones de los paneles fotovoltaicos.....	101
ANEXO 3. Síntesis de mecanismos de la estructura.....	105
ANEXO 4. Síntesis del rango de movimiento	111
ANEXO 5. Cálculo fuerza operario.....	115
ANEXO 6. Dimensionado del muelle para la apertura de los paneles	119
ANEXO 7. Manual de identidad corporativa	127
ANEXO 8. Análisis de elementos de identidad de empresa.....	135
ANEXO 9. Análisis estático estructura.....	151

ANEXO 1. Ampliación estudio de mercado

Los soportes de los paneles solares se pueden clasificar según las siguientes categorías:

1. Soportes en superficies planas

- Soporte para pared
- Soporte para cubiertas planas
- Otros

2. Soportes coplanares

- Soportes coplanares sobre teja
- Soportes coplanares sobre estructuras metálicas y hormigón

3. Soportes en elevación

- Soporte "monoposte"
- Soporte elevado "mesa"
- Pérgola fotovoltaica

1. Soportes para superficies planas

Los soportes para superficies planas están diseñados para poder anclar los paneles solares al suelo, bien sea de una cubierta plana encima de una edificación o bien sobre el suelo. Generalmente, las estructuras que se pueden adquirir comercialmente están provistas de la tornillería para el anclaje de los paneles solares, así como de un manual de montaje.

- *Soportes para pared*

Las estructuras sobre pared se emplean cuando es necesario optimizar el espacio disponible para la instalación de las placas solares. También son universales, por lo que se adaptan a cualquier marco y cualquier panel.

Estas estructuras permiten anclarse a la superficie mediante pernos y generalmente ofrecen una inclinación de 30º, 60º o regulables.

A continuación, se adjuntan algunos ejemplos de esta tipología. Por una parte, la Ilustración 55 muestra una estructura para fachada de dos unidades de la empresa Autosolar



Ilustración 55. estructura para fachada de dos unidades de la empresa Autosolar

Otro tipo de modelo es el mostrado en la Ilustración 56. Este módulo está formado por tres pletinas dobladas y dos perfiles de aluminio. Los perfiles de aluminio irán atornillados a las pletinas para garantizar su unión.

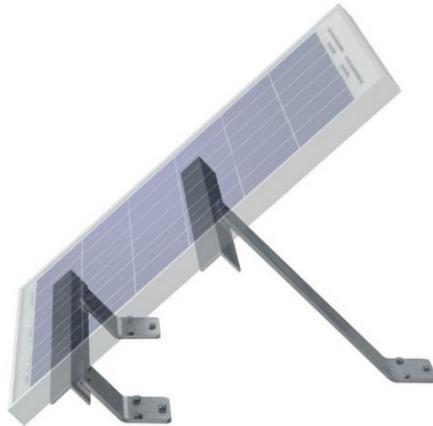


Ilustración 56. soporte de aluminio para pared de la empresa FTV solar

- *Soportes para cubiertas planas*

Los soportes para cubiertas planas se pueden dividir en dos subcategorías: Estructuras individuales y estructuras de triángulo inclinado

- *Soportes individuales*

Las estructuras individuales están dirigidas a terrazas o tejados planos en los que se necesitan colocar módulos en posición horizontal y la cantidad de paneles no es excesiva. Se trata de la solución más económica para soportes de cubiertas planas por la simplicidad de los componentes.

Este tipo de estructura está compuesta por dos triángulos cogidos al marco del módulo. La Ilustración 57 muestra un modelo de estas características.



Ilustración 57. Estructuras individuales empresa Monsolar

- *Soportes de triángulo inclinado*

Como en el caso anterior, esta estructura está destinada al montaje de módulos sobre superficies planas, aunque la principal diferencia es que generalmente, los triángulos van

unidos mediante perfiles de aluminio (raíles RN) sobre los que se colocan los módulos fotovoltaicos.

Este tipo de soportes son los más utilizados cuando el volumen de módulos que se quieren instalar es elevado, pero también pueden utilizarse para pequeñas unidades

Estos perfiles de aluminio hacen que las placas fotovoltaicas se sujeten con mayor facilidad ya que sobre los perfiles en lo que se apoyan, discurren por la guía las grapas que atrapan el marco del panel, tal y como muestra el esquema de la Ilustración 58.

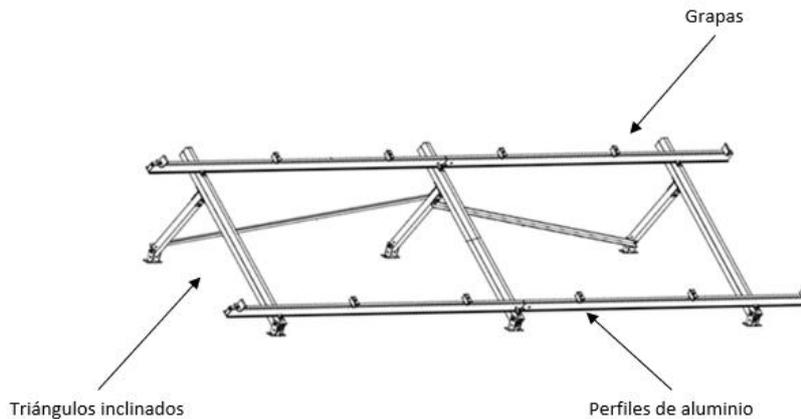


Ilustración 58. Esquema estructura triángulos inclinados

Este tipo de estructura tiene que apoyarse sobre una superficie sólida, debido a que los triángulos van atornillados. Hay que tener en cuenta que esta estructura está diseñada para que los paneles se sujeten por su parte estrecha, no longitudinalmente.

A continuación, se muestran algunos modelos que pueden variar dependiendo de la empresa que las fabrica. Por una parte, se tiene el modelo general de una empresa dedicada al campo de la energía solar según la Ilustración 59.



Ilustración 59. Estructura triángulo inclinado empresa Saclima

También se incluye el modelo que comercializa la empresa Autosolar, que ofrecen la estructura con aluminio anodizado, que tiene mayor resistencia a la corrosión. La Ilustración 60 muestra el modelo para un único módulo de panel solar, pudiéndose incrementar en la medida necesaria gracias a su modularidad.



Ilustración 60. Estructura triángulo inclinado de un módulo empresa Autosolar

- *Otros*

Soportes de hormigón para cubiertas y superficies planas

Consisten en un prefabricado de hormigón (Ilustración 61), utilizado tanto en cubiertas como superficies planas. Mediante el uso de este sistema se simplifica el montaje por no necesitar cimentación ni anclaje. También se abaratan costes y tiempo ya que no precisa de instalación.

Gracias a la masa del bloque se puede contrarrestar la fuerza del viento y agentes externos por lo que no es necesario el anclaje al suelo.

El principal inconveniente de este sistema es que no son regulables por lo que se tendrá que escoger el bloque con la inclinación óptima en cada caso según el catálogo disponible.



Ilustración 61. Soporte de hormigón empresa Solarbloc

2. Soportes coplanares

Las estructuras coplanares son los sistemas más sencillos para instalaciones a cubierta, tejados y superficies. Este sistema utiliza un perfil especialmente diseñado para sostener la placa fotovoltaica.

La singularidad de este sistema es que estas estructuras no modifican el ángulo de caída de la superficie por lo que se conocen como estructuras coplanares. Por tanto, la inclinación y la orientación deberán ser la correcta.

El sistema está compuesto por dos perfiles de aluminio sobre los que se apoyarán los marcos de los paneles fotovoltaicos. Para cada superficie, estos sistemas llevan las pinzas pertinentes para anclar los perfiles a las cubiertas sobre la que apoyan.

- *Soportes coplanares para tejas*

Para el caso de una estructura coplanar para tejas, es necesario incluir al sistema un salvatejas como el de la Ilustración 62 que permite no tener que perforarlas en caso de que estén sueltas. También son necesarios diversos presores para sujetar el marco del panel fotovoltaico al propio perfil.



Ilustración 62. Salvatejas

Una vez se ha realizado la instalación, las tejas quedan por debajo de los perfiles quedando una separación entre el panel y la teja que proporciona ventilación. La Ilustración 63 muestra un ejemplo de este modelo.



Ilustración 63. estructura cubierta tejas empresa Autosolar

- *Soportes coplanares para cubiertas metálicas*

Este tipo de estructura puede utilizarse tanto para cubierta metálicas como superficies de hormigón. Basándose en el mismo concepto, estas estructuras están formadas por perfiles (generalmente de aluminio) y ángulos y anclajes que irán directamente fijados en la superficie sin alterar el ángulo de caída.

La utilización de este tipo de estructura coplanar para tejados industriales ofrece grandes ventajas como la facilidad de instalación y el gran ahorro que supone.

Este tipo de estructura también se puede utilizar en tejados tipo sándwich gracias al uso de "espárragos" como el que se muestra a continuación (Ilustración 64). Este componente es de bajo coste y permite anclar los raíles o perfiles a la estructura con gran facilidad.



Ilustración 64. Espárrago de anclaje

Un ejemplo de este tipo de estructuras es el sistema OR ROW que emplea la empresa Solarstem para cubiertas tipo sándwich (Ilustración 65).



Ilustración 65. Sistema OR ROW empresa Solarstem

3. Soportes en elevación

Estos sistemas son más complejos que los anteriores y encarecen el producto. Por lo general, estas estructuras llegan a elevarse varios metros de altura para producir un porchado o bien dificultar el robo en aquellas zonas en el que el acceso resulta complicado.

- Soportes "monoposte"

Estas estructuras constan del sistema de sujeción al panel fotovoltaico y del poste que lo separa del suelo. Por lo general, el poste al cual va sujeta la placa solar va hincado a la base donde se apoya (Ilustración 66), aunque dependiendo de los módulos del panel solar es recomendable realizar obras civiles (hormigonado, cimentación, placas de anclaje).

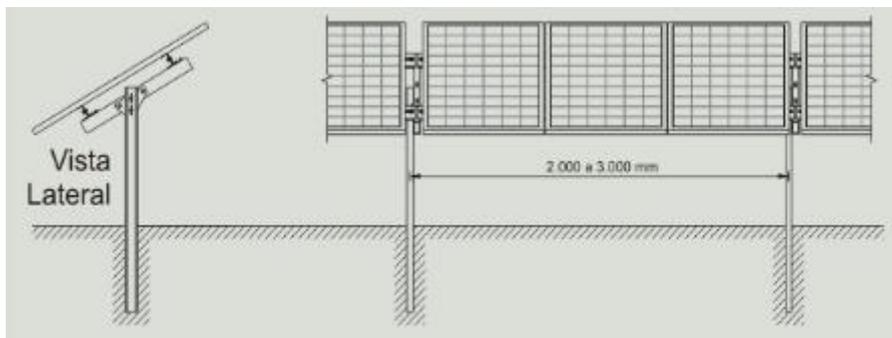


Ilustración 66. Esquema monoposte hincado sobre la base en la que apoya

Otra ventaja del sistema monoposte es que es posible automatizar la estructura de manera que, mediante un seguidor solar, el soporte gire de acuerdo con el movimiento del sol aumentando la eficiencia.

La Ilustración 67 muestra un modelo de sistema monoposte sin necesidad de obra civil, donde el poste va hincado a la superficie.



Ilustración 67. Soporte monoposte sin obra civil de la empresa Industrias Duero

- *Soporte elevado "mesa"*

El uso de estos modelos de soporte es extendido cuando se quieren evitar robos o despieces y cuando se quiere optimizar el espacio disponible.

La estructura está formada por la cubierta donde se apoyan los paneles y los cuatro perfiles donde descansan. Las patas de la estructura se mantienen fijas a la base mediante zapatas de hormigón. Por lo general estas estructuras están fabricadas de aluminio gracias a las características descritas con anterioridad.

A continuación, se muestra el renderizado de un modelo del soporte elevado tipo mesa con las placas de anclaje (Ilustración 68).



Ilustración 68. Soporte elevado "mesa" empresa Solarmat

- *Pérgolas fotovoltaicas*

Cada vez más se está extendiendo el uso de pérgolas fotovoltaicas que añaden una doble funcionalidad al producto, generando un porche.

Existe gran diversidad respecto al montaje de pérgolas fotovoltaicas puesto que estas estructuras se fabrican bajo pedido por lo que es difícil encontrar pérgolas estándar. A continuación, se adjunta el proyecto de una pérgola solar realizado por la empresa Cubierta solar (Ilustración 69).



Ilustración 69. Pérgola fotovoltaica realizada por Cubierta solar

ANEXO 2. Cálculo posiciones de los paneles fotovoltaicos

Para el correcto diseño de una instalación fotovoltaica es imprescindible seleccionar la orientación, la inclinación y la separación de los paneles fotovoltaicos. En este apartado se detalla el proceso seguido para establecer sus valores.

Orientación

Para optimizar la eficiencia de los paneles es necesario buscar el lado de mayor radiación solar a lo largo del día. Como los paneles fotovoltaicos son más productivos cuando los rayos son perpendiculares a su superficie, la mejor orientación es directamente hacia el sur (ángulo acimutal=180°).

Cabe añadir que cuando no es posible orientar totalmente los paneles en la dirección sur, los paneles pueden orientarse al sureste o suroeste hasta un máximo de 45° puesto que la reducción en la eficiencia es baja (1-3%). Sin embargo, cuando los paneles se encuentran a 90 grados del sur, es decir, orientados al este u oeste, la caída de la producción puede ascender al 30% (MpptSolar, s.f.).

Inclinación

La inclinación respecto de la horizontal es otro parámetro esencial para conocer el mejor compromiso para la instalación fotovoltaica. La inclinación óptima se ve influenciada esencialmente por dos factores:

- Latitud del lugar geográfico
- La época del año con más demanda de energía

Como se ha visto en el apartado anterior, cuando más cerca de la perpendicular se encuentra el panel fotovoltaico a los rayos del sol, más electricidad se produce. La máxima producción de energía se produce al mediodía cuando el sol alcanza su máxima altura en el horizonte. Por ello, es necesario conocer los días de solsticio de invierno y de verano (Ilustración 70).



Ilustración 70. Días de solsticio de invierno y verano

Como puede observarse en la Ilustración 70, el solsticio de verano, en el que se tienen más horas de luz, el sol alcanza su máxima altura anual y, por tanto, mayor producción energética. En cambio, en el solsticio de invierno el sol, se tienen menos horas de sol y el sol está en su mínima altura anual. Sin embargo, la altura máxima y mínima del sol cambia al mediodía dependiendo de la latitud a la que nos encontremos. Por ello, es necesario conocer la latitud en la que se quiera realizar la instalación fotovoltaica.

Para el caso que atañe, la latitud correspondiente en Villahermosa es de 40, 19°.

Cálculo de la altura máxima del sol a mediodía

Conocido el valor de la latitud, hay que restar el ángulo de inclinación aproximado de la tierra, 23°.

$$\textit{Latitud} - 23$$

$$40,19 - 23 = 17,19$$

Por tanto, para obtener el máximo rendimiento energético durante el solsticio de verano, los paneles fotovoltaicos deben estar orientados al SUR e inclinados un ángulo de 17, 19°. Para conocer el pico de sol a mediodía, únicamente tenemos que restar a este resultado 90° correspondiente con la dirección perpendicular, siendo:

$$90 - (40,19 - 23) = 72,81$$

Cálculo de la altura mínima del sol a mediodía

El cálculo de la altura mínima del sol a mediodía se hace de manera análoga a la altura máxima del sol, pero sumando la inclinación aproximada de la tierra en lugar de restar. De manera que el resultado es el siguiente:

$$\textit{Latitud} + 23$$

$$40,19 + 23 = 63,19$$

Atendiendo a los resultados, para el máximo rendimiento durante el solsticio de invierno, los paneles deben estar inclinados 63, 19° y orientados al sur.

El cálculo del pico de sol se realiza de igual modo que anteriormente, siendo:

$$90 - 63,19 = 26,81^\circ$$

Una vez se han determinado los picos de sol en cada uno de los solsticios y se ha calculado la inclinación necesaria para cada pico, hay que seleccionar el ángulo que se dará a la estructura, que deberá tener un valor comprendido entre 17,19 y 63,19.

Teniendo en cuenta que el edificio objeto de estudio está más habitado en verano, se ha decido inclinar la estructura con un ángulo más cercano al de solsticio de verano, pero sin comprometer el rendimiento que se produciría durante el invierno. Por ello, **se aplicará una inclinación de 30° a los dos paneles fotovoltaicos.**

Separación entre los paneles fotovoltaicos

La separación entre los paneles fotovoltaicos también es objeto de estudio. Si la distancia entre paneles es pequeña, se podría dar una reducción de rendimiento si el primer panel fotovoltaicos interfiere en los rayos de sol dirigidos al segundo. Por ello, es necesario calcular la distancia mínima entre paneles que asegure el mayor rendimiento de ambos paneles.

La Ilustración 71 muestra las condiciones geométricas en la estructura

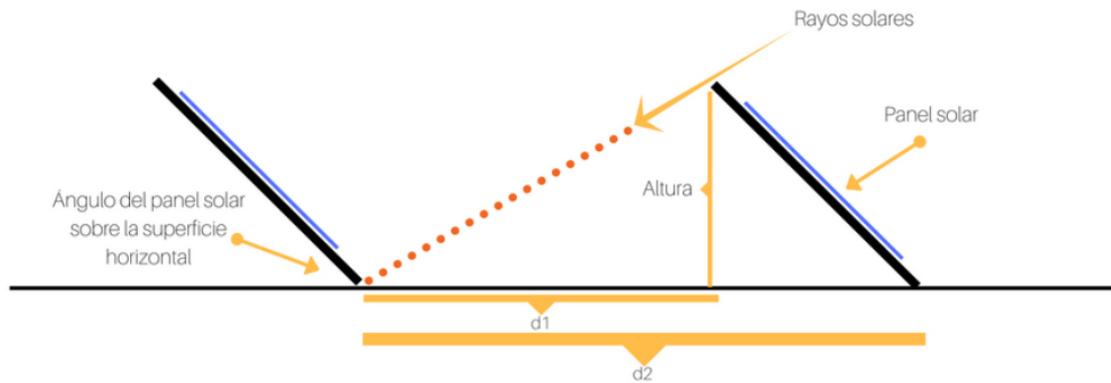


Ilustración 71. Separación entre paneles

Como se puede observar en la ilustración, la distancia mínima real entre paneles viene dada por el parámetro d1. También se puede calcular la distancia mínima mediante d2, si se toma los puntos de apoyo de los paneles como referencia.

Conociendo la longitud de los paneles, la inclinación de estos y el pico de sol, en las condiciones más desfavorables, es decir, en el solsticio de invierno puesto que la inclinación de los rayos de sol es menor, es posible establecer la distancia mínima. A Continuación, se exponen los datos extraídos

- Longitud paneles solares = 1m
- Inclinación paneles solares = 30°
- Pico de sol en solsticio de invierno = 27,81

Una vez se tienen todos los datos necesarios, el primer paso es calcular la altura máxima del primer panel. Conocida la inclinación del panel y su longitud, esto puede calcularse mediante trigonometría:

$$\text{sen } 30^\circ = \frac{\text{Altura}}{\text{Longitud panel solar}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$0,5 = \frac{\text{Altura}}{1}$$

$$\text{Altura} = 0,5 \text{ m}$$

Conocida la altura a la que se encuentran los paneles ya es posible establecer la distancia mínima entre paneles o d1, aplicando nuevamente las ecuaciones de la trigonometría. En esta ocasión se tiene que el ángulo que forme el triángulo rectángulo es igual a la inclinación con la que el sol incide en el solsticio de invierno y la altura es la mismo que la definida anteriormente. Por tanto:

$$\text{Tan}(27,81^\circ) = \frac{\text{Altura panel solar}}{D1} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Sustituyendo se tiene;

$$0,50274 = \frac{0,5}{D1}$$

$$D1 = 947,933$$

Pese a ser la distancia mínima, es común aplicar un factor de seguridad, que, por lo general, suele ser un incremento del 35%. Incluyendo este cambio se queda finalmente una distancia mínima recomendada de;

$$\text{Distancia mínima} + 35\% = 947,9333 + 331,7765 = 1279,70 \approx 1300\text{mm}$$

Por tanto, se puede concluir que **la distancia mínima recomendada entre paneles fotovoltaicos para las condiciones en la que se encuentra la estructura es de 1300 mm.**

ANEXO 3. Síntesis de mecanismos de la estructura

Para lograr el movimiento simultáneo de los paneles fotovoltaicos, lograr la inclinación de los 30 grados y la separación vista en ANEXO 2, ha sido necesario un estudio de síntesis de mecanismos. La herramienta Solid Works se ha utilizado para realizar las simplificaciones de la estructura mediante el croquizado.

En el siguiente apartado se va a detallar el proceso seguido para lograr los movimientos descritos.

El primer paso ha sido seleccionar las posiciones iniciales y finales de los paneles fotovoltaicos. Esto puede determinarse conociendo los datos geométricos de los paneles.

Empezando por el panel trasero, sus posiciones inicial y final de los paneles se muestran a continuación (Ilustración 72).

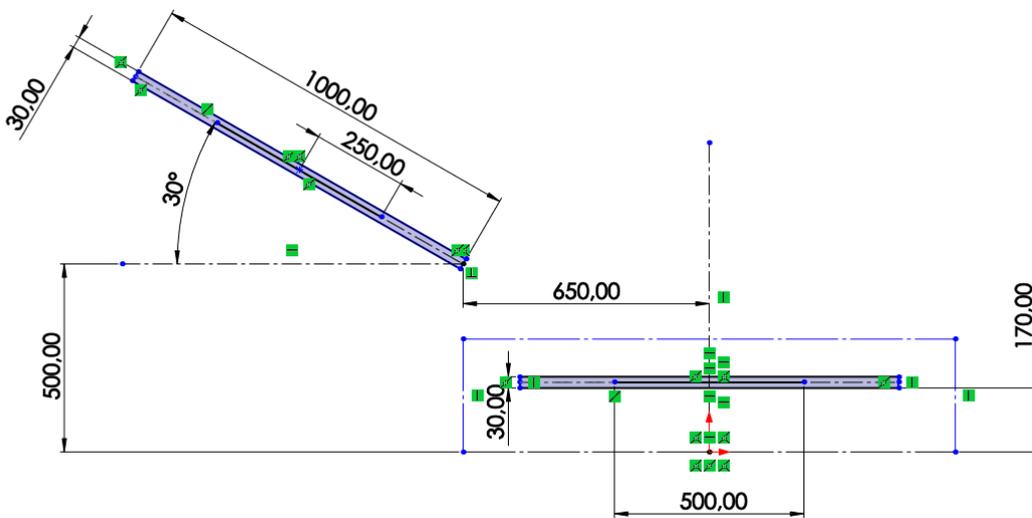


Ilustración 72. Posiciones inicial y final panel trasero

Como se puede observar, el panel parte de la horizontalidad a una altura de 170 mm hasta la posición final con una inclinación de 30°. Para cumplir con la separación deseada, la posición final del panel trasero se encuentra a una distancia de 650 mm del eje central al primer punto de apoyo, es decir a la mitad de la separación mínima establecida.

Inicialmente, el panel delantero (que se encuentra por encima del panel trasero en su posición inicial) debía partir de esta posición boca abajo y lograr abrirse en su traslación hasta la posición final. De este modo se reducía sobremanera los esfuerzos a realizar por el operador para abrir el conjunto.

De esta manera, ha sido necesario crear una posición intermedia que asegure este movimiento de rotación a la vez que se traslada a su posición final. La Ilustración 73 muestra las tres posiciones necesarias.

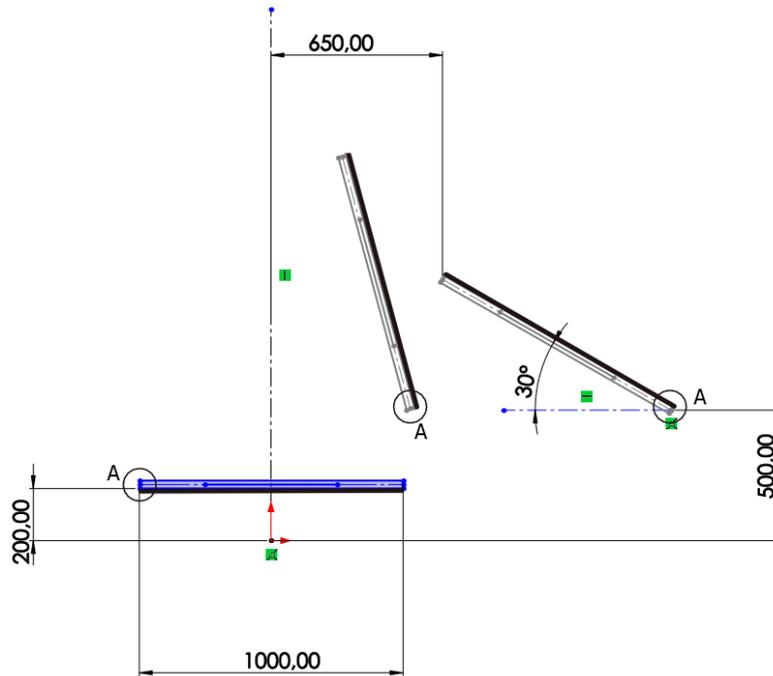


Ilustración 73. Posiciones panel delantero

Analizando la ilustración anterior, las células fotovoltaicas se encuentran en la cara subrayada mediante una línea negra y el símbolo A. En la transición a la posición final, se puede ver como en la posición intermedia, el panel ha rotado para que la cara con las células fotovoltaicas quede a vistas.

Tras realizar el estudio de síntesis de movimiento para este sistema, se ha visto que los movimientos eran incompatibles, tanto por la posición de los puntos de apoyo, como por la colisión prevista con el panel trasero. Por ello se ha tenido que buscar una solución sin alterar la traslación del panel delantero.

Por ello, se ha decidido que el panel delantero realizará un movimiento simétrico al panel trasero. La siguiente ilustración muestra el movimiento de traslación del panel (Ilustración 74). Sin embargo, se instalará un sistema en el acoplador del panel para poder voltear el panel delantero una vez se alcance la posición final.

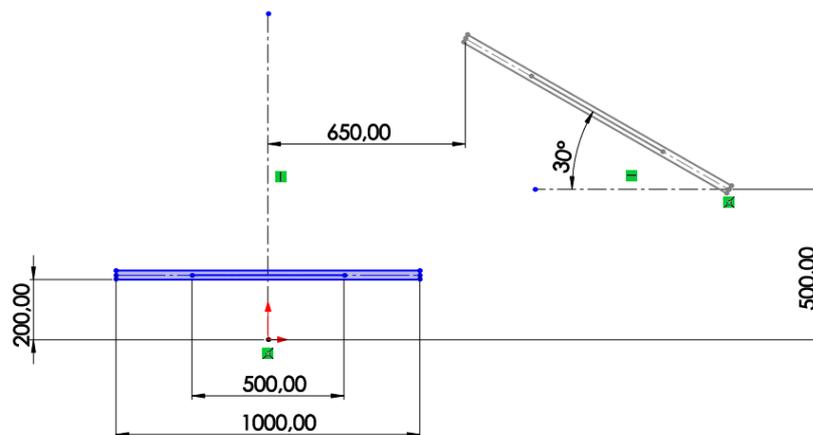


Ilustración 74. Movimiento final del panel delantero

El panel delantero respeta las medidas extraídas del ANEXO 2. Por una parte, se mantiene la inclinación impuesta y la separación equivalente a la mitad de la separación mínima. También se ha establecido que la posición inicial parte de la horizontalidad, pero se superpondrá al panel trasero por lo que la distancia al centro es de 200 mm.

Una vez definidos los movimientos, se realiza por separado el estudio de síntesis de movimiento de cada uno de los paneles.

Síntesis de movimiento del panel trasero y delantero

Para dar solución a los movimientos descritos en el apartado anterior, es necesario realizar el estudio de síntesis de mecanismos de cuatro barras. La Ilustración 75 muestra una simplificación del mecanismo de cuatro barras que consigue realizar el movimiento deseado.

La barra 1 o "suelo", es la distancia entre los puntos fijos donde van ancladas las barras y tiene los movimientos restringidos. Las siguientes dos barras (barras 2 y 3) van articuladas en los apoyos y provocan el movimiento necesario. Finalmente, la barra 4 corresponde con la distancia donde irán articuladas las barras 2 y 3 en el soporte panel delantero con una separación de 500 mm.

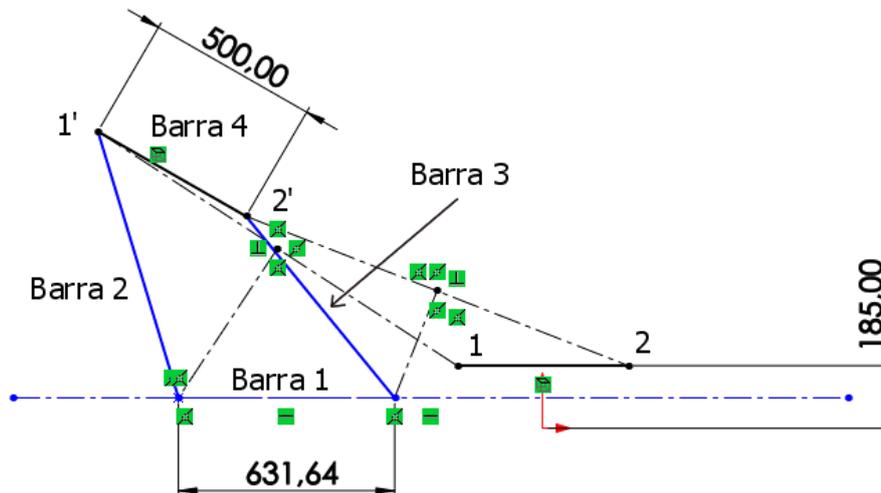


Ilustración 75. Simplificación mecanismo de cuatro barras panel trasero

Partiendo de la posición inicial/final del soporte panel delantero, se elige un eje arbitrario (en la Ilustración 75 corresponde con la línea discontinua en azul) que en este caso se encuentra a la mitad de la distancia entre el soporte panel delantero y el eje de coordenadas.

El siguiente paso es trazar una línea que une los puntos 1 y 2 en sus posiciones iniciales y finales, es decir, trazar una línea (en este caso línea discontinua negra) que une los puntos 1-1' y 2-2'. Una vez hecho esto, se traza una mediatriz en las rectas 1-1' y 2-2' y donde corte con el eje arbitrario, se obtienen los puntos de apoyo formando la barra 1 descrita anteriormente. De este modo queda resuelto el mecanismo de cuatro barras. Con los datos obtenidos, se obtienen tanto las longitudes que deberán tener los perfiles que formen las barras 2 y 3 así como las posiciones de las articulaciones.

De manera análoga se pueden obtener las longitudes de los perfiles y posiciones de los puntos de apoyo para el panel delantero (Ilustración 76).

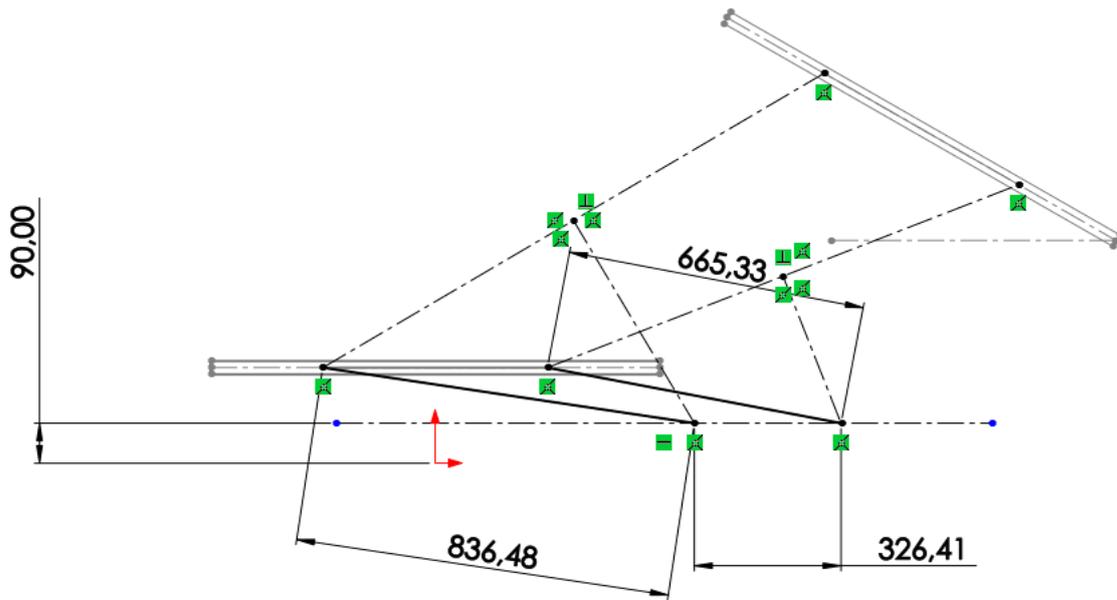


Ilustración 76. Simplificación mecanismo de cuatro barras panel delantero

Método de la inversión cinemática

Una vez se han determinado las posiciones y las longitudes de los perfiles, el siguiente paso es lograr que ambos mecanismos se muevan simultáneamente de sus posiciones finales a las iniciales. Para ello, será necesario que estén “conectados” mediante otro mecanismo. Este apartado está destinado a dar solución a este problema mediante el método de la inversión cinemática.

Para la realización de este método únicamente será necesario conocer las posiciones iniciales y finales de las barras que irán conectadas. La Ilustración 77 muestra una simplificación de la estructura en su posición final, donde las barras utilizadas para el método de inversión cinemática están subrayadas en color negro.

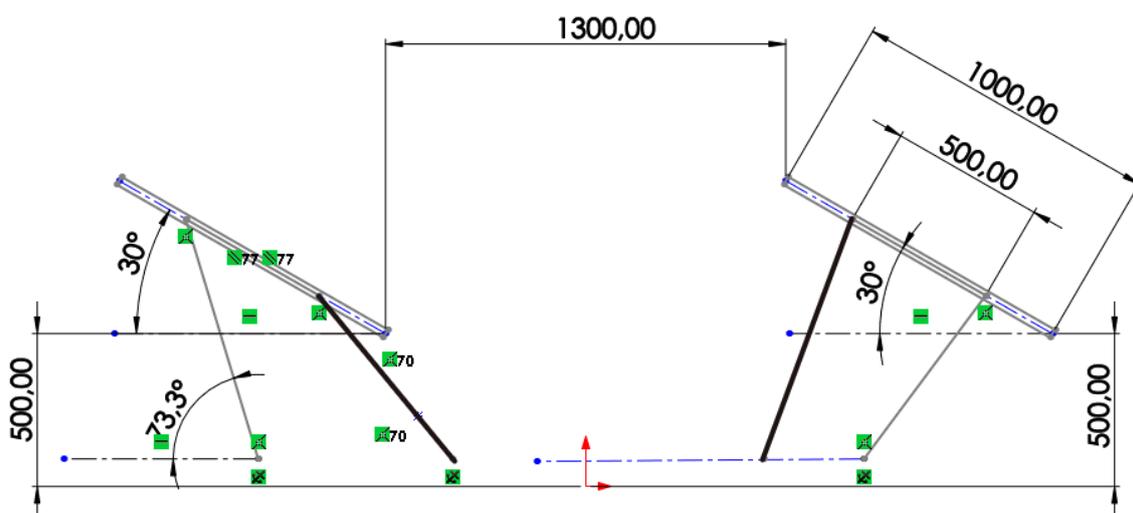


Ilustración 77. Simplificación mecanismos del soporte en posición final

En primer lugar, se han bocetado las posiciones iniciales y finales de las barras mencionadas (Ilustración 78). Las barras en negro corresponden al apoyo delantero del panel trasero en sus

posiciones inicial/final. Las barras en azul indican la posición inicial/final de la barra de apoyo trasero del panel delantero.

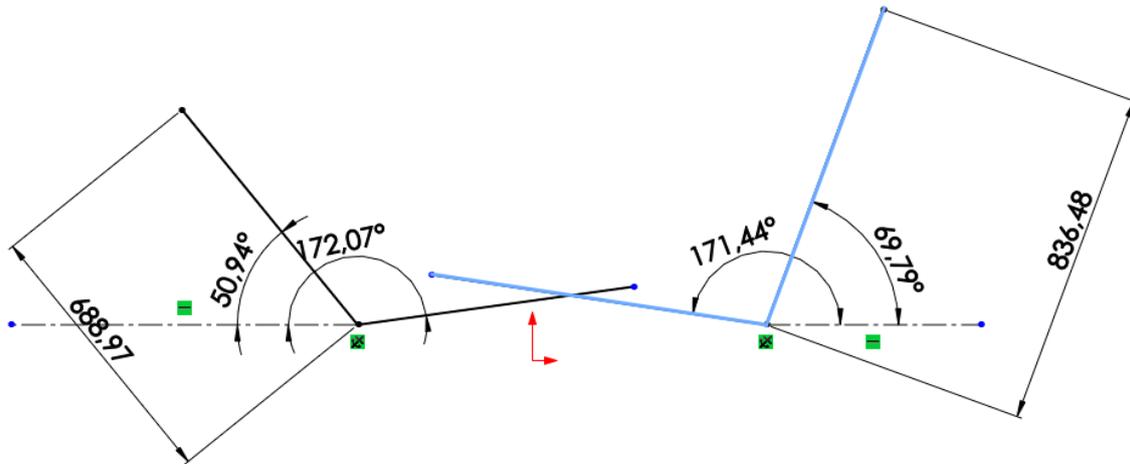


Ilustración 78. Posiciones iniciales/finales barras de estudio

En segundo lugar, se selecciona un punto arbitrario en el apoyo delantero del panel trasero donde irá articulada la biela. Este punto no debe estar demasiado cerca del apoyo al suelo, aumentando sobremanera la fuerza necesaria para abrirlo, pero tampoco debe estar muy separado por la complejidad de los movimientos. Tras varias pruebas, se ha seleccionado una distancia de 180 mm (Ilustración 79).

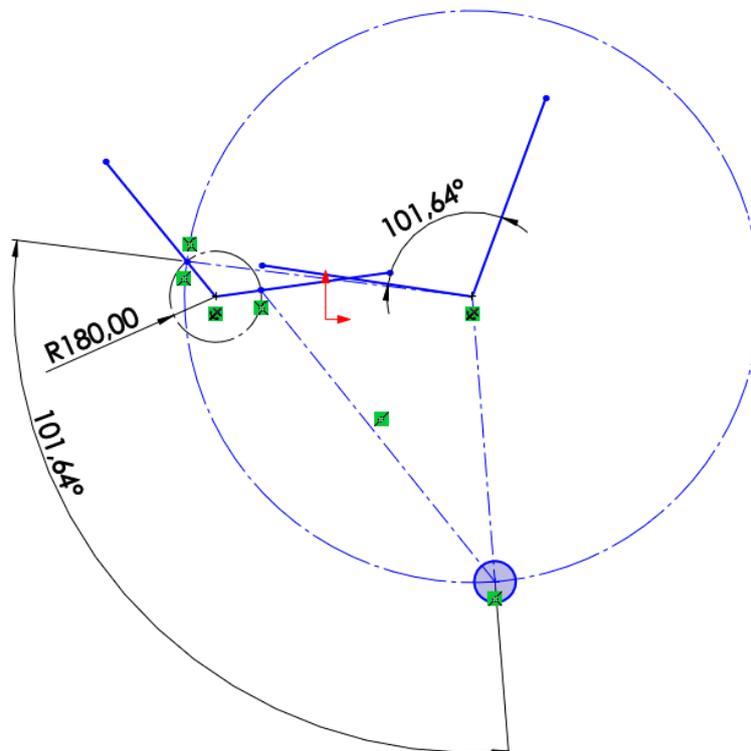


Ilustración 79. Selección punto de unión y traspaso de ángulo

Tras la selección del punto articulado, el siguiente paso es el trazado de una circunferencia del punto fijo del apoyo trasero del panel delantero hasta el punto articulado en la posición final. Una vez logrado este paso, se mide el ángulo realizado por el apoyo trasero del panel

delantero y se traslada desde la línea que une el punto fijo (180 mm) de la posición final del apoyo delantero del panel trasero con el punto fijo del apoyo trasero del panel delantero. Del resultado obtenido, se traza una recta que une el punto extraído (redondeado y sombreado en la imagen) con la articulación a 180 mm del apoyo en la posición inicial del apoyo delantero del panel trasero.

Finalmente, Se traza una mediatriz en la recta obtenida (Ilustración 80). Realizando una extensión en el apoyo trasero del panel delantero se puede observar como la mediatriz y la extensión se entrecruzan. Si trazamos una recta que va desde el punto en el que se entrecruzan hasta el punto de la articulación de la posición inicial en el apoyo delantero del panel trasero se obtiene, por ende, la longitud de la biela. Otro dato que se obtiene es la longitud de la extensión en el apoyo trasero del panel delantero necesaria para que se puedan realizar los dos movimientos simultáneos. Los valores de ambas longitudes pueden ver en la ilustración.

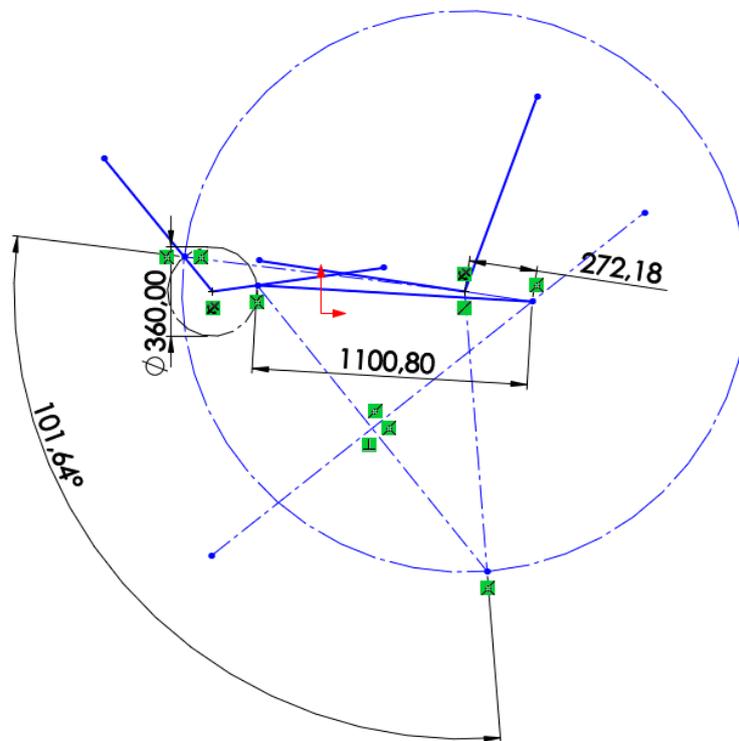


Ilustración 80. Definición longitud de la biela

Como se ha podido ver en el desarrollo de este apartado, mediante el análisis de síntesis de mecanismos, se ha logrado diseñar los perfiles necesarios para realizar el movimiento necesario para la apertura de los paneles fotovoltaicos de una posición inicial a un final. Otro aspecto que se ha determinado ha sido el sistema de cuatro barras que permite que ambos paneles se muevan simultáneamente. Este proceso ha sido posible realizando el método de la inversión cinemática, donde conocidas las posiciones de cada una de las barras, es posible establecer un mecanismo de cuatro barras que realice los movimientos de manera sincrónica.

ANEXO 4. Síntesis del rango de movimiento

Como se ha visto en el ANEXO 3, se ha definido las posiciones que deberá cumplir la estructura. Sin embargo, cada panel puede rotar libremente puesto que no tiene los movimientos restringidos. Por ello, en este apartado se realizará una síntesis del rango de movimiento para definir los límites en los cuales los mecanismos pueden moverse.

Para dar solución al problema, se deben establecer unos requisitos iniciales. Estos se enumeran a continuación;

- Posición del punto de apoyo donde se articulará el mecanismo que limite el movimiento de los paneles.
- Punto de apoyo de la barra seleccionada a la que se limitará el movimiento mediante el mecanismo limitador y, por consiguiente, de toda la estructura (dato conocido).
- Ángulo de barrido de la barra seleccionada (dato conocido).
- Posición donde se articulará el mecanismo limitador sobre la barra seleccionada.

Para el desarrollo de este apartado, se ha seleccionado el perfil de apoyo delantero del panel delantero con una longitud de 665,33 mm. Siguiendo los requisitos descritos anteriormente, se ha seleccionado arbitrariamente el punto de apoyo en el mismo eje del apoyo de la barra a una distancia de 676,41 mm, véase (Ilustración 81). Conocidos los ángulos de barrido que realiza el apoyo delantero del panel delantero, únicamente es necesario establecer la posición donde irá articulado el mecanismo limitador sobre la barra seleccionada. En la Ilustración 81, muestra este punto mediante una circunferencia de 500 mm.

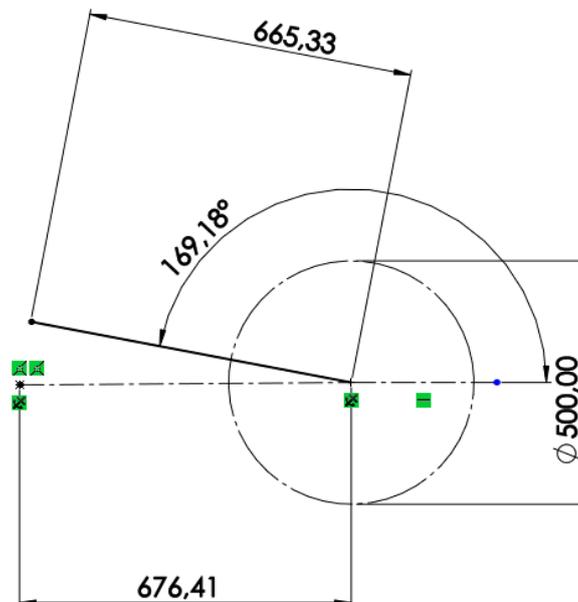


Ilustración 81. Punto de apoyo síntesis rango de movimiento

El primer paso es realizar la recta O2-B2 de la Ilustración 82. Tras esto, se traza una circunferencia desde O2 de radio el de la recta. Una vez completado, se transporta el ángulo

formado por la barra en su posición inicial con la horizontal desde la recta O2-B2, en este caso de 169,18°.

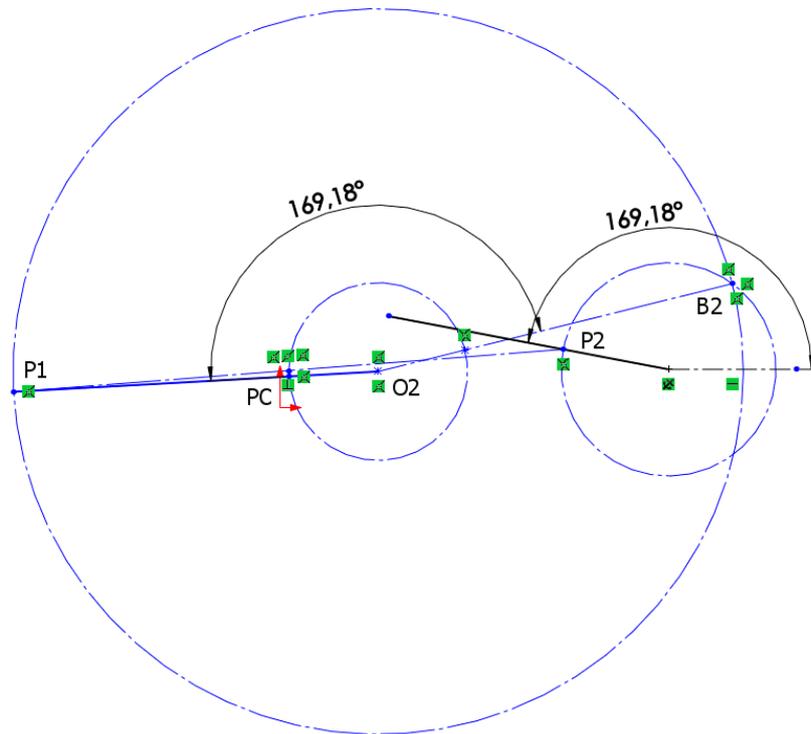


Ilustración 82. Recta O2-B2 y circunferencia en B2

El siguiente paso es trazar la recta P1-P2. Tras esto se realiza su mediatriz hasta que se entrecruce con la recta P1-O2. El punto de corte o PC en la Ilustración 82, hasta O2 o apoyo del mecanismo limitador coincide con la longitud necesaria del primer perfil que forma el mecanismo buscado. Uniendo este punto a P2, se obtiene el último perfil que completa el mecanismo que limita el rango de movimiento.

La siguiente Ilustración 83, muestra la simplificación de los perfiles necesarios marcados en negro, así como la longitud necesaria.

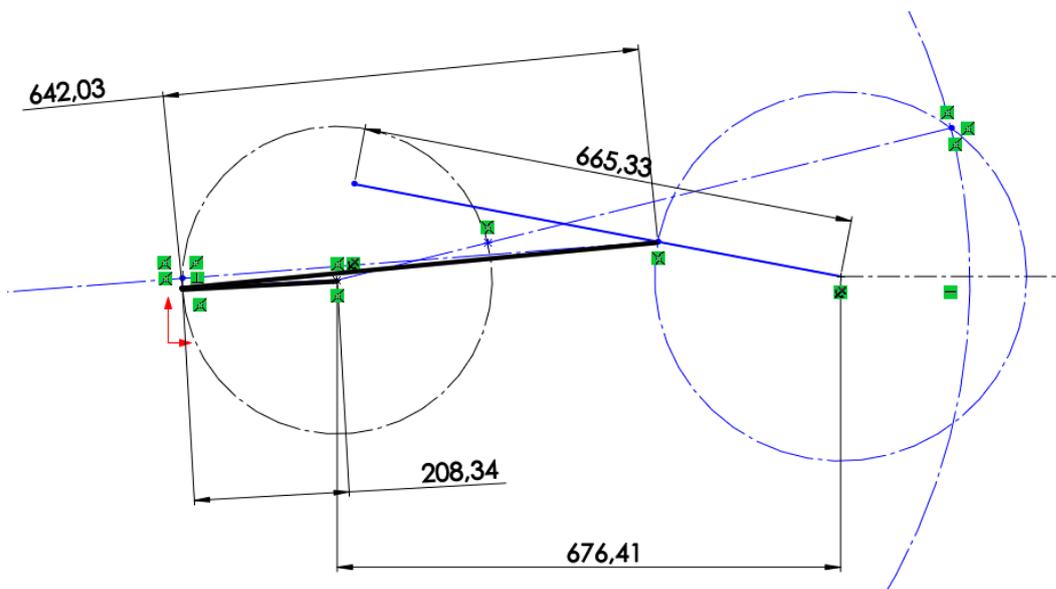


Ilustración 83. Perfiles para limitación rango de movimiento

En este apartado se ha visto como limitar el rango de movimiento de los paneles fotovoltaicos, sin embargo, únicamente se ha limitado la posición final, en la que la estructura no podrá abrirse más de un determinado ángulo. Pero en sentido contrario no se ha limitado el movimiento, es decir, cuando los paneles están cerrados o en su posición inicial. Esto se puede solucionar restringiendo los movimientos mediante elementos geométricos. Se instalarán tacos en los bloques de sujeción, quedando limitado el movimiento en esa dirección.

ANEXO 5. Cálculo fuerza operario

En este apartado se va a calcular la fuerza necesaria que deberá aportar el operador para la apertura de los paneles solares. Para la obtención de los resultados, se han realizado estudios de movimientos con el complemento para estudios de movimiento de SolidWorks. También se ha realizado una verificación del estudio mediante el programa WorkingModel5.

Primeramente, es necesario conocer el par necesario que permite el movimiento del conjunto. En este caso, se seleccionará el componente M4B-3- Perfil apoyo trasero para el estudio y comprobación de los resultados.

El primer paso es obtener el ensamblaje de la estructura mediante SolidWorks. Para mayor rapidez de obtención de resultados de este apartado, se ha realizado una simplificación de la estructura. Por ello, no se han tenido en cuenta los componentes estándar de la estructura.

Una vez se ha realizado el ensamblaje se procede con un estudio de movimiento. Una vez se activa la gravedad, se inserta un motor rotatorio en el componente M4B-3- Perfil apoyo trasero. La Ilustración 84, muestra el componente (en azul) y la posición y dirección del par insertado.

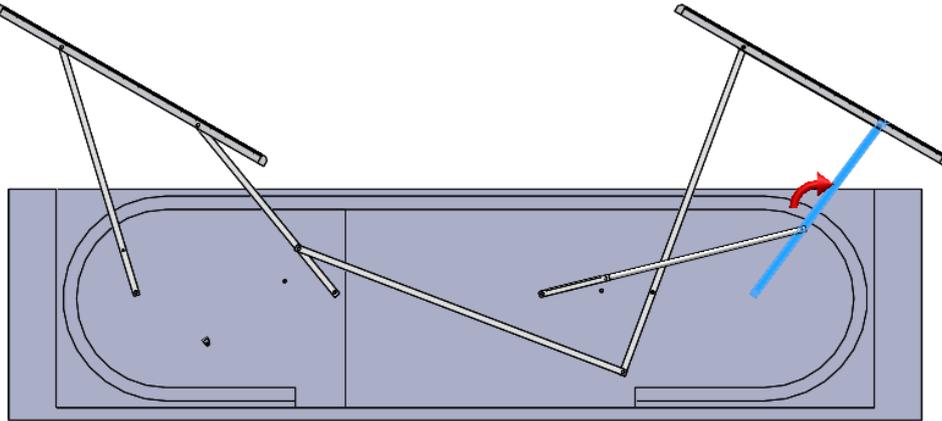


Ilustración 84. Inserción del motor rotatorio

El motor se configura de manera que se moverá a una velocidad constante de 10 RPM desde la posición inicial del perfil a la final. Es decir, desde una posición angular inicial de 169, 2º a su posición final de 53, 53º. Para la obtención de resultados, se obtendrán la gráfica de Par (N·mm) respecto del tiempo. La Ilustración 85 tal muestra una gráfica con los resultados obtenidos.

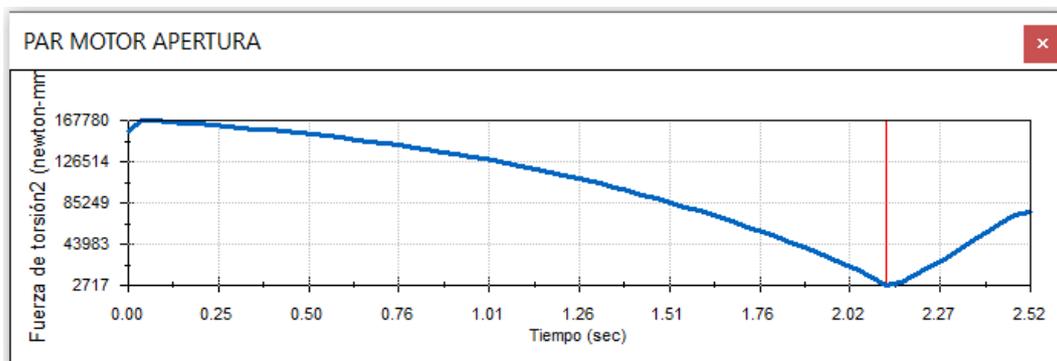


Ilustración 85. Resultados estudio de movimiento

Como se puede observar, el tiempo de despliegado toma 2,52 segundos. También hay un pico de 167780 N*mm al inicio del movimiento, es decir, en su posición inicial. Esto se debe a los ángulos de la posición inicial que parten de una posición más desfavorable. A medida que la estructura se aleja del ángulo inicial, se observa una disminución en el par requerido hasta la posición en 2,1 segundos, en el que se vuelve a encontrar un punto de inflexión. Este punto coincide con el máximo par transmitido al soporte del segundo panel. La Ilustración 86 muestra la posición donde se produce el máximo par transmitido al segundo panel. Dicha posición se da cuando la barra (en azul en la ilustración) tiene un ángulo de 90°.

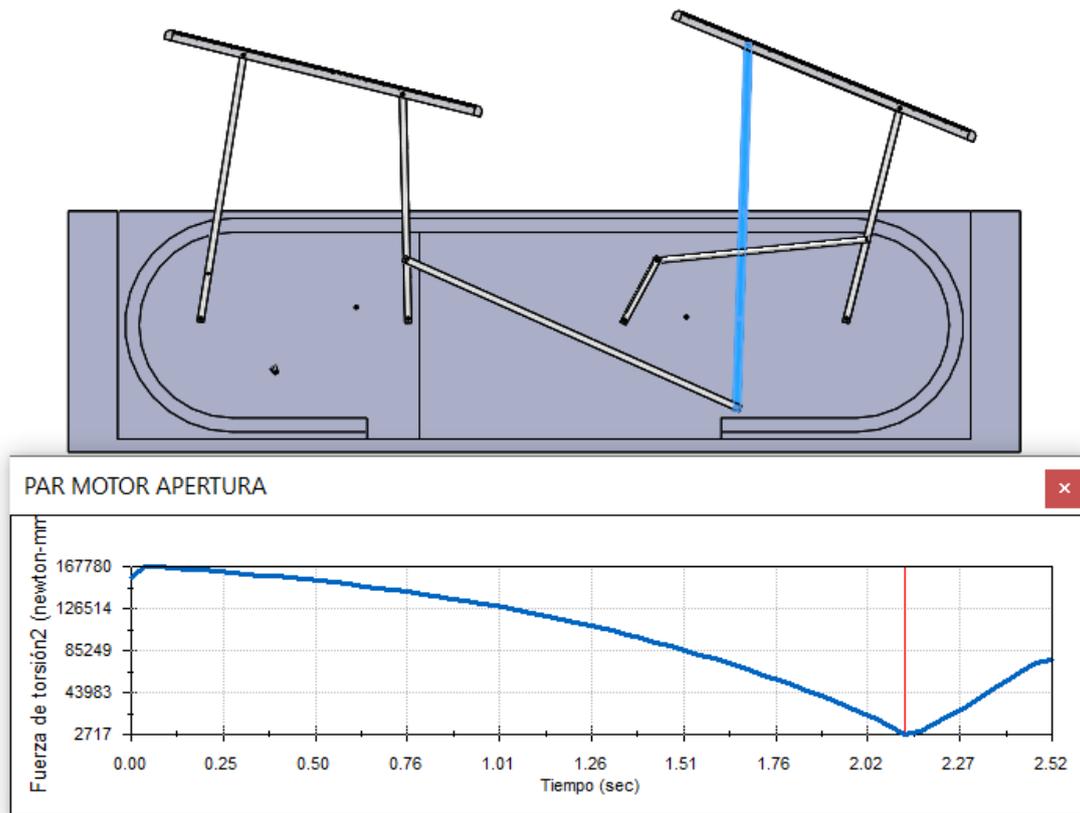


Ilustración 86. Posición máximo par transmitido

A partir de este punto y hasta llegar a la posición final establecida, se observa un aumento en el par que tiene su máximo en 74550 N·mm. Esto es debido a que la barra en azul de la Ilustración 86 vuelve a alejarse de su posición óptima.

Conocido el par necesario de apertura de los paneles, se realiza el equilibrio estático sobre el soporte de los paneles solares, donde el operador ejerce la fuerza para su apertura. Se realiza una simulación en Working Model (Ilustración 87) para determinar las fuerzas que aparecen en las articulaciones del componente unión perfiles (pin 41 y pin 40).

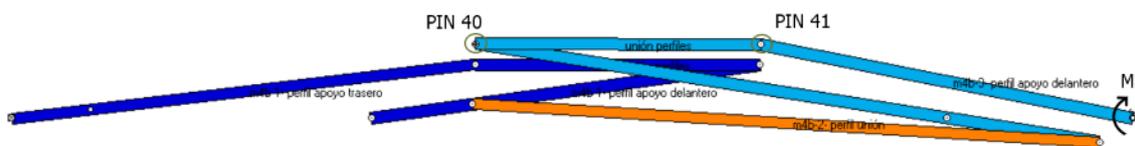


Ilustración 87. Simulación en Working Model para estudio estático

Aplicando el momento M de 167780 N*mm en el extremo de M4b-3- perfil apoyo delantero y ejecutando el análisis, se obtienen los siguientes resultados (Ilustración 88);

Force of Pin 41	
Fx	0.000 N
Fy	-258.480 N
IFl	258.480 N

Force of Pin 40	
Fx	0.000 N
Fy	-63.478 N
IFl	63.478 N

Ilustración 88. Resultados simulación Working Model

De los resultados se puede observar que, para el instante inicial, no hay fuerzas en el eje x ya su sumatorio de fuerzas es igual a cero. Respecto al sumatorio de fuerzas del eje Y (Ilustración 89) se tiene;

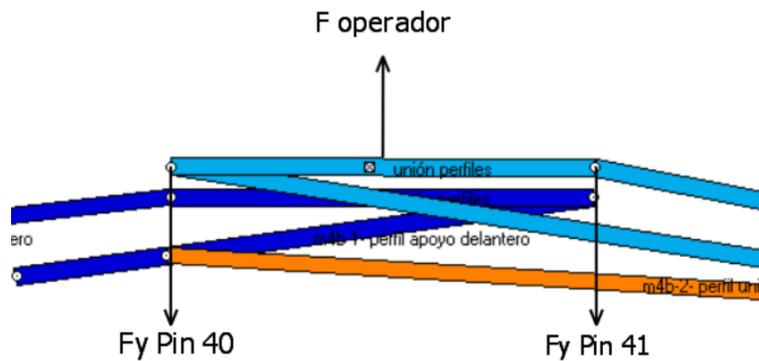


Ilustración 89. Fuerzas sobre componente unión perfiles

Realizando el sumatorio de fuerza en el eje Y, se tiene la ecuación genérica;

$$\Sigma F_Y - F_{Y\text{ PIN } 41} - F_{Y\text{ PIN } 40} + F_{OPERADOR} = 0 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Sustituyendo en la ecuación (4);

$$258,480 + 63,478 + F_{OPERADOR} = 0$$

$$F_{OPERADOR} = 321,958 \text{ N}$$

Que haciendo la equivalencia a kilogramos de fuerza se tiene un total de;

$$321,958 \text{ N} * \frac{1 \text{ Kgf}}{9,80665 \text{ N}} = 32,83 \text{ Kgf}$$

De acuerdo con las normas del instituto Nacional de Seguridad e Higiene, el peso máximo que se recomienda no sobrepasar es de 25 Kg. No obstante, el peso máximo recomendado va a estar influenciado por la posición de la carga respecto al cuerpo. Los valores recomendados se recogen en la Ilustración 90.



Ilustración 90. Criterios de ergonomía

Para el caso que atañe, donde la estructura esta empotrada en el suelo, la carga recomendada que corresponde toma un valor de 14 Kg. Por tanto, la carga necesaria para la apertura de los paneles excede de los valores recomendados.

$$32,83 > 14 \text{ Kg}$$

De los resultados obtenidos, se puede afirmar que es necesario aportar un sistema que permita reducir la carga para la apertura de los paneles. De esta manera, se ha estudiado la posibilidad de ensamblar un muelle con un amortiguador que abra los paneles automáticamente hasta una posición más favorable. El dimensionado del muelle se ha realizado en el ANEXO 6.

ANEXO 6. Dimensionado del muelle para la apertura de los paneles

En este apartado se va a realizar el dimensionado del muelle para la apertura de los paneles solares. Para ello, se hará uso de la simulación mediante el complemento SolidWorks Simulation utilizado previamente en el ANEXO 5 y el archivo creado en WorkingModel2005.

Posicionado del resorte

En primer lugar, es necesario conocer los dos puntos donde se articulará el resorte. Para ello se ha hecho una síntesis para encontrar un alojamiento viable.

El punto que une el resorte con la estructura se encuentra a una distancia 140 mm respecto de la articulación de M4B-1- perfil apoyo trasero. Para hallar el segundo punto ha sido necesario realizar una síntesis. Ilustración 91 muestra la síntesis realizada. A continuación, se describe el procedimiento seguido.

Hay que tener en cuenta que el resorte está en todo momento en contacto con el perfil. Por tanto, el resorte debe acompañar el movimiento del perfil comprimiéndose y estirándose a conveniencia.

Conocidos los ángulos de inicio y final del perfil, se acotan ambas posiciones a una distancia de 140 mm, que coinciden con los puntos donde se encontrará el resorte. Sobre el punto inicial se ha croquizado una circunferencia de 400 mm, acorde con el tamaño deseado del amortiguador en su posición inicial. Puesto que el estiramiento máximo que se puede producir en el amortiguador es el doble de su posición inicial, se realiza una circunferencia de 800 mm de diámetro sobre el punto final croquizado anteriormente. El punto de contacto entre ambas circunferencias marca la posición última del resorte que permite el movimiento deseado.

Este punto se encuentra a una distancia horizontal de 227,06 mm y a una distancia vertical de 163,49 mm respecto del punto de articulación de M4B-1- perfil apoyo trasero (Ilustración 91).

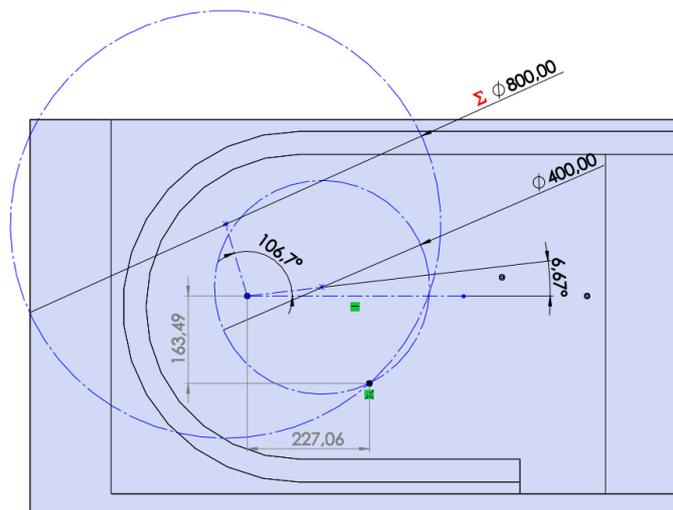


Ilustración 91. Punto de anclaje resorte

Dimensionado del resorte

El primer paso es calcular el ángulo mínimo que el perfil M4b-3- perfil apoyo delantero tiene que abrirse automáticamente para que el operario no exceda la fuerza máxima permitida para abrir la estructura. Para ello, se calcula inicialmente la fuerza máxima que debe realizar el operador;

$$F_{operario} = 14Kgf * \frac{9,8065N}{1Kgf} = 137,29 N$$

Aislando este elemento y realizando un sumatorio de fuerzas de los momentos para el perfil M4b-3- perfil apoyo delantero, se obtiene el par del motor para el instante en el que el operador puede aplicar fuerza máxima para acabar el desplegado.

Fuerza operario máxima

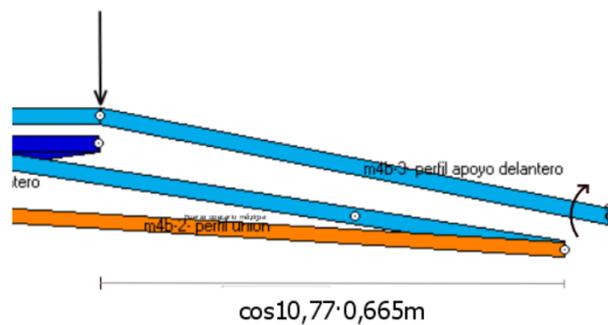


Ilustración 92. Fuerzas sobre M4B-3-Perfil apoyo delantero

$$\Sigma F_m = 0 \quad -M_{motor} + F_{operario} \cdot (\cos 10,77 \cdot 0,665) = 0 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Sustituyendo en la ecuación (5);

$$-M_{motor} + 137,29 (\cos 10,77 \cdot 0,665) = 0$$

$$M_{motor} = 89,67 Nm$$

$$M_{motor} = 89,67 N * m \frac{1000mm}{1m} = 89670 Nmm$$

Volviendo a los resultados obtenidos durante el estudio de movimiento realizado en SolidWorks Simulation, para un par motor de 89670 N*mm la posición de la barra donde se insertará el muelle es aproximadamente de **64.87°** (Ilustración 93). Es decir, el muelle deberá abrir los paneles automáticamente hasta esa posición.

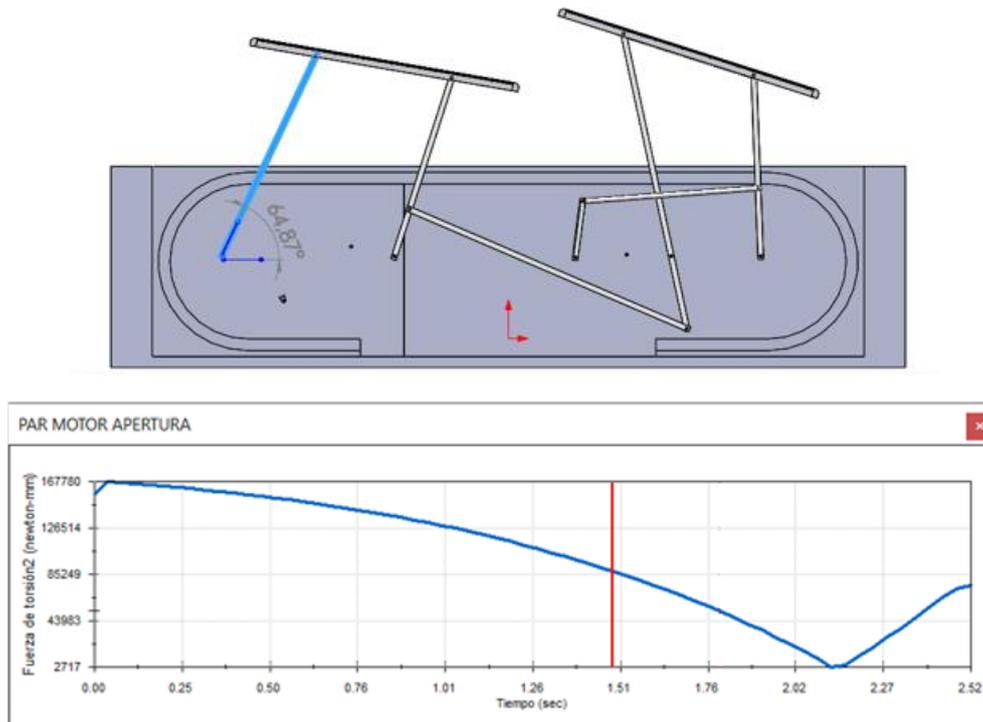


Ilustración 93. Posición óptima para despliegado manual

Conocido el valor de la inclinación deseada, se realiza un nuevo estudio incluyendo un resorte con amortiguador y desactivando la acción del motor rotatorio. Puesto que este sistema es simétrico es necesario instalar otro resorte de igual magnitud al perfil opuesto.

Una vez indicado el alojamiento del resorte para su estudio, se procede de manera iterativa, se van realizando simulaciones para comprobar el comportamiento del sistema ajustando los siguientes parámetros:

- Constante de rigidez K
- Longitud de muelle L
- Constante de amortiguamiento C

Aumentando la constante de rigidez y la longitud del muelle se observa un claro aumento del ángulo inicial del perfil al que está conectado tras iniciar la simulación. Finalmente, tras introducir en la simulación los valores que se muestran en la Ilustración 94, el perfil se sitúa en un ángulo de 62.38°.

Parámetros de resorte

Cara<1>@M4B-1-perfil apoyo trasero-4
Cara<2>@SOPORTE MUELLE-1

$k\bar{x}$ 1 (lineal)

k 16.00 N/mm

f 320.00mm

Actualizar a cambios del modelo

Amortiguador

$c\bar{v}$ 1 (lineal)

C 6.00 N/(mm/s)

Ilustración 94. Parámetros resorte

Del valor del ángulo obtenido para el par máximo de 89670N*mm capaz de realizar el operador, se tiene un valor aproximado al teórico;

$$64.87^\circ \approx 62.38^\circ$$

Teniendo en cuenta que en esta posición la carga que se aplica se realiza a una distancia de 435 mm del suelo, la carga recomendada que puede realizar el operador se ve incrementada, por lo que el valor obtenido para un resorte de estas características es aceptable. La posición de la estructura tras la actuación del muelle se muestra en Ilustración 95.

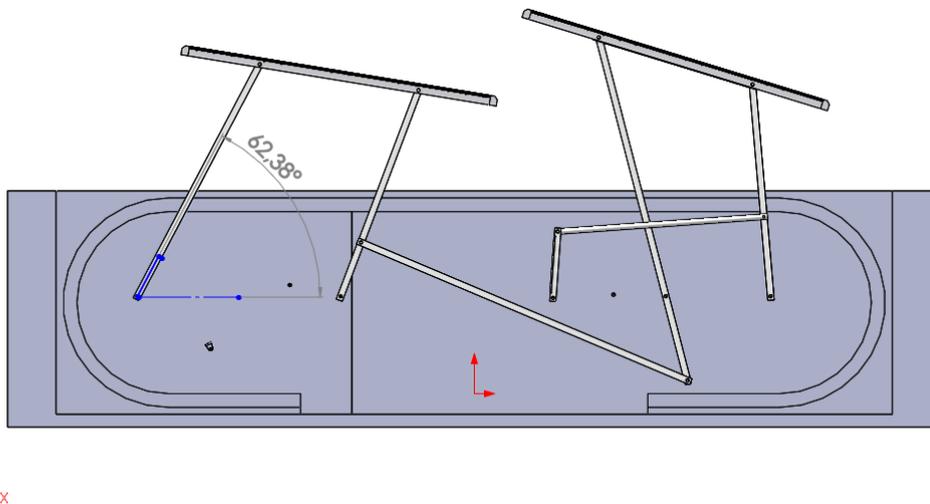


Ilustración 95. Fin actuación muelle

Pese a salvar ese exceso de par que tiene su máximo en 167780 N*m con el uso de resortes, la gráfica del par vuelve a tener un máximo cuando los paneles alcanzan su posición final.

Como se puede observar en la Ilustración 95 a partir del ángulo de 64, 87° (instante en el que el resorte deja de actuar), la fuerza restante para abrir los paneles continúa disminuyendo hasta los 2,1 segundos donde está el mínimo absoluto. A partir de ese instante, la fuerza

vuelve a aumentar hasta encontrarse con un máximo de 74550 N·mm. Pese a tener un máximo relativo en este punto, este momento no es superior al máximo que puede realizar el operador de 89670 N·mm. Por ello, el operador puede realizar este movimiento sin excederse en el esfuerzo máximo permitido.

Mecanismo de bloqueo

Puesto que el resorte es de compresión, para mantener la posición de plegado de la estructura, será necesario incluir un mecanismo en la base que bloquee la posición de inicio.

Buscando un modo de bloquear esta posición inicial, se ha decidido de diseñar un sistema basado en poleas (Ilustración 96)

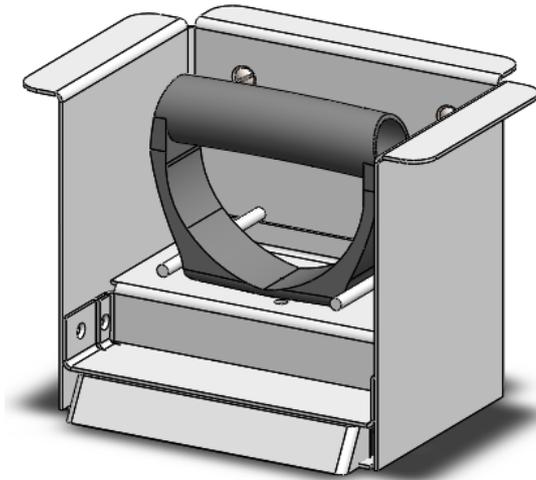


Ilustración 96. Mecanismo de bloqueo

Para mayor detalle del conjunto, La Ilustración 97 muestra un corte de este conjunto en el plano lateral. Todos sus componentes a excepción de las piezas estándar se realizan mediante corte de chapa metálica y su posterior plegado. Este método permite reducir costes de fabricación. Todos los componentes se han diseñado de manera que se pueden montar y desmontar a conveniencia. Por lo que se ha desprovisto de soldaduras. Todos los componentes van ensamblados entre sí mediante tornillería.

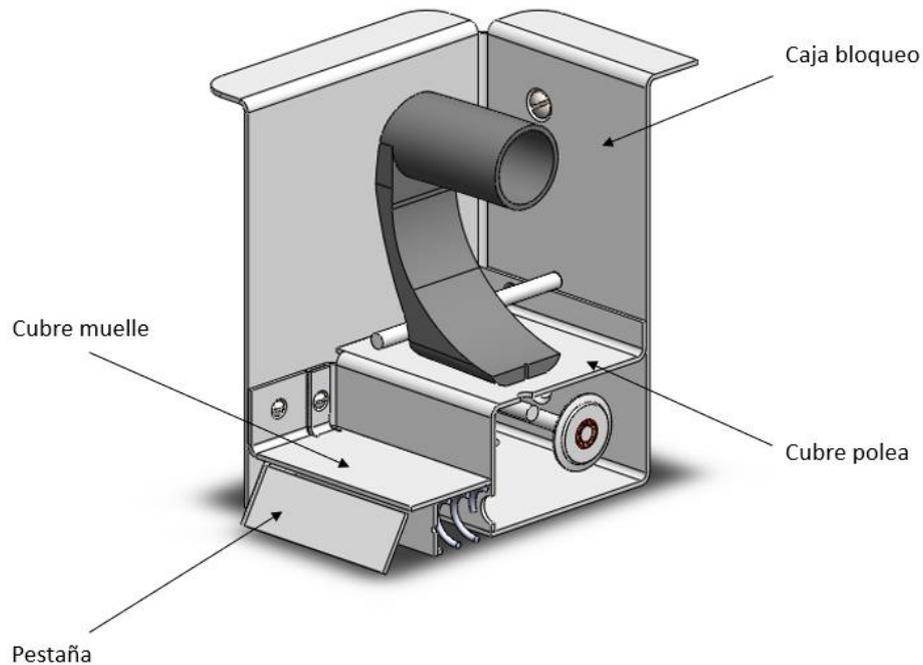


Ilustración 97. ensamblaje caja de bloqueo

En la Ilustración 97, pueden distinguirse 4 piezas principales realizadas por corte láser. Para más información sobre el diseño, tanto acotación o líneas de pliegue, véase el documento PLANOS del presente proyecto.

Por una parte, se diseña la caja de bloqueo que incluye todas las perforaciones para anclar el subensamblaje a la base, así como el marcado para incluir los ejes de las poleas. También se tendrán en cuenta las modificaciones en la base para empotrar la caja de bloqueo.

El resto de los componentes realizados por corte láser son: cubre polea, cubre muelle y pestaña. La pestaña se ha diseñado con el ángulo óptimo que permite su movimiento axial cuando los paneles vuelven a la posición de plegado. Cubre polea es un embellecedor que oculta el mecanismo de apertura y cubre el resto de los componentes en caso de condiciones climatológicas adversas.

Finalmente, cubre muelle además de ocultar el muelle debe resistir las fuerzas a las que se verá sometido el elemento pestaña una vez la estructura entre en contacto con este. De manera que se van a realizar los estudios estáticos necesarios en este componente.

Entre los componentes estándar del conjunto caja de bloqueo, pueden distinguirse: polea, muelle pestaña, un rodamiento de SKF, los ejes para el cable de cobre, la manilla y toda la tornillería. A continuación, se detalla el sistema de funcionamiento.

La manilla está conectada a la pestaña mediante un cable de cobre. La Ilustración 98, muestra un croquis de la trayectoria que realiza dicho cable. Tras realizar una fuerza vertical, la pestaña tiende a moverse en el sentido negativo z de la ilustración, liberando la estructura de su posición de bloqueo. Para mantener la polea en su posición es imprescindible el uso de arandelas de fijación o bien su soldadura en el eje.

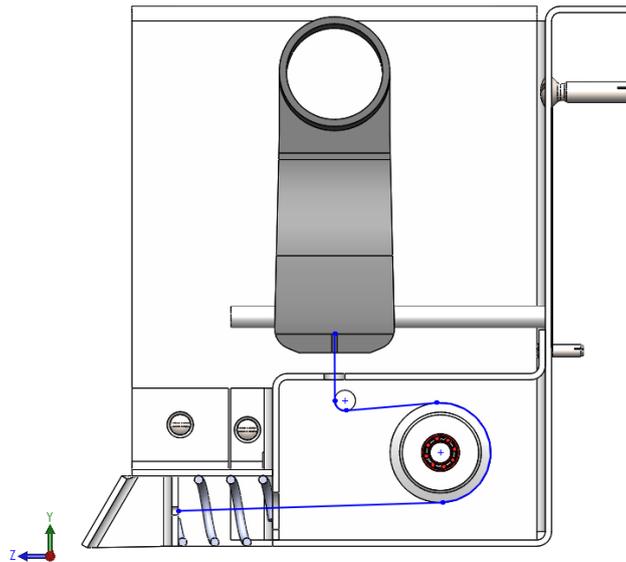


Ilustración 98. Trayecto cable de cobre

Cuando la estructura rebasa la posición de la pestaña, se deja de aplicar la fuerza y la pestaña vuelve a la posición inicial gracias a la acción del resorte.

Pese a encontrar un modo práctico de bloquear la posición inicial, se han encontrado diversas contrariedades. Tras realizar un presupuesto inicial para la caja de bloqueo, se ha visto que introducir tantas piezas mediante corte láser para la obtención de este sistema de bloqueo encarecía el producto sobremanera. Además, El proceso de montaje y desmontaje es muy elevado en caso de mantenimiento u otros.

Por ello, se han buscado alternativas más económicas. Tras realizar un estudio de mercado para sistemas de bloqueo, se ha visto que existe mucha variedad de pestillos que realizan la misma función a coste mínimo. Además, estos componentes son estandarizados que se pueden encontrar en multitud de empresas de venta de componentes mecánicos.

Para este caso se ha encontrado un pestillo de la empresa (Emile Maurin, s.f.) que ofrece un sistema de características similares a las que se está buscando. En la Ilustración 99, se muestra una representación CAD de este componente mecánico.

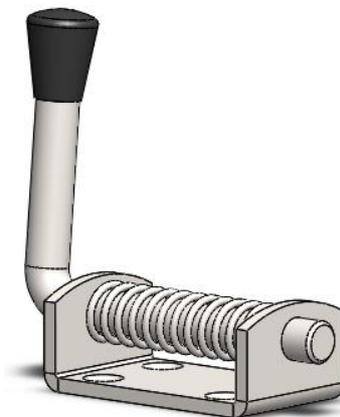


Ilustración 99. Componente con referencia 19-191-117 de la empresa Emile Maurin

Puesto que se ha visto que este componente realiza la misma función a coste mucho más reducido y con una ensamblabilidad más sencilla, se ha decidido usar este componente para la estructura.

A modo de resumen, en este apartado se ha dado solución al exceso de fuerza necesario para la apertura de los paneles. Debido al uso de resortes para iniciar la apertura, también se ha dotado a la estructura de un mecanismo de bloqueo para la posición inicial.

ANEXO 7. Manual de identidad corporativa

La identidad corporativa es imprescindible para diferenciarse de la competencia. Cada uno de los elementos que la forman, van a definir la personalidad de empresa. Por ello, debe ser sólida y coherente con el producto para generar la máxima confianza en el sector.

Estudio de Mercado

El primer paso ha sido el análisis de diferentes marcas de fabricación de estructuras para paneles solares. En dicho análisis, se ha estudiado sus diferentes elementos de identidad, así como: el nombre, el logotipo los colores corporativos etc.

Para la realización de este apartado, ha sido necesario realizar un estudio de las marcas del sector. En el ANEXO 8 , muestra las conclusiones de las empresas Autosolar y Solarmat que se han analizado.

Valores

Los valores que se quieren transmitir en la nueva empresa son:

Innovación	Honestidad
Seguridad	Adaptabilidad
Diseño	Pasión
Calidad	

Filosofía

Nuestra empresa basa su personalidad en la búsqueda del equilibrio perfecto entre innovación y calidad. El estilo de comunicación debe transmitir la pasión por el producto, originalidad, robustez y seguridad.

Se ha creado una imagen corporativa con las actitudes y valores que queremos expresar a través de la marca. Estos valores se describen a continuación:

- Innovación. Una actitud. La ferviente creencia de que la mejora va acompañada de la diferenciación.
- Seguridad. Ante todo, se quiere transmitir el concepto de seguridad y robustez en nuestros productos.
- Compromiso. El bienestar de nuestros clientes es nuestro compromiso.
- Pasión. Crear es nuestra pasión.

Concepto

A continuación, se presentan algunos conceptos sobre los que se trabajará para formar el nombre de la empresa.

Energía- Sol- Eficiencia	Producto- Catálogo- Inclinación
Tecnología- M. ambiente- Mecanismos	Seguridad- Protección- Integración
Innovación- Generar- Fotovoltaica	

Ideas

Las principales ideas que se quiere transmitir con la marca se muestran a continuación.

Seguridad	Energía solar
Dinamismo	Ocultar

Nombres propuestos para el logotipo

Tras estudiar nuestra filosofía y barajar los distintos conceptos e ideas que se han propuesto, se proponen los siguientes nombre para la empresa.

Soluciones Solares	Tecnosolar	E+
Eclipse	Enigma	Up&down
Oclose	HĪD	Hide
Efficiency	Mrk	Degrees
Eklipse	HĪD systems	Desnivel

Estudio de la marca

Tras el análisis de las distintas propuestas se ha seleccionado HID como nombre para la empresa. Los principales motivos para su elección se describen a continuación.

La palabra HĪD proviene del inglés hide que significa ocultar. En su pronunciación, la e es muda y la fonética de la palabra es HĪD. Se ha querido tomar este nombre como marca de la empresa por dos razones.

Por una parte, es un nombre más breve y consecuentemente más fácil de recordar. Además, prescindiendo de la "e" se ha querido dar un valor añadido al fin de la empresa que es, desarrollar sistemas para ocultar y maximizar la seguridad de los paneles fotovoltaicos.

Además, se ha comprobado el estado actual de las patentes de manera tanto nacional como internacional a través de la oficina español de patentes y marcas OEPM y se han obtenido los siguientes resultados.

Existen tres compañías que utilizan este nombre. La Ilustración 100. Logotipos de empresas bajo el nombre HID muestra los logotipos de dichas empresas.



Ilustración 100. Logotipos de empresas bajo el nombre HID

Respecto al estado actual de la marca, únicamente una sigue registrada. El resto han abandonado y el plazo de suscripción ha finalizado. En cuanto a la marca que continúa registrada, el sector de la empresa se dedica a la producción sistemas de identificación por

radio frecuencia, por lo que no interfiere en el ámbito de trabajo al que se quiere dedicar nuestra empresa.

Tipografía

Para la selección de la tipografía, se ha realizado un estudio del nombre mediante el uso de mayúsculas. También se ha hecho una selección diferenciando el nombre incluyendo la virgulilla o prescindiendo de ella.

Para el caso que atañe, se busca una tipografía simple y moderna. Por ello, se han evitado buscar tipologías románicas o similares. Además, se busca un toque minimalista y tecnológico que sitúe la empresa al sector al que nos queremos dirigir.

A continuación, se ofrecen algunas posibilidades atractivas para el diseño de la marca.



Ilustración 101. Pruebas tipología para el logotipo

La solución que se ha querido adaptar para la marca ha sido:

HID

Ilustración 102. Tipología Gugi seleccionada para el logotipo

Para el nombre de la marca se ha querido gastar una tipografía moderna que encaje con el producto que se desarrolla. Para ello, se ha seleccionado la tipografía Gugi. Esta tipografía usa letras redondeadas de palo seco. La carencia de remates y el uso de letras más redondeadas da un aspecto más moderno a la marca.

Además, Esta tipografía dispone de modificaciones en algunas letras como en la H, sustituyendo la barra del medio por un punto. Esto da un carácter más orgánico y sofisticado a la marca.

Pruebas de color

Se han realizado diversas pruebas de color, jugando con pruebas monocolor, alternando colores, modificando la tipografía buscando diferenciación etc. A continuación, se muestran las pruebas de color que se han realizado.

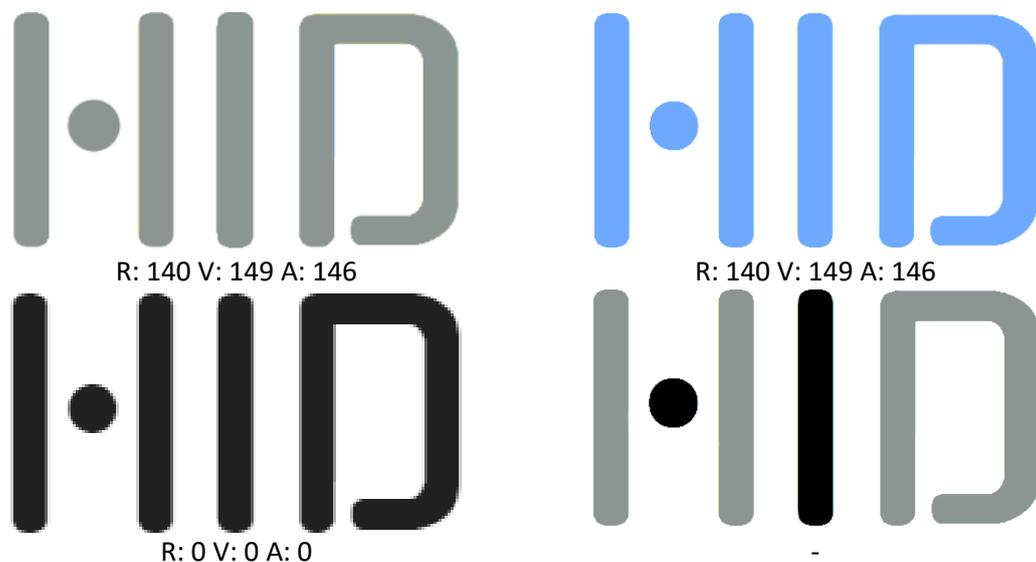


Ilustración 103. Pruebas color para logotipo

Una vez se ha visto que alternar colores dentro del logotipo funcionaba bien, se ha decidido dotar al punto de un amarillo, simulando un sol y aproximándonos al concepto de energía solar que se quiere transmitir. La Ilustración 104 muestra los cambios realizados.

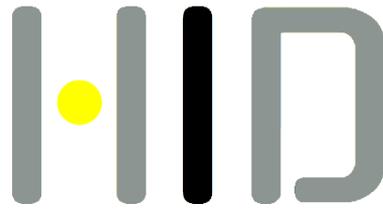


Ilustración 104. Prueba logotipo con tres colores

Tras esto se ha decidido realizar un rediseño del logotipo. Por ello, se ha inclinado la I de manera emulando un panel solar que recibe radiación solar (Ilustración 105). Mediante esta modificación, se personaliza la marca y se relaciona en mayor medida con el producto que se desarrolla. Además, se ha añadido mayor contraste al amarillo del punto para mejor visionado en fondos claros.



Ilustración 105. Prueba logotipo con inclinación I

Pese a introducir estos cambios, alternar tres colores cargaba demasiado el nombre y alternar el amarillo con el gris contrastaba demasiado. Por ello, se ha decidido volver al bicolor gris-negro inicial manteniendo el giro de la I (Ilustración 106).



Ilustración 106. Logotipo final

Finalmente, los colores que definen la identidad de la marca del producto se representan mediante los pantones de la Ilustración 107.



PANTONE 877C



PANTONE Black 6 C

Ilustración 107. Pantones logotipo

El uso de estos dos colores se proporciona a la marca un gran contraste y neutralidad. Otra singularidad de la marca es que se ha prescindido de ningún símbolo que combine con el logotipo. Con este logotipo se busca posicionarse como una marca seria y moderna.

Nombre del producto

Se ha llamado al producto Degrees°. La idea de este nombre apareció durante el brainstorming para la marca, pero se vio una relación directa con el producto diseñado, por lo que se ha decidido tomar este nombre para el producto. Con ello, se ha evitado un brainstorming posterior para su selección.

La palabra inglesa degrees° significa grados en español. Este nombre adquiere mucho significado cuando aquello que se diseña está relacionado con la inclinación. Nuestra empresa desarrolla estructuras para paneles solares, por tanto, la inclinación es un factor clave. Además, se proporciona un catálogo en el que se pueden adquirir diversos ángulos dependiendo del lugar donde se quieren instalar, dando un valor añadido al producto.

Para este nombre se han buscado tipografías con dinamismo (Ilustración 108), que se relacionen con el producto y a la vez con la marca. Por ello, se van a buscar tipografías redondeadas y simples que encajen en nuestra visión del producto.



Ilustración 108. Pruebas nombre del producto

Tras realizar una búsqueda de tipografías que se ajusten al diseño, se ha decidido emplear la tipografía K2D. Esta tipografía, de línea fina y redondeada denota simplicidad, modernidad y dinamismo, encajando a la perfección con el producto que desarrolla la empresa. Tras su selección, se realizan diversas modificaciones en la tipografía para ajustar al nombre. Estas modificaciones se muestran a continuación (Ilustración 109).

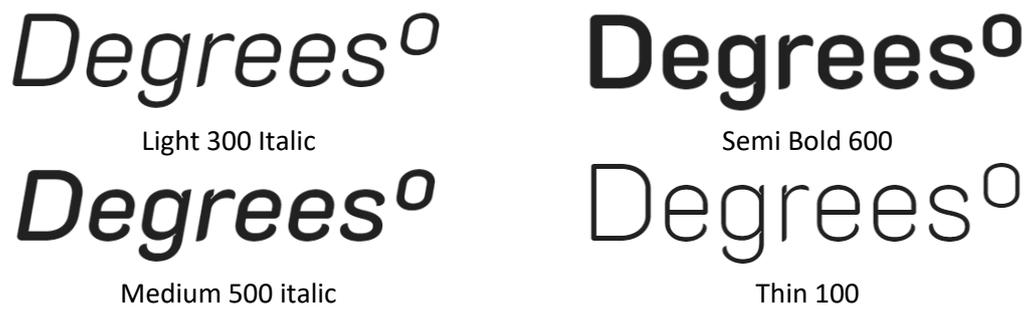


Ilustración 109. Estilos tipografía K2D

Finalmente, se ha escogido la tipografía Thin 100, que encaja mejor con las características que se estaban buscando para el diseño. El resultado se muestra a continuación (Ilustración 110).

Degrees°

Ilustración 110. Tipografía seleccionada para el nombre del producto

En aras de buscar un mayor movimiento en el nombre de producto para posicionarnos y diferenciarnos de la competencia, se ha jugado con el interlineado de la tipografía y se han llevado a cabo pequeñas modificaciones.



Ilustración 111. Modificaciones en tipología

Para entrar en mayor contacto con el producto, finalmente se ha seleccionado la tipografía K2D thin tamaño 100 sin reducción en el interlineado y con la doble e girada para dar nombre al producto. Con esta variación se hace mayor alusión al producto. En cuanto a la presentación de nombre se realizará en monocolor negro y se realiza también el negativo del mismo (Ilustración 112).

Degrees^o

Logo 1



Logo 2

Ilustración 112. Presentación logotipo del nombre del producto

ANEXO 8. Análisis de elementos de identidad de empresa

Las empresas que se van a analizar para el estudio de identidad corporativa corresponden con el sector de la energía renovable y medioambiente.

El agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático está suscitando el imponente crecimiento de las energías renovables. En este aspecto, la energía fotovoltaica se presenta como una energía limpia de bajo coste y con un rendimiento cada día más elevado.

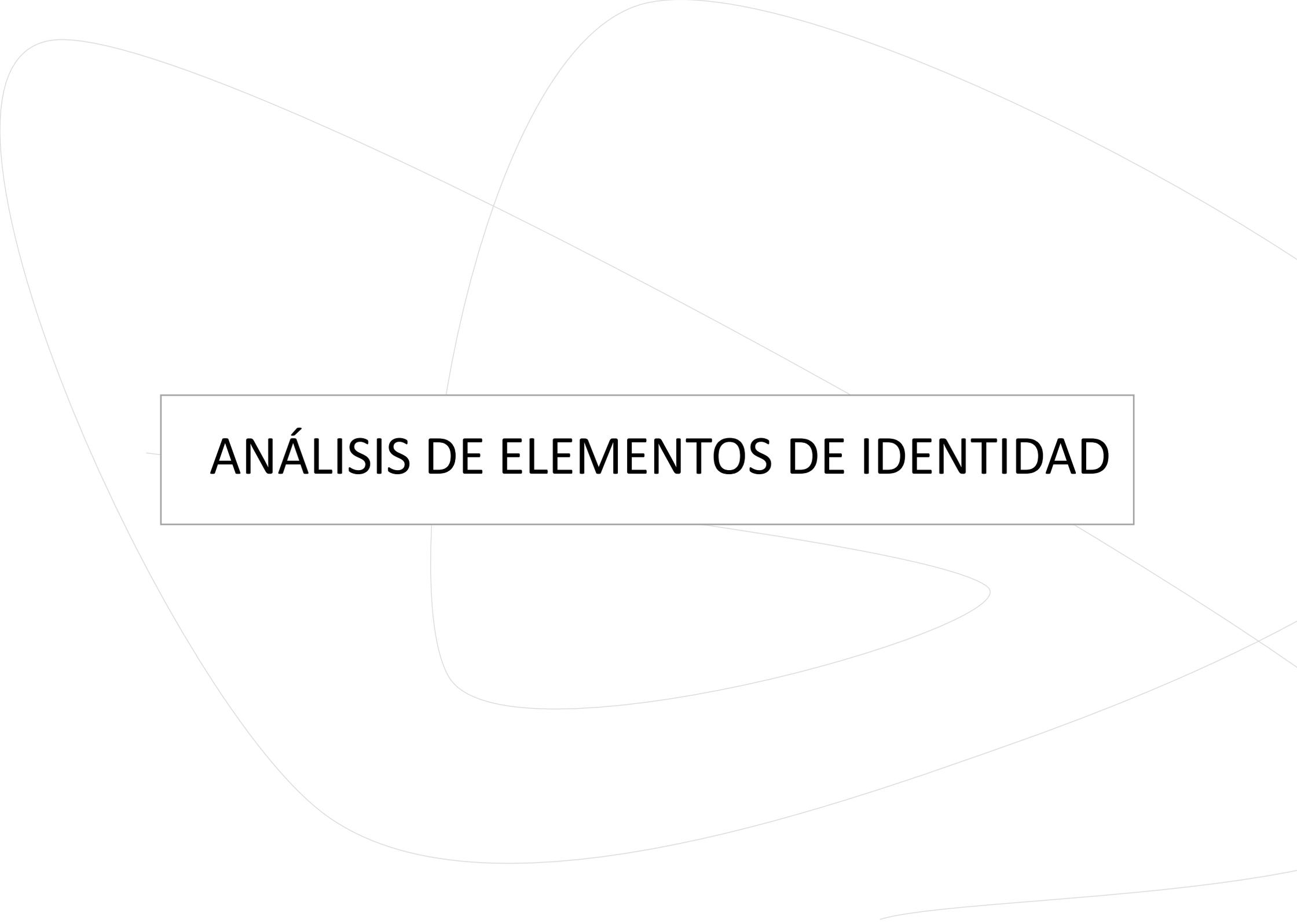
Las empresas que se analizarán a continuación se dedican a la venta de material fotovoltaico, desde los propios paneles solares hasta accesorios de monitorización.

Además, se dedican al asesoramiento técnico para la puesta en marcha de una instalación fotovoltaica. Las empresas son las siguientes (Ilustración 113).



Ilustración 113. Empresas análisis de elementos de identidad

Este anexo se ha dispuesto en formato horizontal para mayor claridad.



ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE IDENTIDAD

AutoSolar

Empresa

La empresa nace en 2012 en Alcácer, Valencia (España). Inicialmente, la empresa dirigida por Enrique Daroqui, vendía material fotovoltaico mediante su página web.

Esta empresa cuenta con un amplio stock por lo que permite realizar entregas en 24h. Además, la empresa trabaja directamente con las fábricas evitando así sobre costes con intermediarios, de esta forma son muy

competitivos en precio del material. Por ello, la empresa logra la diferenciación ante la competencia a través de la rapidez en el servicio de instalación y su precio de venta.

La política de la empresa ha logrado que AutoSolar energy solutions sea líder de Energía Solar en España, venta de Energía en Cualquier Formato. En 2017, la empresa logró una facturación mayo de 3.000.000 €.

La empresa ha continuado creciendo desde sus inicios y ahora también ofrece asesoramiento y soporte técnico para la puesta en marcha. Actualmente, cuentan con una empresa en Lima y también operan en Francia y gran parte del continente africano.

The screenshot shows the top section of the AutoSolar website. On the left is the logo, which consists of a house icon inside a green leaf shape, followed by the text "AutoSolar" in a green, sans-serif font. Below the logo is a green navigation bar with several menu items, each with a white icon and text: "ENERGÍA SOLAR" (with a sun icon), "BOMBAS DE AGUA" (with a water drop icon), "Kits Solares" (with a solar panel icon), "Paneles Solares" (with a solar panel icon), "Baterías" (with a battery icon), "Inversores" (with an envelope icon), "Reguladores de Carga" (with a lightning bolt icon), "Aerogeneradores" (with a wind turbine icon), and "Iluminación 12V" (with a light bulb icon). On the right side of the header, there is a "CONFIANZA ONLINE" logo, a phone number "961 430 113", a clock icon labeled "Horario", a person icon labeled "Mi Cuenta", and a shopping cart icon with "0" and "0,00 €". Below these are links for "Blog" (with a book icon), "Contacto" (with a speech bubble icon), and a search bar labeled "Buscar en AutoSolar..." with a magnifying glass icon.

AutoSolar

Elementos de identificación

El nombre de la empresa viene dado por la unión de las palabras Auto y solar. Para lograr la diferenciación entre palabras, se decidió usar la primera letra de solar en mayúsculas.

AutoSolar

La tipografía utilizada para la marca es de tipo de palo seco o "sans serif" buscando transmitir modernidad, seguridad y alegría.

En cuanto al **logotipo** usado para la marca, la empresa ha optado por juntar dos elementos muy simbólicos. Una hoja sobre la que reposa una casa.

La hoja es ampliamente conocida por simbolizar la energía verde, la energía renovable y los recursos naturales. Ello posiciona en gran medida la empresa como ecológica y de medio ambiente.

la representación gráfica del logotipo se realiza con líneas finas y de color verde, atribuyendo serenidad, modernidad y en cierto modo minimalismo.

Por el contrario, la representación de la casa con línea fina de color amarillo, se simboliza el hogar, la calidez y un acercamiento al cliente.



Respecto al color corporativo, la empresa ha seleccionado el color verde como el principal. Este color es usado tanto para el nombre de la marca y el logotipo.

Como se ha visto mediante la relación simbólica de la hoja, el color verde también es ampliamente usado para conceptos de energía renovables y la ecología. Además, es un color relajante y refrescante que induce a quién lo contempla sensaciones de serenidad y armonía.

También se ha usado el amarillo para el logotipo. En consonancia con la representación gráfica de la casa, se trata de un color energizante, cálido, alegre, y estimulante.

AutoSolar

Fabricantes

Debido a la política de la empresa de reducir costes, la propia empresa trabaja directamente con 84 fabricantes distintos.

Cada uno de estos fabricantes proporciona a la empresa distintos accesorios o equipos fotovoltaicos para su instalación.

La gama de productos que ofrece la empresa a través de sus fabricantes va desde kits solares hasta la venta de bombas de agua que ha añadido en su stock recientemente.

A continuación, se muestran algunos fabricantes con los que trabaja la empresa.



AutoSolar

Contacto

En el sitio web, se facilita una página donde el cliente puede ponerse en contacto con la empresa mediante un formulario de contacto.

En esta sección, la empresa también ofrece asesoramiento técnico para los clientes que deseen realizar la instalación fotovoltaica manualmente.

Contacto

 Carrer de Traginers, 20
46290 Alcàsser (Valencia)

 961 430 113

 autosolar@autosolar.es

Formulario de contacto

Enviar un correo electrónico.

Nombre *

E-mail *

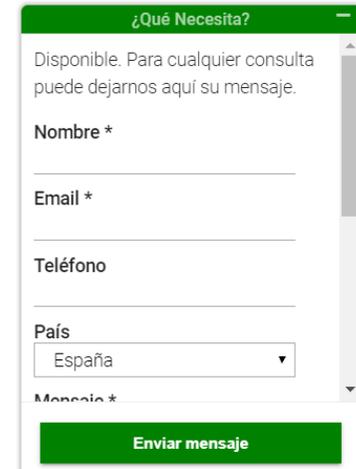
Teléfono

País

España ▼

Mensaje *

El sitio web también aparece una barra de herramientas a disposición del usuario donde mediante un desplegable se pueden enviar mensajes que llegan directamente a la empresa.



¿Qué Necesita?

Disponible. Para cualquier consulta puede dejarnos aquí su mensaje.

Nombre *

Email *

Teléfono

País

España ▼

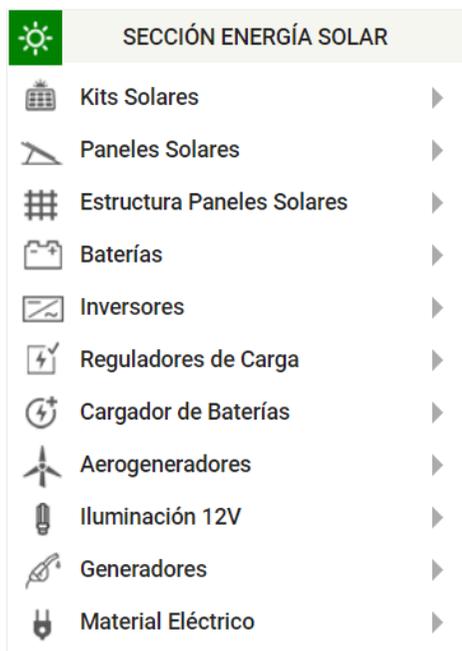
Mensaje *

Enviar mensaje

AutoSolar

Prensa gráfica

Respecto a la publicidad de la marca, en su sitio web es posible consultar las publicaciones de cada producto. Por ello, son muy meticulosos al momento de promocionar sus productos.



Cada producto, dispuesto en la página web de manera muy visual, ofrece una descripción detallada del producto, así como enlaces de vídeos con la explicación de su instalación si procede.

También ofrecen productos o accesorios relacionados que puedan interesar al cliente.

Estructura Paneles Solares

El tipo de soporte utilizado con los [paneles solares](#) es un elemento esencial para el máximo aprovechamiento de la radiación solar. Por eso en AutoSolar te ofrecemos todo tipo de **estructuras de paneles solares** que aseguran la inclinación adecuada dependiendo de tu base. Las estructuras de AutoSolar están fabricadas para soportar los cambios de temperatura, fuertes rachas de viento y presentan una durabilidad inmejorable de 25 años.



AutoSolar

Prensa gráfica

También disponen de un blog donde la empresa promociona sus novedades y publican noticias sobre energías renovables. A continuación, se muestran algunas de sus promociones.

B	SECCIÓN BLOG
	Aspectos Técnicos ▾
	Energía Solar Fotovoltaica ▾
	Energía Eólica ▾
	Energía Solar Térmica ▾
	Energía de Biomasa ▾
	Eficiencia Energética ▾
	Noticias de los Fabricantes ▾
	Política ▾
	Noticias Económicas ▾
	Noticias Nacionales ▾
	Noticias Internacionales ▾
	Instalaciones Fotovoltaicas ▾
	Legislación Autoconsumo Fotovoltaico ▾

¡Bienvenido!



20.11.2019

Energía Solar Fotovoltaica

Las ofertas del Black Friday llegan a AutoSolar

El Black Friday ha ganado protagonismo en los últimos años, y AutoSolar se suma a la bajada de precios más fuertes del año. Muy pronto con descuentos de hasta el 30% AutoSolar anima a apostar por los sistemas fotovoltaicos de las más variadas prestac...

07.11.2019

Noticias Internacionales

La batería más grande del mundo almacena hasta 20MW

¿Sabías que la baterías más grande del mundo se encuentra en Nueva York?. El objetivo de esta instalación de baterías, construido en el campus tecnológico al norte de Albany, es ayudar a la estabilización de la red eléctrica del Estado y reducir la e...

También se ofrece una sección de opiniones donde los usuarios pueden evaluar la compra.

De esta manera, ofrecen un modo más transparente de promocionar sus productos tanto para mejorarlo o dar mayor seguridad para posteriores ventas.

Solarmat

Empresa

Esta empresa especializada en energía fotovoltaica emerge en 2014 cuando las energías renovables fotovoltaicas aún eran sinónimo de ilegalidad por decisiones políticas.

Inicialmente, su fundador, Jose Miguel Corrales, quiso crear una consultoría de eficiencia energética para grandes empresas. Durante 4 crea una plataforma online para ahorrar en la factura de la luz hasta que se separa de esta sociedad y

funda Solarmat siendo pionera en la utilización de baterías de litio en instalaciones.

Los cambios legislativos del RDL 15/2018 y del RD 244/2019 mejoran la situación generan de la empresa debido a las restricciones legales y permite que la empresa crezca duplicando el tamaño de la empresa y a nivel de tamaño.

Actualmente la empresa apuesta por la innovación

Y cuenta con los últimos avances en la tecnología aplicada al sector fotovoltaico.

La empresa cuenta con un blog personal donde cuentan todas sus experiencias en asistencias a congresos tanto a nivel nacional como internacional del sector fotovoltaico.



Solarmat

Elementos de identificación

Solar, una palabra muy común en empresas dedicadas al sector de la energía fotovoltaica, es usado para nombre a esta empresa.

Orientada a la venta online de productos, la empresa ha incluido una abreviación de material a solar, dando lugar a solarmat.

La marca apuesta por un nombre fácil de recordar y descriptivo que los posiciona respecto de otras marcas.

Posicionando la marca como moderna y elegante se han omitido los remates en la

mediante una tipografía de palo seco. Esta tipografía, muy usada en ámbitos comerciales, debido a su legibilidad en pantallas, encaja a la



perfección con la marca ya que se promociona exclusivamente a través de su web.

El logotipo de la marca está compuesto por un círculo con

Un destello en el centro, que se va difuminando constantemente.

El color que usa el nombre marca es el negro, dándole gran contraste y garantizando la neutralidad.

En cuanto al color del logotipo, No obstante, se ha usado el rojo dotando la marca de fuerza y agresividad.

Solarmat

Fabricantes

Basando su política de empresa en realizar un gran servicio, La empresa realiza las entregas en menos de 48-72, gracias al amplio stock del que disponen.

Además, la empresa trabaja con marcas reconocidas del mercado, de calidad contrastadas evitando herramientas de baja calidad, que pueden retrasar la instalación.

A continuación, se muestran algunas marcas con las que se relaciona la empresa.



Solarmat

Prensa gráfica

Posicionándose como una empresa dedicada a la venta online de sus productos, la empresa es meticulosa a la hora de publicitarse.

La empresa utiliza una web sencilla, muy visual y desprovista de grandes descripciones de sus productos. De esta manera capta más la atención de los diferentes usuarios.

También cuenta con un sistema de filtrado para la selección del producto que mejor se adapte a sus clientes.

La empresa también dispone de cuentas externas tanto en Facebook, twitter o youtube, donde explican detalladamente el proceso de instalación de sus equipos, o comparten noticias de actualidad del sector.



Solarmat está 🎉 celebrando este día especial.

4 horas · 🌐

🌟 ¡Buenas noticias para el autoconsumo fotovoltaico! 🌟

 Seguir a @Solarmat_es



SOLARMAT

78 suscriptores · 7 videos

Canal de Youtube de Solarmat, tu tienda online de Energías Renovables, Eficiencia Energética y sostenibilidad de confianza.



Buscar



Carrito: vacío

INICIO

PLACAS SOLARES

KIT SOLAR AUTOCONSUMO

BATERÍAS

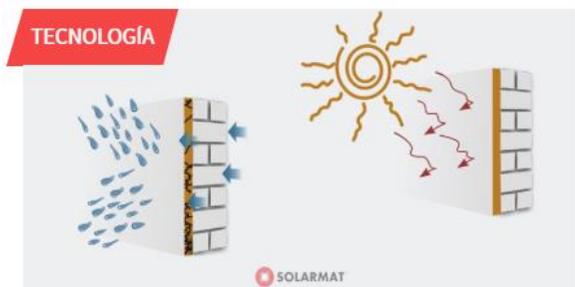
BOMBAS DE AGUA

CONÓCENOS

BLOG

Solarmat

Prensa gráfica



Suberlev: la eficiencia energética no es solo...

By Mario Siles • On 13 mayo, 2019 • In Tecnología

La energía verde es tan solo una parte, muy importante eso sí, de una visión más amplia que aúna otros conceptos...

La empresa cuenta con un blog donde se promociona y ofrece a los distintos usuarios noticias relevantes del sector energético o tecnológico, novedades de la empresa, instalaciones de sus clientes etc.



También disponen de una sección de comentarios con los usuarios, donde se pueden realizar cualquier tipo de pregunta en relación con la empresa o su sector.



COMENTARIOS



Angel on WiBee, el dispositivo que está revolucionando la medición de electricidad

Solarmat

Contacto

La web cuenta con una sección donde los clientes pueden ponerse en contacto con la empresa mediante una formulación de contacto.

En esta página los usuarios reciben asesoramiento técnico y resuelven cualquier duda en relación con el sector.

Información de contacto

 SOLARMAT, Passeig Pla de Garaita, 1 Apto. correos 237 La Nucía (Alicante) Spain

 Llámanos ahora: 965 063 479 / 684 422 790
(Whatsapp)

 Nuestro email de contacto: info@solarmat.es

ENVIAR UN MENSAJE

Asunto

--Elija--

Correo electrónico

Referencia de pedido

Archivo

fichero no seleccionado **Seleccione un**

Mensaje



Introduce las letras

Enviar >

ANEXO 9. Análisis estático estructura

En este apartado se han realizado diversos estudios estáticos para comprobar la resistencia de la estructura bajo las cargas en las que se verá sometida. Todos los análisis se han realizado para la condición más desfavorable de la estructura. Esto es, cuando la estructura se encuentra en la posición de desplegado.

Para el estudio de análisis estático se ha utilizado el complemento Simulation de SolidWorks y otras herramientas como Working Model. También ha sido necesario el documento básico de acciones en la edificación "DB-SE-AE" del código técnico de edificación para extraer las cargas ambientales a las que se puede ver sometida la estructura.

Cálculo acciones ambientales sobre la estructura

En primer lugar, se van a calcular las acciones del viento que pueden aparecer sobre la estructura. No se tendrá en cuenta la acción de la nieve debido a la situación geográfica donde se instalará la estructura.

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, Q_e puede expresarse como:

$$Q_e = Q_b \cdot C_e \cdot C_p \quad (\text{Ecuación 6})$$

donde, Q_b la presión dinámica del viento obtenido en función en función del emplazamiento geográfico de la obra, C_e el coeficiente de exposición y C_p el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

Se calculan estos parámetros según los anejos y tablas del CTE.

Presión dinámica (Q_b)

De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, la presión dinámica del viento puede tomarse como 0,5 kN/m². No obstante, pueden obtenerse valores más precisos dependiendo de la zona geográfica donde se realice la instalación dentro del territorio español.

La instalación se llevará a cabo en Villahermosa del Río (Castellón) zona A según Ilustración 114.



Ilustración 114. Valor básico de la velocidad del viento, v_b

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la Ilustración 114. El de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m² , 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa.

Por tanto, la presión dinámica del viento para esta zona geográfica es de:

$$Q_b = 0,42 \frac{kN}{m^2}$$

Coefficiente de exposición (C_e)

El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$C_e = F \cdot (F + 7k) \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) \quad (\text{Ecuación 8})$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la Tabla 20.

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 20. Coeficientes de exposición según el tipo de entorno

Para un grado de aspereza tipo III, se obtienen los valores de k, L. El máximo de la en la ecuación (9) corresponde al de la Tabla 20 ya que la altura donde se instalan los paneles solares es inferior a 2m.

sustituyendo en la expresión F;

$$F = 0,19 \ln \left(\frac{2}{0,05} \right) = 0,7 \quad (\text{Ecuación 9})$$

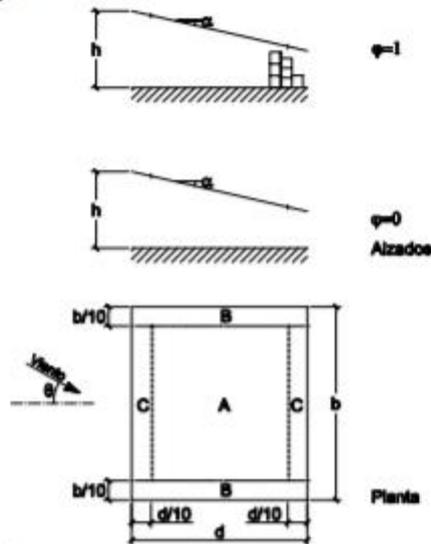
$$C_e = 0,7 \cdot (0,7 + 7 * 0,19) = 1,42 \quad (\text{Ecuación 10})$$

Coeficiente de presión exterior (Cp)

Los coeficientes de presión exterior o eólico, Cp, dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia. De las tablas de parámetros verticales del (D3-D13) del CTE puede extraerse su valor.

Procediendo por analogía, se considera que los paneles solares son una marquesina a un agua, por lo que la tabla correspondiente según el CTE es, Tabla 21.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Coeficientes de presión exterior					
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción ψ	$C_{pe,10}$ Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla 21. Coeficiente de presión exterior para marquesinas a un agua

Para simplificar los resultados se tomará que toda la superficie de los paneles es de zona A. Teniendo en cuenta la inclinación de los paneles de 30° y que el valor de obstrucción es 1 debido a los cierres que obstruyen el paso del viento por debajo de los paneles, se obtiene un valor de;

$$C_p = 2,2$$

Con los parámetros establecidos es posible calcular la carga del viento para la estructura, según la ecuación (6):

$$Q_e = 0,42 \cdot 1,42 \cdot 2,2 = 1,322 \frac{kN}{m^2}$$

Con el cálculo de la carga del viento es posible establecer las cargas a las que se verán sometidas cada uno de los perfiles. Mediante la herramienta Working Model se calculan las reacciones en la articulación de la barra más desfavorable. Es decir, aquella que debe soportar mayores esfuerzos.

Para la estructura que se ha diseñado, este perfil es M4b-3-perfil apoyo delantero ya que los momentos que se generan para este perfil son mayores. El perfil más desfavorable es el que está nombrado dentro del rectángulo en rojo de la Ilustración 115.

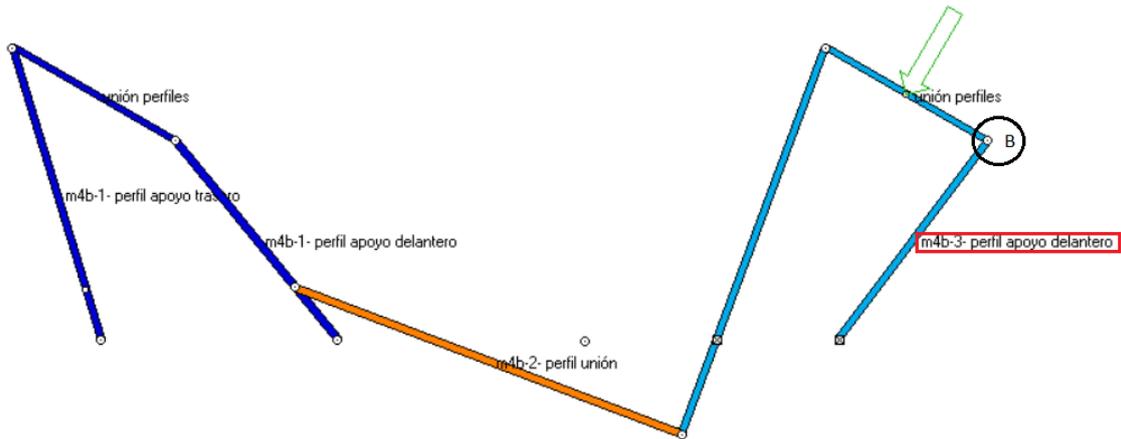


Ilustración 115. Simulación Working Model para reacciones en la barra más desfavorable

Teniendo en cuenta que la superficie donde se aplicará la carga del viento es de;

$$1596,39 \times 948,69 \text{ mm}^2 = 1,5144 \text{ m}^2$$

Se obtiene una carga total ejercida por el viento de;

$$1,322 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1,51 \text{ m}^2 = 1,99622 \text{ kN}$$

El punto de aplicación de la fuerza está centrado y su vector es perpendicular a la superficie del panel (flecha verde de la Ilustración 115). Introduciendo el valor obtenido en la simulación se han obtenido las siguientes reacciones para la articulación del perfil M4B-3- Perfil apoyo delantero.

Force of Pin 41	
F_x	555.216 N
F_y	882.160 N
$ F $	1042.339 N

Ilustración 116. Resultados reacciones en barra más desfavorable

Debido a que este estudio es bidimensional, para nuestro estudio estático mediante el complemento Solid Works Simulation, la carga para uno de los dos perfiles que completan la estructura la carga se verá sometida a la mitad por tanto la reacción final sobre el eje Y es de;

$$F_{RY} = 441,08 \text{ N}$$

$$F_{RX} = 216,108 \text{ N}$$

Análisis estático

Con toda la información previa obtenida, se puede acceder al complemento Solid Works Simulation para realizar el estudio estático para el componente M4B-3-perfil apoyo delantero.

En primer lugar, se establecen las cargas, así como material y las sujeciones. A pesar de haber obtenido el valor de las cargas, estas tendrán una dirección concreta en el estudio de simulación. Para las sujeciones de la articulación central, también se deben realizar las restricciones en diferentes direcciones. Para solucionar esto, se han creado planos como los que se muestran a continuación (Ilustración 117).

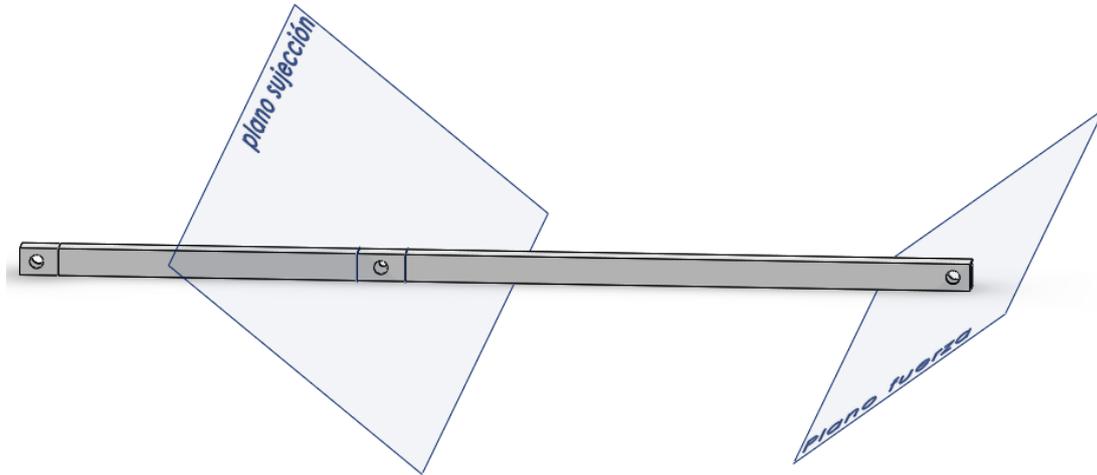


Ilustración 117. Planos análisis estático

Una vez creados, los planos ha sido posible establecer las cargas y las restricciones en el componente. Para la articulación donde va fijada a la estructura, se ha impuesto una restricción de bisagra por lo que únicamente puede rotar en el eje donde va articulado.

En cuanto a la articulación que fija la posición final, es decir, cuando la estructura está extendida, únicamente se va a restringir el movimiento en la dirección del plano sujeción creado. Finalmente, la carga extraída del análisis realizado mediante Working Model se aplica en la dirección del plano fuerza creado sobre la articulación cilíndrica.

Tras realizar un mallado vasto, se han obtenido unos resultados. Extrayendo los resultados de la norma de energía, se ha visto que en la articulación central se concentran en mayor parte las tensiones. Por ello, se ha realizado un refinamiento manual en esta zona para obtener los cálculos más precisos. La Ilustración 118 muestra el mallado refinado.

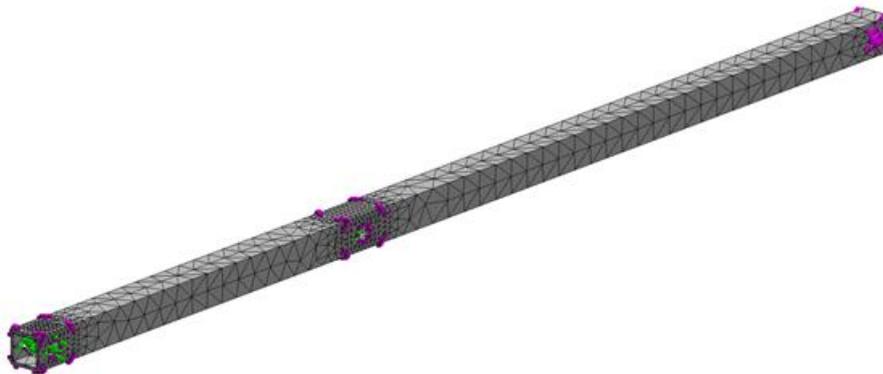


Ilustración 118. Malla refinada para estudio estático

Tras realizar el refinamiento del mallado, se extraen las propiedades de malla (Ilustración 119).

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático (-Predeterminado-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla estándar
Transición automática	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla	Desactivar
Puntos jacobianos	4 puntos
Control de malla	Definida
Tamaño de elementos	4.17075 mm
Tolerancia	0.208538 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	72790
Número total de elementos	36043
Cociente de aspecto máximo	18.509
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	75.7
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0.0666
% de elementos distorsionados (Jacobiano)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:16
Nombre de computadora	

Ilustración 119. Resultados malla

Como se puede observar, el porcentaje de elementos con cociente de aspecto menor de 3 es del 75,7%. Esto significa que el 75,7% de todos los elementos de la malla tienen no presentan ninguna distorsión. Además, únicamente un 0,066% presentan distorsiones que proporcionan resultados poco precisos, por ello, la malla empleada para los cálculos es correcta.

Una vez se ejecuta el análisis se obtienen los siguientes resultados para las tensiones máximas y desplazamientos (Ilustración 120 y Ilustración 121).

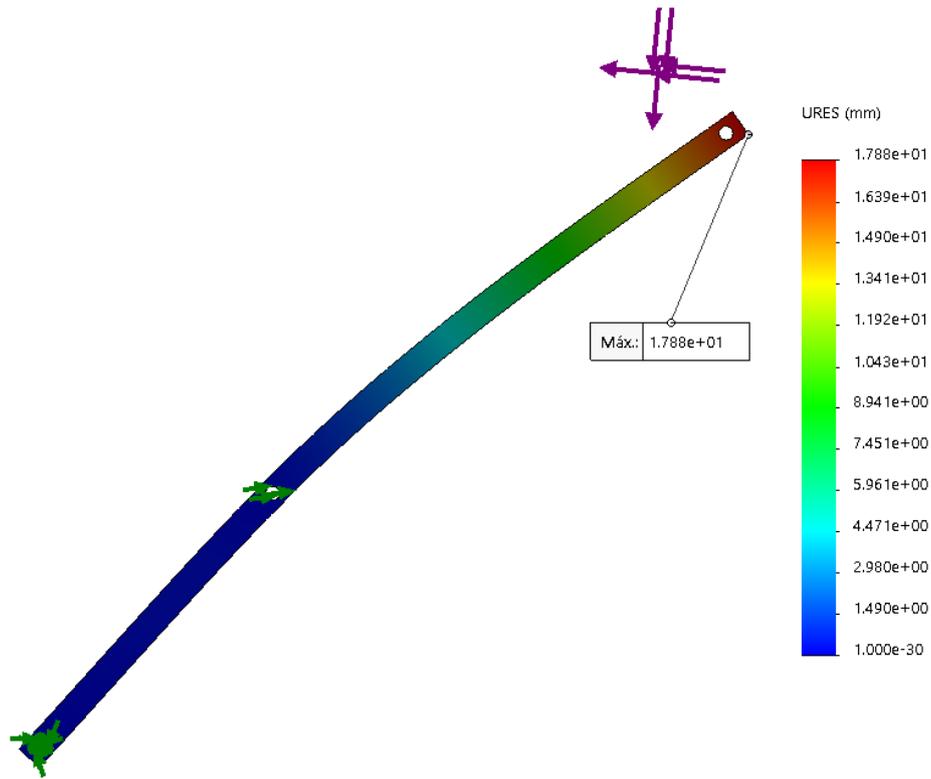


Ilustración 120. Desplazamientos análisis estático

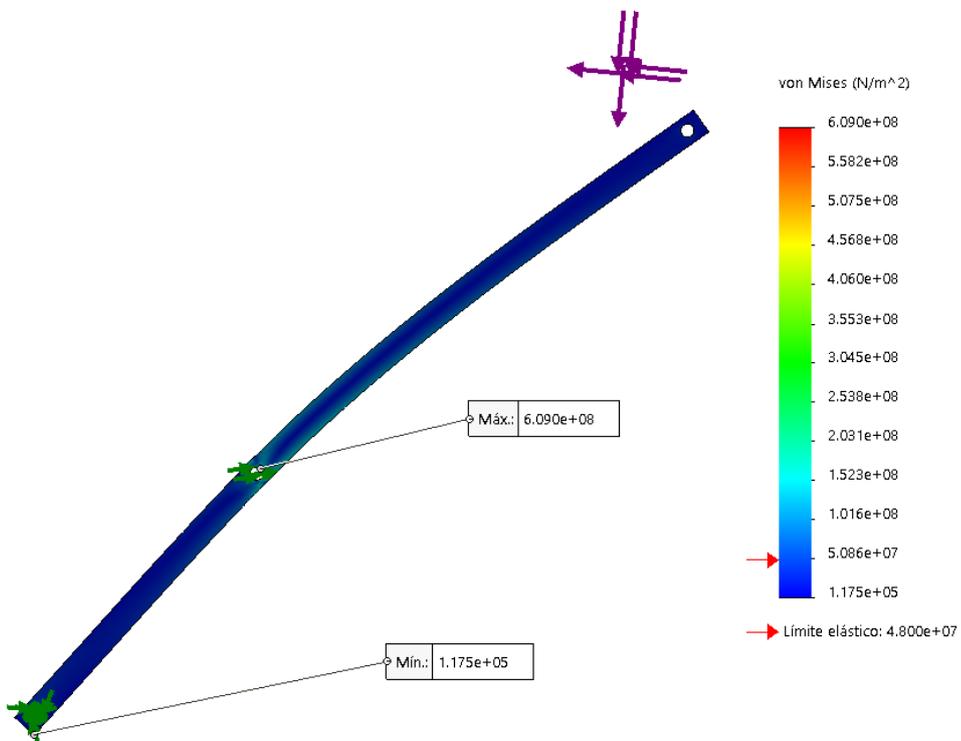


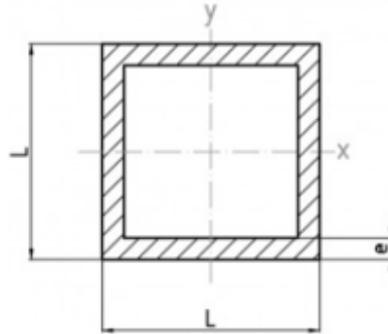
Ilustración 121. Tensiones análisis estático

Tras realizar un estudio de los resultados se pueden extraer diversas conclusiones. Por una parte, se detecta que en la zona de la articulación central se sobrepasa la tensión final del

aluminio, por lo que se producir rotura del perfil. Además, se observa un desplazamiento del punto donde se aplica la fuerza de 10,2mm. Este desplazamiento no afecta directamente sobre el rendimiento de los paneles solares, pero es conveniente minimizarlo.

Por ello, se ha realizado una fase de rediseño de este componente para obtener mejores resultados. En este aspecto, se han propuesto diversas modificaciones. En primer lugar, se puede jugar con la sección del perfil.

Revisando en los proveedores de este tipo de perfiles de aluminio (Alu-stock, s.f.), se ha visto que se disponen de diversos espesores tal y como se muestra continuación.



l x l	e	Peso	I _{xc} =I _{yc}	W _{xc} =W _{yc}	6060/6063*	6082
10 x 10	1,0	0,102	0,049	0,098		-
12 x 12	2,0	0,227	0,139	0,231		-
15 x 15	1,5	0,230	0,249	0,332		-
15 x 15	2,0	0,295	0,300	0,400		-
16 x 16	1,5	0,247	0,308	0,385		-
20 x 20	1,5	0,315	0,637	0,637		-
20 x 20	2,0	0,408	0,787	0,787		-
20 x 20	3,0	0,578	1,013	1,013		-

Por ello, se ha realizado un análisis ampliando el espesor del perfil a 2mm. A continuación, se muestran los resultados de las tensiones y desplazamientos con estos cambios de sección (Ilustración 122 y Ilustración 123).

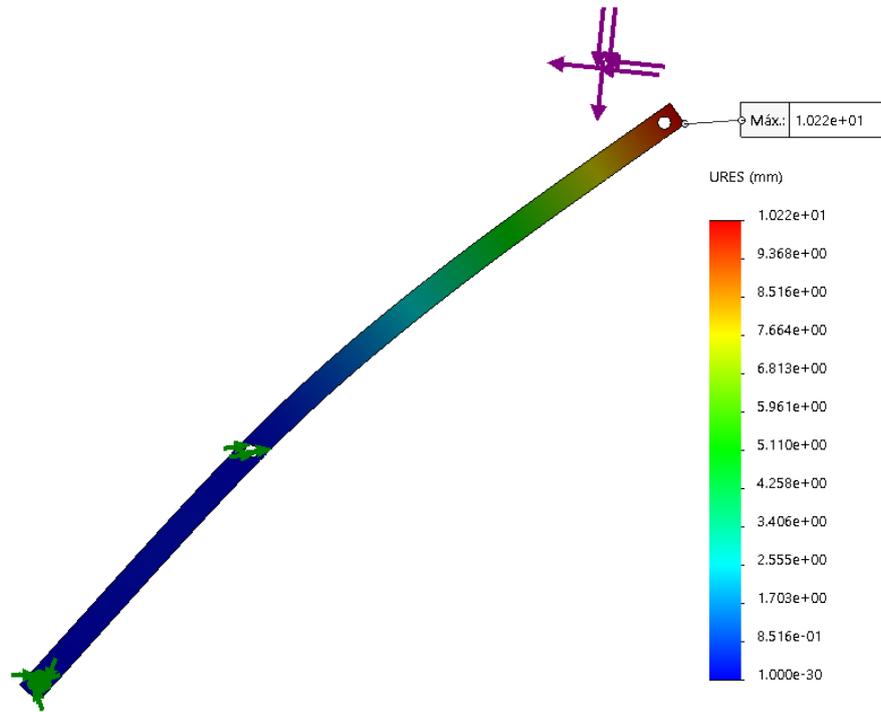


Ilustración 122. Desplazamiento con cambio de sección

Analizando los resultados obtenidos y comparándolos con los resultados obtenidos anteriormente se pueden distinguir algunas diferencias. Por una parte, se ha reducido en un 50% el desplazamiento del punto más crítico, obteniendo un valor de 10mm.

Los resultados de las tensiones obtenidas para la sección de 2 mm se muestran a continuación Ilustración 123.

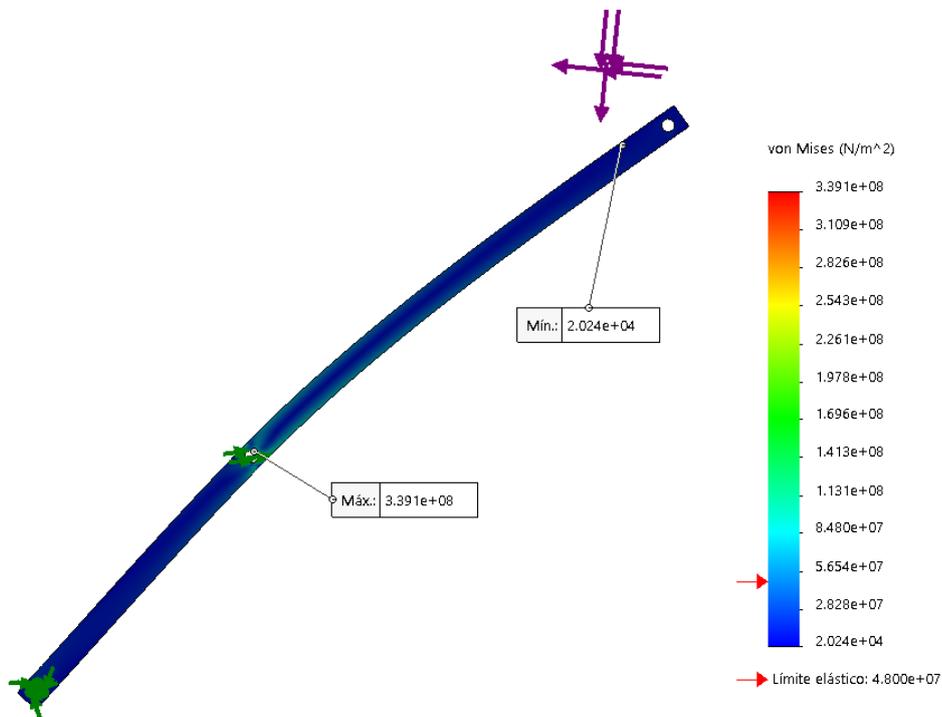


Ilustración 123. Tensiones con cambio de sección

Además, las tensiones en la articulación central también han disminuido aproximadamente a la mitad. Por lo tanto, los cambios mejoran considerablemente la situación inicial. No obstante, las tensiones siguen superando las tensiones del límite elástico. A continuación, la Ilustración 124 muestra la sección más desfavorable.

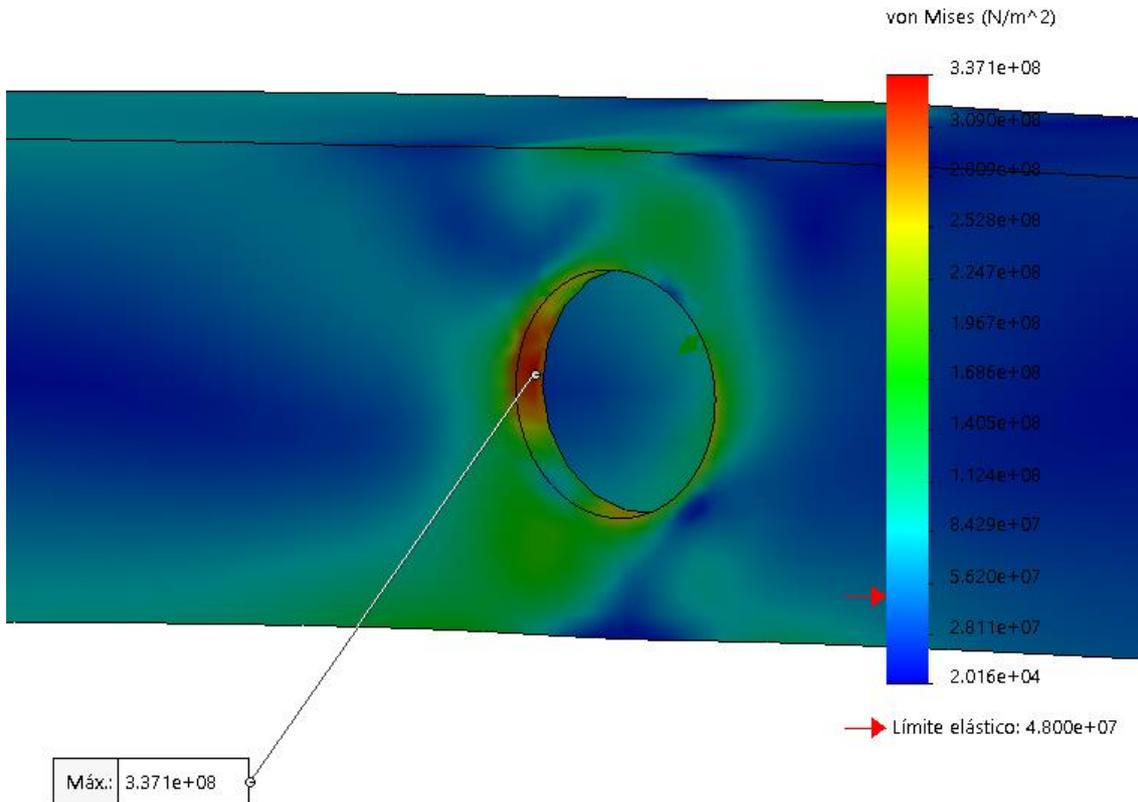


Ilustración 124. Sección con mayores tensiones

Con motivo de obtener resultados más favorables, se han realizado los análisis estáticos para la sección de 3mm disponible a nivel comercial. Estos son los resultados máximos para esta sección.

$$\text{Tensión Von mises máxima: } 2,399e8 \frac{N}{mm^2}$$

$$\text{Desplazamientos máximos: } 7,07 \text{ mm}$$

Analizando a estos resultados, se observa que la disminución de la tensión entre los perfiles con secciones de 2 y 3 mm es relativamente pequeña, por lo que se ha optado por el uso de la sección de 2mm para reducir peso y costes.

Puesto que un segundo cambio de sección no reducía considerablemente las tensiones en la articulación central, se ha realizado un rediseño en el orificio. En este aspecto, se ha incrementado el diámetro del agujero y posteriormente se inserta un casquillo de diámetro inferior de M5 para ensamblar el tornillo.

Una vez se han realizado los cambios, se vuelve a ejecutar el análisis, obteniendo unos resultados más favorables en la zona crítica. A continuación, la Ilustración 125 muestra la sección con las nuevas tensiones aparecidas con el casquillo insertado.

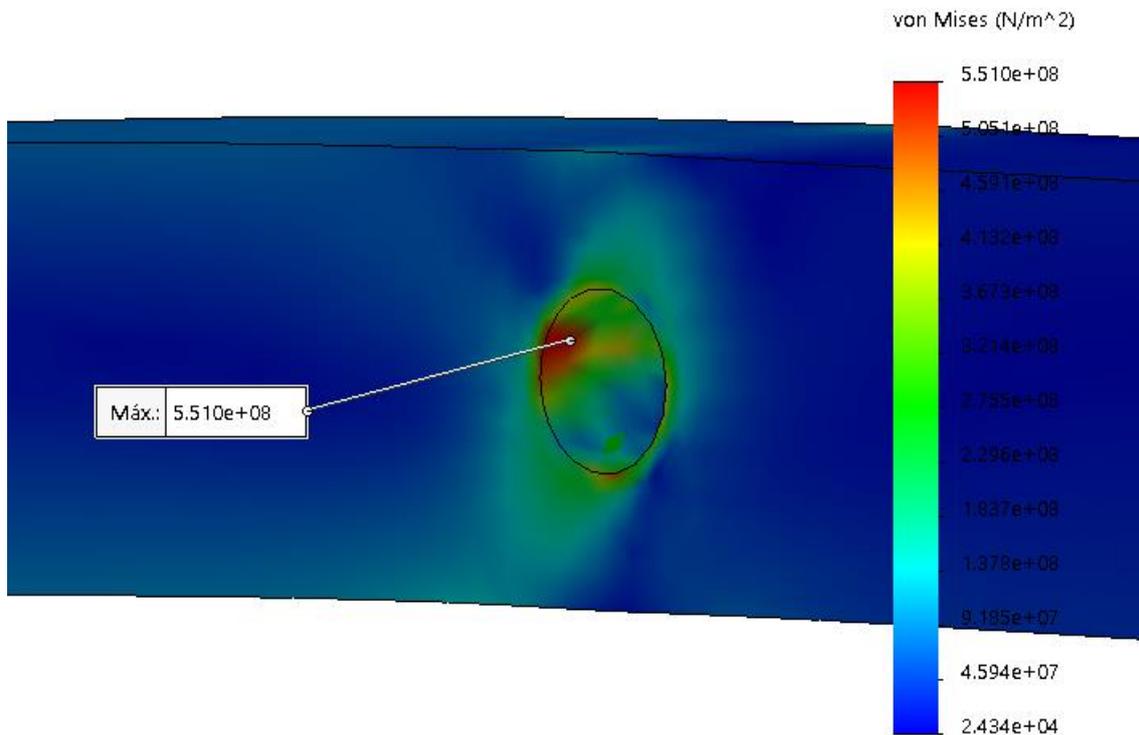


Ilustración 125. Sección con mayores tensiones con casquillo insertado

Como se puede observar, se han reducido en gran medida todas las tensiones que aparecen alrededor del agujero, estando por debajo del límite elástico. No obstante, se encuentra un pico cerca del orificio con un valor máximo de $5,510 \times 10^8$, mucho mayor que la tensión extraída en el análisis anterior.

Este pico es incoherente con los resultados, teniendo en cuenta que insertando un casquillo estas tensiones deberían de reducirse, tal y como ha ocurrido en el resto del área de influencia en el casquillo. Además, se ha refinado la malla en la zona destacada y los valores son iguales.

Por tanto, se puede deducir que este pico puede relacionarse con un error en el cálculo de a la simulación, de manera que se pueden aceptar los resultados obtenidos.

A modo de conclusión, en este apartado se han realizado los estudios estáticos para comprobar la resistencia de los perfiles. Tras una fase de rediseño, en el que se han aumentado la sección y se ha incluido un casquillo en la articulación central del perfil, se han obtenido unos resultados favorables.

III PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I. MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL TRASERO	169
CAPÍTULO II. MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL DELANTERO.....	170
CAPÍTULO III. MECANISMO INVERSIÓN CINEMÁTICA.....	171
CAPÍTULO IV. SUJECIÓN SUELO.....	172
CAPÍTULO V. PIEZAS ESTÁNDAR.....	174
CAPÍTULO VI. MECANISMO DE UNIÓN.....	177

CAPÍTULO I. MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL TRASERO

CUADRO DE PRECIOS Nº1

Nº	DESIGNACIÓN	Cnt.	PRECIO/U	PROVEEDOR	IMPORTE PARCIAL	TOTAL
1.1	MB4-1- PERFIL APOYO TRASERO	2	3,1 €/m	BRICOMART REF: 10357326	Material 3,1	6,2
1.2	MB4-1- PERFIL APOYO DELANTERO	2	3,1 €/m	BRICOMART REF: 10357326	Material 3,1	6,2

PRESUPUESTO PARCIAL DEL MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL TRASERO

MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL TRASERO				
Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
PRECIO UNIDADES				
1.1	MB4-1- Perfil apoyo trasero	2	3,1	6,2
1.2	MB4-1- Perfil apoyo delantero	2	3,1	6,2
TOTAL				12,4
OPERACIONES AÑADIDAS				
Nº	DESIGNACIÓN		PRECIO GLOBAL	TOTAL €
-	-		-	-
TOTAL				12,4

CAPÍTULO II. MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL DELANTERO

CUADRO DE PRECIOS Nº2

Nº	DESIGNACIÓN	Cnt.	PRECIO	PROVEEDOR	IMPORTE PARCIAL	TOTAL
2.1	MB4-3- perfil apoyo trasero	2	3,1 €/m	BRICOMART REF: 10357326	Material 3,1	6,2
2.2	MB4-3- Perfil apoyo delantero	2	3,1 €/m	BRICOMART REF: 10357326	Material 3,1	6,2
2.3	Soporte panel delantero	2	9,3 €/U	LASER WORK	Corte y plegado 18,6	18,6

PRESUPUESTO PARCIAL DEL MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL DELANTERO

MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL DELANTERO				
Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
PRECIO UNIDADES				
2.1	MB4-1- Perfil apoyo trasero	2	3,1	6,2
2.2	MB4-1- Perfil apoyo delantero	2	3,1	6,2
2.3	Soporte panel delantero	2	9,3	18,6
TOTAL				31
OPERACIONES AÑADIDAS				
Nº	DESIGNACIÓN		PRECIO GLOBAL	TOTAL €
-	-		-	-
TOTAL				31

CAPÍTULO III. MECANISMO INVERSIÓN CINEMÁTICA

CUADRO DE PRECIOS Nº4

Nº	DESIGNACIÓN	Cnt.	PRECIO	PROVEEDOR	IMPORTE PARCIAL	TOTAL
3.1	P. rango de movimiento	2	3,17 €/m	BRICOMART 2,6 m REF: 10357445	Material 8,25	
						8,25
3.2	Tubo aluminio D20 mm	2	3,3 €/m	BRICOMART REF: 10256442	Material 9,9	
						9,9

PRESUPUESTO PARCIAL DEL MECANISMO DE INVERSIÓN CINEMÁTICA

MECANISMO INVERSIÓN CINEMÁTICA				
Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
PRECIO UNIDADES				
3.1	P. Rango de movimiento	2	8,25	8,25
3.2	Tubo aluminio D20 mm	2	3,3	6,6
	TOTAL			14,85
OPERACIONES AÑADIDAS				
Nº	DESIGNACIÓN		PRECIO GLOBAL	TOTAL €
-	-		-	-
	TOTAL			14,85

CAPÍTULO IV. SUJECCIÓN SUELO

CUADRO DE PRECIOS Nº4

Nº	DESIGNACIÓN	Cnt.	PRECIO	PROVEEDOR	IMPORTE PARCIAL	TOTAL
4.1	Hormigón encofrado	1,58 <i>m</i> ³	30 €/m ³	BRIKUM 0100511	Material	47,4
						47,4
4.2	Molde encofrado	2	75	LaserWork	Material	150
						150
4.3	Taco restricción posición	4	4,99	AERZETIX	Material	4,99
						4,99
4.4	Cierre	4	7,52	BRICOMART REF:10386432	Material	30,08
						30,08
4.5	Panel Tipo I	4	7,52	BRICOMART REF:10386432	Material	30,08
						30,08
4.6	Panel Tipo II	8	7,52	BRICOMART REF:10386432	Material	60,16
						60,16
4.7	Bisagra cierre	6	1,2	Laserwork	Material	7,2
						7,2
4.8	Caja de bloqueo		25	Laserwork	Material	25
						25

PRESUPUESTO PARCIAL DE LA SUJECIÓN SUELO

SUJECIÓN SUELO				
Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
PRECIO UNIDADES				
4.1	Hormigón encofrado	1,58 <i>m³</i>	30 <i>€/m³</i>	47,4
4.2	Molde encofrado	2	75	150
4.3	Taco restricción posición	4	4,99	4,99
4.4	Cierre	4	7,52	30,08
4.5	Panel Tipo I	4	7,52	30,08
4.6	Panel Tipo II	8	7,52	60,16
4.7	Bisagra cierre	6	1,2	7,2
4.8	Caja de bloqueo	1	25	25
TOTAL				354,91
OPERACIONES AÑADIDAS				
Nº	DESIGNACIÓN		PRECIO GLOBAL	TOTAL €
-	-		-	-
TOTAL				354,91

CAPÍTULO V. PIEZAS ESTÁNDAR

CUADRO DE PRECIOS N°5

Nº	DESIGNACIÓN	Cnt.	PRECIO UNIDAD	PROVEEDOR	IMPORTE PARCIAL	TOTAL
5.1	Casquillos con valona EGF08055-E40	70	0,15	SCHEFFLER	Material 10,5	10,5
5.2	Tornillo ISO 4014 M8x70	10	0,27	TODOSTOK	Material 3,2	3,2
5.3	Tornillo ISO 4017 M8x55	6	0,29	NORELEM	Material 1,74	1,74
5.4	Tuerca ISO 4161 M8	8	0,07	TODOSTOK	Material 0,56	0,56
5.5	Tornillo ISO 7046 M8X60	2	0,25	TODOSTOK	Material 0,5	0,5
5.6	Tornillo ISO 7046 M5X50	2	0,2	NORELEM	Material 0,4	0,4
5.7	Arandela M8	12	0,01	BRICOMART	Material 0,12	0,12
5.8	Arandela M10	12	0,02	BRICOMART	Material 0,24	0,24
5.9	Tubo aluminio D20 22mm	2	3,3/m	BRICOMART REF:10256785	Material 0,07	0,07
5.10	Anillo de seguridad 627608	10	0,07	123Rodamiento	Material 3,9	3,9
5.11	Pasador	2	0,20	BRICOMART	Material 0,4	0,4
5.12	Tubo aluminio D5	2	0,95/m	NORELEM	Material 0,01	0,01
5.13	Eje aluminio D8mm	2	1,75/m	BRICOMART	Material 0,12	0,12
						3,5

5.14	Tubo aluminio D20 27.5mm	2	3,3/m	BRICOMART REF:10256785	Material	0,089	
							0,089
5.15	Tubo aluminio D20 400mm	4	3,3/m	BRICOMART REF:10256785	Material	1,32	
							1,32
5.16	Cantonera de espuma 200mm	4	0,50/m	BRICOMART REF:10467744	Material	0,1	
							0,1
5.17	Bisagra	6	1,88	BRICOMART REF:10509366	Material	11,28	
							11,28
5.18	Pestillo	1	1,33	BRICOMART REF:10082786	Material	1,33	
							1,33
5.19	Rueda de poliamida de nailon	6	0,99	CAUJOLLE REF: 3045	Material	5,94	
							5,94
5.20	Guía carril galvanizada	5	6	BRICOMART REF:10645593	Material	30	
							30
5.21	Muelle de gas de nitrógeno	2	21,22	CROMPARTS GSP-8136	Material	42,44	
							42,44

PRESUPUESTO PARCIAL DE LA PIEZAS ESTÁNDAR

PIEZAS ESTÁNDAR				
Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
PRECIO UNIDADES				
5.1	Casquillos con valona EGF08055-E40	70	0,15	10,5
5.2	Tornillo ISO 4014 M8x70	10	0,27	3,2
5.3	Tornillo ISO 4017 M8x55	6	0,29	1,74
5.4	Tuerca ISO 4161 M8	8	0,07	0,56
5.5	Tornillo ISO 7046 M8X60	2	0,25	0,5
5.6	Tornillo ISO 7046 M5X50	2	0,2	0,4
5.7	Arandela M8	12	0,01	0,12
5.8	Arandela M10	12	0,02	0,24
5.9	Tubo aluminio D20 22mm	2	3,3/m	0,07
5.10	Anillo de Seguridad 627608	10	0,07	3,9
5.11	Pasador	2	0,07	0,4
5.12	Tubo aluminio D5	2	0,20	0,01
5.13	Eje aluminio D8mm	2	0,95/m	0,12
5.14	Tubo aluminio D20 27.5mm	2	1,75/m	0,089
5.15	Tubo aluminio D20 400mm	4	3,3/m	1,32
5.16	Cantonera de espuma 200mm	4	0,50/m	0,1
5.17	Bisagra	6	1,88	11,28
5.18	Pestillo	1	1,33	1,33
5.19	Rueda de poliamida de nylon	6	0,99	5,94
5.20	Guía de carril galvanizada	5	6	30
5.21	Muelle de gas	2	21,22	42,44
TOTAL				114,25
OPERACIONES AÑADIDAS				
Nº	DESIGNACIÓN		PRECIO GLOBAL	TOTAL €
-	-		-	-
TOTAL				114,25

CAPÍTULO VI. MECANISMO DE UNIÓN**CUADRO DE PRECIOS Nº7**

Nº	DESIGNACIÓN	Cnt.	PRECIO	PROVEEDOR	IMPORTE PARCIAL	TOTAL
6.1	MB4-2- Perfil de unión	2	3,1 €/m	BRICOMART REF: 12398714987	Material 3,1	6,2

PRESUPUESTO PARCIAL DEL MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL TRASERO

MECANISMO DE UNIÓN				
Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
PRECIO UNIDADES				
1.1	MB4-2- Perfil de unión	2	3,1	6,2
TOTAL				6,2
OPERACIONES AÑADIDAS				
Nº	DESIGNACIÓN	PRECIO GLOBAL		TOTAL €
-	-	-		-
TOTAL				6,2

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN (PEM)

Nº	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL €
1	MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL TRASERO	1	12,4	12,4
2	MECANISMO DE APERTURA DEL PANEL DELANTERO	1	18,6	18,6
3	MECANISMO INVERSIÓN CINEMÁTICA	1	14,85	14,85
4	SUJECCIÓN SUELO	1	354,91	354,91
5	PIEZAS ESTÁNDAR	1	114,25	114,25
6	MECANISMO DE UNIÓN	1	6,2	6,2
TOTAL				521,21
9	COSTES INDIRECTOS			
		HORMIGONADO	-	
		OPERARIO/SOLDADOR	-	
		OPERACIONES DE TALADRADO	-	
		OPERACIONES DE CURVADO	-	
		OPERACIONES DE MECANIZADO	-	
		APORTACIONES DE SOLDADURA	-	
		FACTURA DE LUZ	-	
		OTROS	-	
			15%	78,18
TOTAL				599,39

RESUMEN

Capítulo	Importe €
Capítulo I: mecanismo de apertura del panel trasero	12,4
Capítulo II: Mecanismo de apertura del panel delantero	18,6
Capítulo III: Mecanismo de inversión cinemática	14,85
Capítulo IV: Sujeción suelo	354,91
Capítulo V: Piezas estándar	114,25
Capítulo VI: Mecanismo de unión	6,2
Presupuesto de ejecución de materiales PEM	599,39
Presupuesto de ejecución por contrata PEC	
13% gastos generales	77,92
6% beneficios industriales	35,96
subtotal	713,27
21% IVA	149,78
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	863,05 €

IV PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. Pliego general	185
1.1 Condiciones generales.....	185
2. Pliego particular	187
2.1 Prescripciones sobre materiales	187
2.2 Prescripciones en cuanto ejecución por unidades de obra	192

1. Pliego general

1.1 Condiciones generales

El presente pliego general de condiciones es de carácter supletorio del pliego particular de condiciones del presente proyecto.

Ambos documentos presentan las condiciones generales para llevar a cabo la instalación y obra de cimentación del proyecto “ diseño de una estructura para paneles solares plegable de bajo coste”.

Objeto de proyecto

El objetivo principal del presente proyecto es desarrollar un soporte para paneles fotovoltaicos plegable que permita ocultar los paneles fotovoltaicos y se maximice su seguridad. El soporte deberá cumplir con los requisitos de diseño impuestos.

Documentos del proyecto

1 MEMORIA

2 ANEXOS

3 PRESUPUESTO

4 PLIEGO DE CONDICIONES

5 PLANOS

Documentos contractuales

Se entiende por documentos contractuales aquellos que van incorporados en el presente proyecto y que son de obligado cumplimiento. Los documentos que integran el contrato por orden de prelación son:

1 PLIEGO PARTICULAR

2 RESTO DE DOCUMENTOS DEL PROYECTO (MEMORÍA, ANEXOS, PRESUPUESTO)

2. Pliego particular

En este apartado, se van a detallar las condiciones técnicas referidas a los materiales, a la ejecución y abono de las obras correspondientes.

2.1 Prescripciones sobre materiales

En este apartado se van a realizar la descripción detallada de los requisitos mínimos exigidos en los materiales para la ejecución de la obra de cimentación y instalación del proyecto estructura para paneles solares plegable de bajo coste.

2.1.1 Aluminio de pureza comercial 1080, H18

Las siguientes características para el material de los perfiles de la estructura son de obligado cumplimiento.

Aluminio de pureza comercial 1080, H18		
Propiedades físicas	Densidad	Densidad
		2,67e3 - 2,73e3 $\frac{Kg}{m^3}$
Propiedades mecánicas	Límite elástico	48-53 MPa
	Resistencia a tracción	135- 145 MPa
	Módulo de Young	68-72 GPa
Durabilidad	Resistencia al agua	Excelente
	Resistencia a la radiación UVA	Excelente

Tabla 22. Características técnicas aluminio 1080, h18

2.1.2 Hormigón ciclópeo

Respecto al hormigón usado para la cimentación se tendrán en cuenta las siguientes características técnicas.

Hormigón ciclópeo		
Material	Hormigón HM-15/P/40/I, fabricado en central Bolos de piedra de 15 a 30 cm de diámetro	
Normativa de aplicación	Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón Ejecución	Instrucción de hormigón estructural (EHE-08) CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales Zapata.

Tabla 23. Características técnicas hormigón ciclópeo

2.1.3 Madera

Los requisitos de la madera empleada para la ejecución del subensamblaje “ compuerta”, son los siguientes.

Madera de pino		
Material	Madera de pino	
Tratamiento	Tratamiento de barnizado Se propone un tratamiento mediante el producto CETOL WF952 con tecnología duraflex	
Durabilidad	Resistencia al agua	Excelente
	Resistencia a la radiación UVA	Excelente

Tabla 24. Características técnicas madera

En caso de no disponer de la madera seleccionada, deberá usar un tratamiento de barnizado igual o similar al propuesto en la ficha técnica de la madera de pino.

2.1.4 Sistema de encofrado

La cimentación, que se realiza en dos etapas, debe cumplir una serie de restricciones generales. Este apartado se ha subdividido en dos etapas.

Primera etapa

Sistema de encofrado primera etapa

Material	sistema de encofrado recuperable metálico para soleras elementos de sustentación Elementos de fijación y acodamiento líquido desencofrante MasterFinish RL 294 "BASF" para evitar la adherencia del hormigón
-----------------	---

Características técnicas Sistema de encofrado recuperables amortizable en 300 usos

Número de puntales necesarios: 4

Normativa de aplicación Ejecución Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

Tabla 25. Pliego de condiciones sistema encofrado primera etapa

A continuación, la Ilustración 126, muestra el sistema de encofrado de la primera etapa.



Ilustración 126. sistema de encofrado primera etapa

Segunda etapa

Sistema de encofrado segunda etapa

Material	sistema de encofrado recuperable de chapa metálica		
	elementos de sustentación		
	Elementos de fijación y acodamiento		
	líquido desencofrante MasterFinish RL 294 "BASF" para evitar la adherencia del hormigón		
Características técnicas	Sistema de encofrado recuperables amortizable en 300 usos		
	Número de puntales necesarios: 2		
Normativa de aplicación	Ejecución	Instrucción de	hormigón
		estructural (EHE-08)	

Tabla 26. Pliego de condiciones sistema de encofrado segunda etapa

La segunda etapa del sistema de encofrado se realiza mediante un ensamblaje compuesto por tres chapas metálicas obtenidas mediante corte láser. La Ilustración 127 muestra el ensamblaje completo. Para mayor detalle del acotado de estas piezas, diríjase al documento V PLANOS.

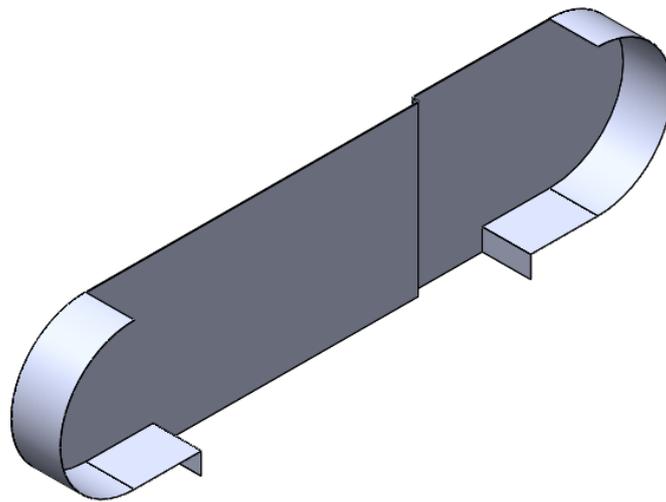


Ilustración 127. Ensamblaje sistema de encofrado para la segunda etapa de cimentación

El ensamblaje se realiza mediante el corte y plegado de dos chapas metálicas. La Ilustración 128, muestra las características generales de la pieza "chapa encofrado", donde se pueden ver las líneas de pliegue. El plano 2.1. chapa encofrada muestra la dimensiones generales de este componente.



Ilustración 128. Chapa encofrado

Chapa encofrada

Características técnicas

Material	Aluminio 1080 H18
Proceso de fabricación	Corte láser Plegado 90º según documento Planos

Tabla 27. Características técnicas chapa encofrado

La segunda pieza tiene tres procesos de fabricación. En primer lugar, se realiza el corte láser del desarrollo mostrado en la Ilustración 129. Posteriormente se realiza el curvado de radio 278 mm y finalmente se obtiene el plegado. El plano correspondiente es el plano 2.2 lateral encofrado.

Son necesarias dos piezas de “lateral encofrado” para el conjunto final de sistema de encofrado.



Ilustración 129. Lateral encofrado

Lateral encofrado

Características técnicas

Material	Aluminio 1080 , H18
Proceso de fabricación	Corte láser Curvado Radio 285mm Plegado 90º según documento Planos

Tabla 28. Características técnicas lateral encofrado

2.2 Prescripciones en cuanto ejecución por unidades de obra

2.2.1 Hormigón ciclópeo

Hormigón ciclópeo	
Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos	Dependiente de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad
Condiciones previas	Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, temperatura mayor a 40º o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0º.
Proceso de ejecución	
Fases de ejecución	Vertido y compactación del hormigón. Colocación de las piedras en el hormigón fresco. Curado del hormigón.
Condiciones de terminación	El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas del terreno.

Tabla 29. Prescripciones para hormigón ciclópeo

2.2.2 Sistema de encofrado en ambas etapas

Sistema de encofrado	
Características técnicas	Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para solera, formado por paneles metálicos, amortizables en 300 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.
Del soporte	Antes de proceder a la ejecución de los encofrados hay que asegurarse de que las excavaciones están no sólo abiertas, sino en las condiciones que convenga a las características y dimensiones del encofrado.
Proceso de ejecución	
Fases de ejecución	Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.
Condiciones de terminación	Las superficies que vayan a quedar vistas no presentarán imperfecciones.

Tabla 30. Prescripciones sistema de encofrado

2.2.3 Instalación de los perfiles según catálogo

A continuación, se presentan los pasos a seguir para la instalación de los perfiles en la estructura, según los datos que se obtiene del catálogo.

Primer paso	<ul style="list-style-type: none">- Aplicar el tamaño del encofrado y seleccionar la longitud necesaria para el sistema de guiado conforme el cuadro en amarillo de la Ilustración 130.- Instalar las guías para el sistema de compuerta.
Segundo paso	<ul style="list-style-type: none">- Realizar las perforaciones para las articulaciones de los perfiles sobre la segunda etapa de la cimentación (cuadro azul).- El eje de coordenadas sobre el que se aplican las distancias se sitúa según la Ilustración 32 del documento memoria.
Tercer paso	<ul style="list-style-type: none">- Obtener el perfil de aluminio, donde se aplican dos taladrados de métrica según el documento planos cuya distancia entre taladrado está a la distancia que se puede observar en el ejemplo de la Ilustración 130.

Longitudes perfiles



	<i>Degreesº</i>												
	M4B-1- Perfil apoyo trasero	M4B-1- Perfil apoyo delantero	M4B-2- Perfil unión	M4B-3- Perfil apoyo trasero	M4B-3- Perfil apoyo delantero	Tubo de aluminio	<i>P.rango de movimiento</i>						
	<i>Longitudes en mm</i>												
	819,56	688,97	1102,63	1108,53	665,33	642,03	208,34						
30º	<i>Posición de la articulación respecto del eje de coordenadas</i>												
X	-1064,03	X	-432,39	-	-	X	577,58	X	903,99	-	-	X	227,58
Y	90												
	<i>Dimensiones exteriores encofrado</i>				3000x2250 mm ²								
	<i>Longitud Guías</i>				4424,79 mm								



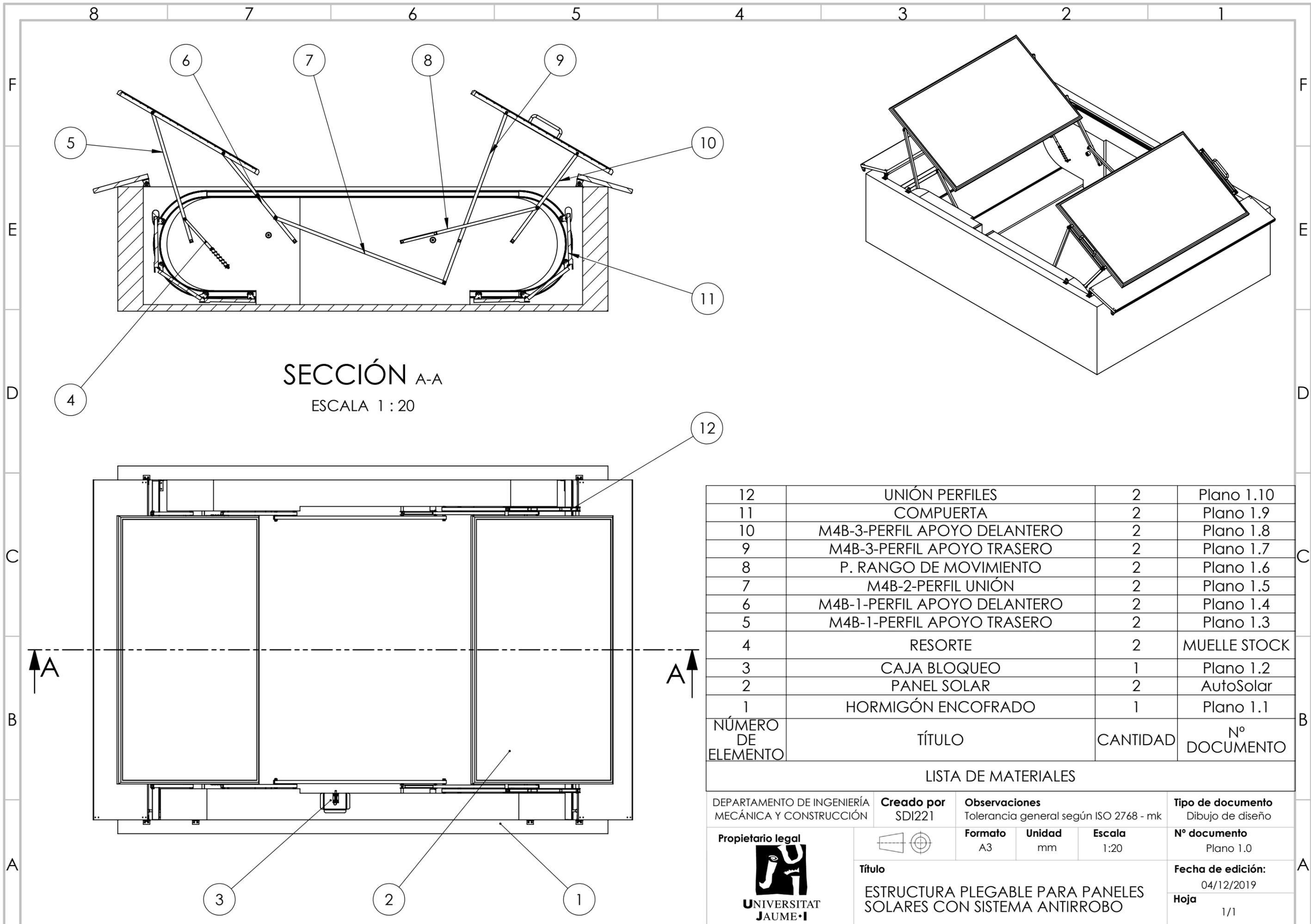
Posiciones de las articulaciones



Tamaño encofrado y longitud guías

Ilustración 130. Ejemplo uso del catálogo

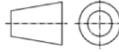
V PLANOS

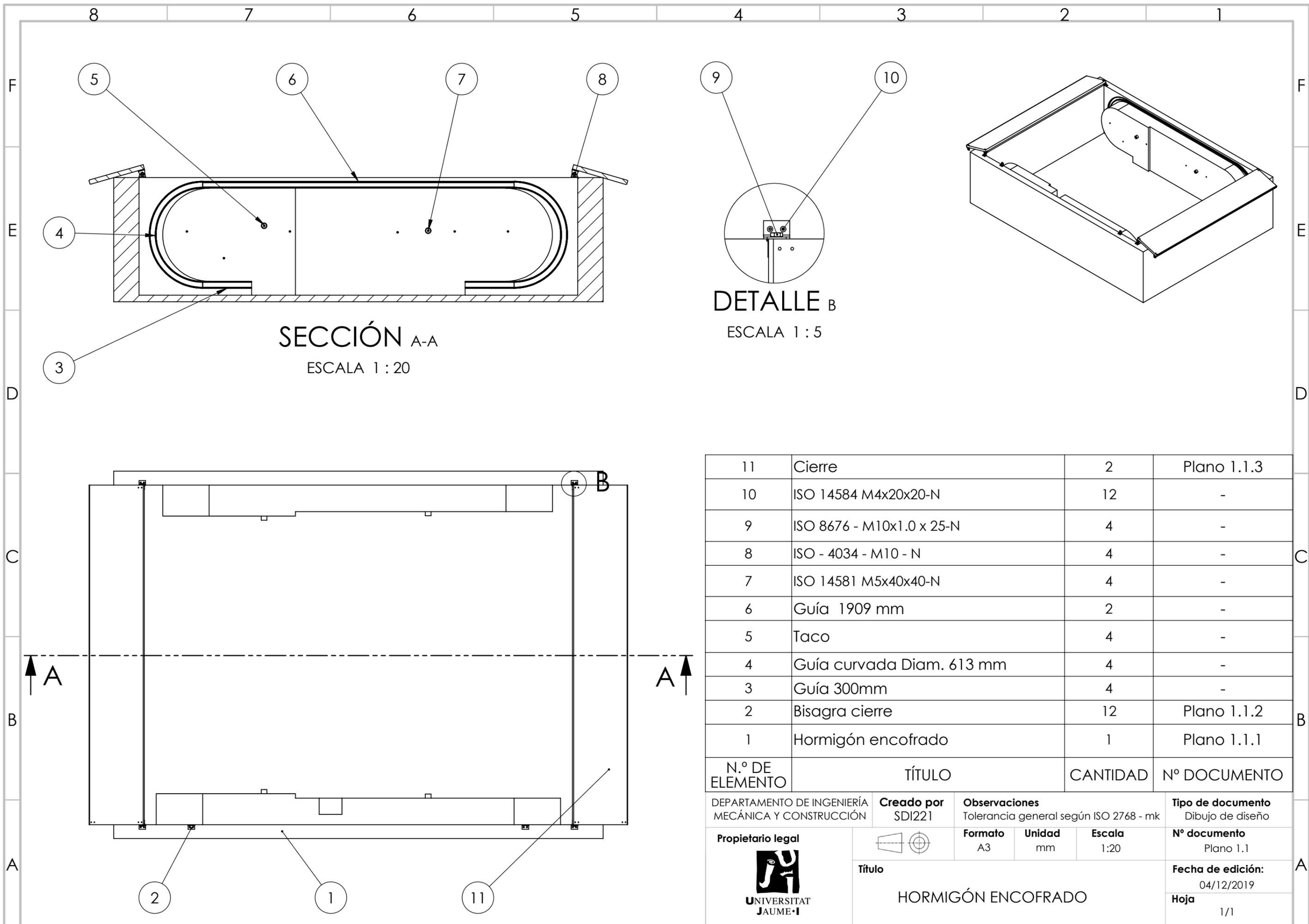


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20

12	UNIÓN PERFILES	2	Plano 1.10
11	COMPUERTA	2	Plano 1.9
10	M4B-3-PERFIL APOYO DELANTERO	2	Plano 1.8
9	M4B-3-PERFIL APOYO TRASERO	2	Plano 1.7
8	P. RANGO DE MOVIMIENTO	2	Plano 1.6
7	M4B-2-PERFIL UNIÓN	2	Plano 1.5
6	M4B-1-PERFIL APOYO DELANTERO	2	Plano 1.4
5	M4B-1-PERFIL APOYO TRASERO	2	Plano 1.3
4	RESORTE	2	MUELLE STOCK
3	CAJA BLOQUEO	1	Plano 1.2
2	PANEL SOLAR	2	AutoSolar
1	HORMIGÓN ENCOFRADO	1	Plano 1.1
NÚMERO DE ELEMENTO	TÍTULO	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

LISTA DE MATERIALES

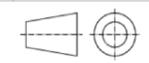
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título ESTRUCTURA PLEGABLE PARA PANELES SOLARES CON SISTEMA ANTIRROBO	Formato A3	Unidad mm
		Escala 1:20	Nº documento Plano 1.0
			Fecha de edición: 04/12/2019
			Hoja 1/1

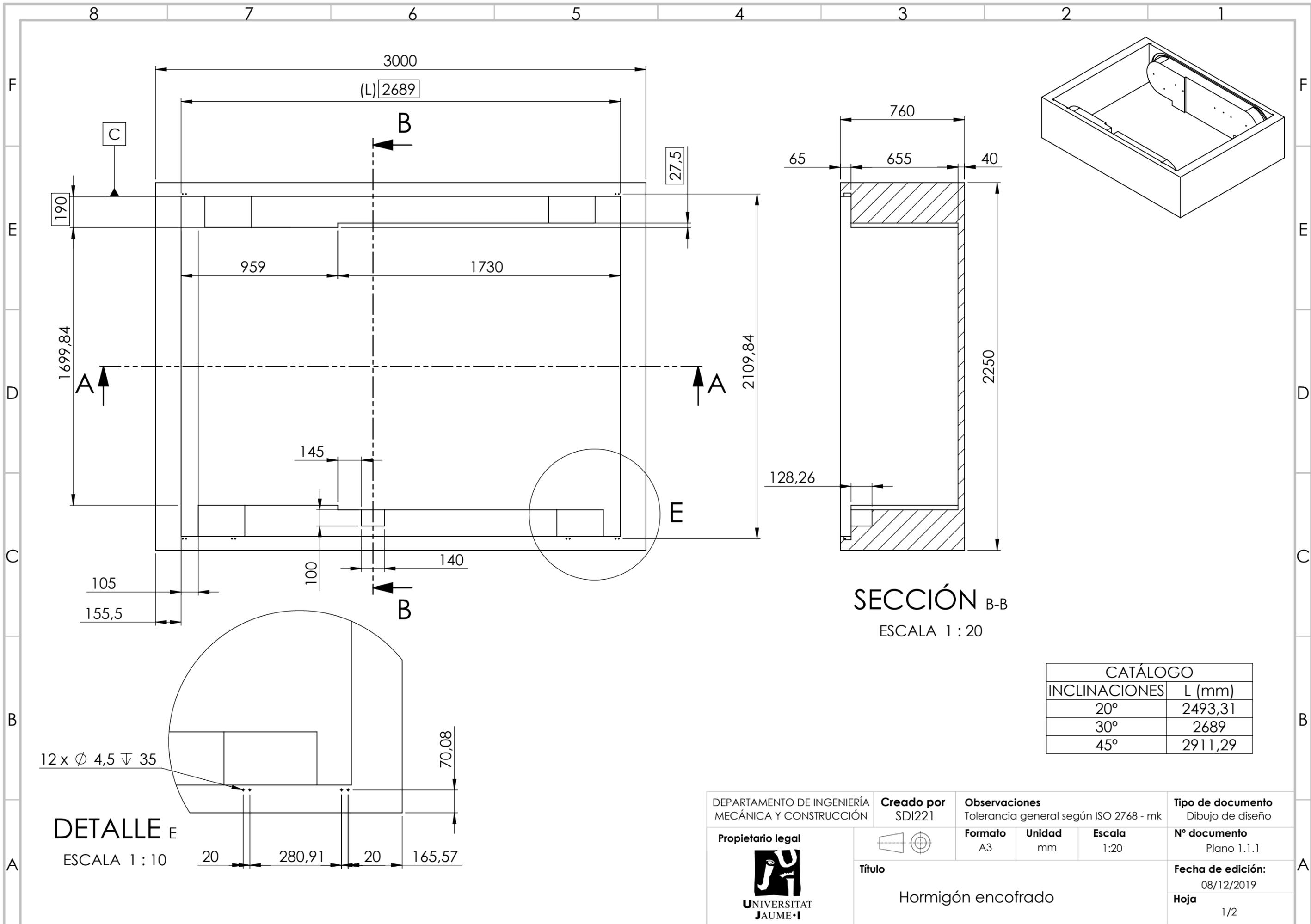


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20

DETALLE B
ESCALA 1 : 5

11	Cierre	2	Plano 1.1.3
10	ISO 14584 M4x20x20-N	12	-
9	ISO 8676 - M10x1.0 x 25-N	4	-
8	ISO - 4034 - M10 - N	4	-
7	ISO 14581 M5x40x40-N	4	-
6	Guía 1909 mm	2	-
5	Taco	4	-
4	Guía curvada Diam. 613 mm	4	-
3	Guía 300mm	4	-
2	Bisagra cierre	12	Plano 1.1.2
1	Hormigón encofrado	1	Plano 1.1.1
N.º DE ELEMENTO	TÍTULO	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I		Formato A3	Unidad mm
Título HORMIGÓN ENCOFRADO		Escala 1:20	Nº documento Plano 1.1
			Fecha de edición: 04/12/2019
			Hoja 1/1

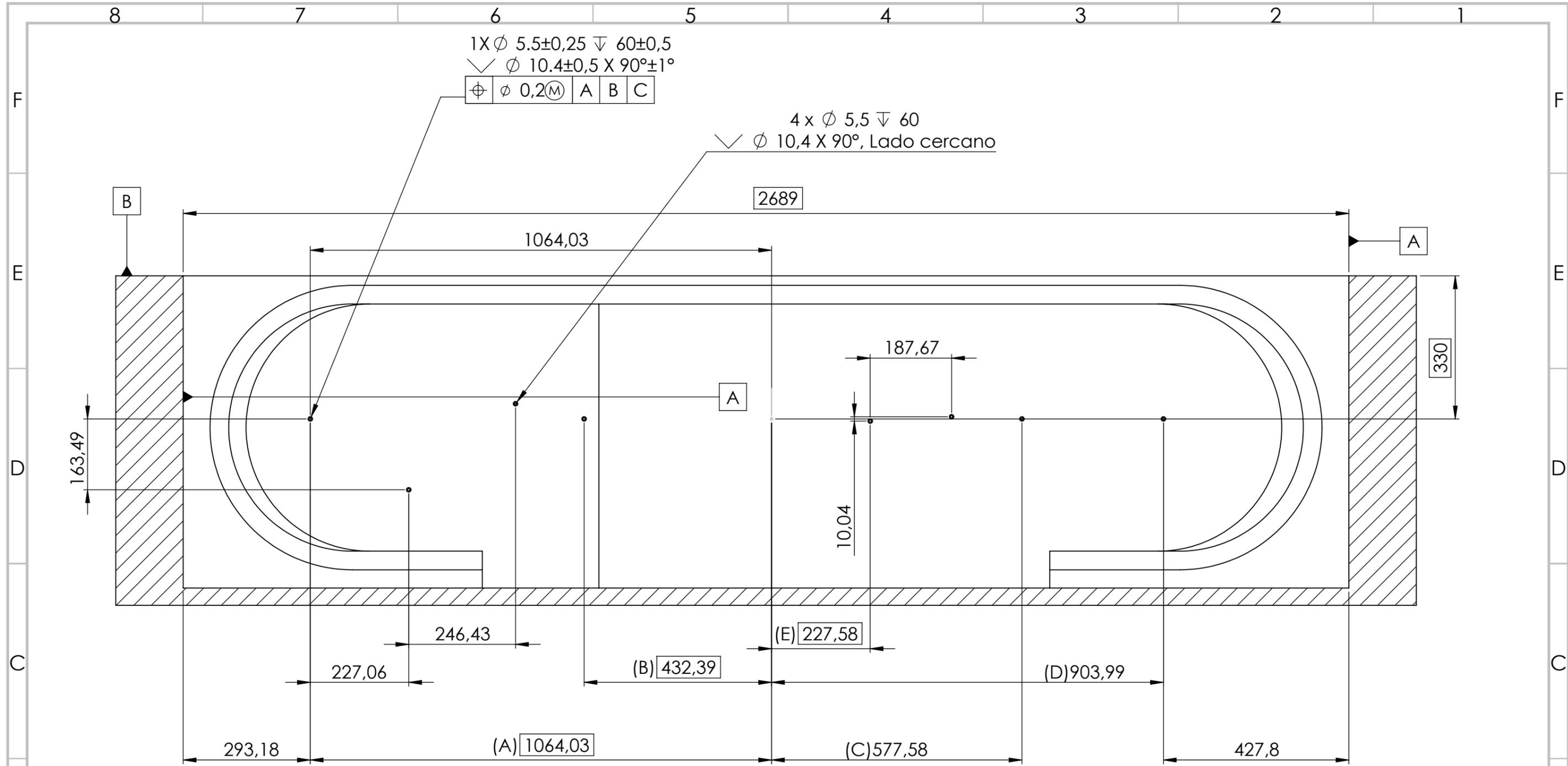


CATÁLOGO	
INCLINACIONES	L (mm)
20°	2493,31
30°	2689
45°	2911,29

SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 20

DETALLE E
ESCALA 1 : 10

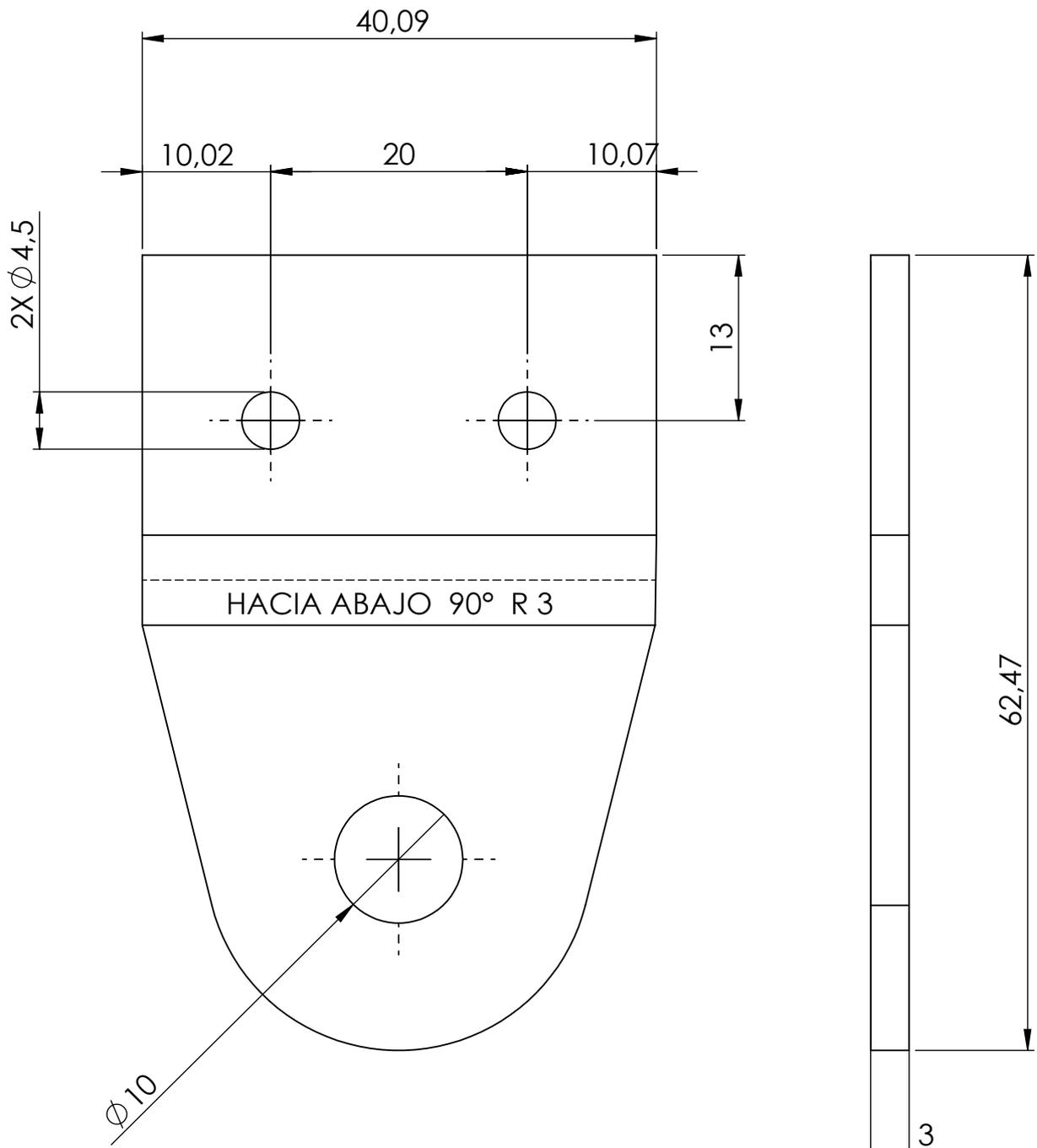
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I	 Título Hormigón encofrado	Formato A3	Unidad mm
		Escala 1:20	Nº documento Plano 1.1.1
			Fecha de edición: 08/12/2019
			Hoja 1/2



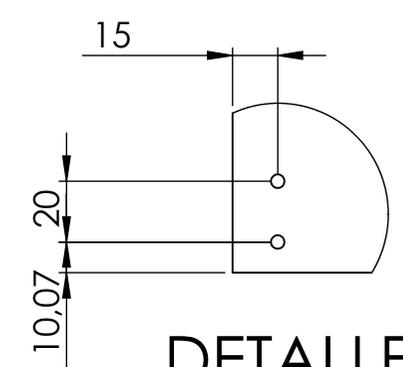
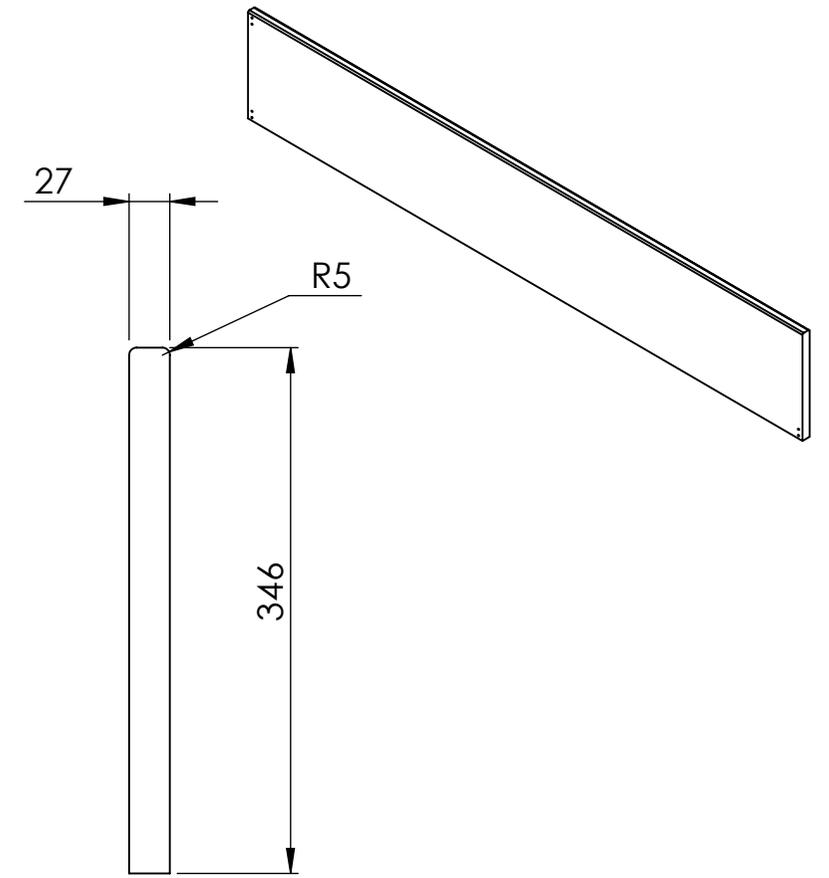
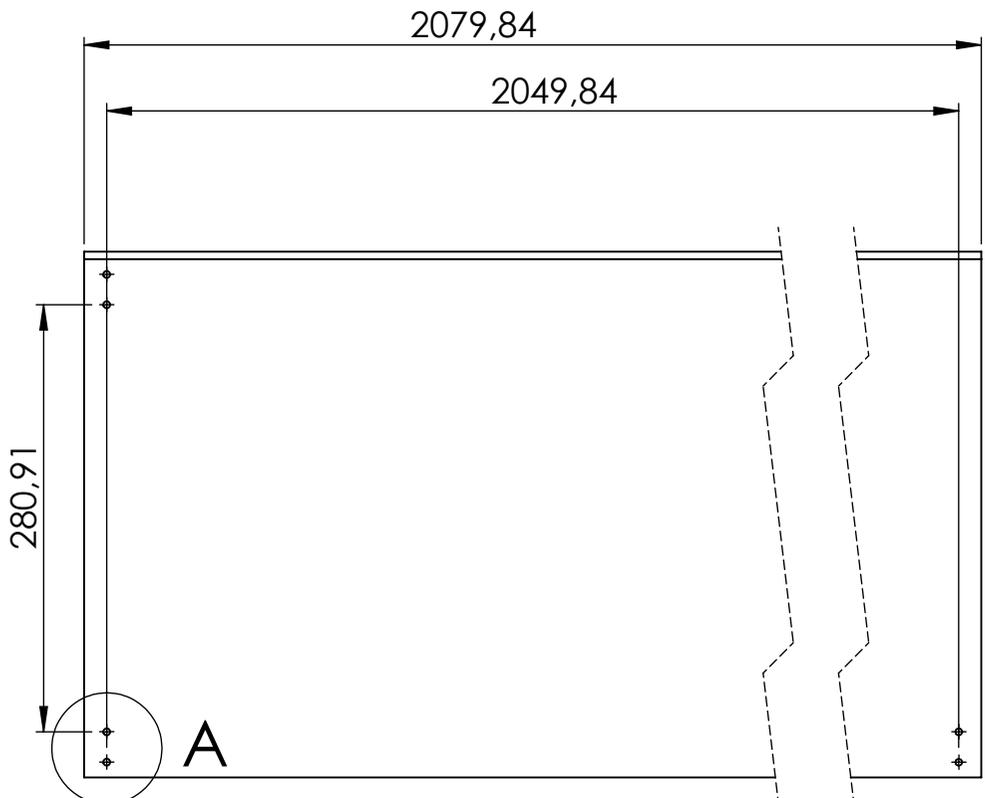
SECCIÓN A-A
 ESCALA 1 : 9

CATÁLOGO					
INCLINACIONES	A	B	C	D	E
20 $^\circ$	-942,9	-343,94	446,69	829,43	129,43
30 $^\circ$	-1064,03	-432,39	577,58	903,99	227,58
45 $^\circ$	-1210,91	-539,74	740,72	979,40	229,4

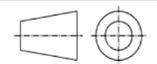
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal		Formato A3	Nº documento Plano 1.1.1
Título HORMIGÓN ENCOFRADO		Unidad mm	Fecha de edición: 08/12/2019
		Escala 1:9	Hoja 2/2

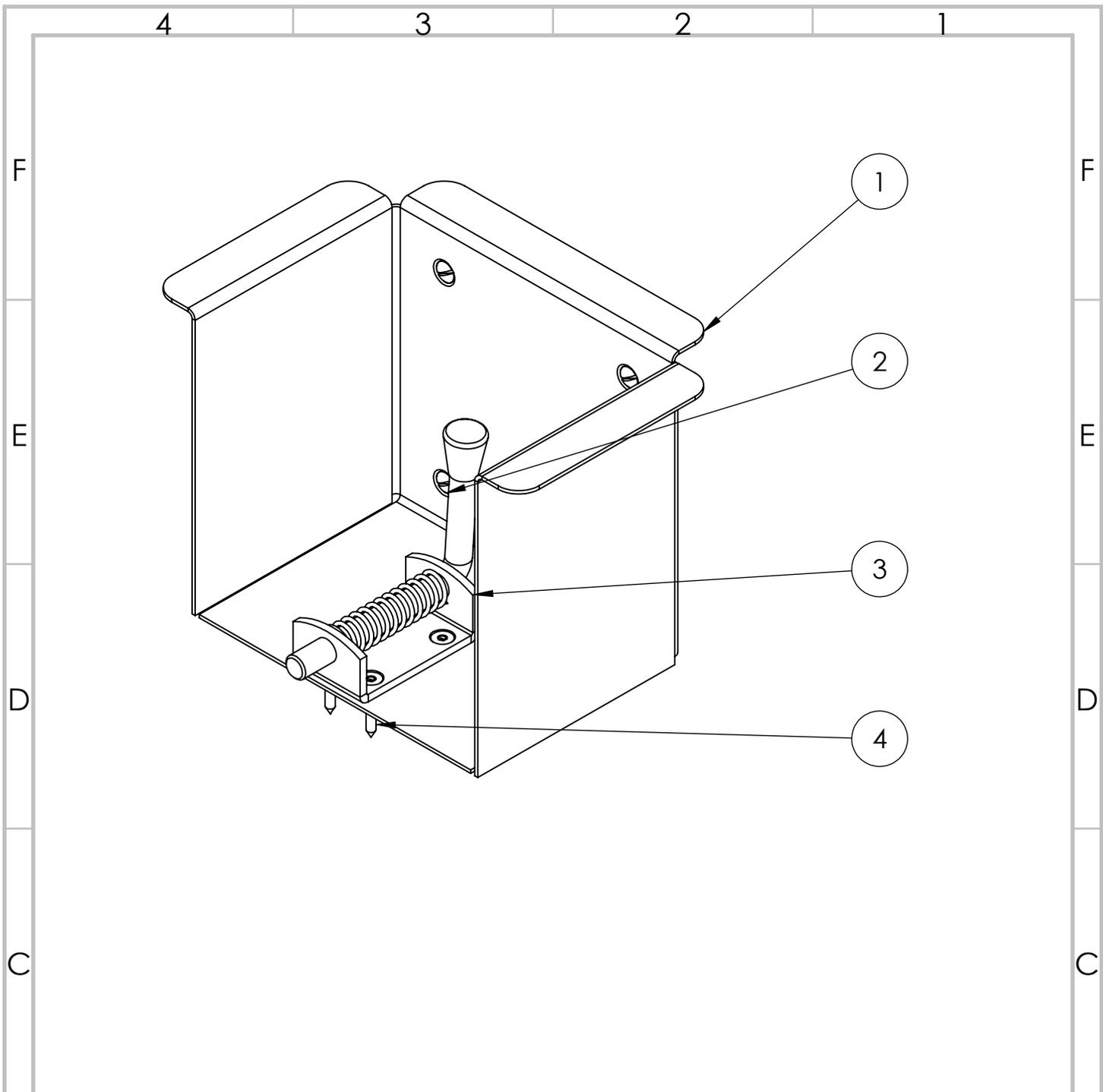


DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN		Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título BISAGRA CIERRE	Formato A4	Unidad mm	Escala 2:1	Nº documento Plano 1.1.2	
					Fecha de edición: 05/12/2019	Hoja 1/1



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN		Creado por SDI221		Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk		Tipo de documento Dibujo de diseño	
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I				Formato A4	Unidad mm	Escala 1:5	Nº documento Plano 1.1.3
Título CIERRE				Fecha de edición: 07/12/2019		Hoja 1/1	



4	ISO 14586 - ST3.5 x 25-C-C	4	-
3	Pestillo estándar II	1	REF:10082786
2	OVAL 5x20x15.7-slot-D-N	4	-
1	Caja bloqueo	1	PLANO 1.2.1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título CAJA BLOQUEO	Formato A4	Unidad mm	Escala 1:2	Nº documento Plano 1.2
					Fecha de edición: 04/12/2019

6

5

4

3

2

1

D

C

B

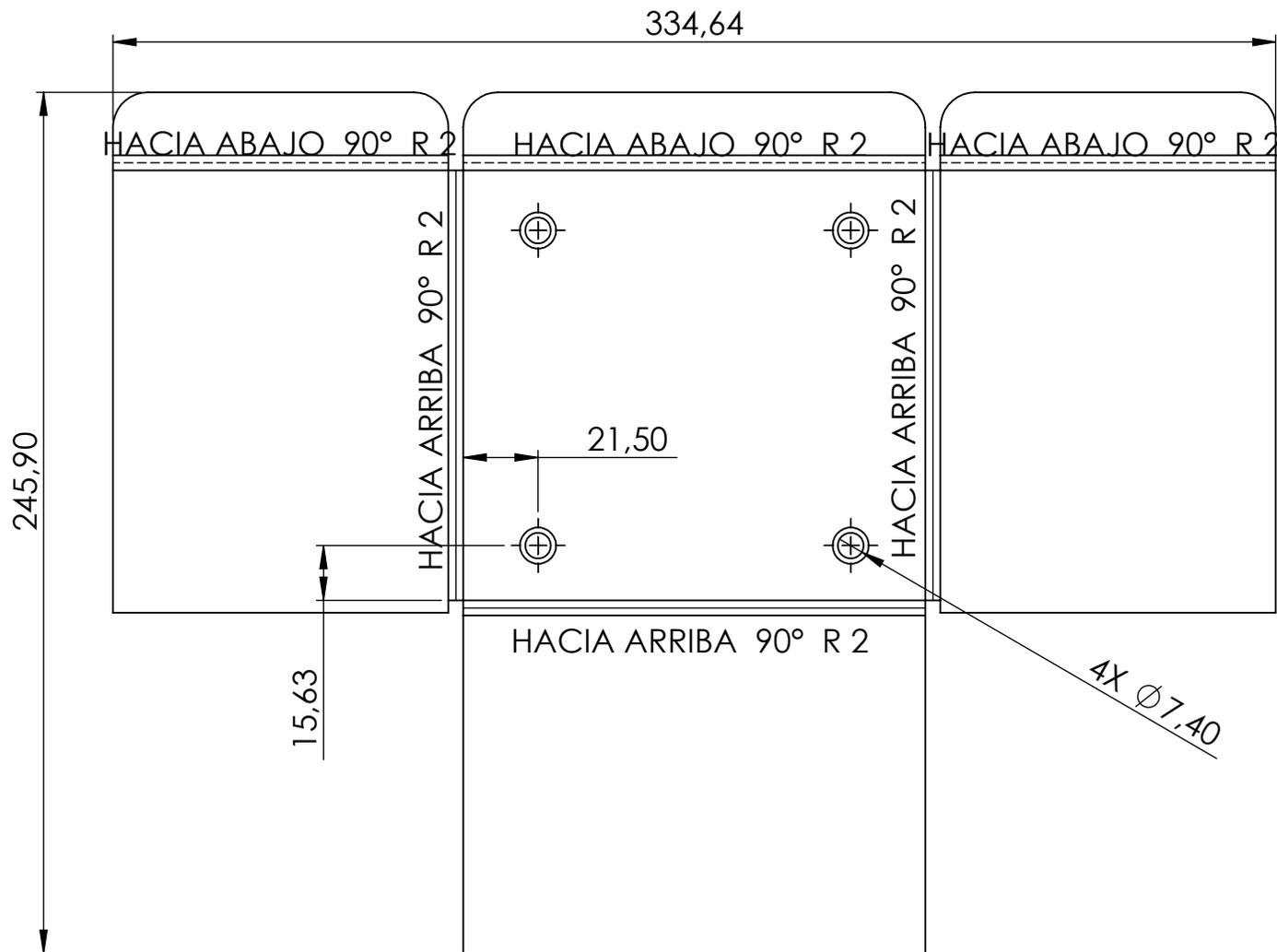
A

D

C

B

A



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I	  Título CAJA BLOQUEO	Formato A4	Unidad mm	Escala 1:2	Nº documento Plano 1.2.1
Fecha de edición: 05/12/2019					
Hoja 1/1					

6

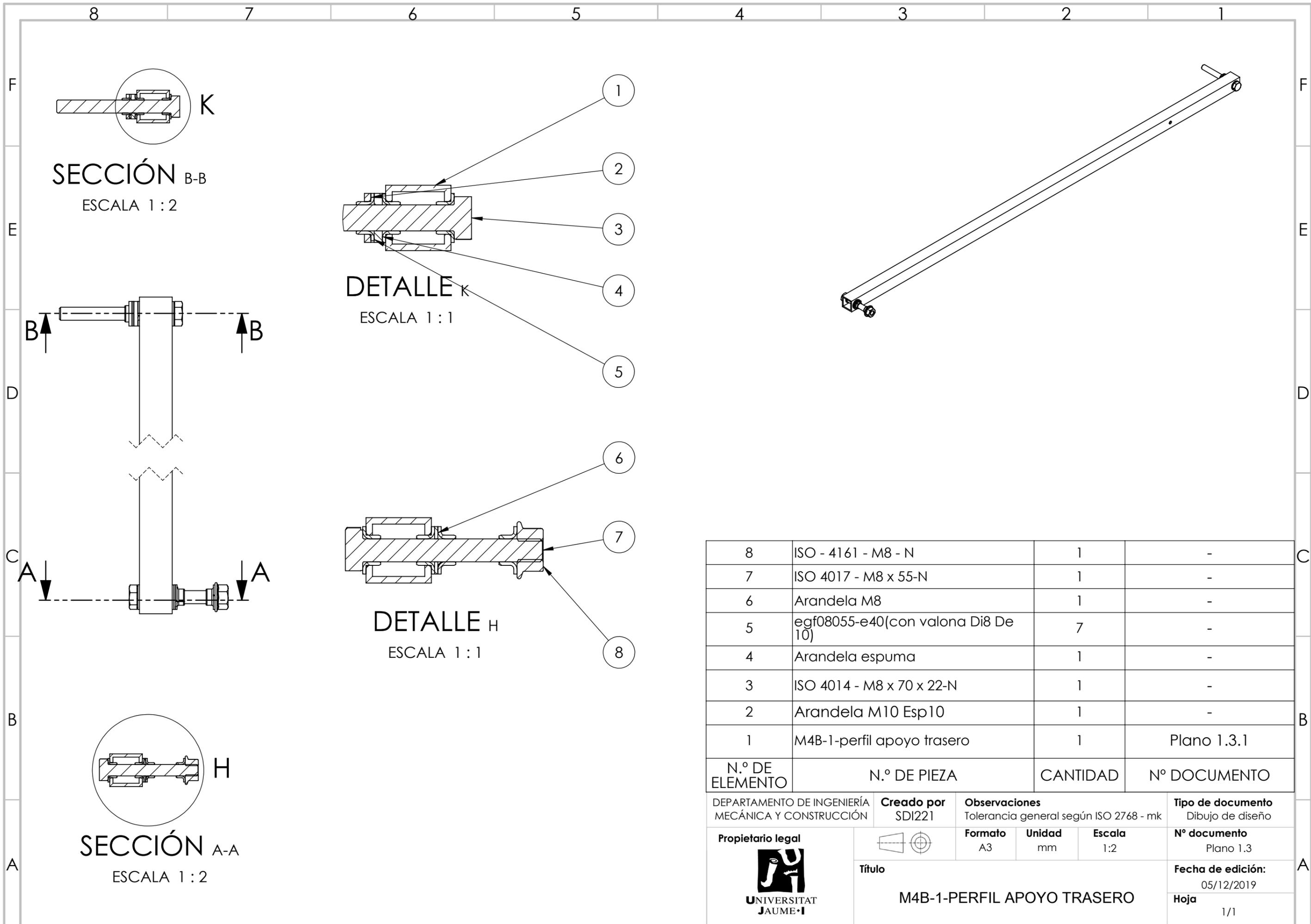
5

4

3

2

1



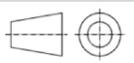
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2

DETALLE K
ESCALA 1 : 1

DETALLE H
ESCALA 1 : 1

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

8	ISO - 4161 - M8 - N	1	-
7	ISO 4017 - M8 x 55-N	1	-
6	Arandela M8	1	-
5	egf08055-e40(con valona Di8 De 10)	7	-
4	Arandela espuma	1	-
3	ISO 4014 - M8 x 70 x 22-N	1	-
2	Arandela M10 Esp10	1	-
1	M4B-1-perfil apoyo trasero	1	Plano 1.3.1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk		Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título M4B-1-PERFIL APOYO TRASERO	Formato A3	Unidad mm	Escala 1:2
		Nº documento Plano 1.3		Fecha de edición: 05/12/2019
			Hoja 1/1	

6

5

4

3

2

1

D

D

C

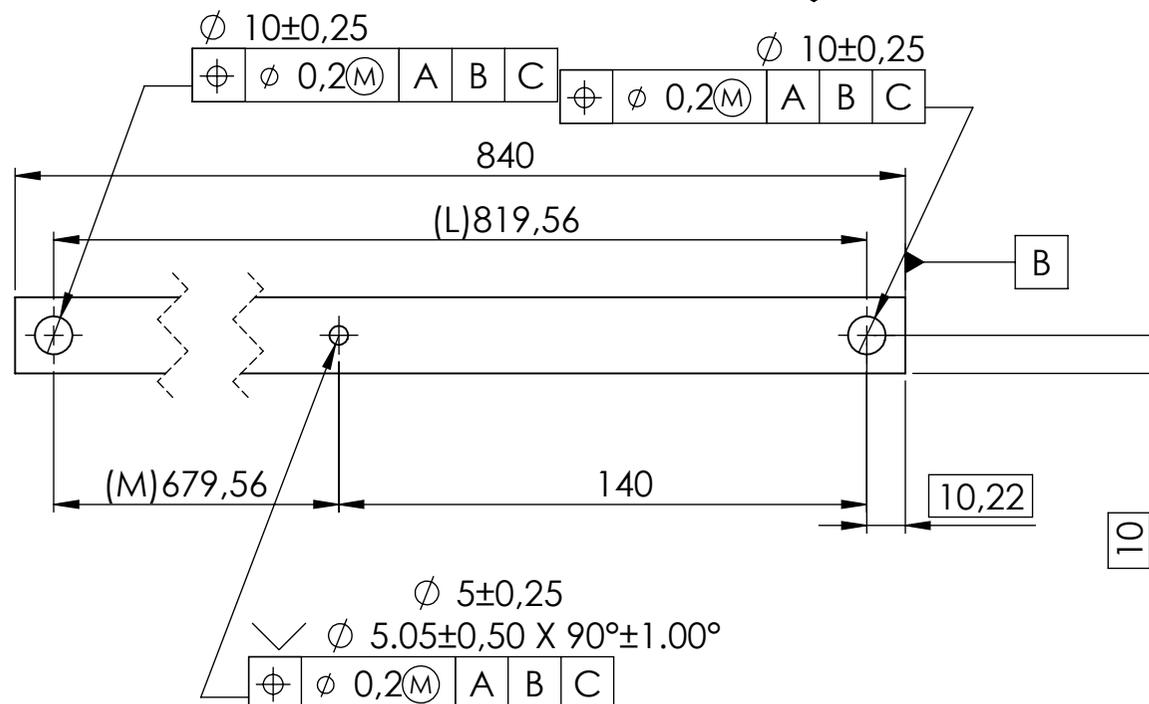
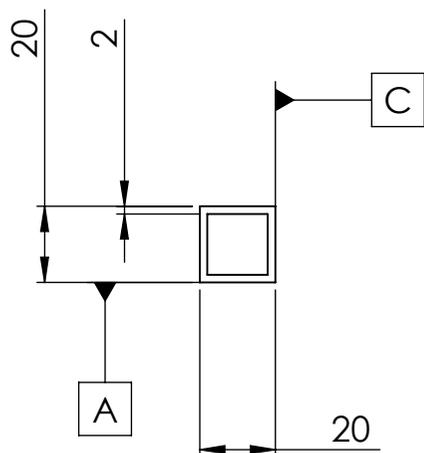
C

B

B

A

A



CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	699,38
30°	819,56
45°	965,59

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por
SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A4

Unidad
mm

Escala
1:5

Nº documento
Plano 1.3.1



UNIVERSITAT
JAUME•I

Título

M4B-1-PERFIL APOYO TRASERO

Fecha de edición:
07/12/2019

Hoja
1/1

6

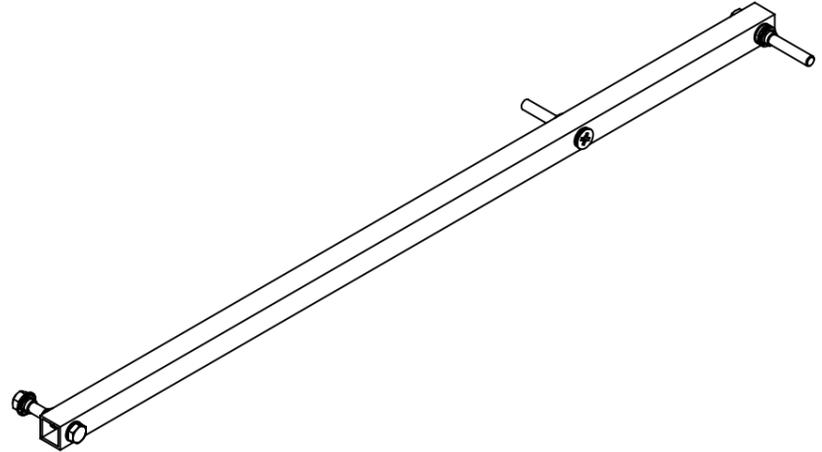
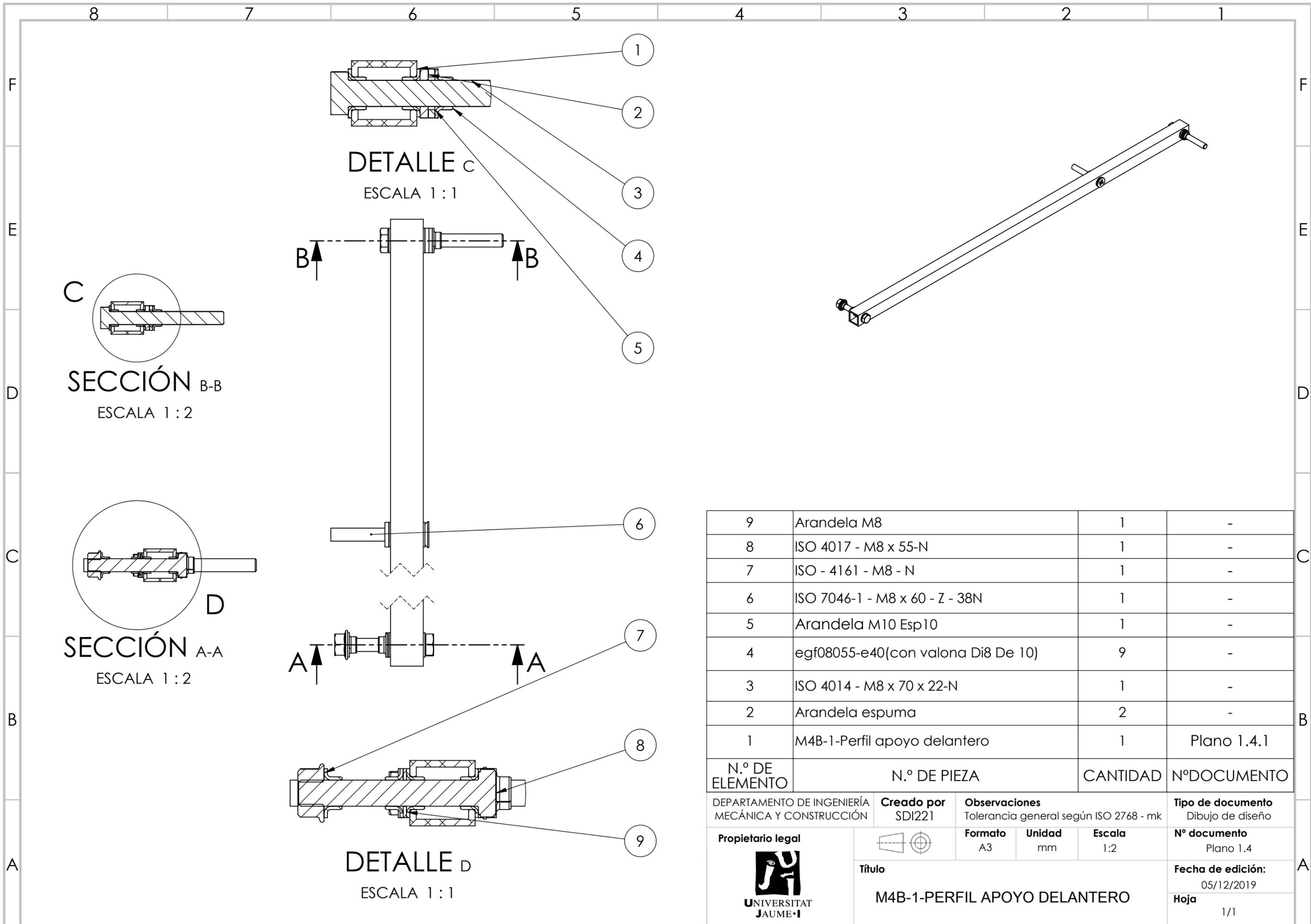
5

4

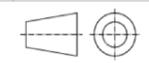
3

2

1



9	Arandela M8	1	-
8	ISO 4017 - M8 x 55-N	1	-
7	ISO - 4161 - M8 - N	1	-
6	ISO 7046-1 - M8 x 60 - Z - 38N	1	-
5	Arandela M10 Esp10	1	-
4	egf08055-e40(con valona Di8 De 10)	9	-
3	ISO 4014 - M8 x 70 x 22-N	1	-
2	Arandela espuma	2	-
1	M4B-1-Perfil apoyo delantero	1	Plano 1.4.1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	NºDOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I		Formato A3	Unidad mm
Título M4B-1-PERFIL APOYO DELANTERO		Escala 1:2	Nº documento Plano 1.4
			Fecha de edición: 05/12/2019
			Hoja 1/1

6

5

4

3

2

1

D

D

C

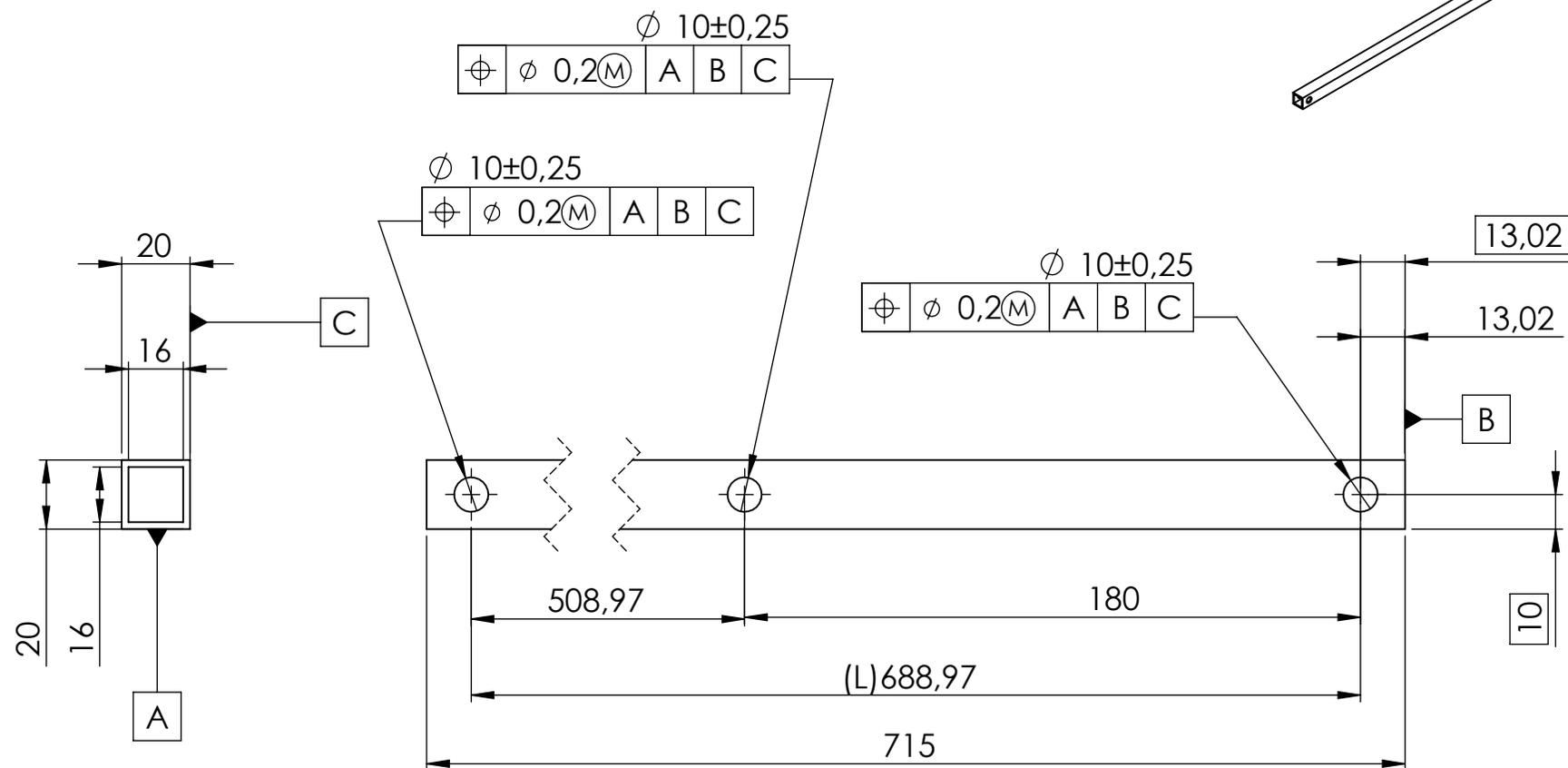
C

B

B

A

A



CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	601,49
30°	688,97
45°	795,43

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por
SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A4

Unidad
mm

Escala
1:2

Nº documento
Plano 1.4.1



Título

M4B-1-PERFIL APOYO DELANTERO

Fecha de edición:
07/12/2019

Hoja
1/1

6

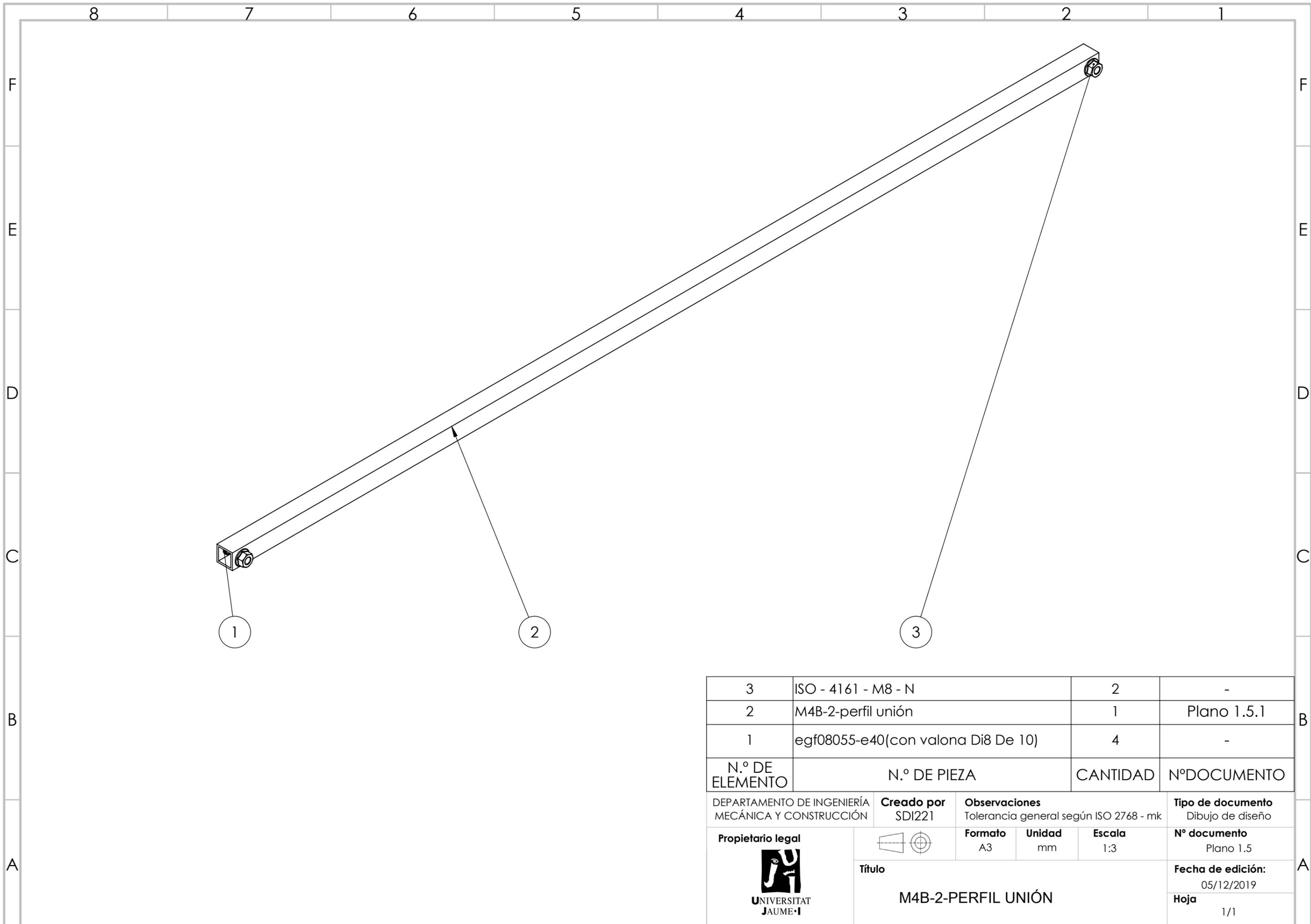
5

4

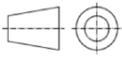
3

2

1



3	ISO - 4161 - M8 - N	2	-
2	M4B-2-perfil unión	1	Plano 1.5.1
1	egf08055-e40(con valona Di8 De 10)	4	-
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	NºDOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I	 Título M4B-2-PERFIL UNIÓN	Formato A3	Unidad mm	Escala 1:3	Nº documento Plano 1.5
					Fecha de edición: 05/12/2019

6

5

4

3

2

1

D

D

C

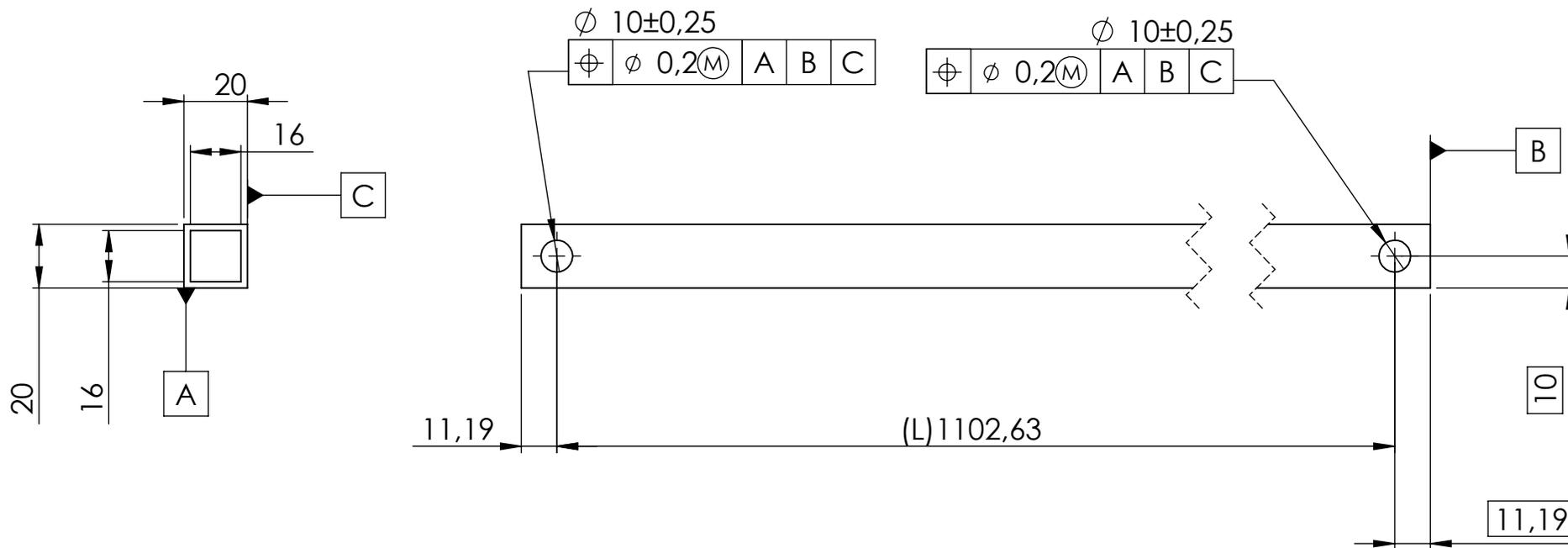
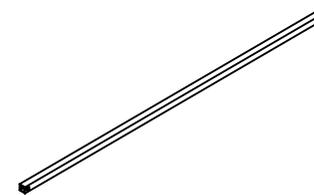
C

B

B

A

A



CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	988,9
30°	1102,63
45°	1404,87

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal		Formato A4	Unidad mm	Escala 1:2	Nº documento Plano 1.5.1
	Título M4B-2- PERFIL UNIÓN				Fecha de edición: 07/12/2019
					Hoja 1/1

6

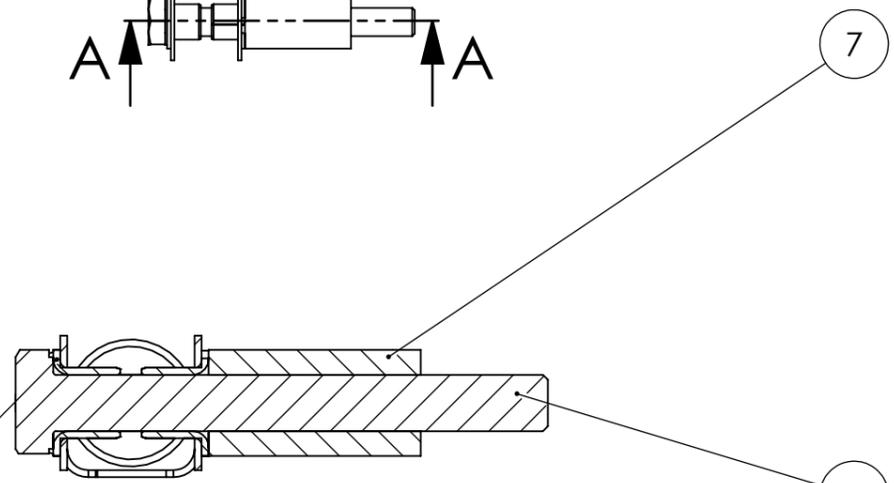
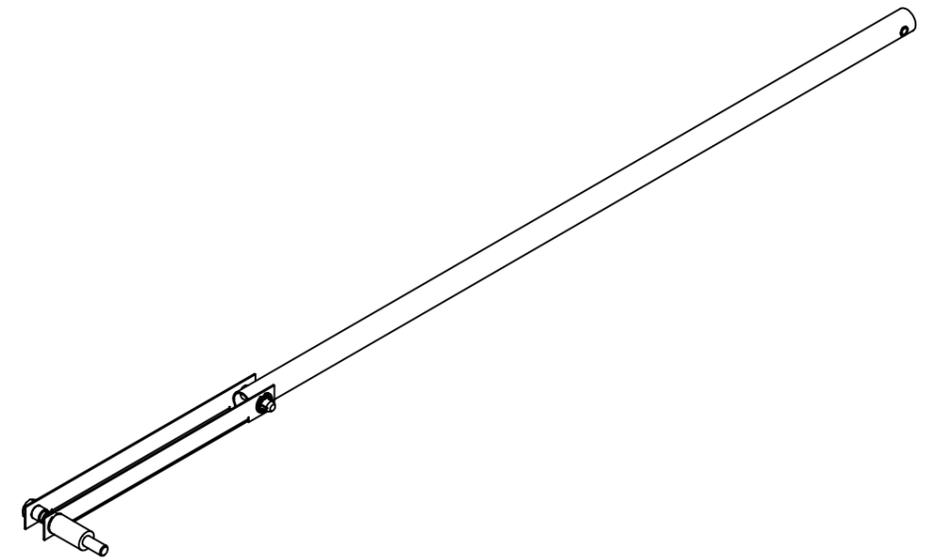
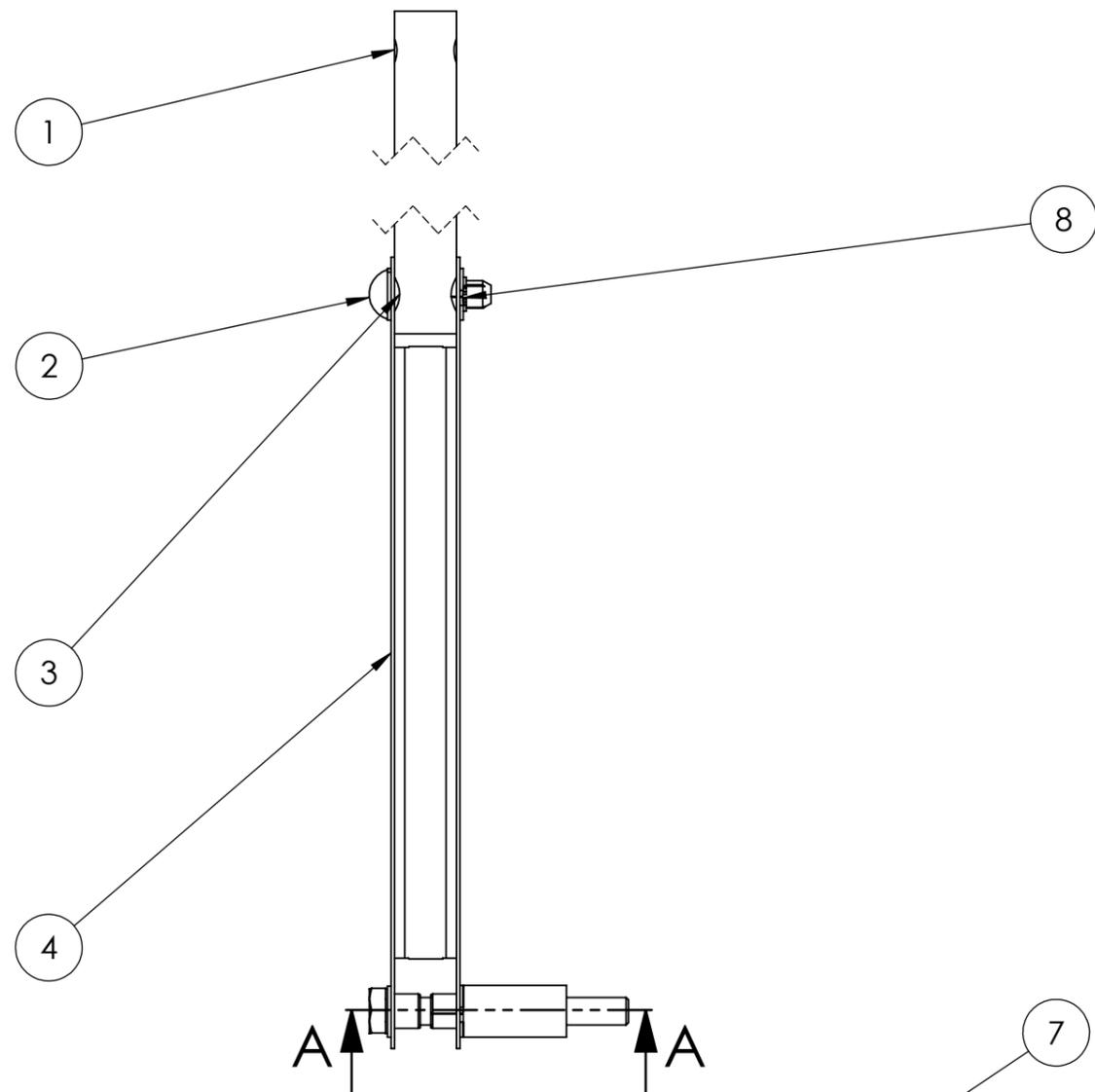
5

4

3

2

1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1

8	627608 anillo de seguridad	1	-
7	Taco haya 22mm	1	-
6	ISO 4014 - M8 x 70 x 22-N	1	-
5	egf08095-e40(con valona Di8 De10L9,5)	4	-
4	P.rango movimiento 208,34mm	1	Plano 1.6.2
3	Tubo aluminio 20mm	1	Plano 1.6.1
2	ISO 8746-M8x30-St	1	-
1	Casquillo M5	1	-
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

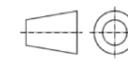
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por
SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A3

Unidad
mm

Escala
1:2

Nº documento
Plano 1.6



UNIVERSITAT
JAUME I

Título

P. RANGO DE MOVIMIENTO

Fecha de edición:
05/12/2019

Hoja
1/1

6

5

4

3

2

1

D

D

C

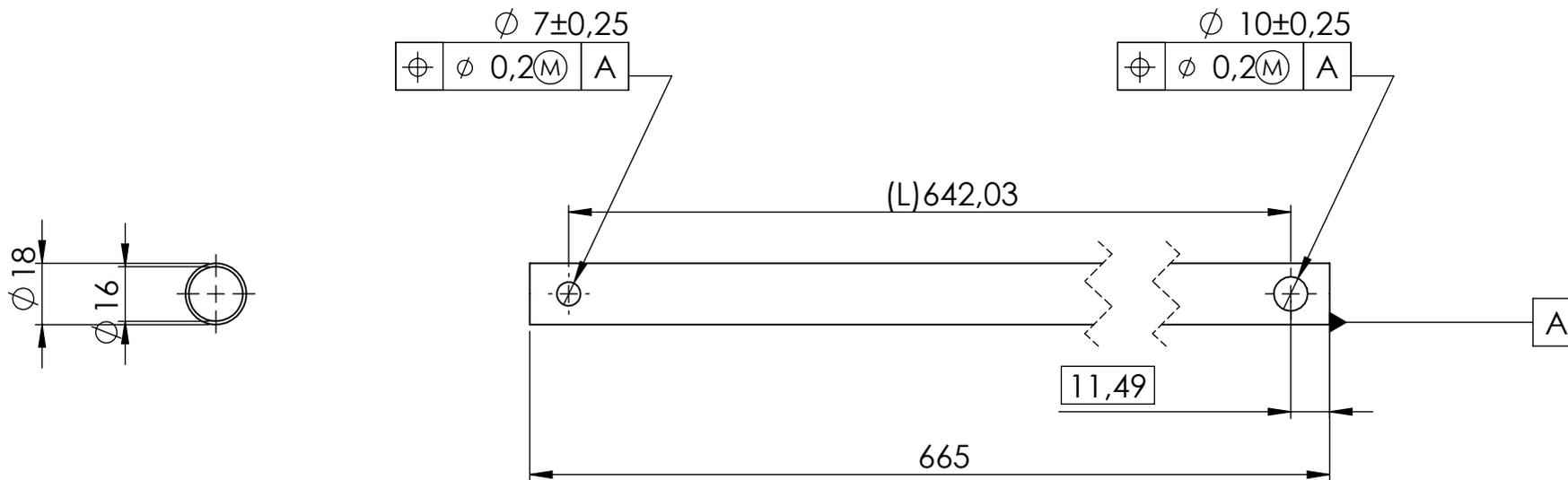
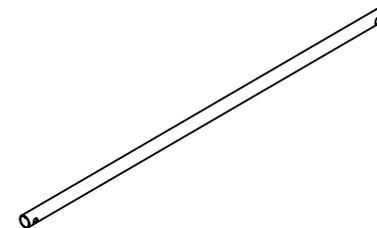
C

B

B

A

A



CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	245,08
30°	642,03
45°	702,56

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I	 Título TUBO DE ALUMINIO 20 mm	Formato A4	Unidad mm	Escala 1:2	Nº documento Plano 1.6.1
					Fecha de edición: 07/12/2019

6

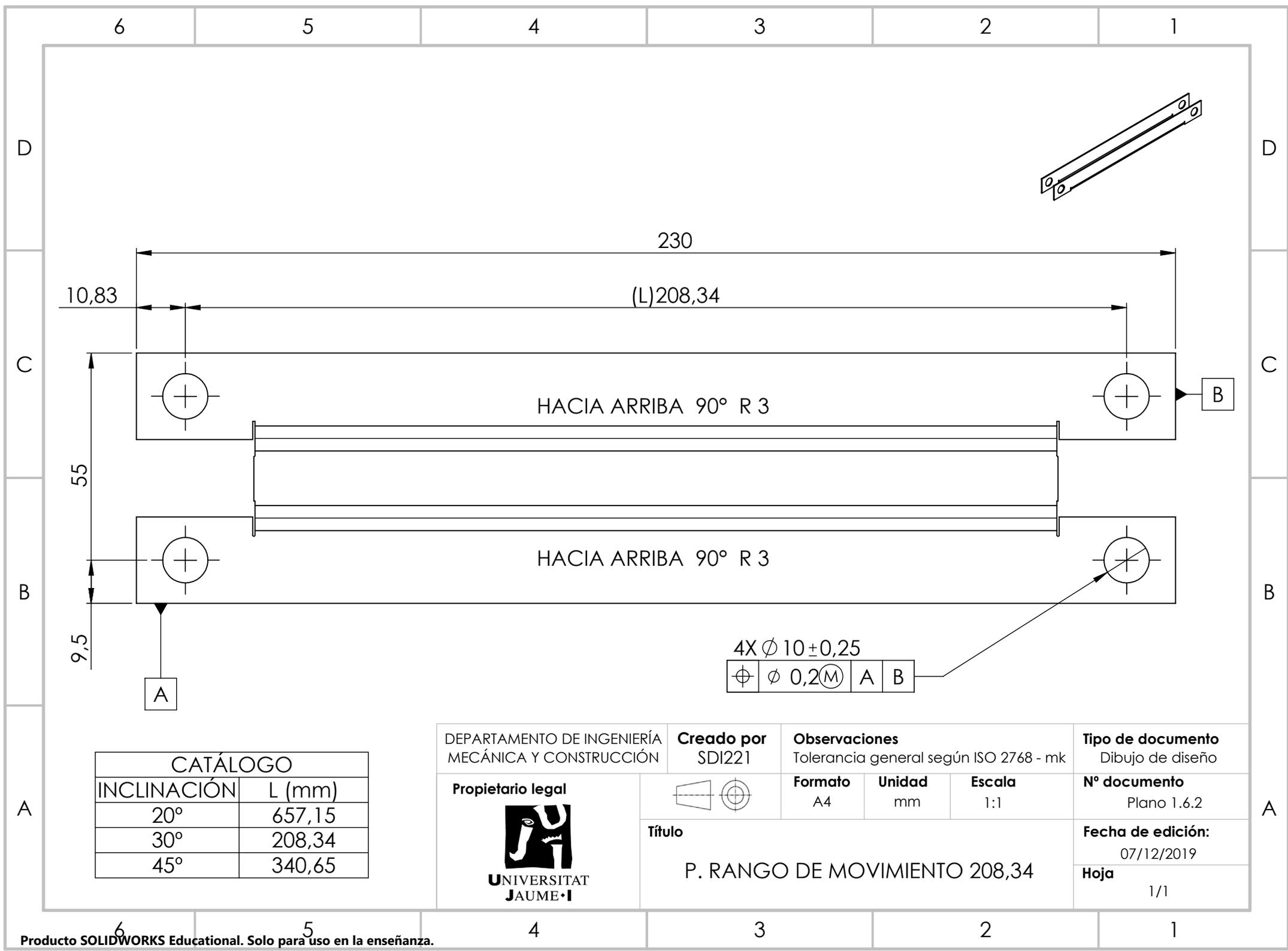
5

4

3

2

1

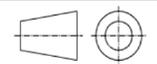


HACIA ARRIBA 90° R 3

HACIA ARRIBA 90° R 3

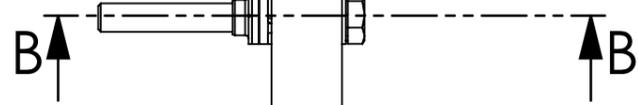
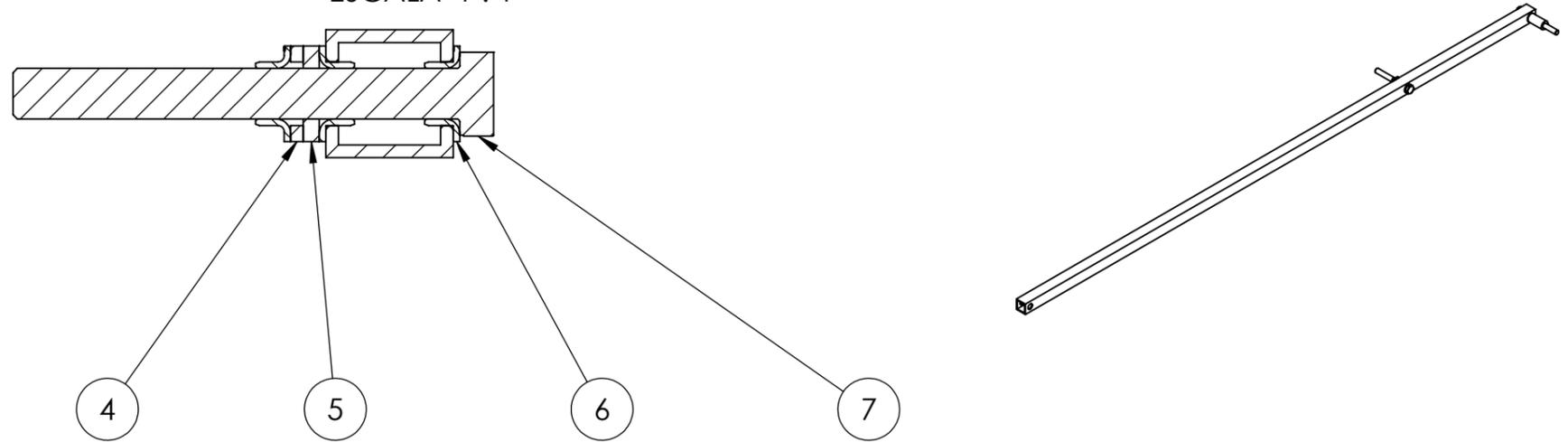
4X $\phi 10 \pm 0,25$
 $\phi 0,2 (M)$ A B

CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	657,15
30°	208,34
45°	340,65

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
	Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I		Formato A4	Unidad mm	Escala 1:1
Título P. RANGO DE MOVIMIENTO 208,34					Fecha de edición: 07/12/2019
					Hoja 1/1

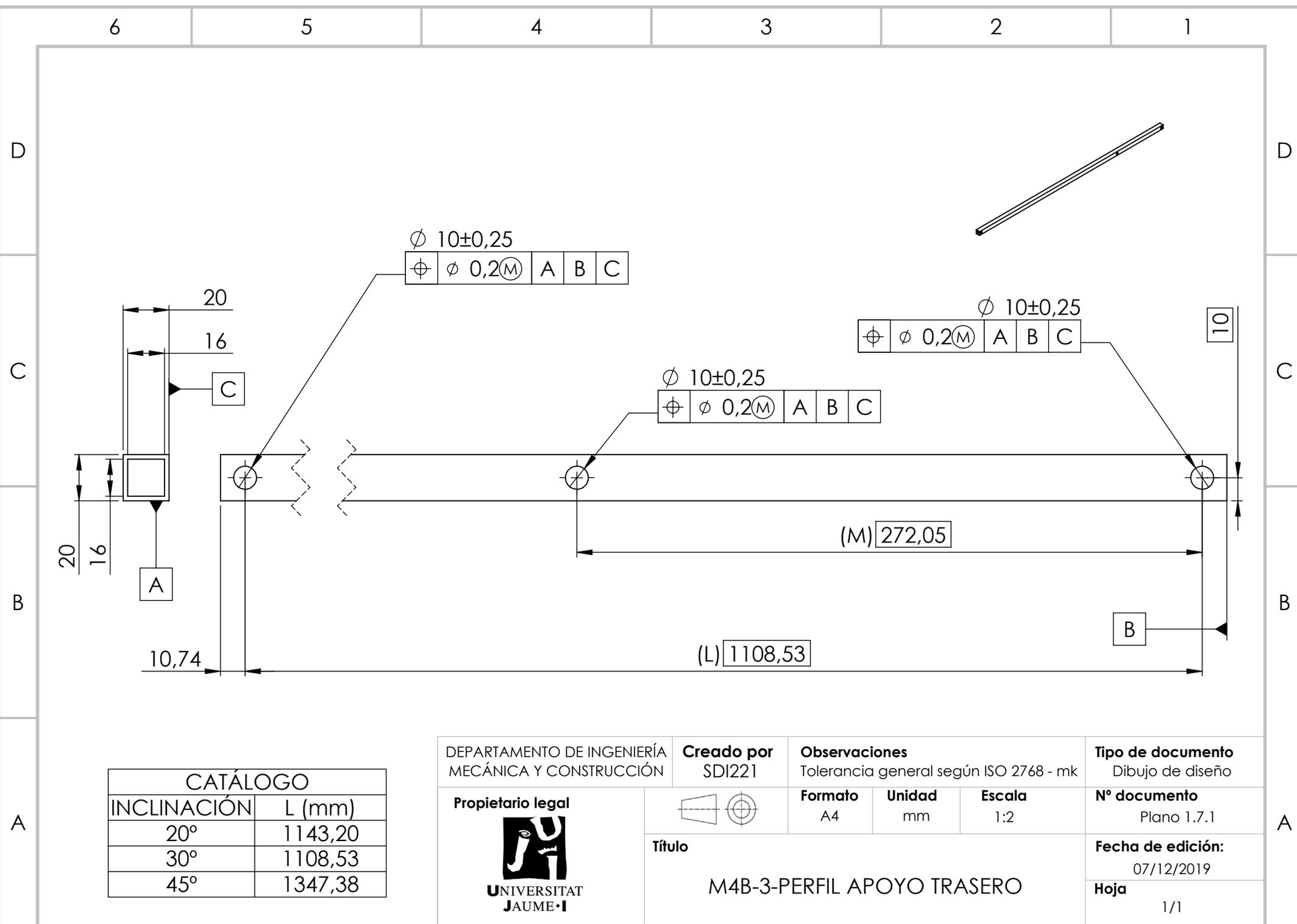
SECCIÓN B-B

ESCALA 1:1

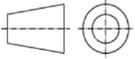


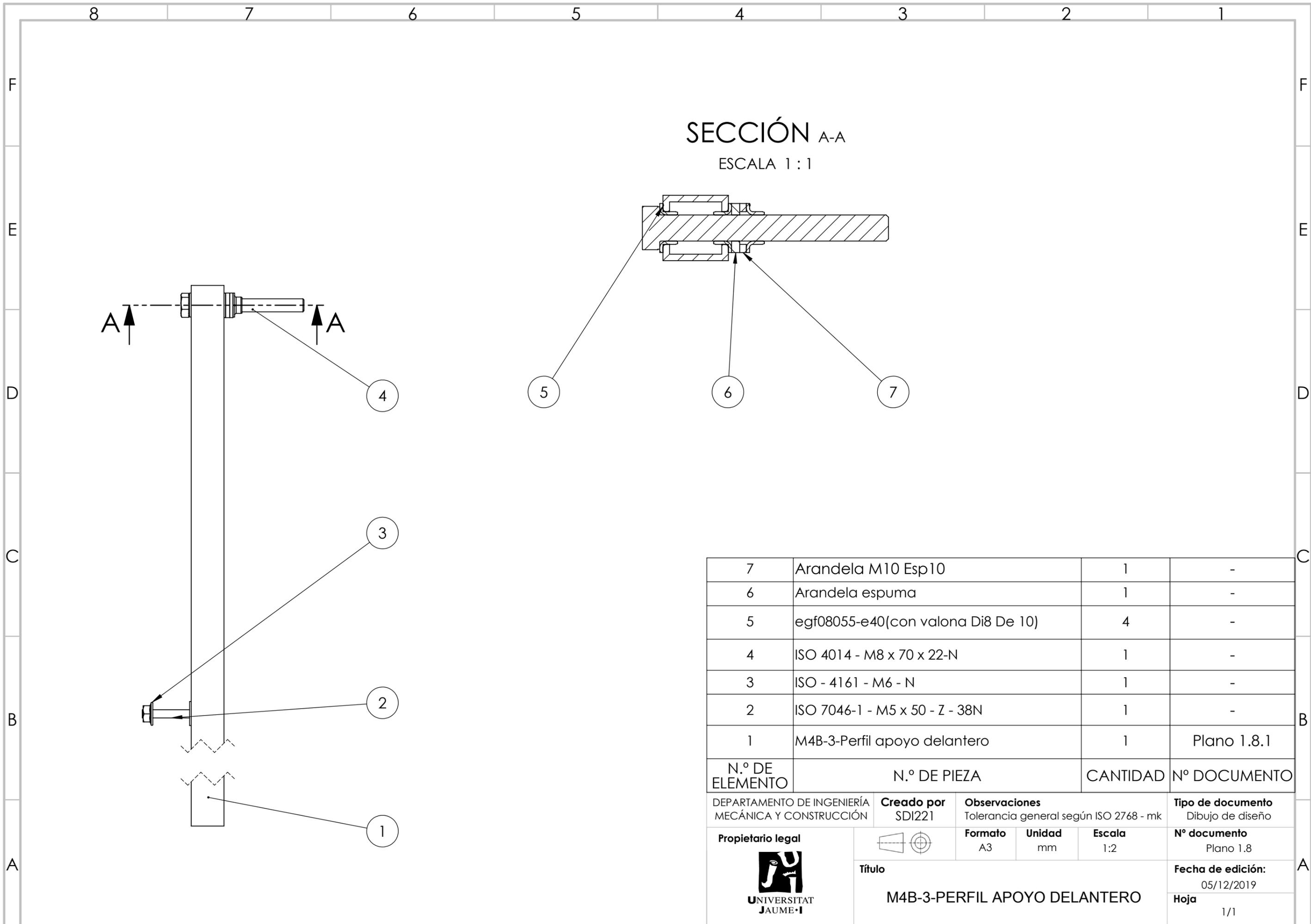
7	ISO 4014 - M8 x 70 x 22-N	1	-
6	egf08055-e40 (con valona Di8 De 10)	5	-
5	Arandela espuma	1	-
4	Arandela M10 Esp10	1	-
3	ISO 4017 - M8 x 80-N	1	-
2	Taco haya 45 mm	1	-
1	M4B-3-Perfil apoyo trasero	1	Plano 1.7.1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título M4B-3-PERFIL APOYO TRASERO	Formato A3	Unidad mm
		Escala 1:2	Nº documento Plano 1.7
		Fecha de edición: 05/12/2019	Hoja 1/1



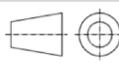
CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	1143,20
30°	1108,53
45°	1347,38

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
	Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME•I		Formato A4	Unidad mm	Escala 1:2
Título M4B-3-PERFIL APOYO TRASERO					Fecha de edición: 07/12/2019
					Hoja 1/1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

7	Arandela M10 Esp10	1	-
6	Arandela espuma	1	-
5	egf08055-e40(con valona Di8 De 10)	4	-
4	ISO 4014 - M8 x 70 x 22-N	1	-
3	ISO - 4161 - M6 - N	1	-
2	ISO 7046-1 - M5 x 50 - Z - 38N	1	-
1	M4B-3-Perfil apoyo delantero	1	Plano 1.8.1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk	Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I		Formato A3	Unidad mm
Título M4B-3-PERFIL APOYO DELANTERO		Escala 1:2	Nº documento Plano 1.8
			Fecha de edición: 05/12/2019
			Hoja 1/1

D

C

B

A

D

C

B

A

6

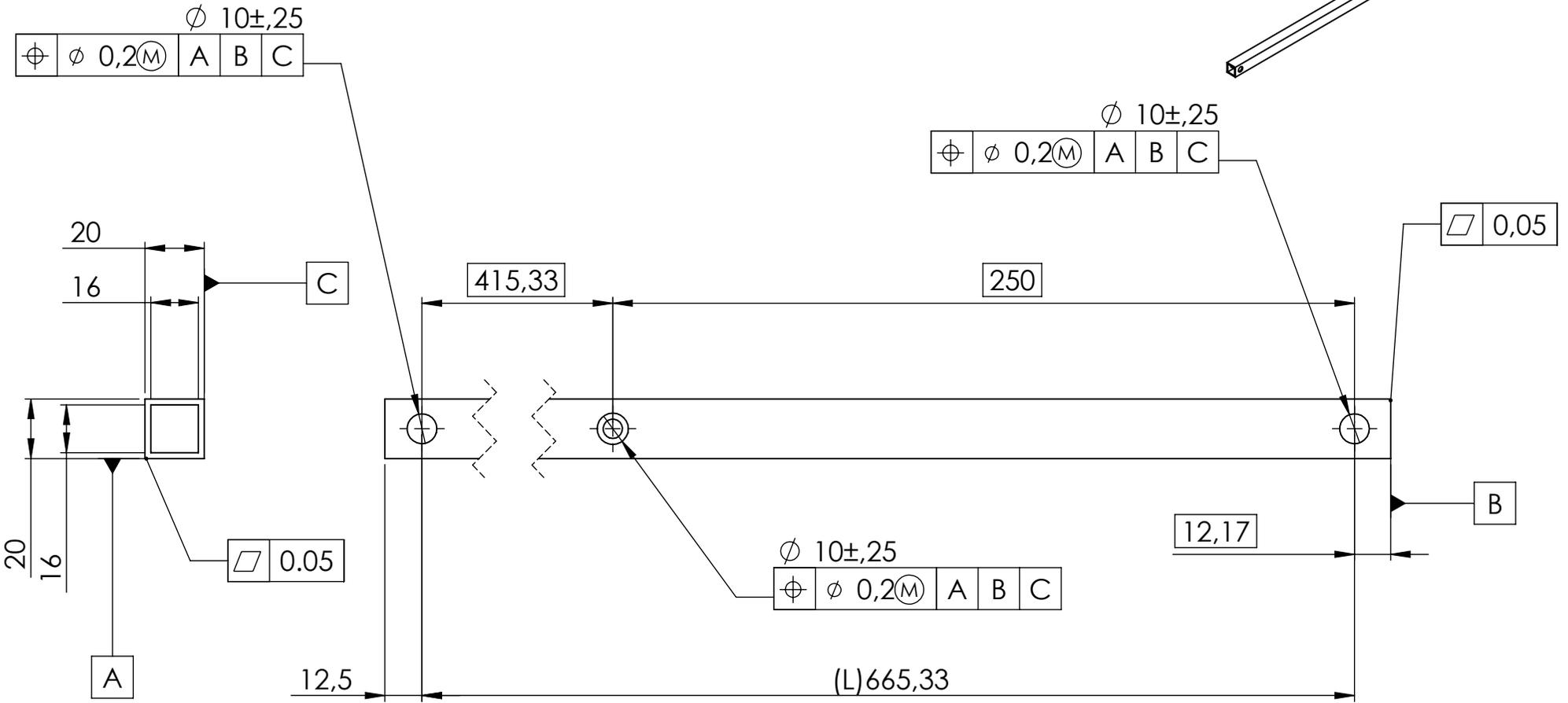
5

4

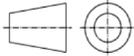
3

2

1



CATÁLOGO	
INCLINACIÓN	L (mm)
20°	592,77
30°	665,33
45°	740,03

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título M4B-3-PERFIL APOYO DELANTERO	Formato A4	Unidad mm	Escala 1:2	Nº documento Plano 1.8.1
					Fecha de edición: 07/12/2019

6

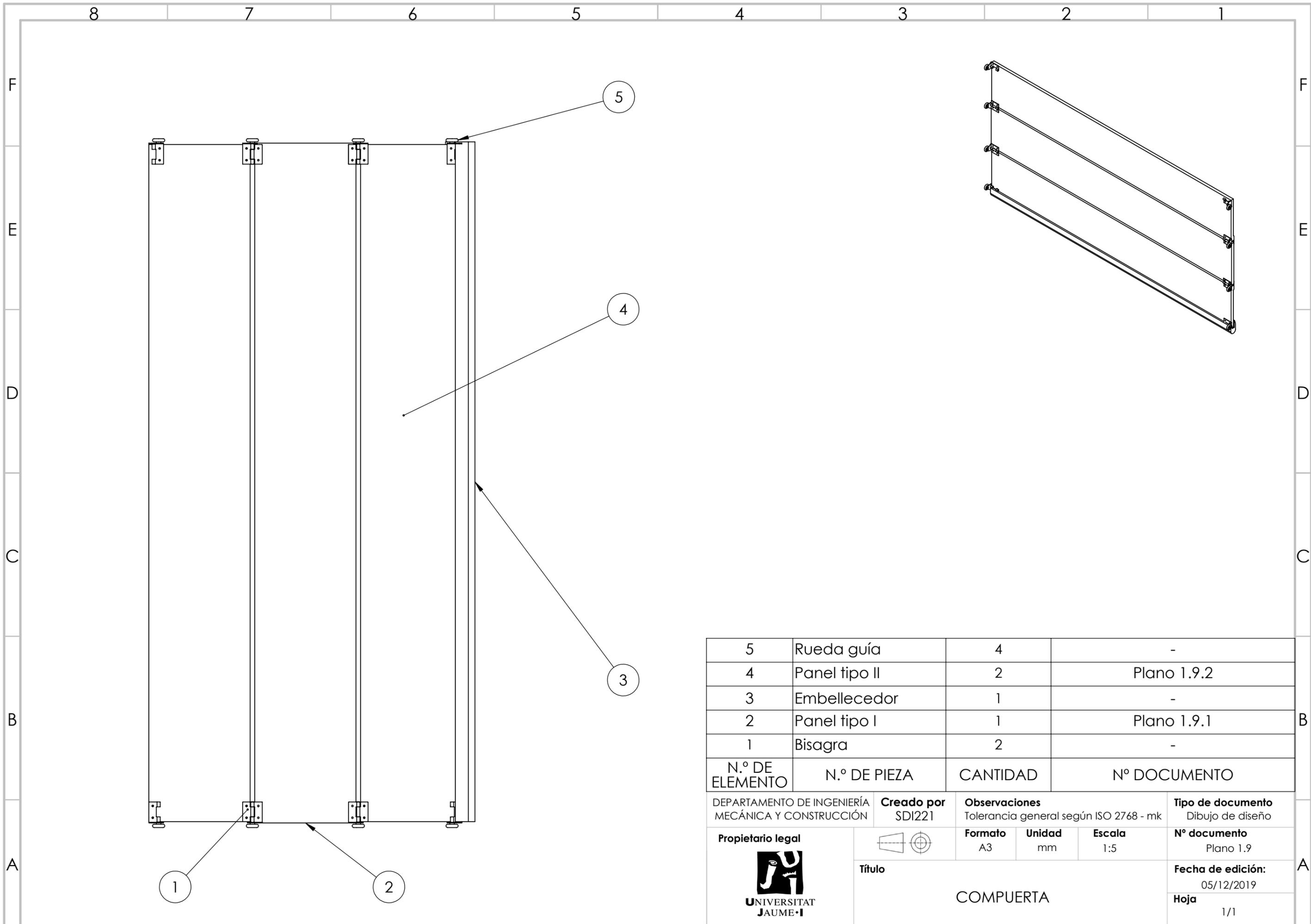
5

4

3

2

1



5	Rueda guía	4	-
4	Panel tipo II	2	Plano 1.9.2
3	Embellecedor	1	-
2	Panel tipo I	1	Plano 1.9.1
1	Bisagra	2	-
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN		Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk		Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal			Formato A3	Unidad mm	Escala 1:5
 UNIVERSITAT JAUME·I		Título COMPUERTA			Nº documento Plano 1.9
					Fecha de edición: 05/12/2019
					Hoja 1/1

6

5

4

3

2

1

D

C

B

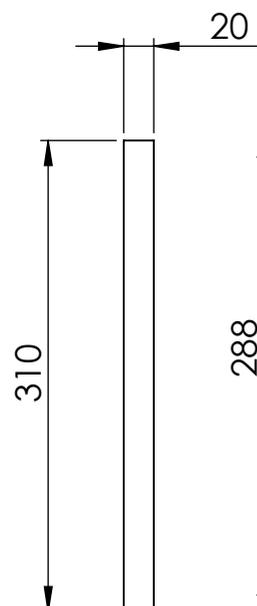
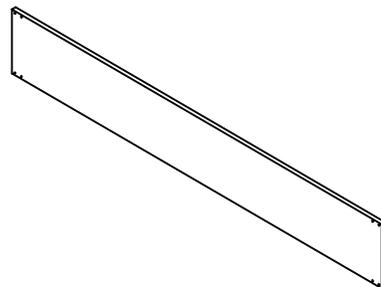
A

D

C

B

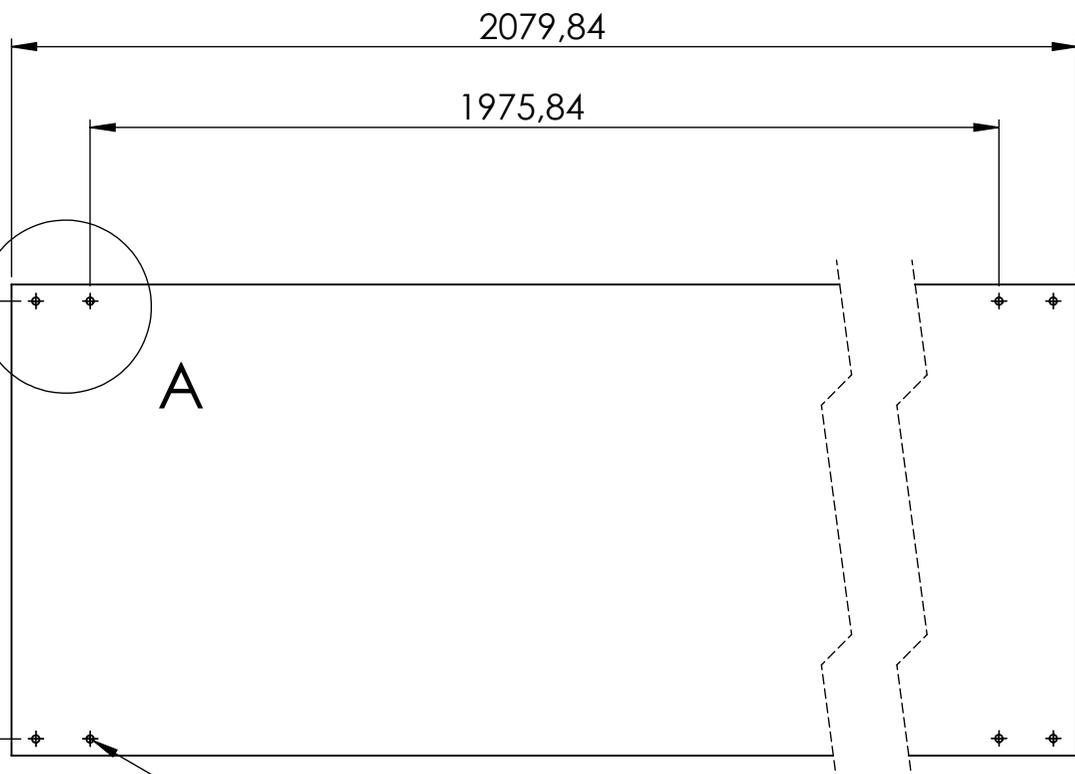
A



20

310

288

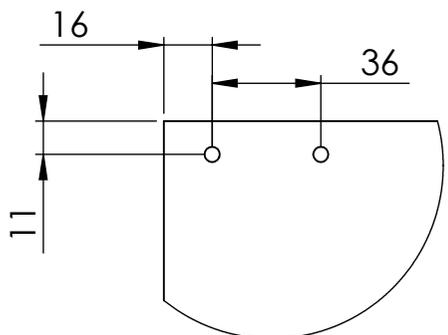


2079,84

1975,84

A

8X M5 POR TODO



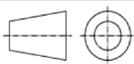
16

36

11

DETALLE A

ESCALA 2 : 5

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I		Formato A4	Unidad mm	Escala 1:5	Nº documento Plano 1.9.1
		Título PANEL TIPO I			Fecha de edición: 07/12/2019
					Hoja 1/1

6

5

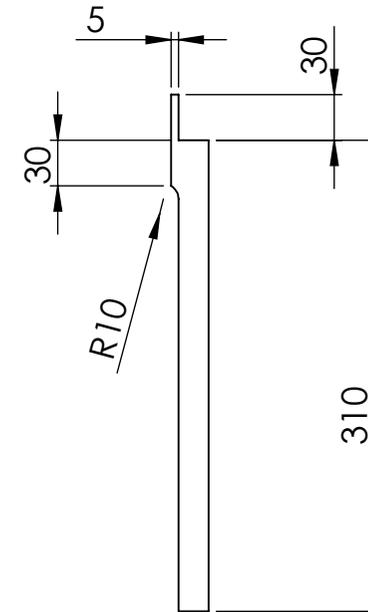
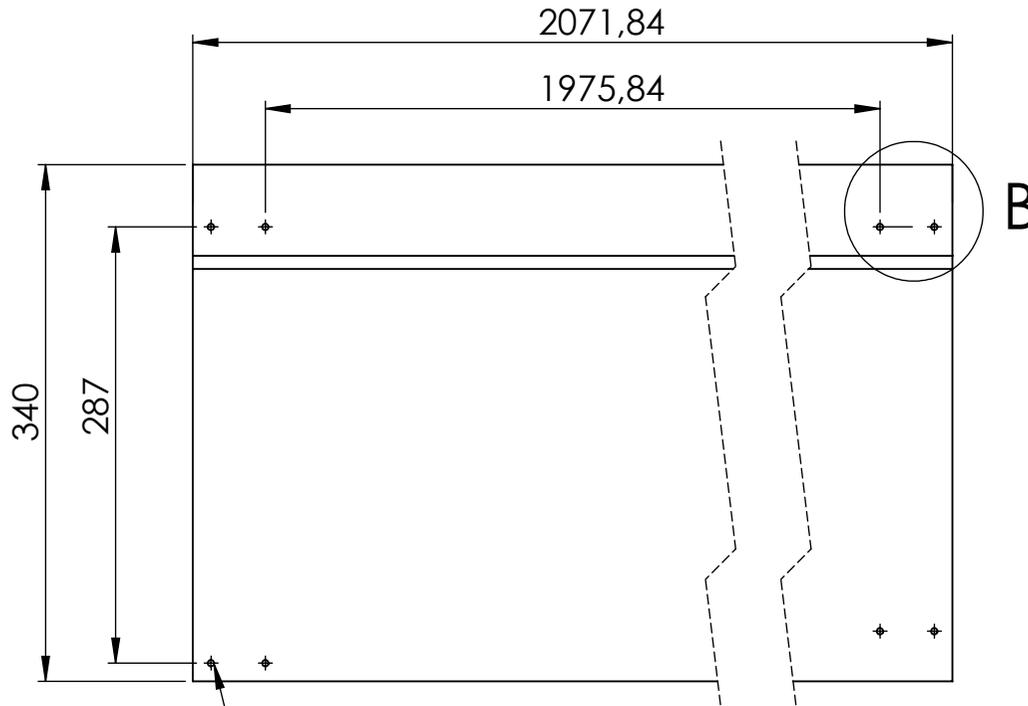
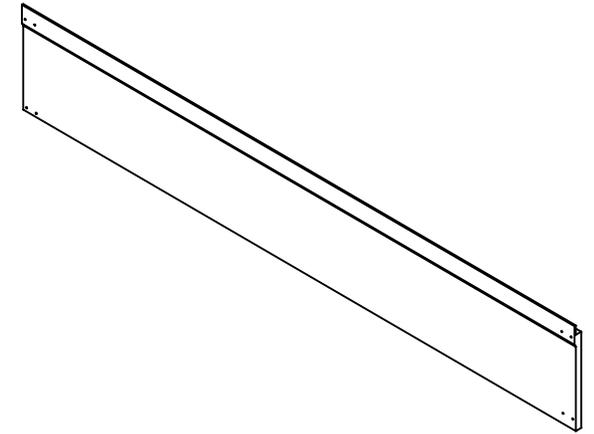
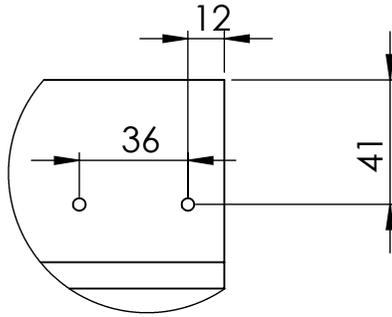
4

3

2

1

DETALLE B
ESCALA 2:5



8X M5 ϕ 4,2
POR TODO

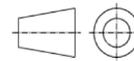
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por
SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A4

Unidad
mm

Escala
1:5

Nº documento
Plano 1.9.2

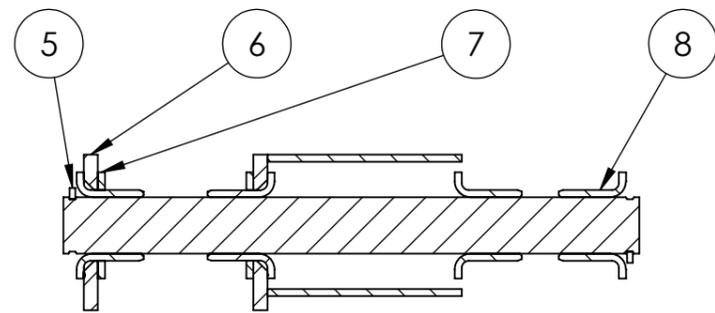
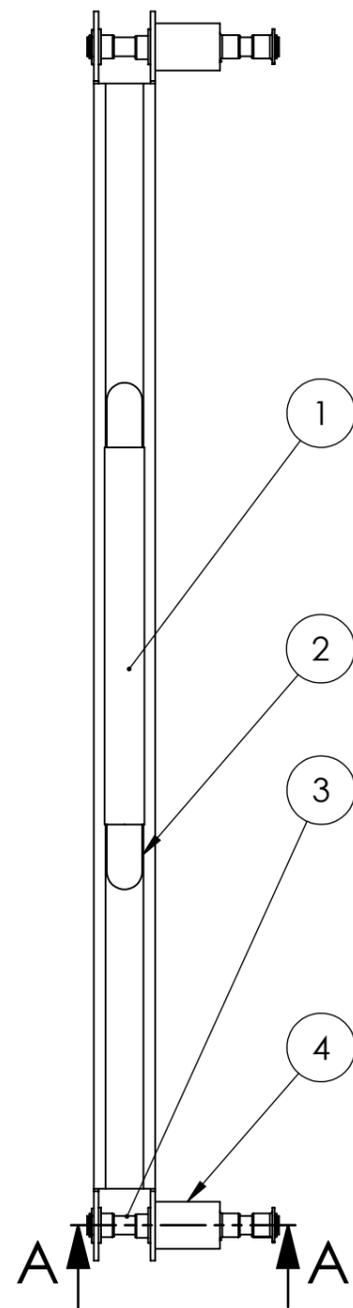


Título

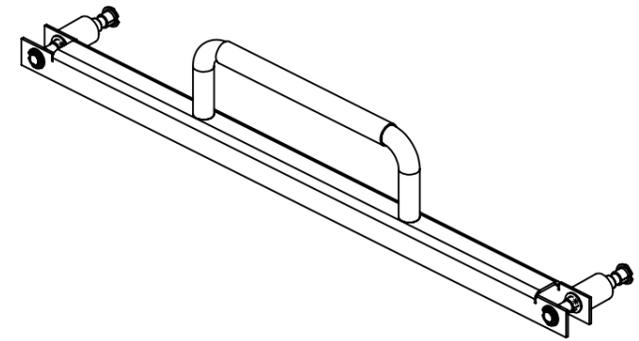
PANEL TIPO II

Fecha de edición:
07/12/2019

Hoja
1/1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



8	egf08095-e40(con valona Di8 De10L9,5)	8	-
7	Arandela M10	4	-
6	Unión perfiles	1	Plano 1.10.1
5	627608 anillo de seguridad	4	-
4	Tubo aluminio D20mm	2	-
3	Eje d8mm	2	-
2	Barra curvada D18mm E1mm aluminio	1	-
1	Refuerzo de espuma	1	-
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

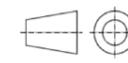
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A3

Unidad
mm

Escala
1:3

Nº documento
Plano 1.10

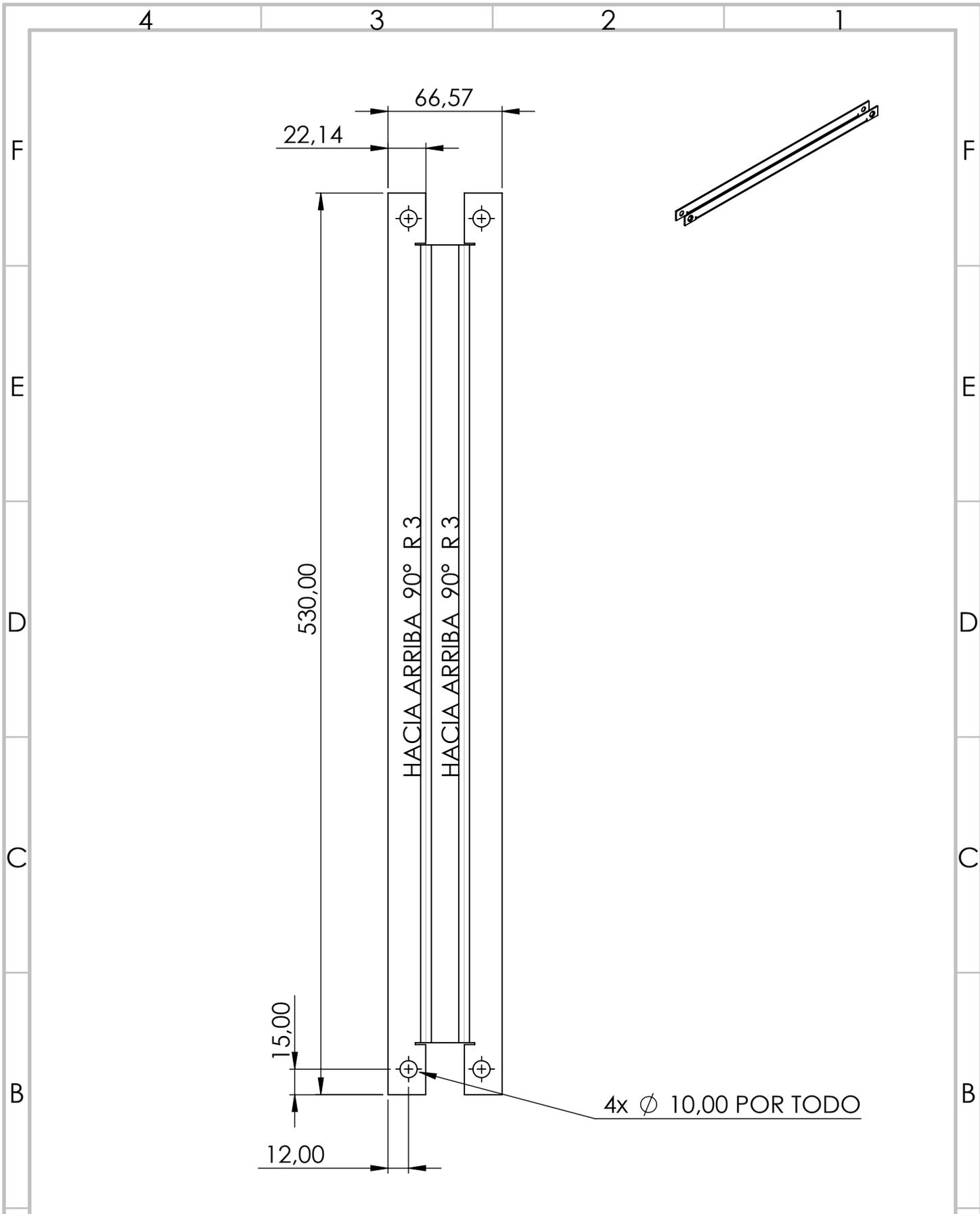


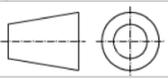
Título

UNIÓN PERFILES

Fecha de edición:
05/12/2019

Hoja
1/1



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN		Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME I	 Título UNIÓN PERFILES	Formato A4	Unidad mm	Escala 1:3	Nº documento Plano 1.10.1	
		Fecha de edición: 6/12/2019				
		Hoja 1/1				

6

5

4

3

2

1

D

D

C

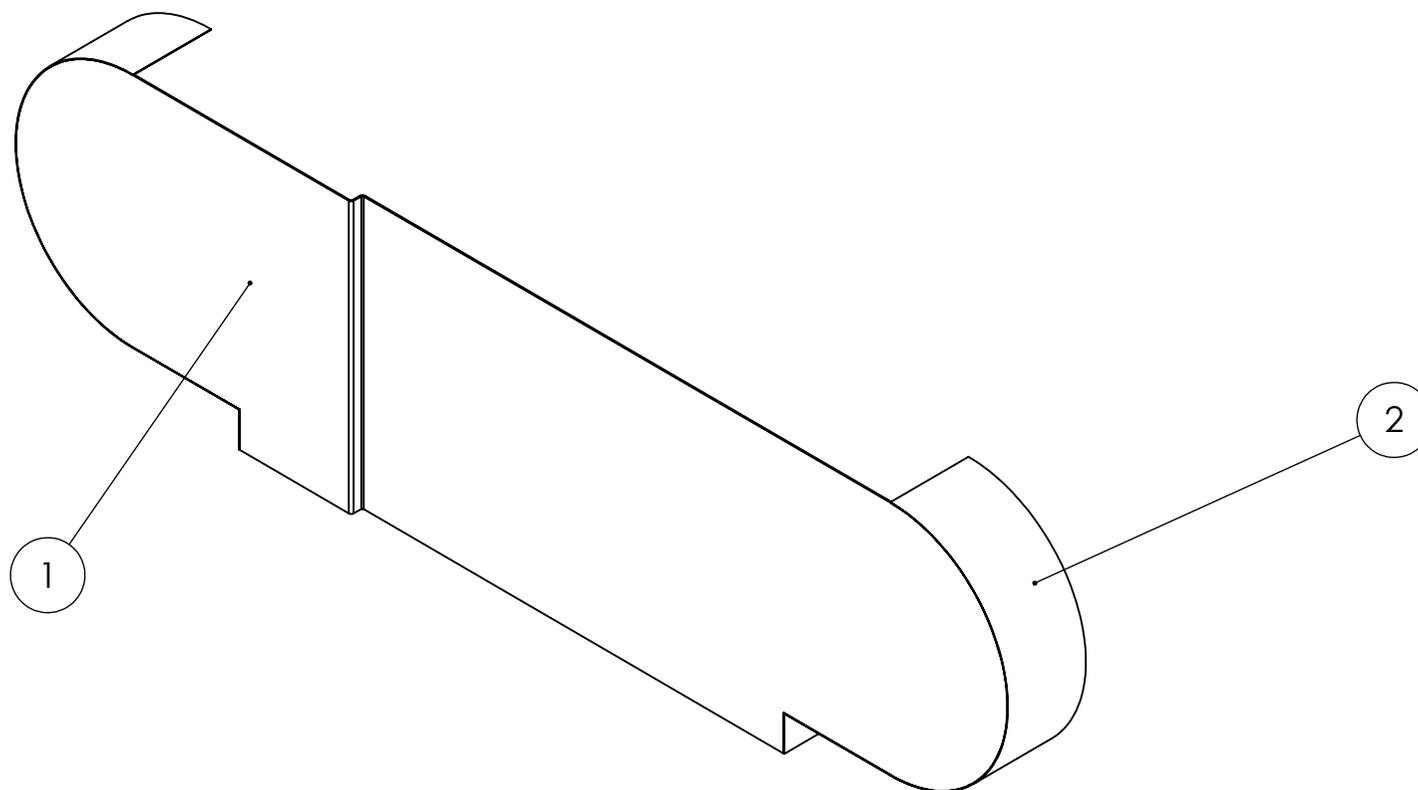
C

B

B

A

A



2	LATERAL ENCOFRADO	2	PLANO 2.2
1	CHAPA ENCOFRADO	1	PLANO 2.1
N.º DE ELEMENTO	TÍTULO	CANTIDAD	Nº DOCUMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por
SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A4

Unidad
mm

Escala
1:1

Nº documento
Plano 2.0



Título

SISTEMA ENCOFRADO SEGUNDA FASE

Fecha de edición:
10/12/2019

Hoja
1/1

6

5

4

3

2

1

D

D

C

C

B

B

A

A

6

5

4

3

2

1

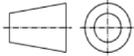
2412,64

655,00

R285,00

HACIA ABAJO 90° R2

HACIA ARRIBA 90° R2

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN	Creado por SDI221	Observaciones Tolerancia general según ISO 2768 - mk			Tipo de documento Dibujo de diseño
Propietario legal  UNIVERSITAT JAUME·I		Formato A4	Unidad mm	Escala 1:10	Nº documento Plano 2.1
Título CHAPA ENCOFRADO					Fecha de edición: 10/12/2019
					Hoja 1/1

6

5

4

3

2

1

6

5

4

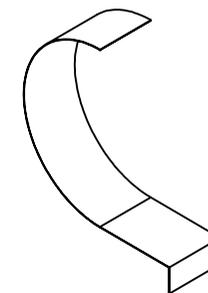
3

2

1

D

D



C

C

1264,35

190

HACIA ARRIBA 90°

83,5

258,5

CURVADO R258,5 mm

B

B

A

A

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por
SDI221

Observaciones
Tolerancia general según ISO 2768 - mk

Tipo de documento
Dibujo de diseño

Propietario legal



Formato
A4

Unidad
mm

Escala
1:6

Nº documento
Plano 2.2



Título

LATERAL ENCOFRADO

Fecha de edición:
10/12/2019

Hoja
1/1

6

5

4

3

2

1