



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño y estudio técnico de un puesto de vigilancia de playa con instalación autónoma de refrigeración de bebidas y medicamentos.

Alumno: **Iker Castro Alfaro**

Tutores: Miguel J. Reig
Carlos Micó

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: **Junio de 2020**

A mi familia por su continuo esfuerzo en guiarme,
inspirarme y convertirme en quién soy ahora.

A mis profesores por su paciencia y comprensión.

Y a todos aquellos que han dedicado su tiempo a mi
trabajo.

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla el estudio de viabilidad y fabricación de un puesto de vigilancia de playa con una instalación autónoma de refrigeración de bebidas y medicamentos. Para ello, ha tomado una gran importancia determinar las propiedades necesarias y fundamentales que se deben tener en cuenta para la selección de materiales, diseño y elección de componentes necesarios para su funcionamiento. Así mismo, se ha verificado el funcionamiento bajo las condiciones adversas, asegurando la prevención de riesgos en todo momento.

Palabras clave: puesto, vigilancia, autónomo, refrigeración, medicinas, bebidas.

Abstract

The main objective of this project is develop the viability study and the manufacture of a surveillance post on the beach with an autonomous beverage and medicine refrigeration. Furthermore, it has been very important to determine the necessary and fundamental properties that must be taken into account for the selection of materials, the design and the choice of the components necessary for its operation. Likewise, the operation has been verified under adverse conditions, ensuring risk prevention at all times.

Keywords: post, surveillance, autonomous, refrigeration, medicines, beverage.

Resum

En el present treball es desenvolupa l'estudi de viabilitat i fabricació d'un lloc de vigilància de platja amb una instal·lació autònoma de refrigeració de begudes i medicaments. Per a això, ha pres una gran importància determinar les propietats necessàries i fonamentals que s'han de tindre en compte per a la selecció de materials, disseny i elecció de components necessaris per al seu funcionament. Així mateix, s'ha verificat el funcionament sota les condicions adverses, assegurant la prevenció de riscos en tot moment.

Paraules clau: lloc, vigilància, autònom, refrigeració, medicines, begudes.

Índice general

Memoria	1
1 Objeto del trabajo	1
1.1 Carácter académico	1
2 Descripción del trabajo	3
2.1 Justificación del trabajo	3
2.2 Componentes	4
2.2.1 Silla de vigilancia	4
2.2.2 Equipo frigorífico	5
2.2.3 Sistema de alimentación	7
2.3 Requerimientos básicos del trabajo	13
3 Materiales	15
3.1 Método Ashby	15
3.2 Estudio de materiales de la silla de vigilancia	18
3.3 Estudio de materiales del equipo frigorífico	21
3.3.1 Carcasa	21
3.3.2 Aislante térmico	24
4 Diseño	27
4.1 Diseño inicial	27
4.2 Render	30
5 Análisis	31
5.1 Cálculos térmicos	31
5.1.1 Datos	33

5.1.2 Resolución	35
5.2 Cálculos eléctricos	37
5.2.1 Panel solar	37
5.2.2 Disposición del panel solar	37
5.2.3 Reguladores de carga	39
5.2.4 Batería	39
5.2.5 Cableado	40
5.3 Análisis ergonómico	42
5.4 Análisis de esfuerzos	43
6 Conclusión	55
6.1 Componentes	55
6.1.1 Sistema térmico	55
6.1.2 Sistema de alimentación	56
Anexo	59
Presupuesto	59
planos	60
Bibliografía	75

Índice de tablas

2.1. Tipos de placas solares	8
2.2. Propiedades de las baterías.	10
2.3. Conductividad de cables eléctricos.	11
3.1. Restricciones silla de vigilancia.	18
3.2. Restricciones de la carcasa del equipo frigorífico.	21
3.3. Materiales óptimos para la carcasa.	24
3.4. Restricciones aislante térmico.	24
3.5. Materiales óptimos para el aislamiento térmico.	26
3.6. Selección material para el aislamiento térmico.	26
5.1. Valores típicos del coeficiente de transferencia por convección.	32
5.2. Datos para el cálculo de renovación de aire y productos.	35
5.3. Radiación solar en función de la inclinación.	38
5.4. Cargas para la simulación estática.	47
5.5. Propiedades madera blanda de pino.	47
6.1. Ficha técnica célula peltier.	55
6.2. Ficha técnica ventilador.	56
6.3. Ficha técnica termostato.	56
6.4. Ficha técnica placa fotovoltaica.	56

6.5. Ficha técnica regulador de carga.	57
6.6. Ficha técnica batería.	57

Índice de figuras

2.1. Pacientes diabéticos.	4
2.2. Transmisión de calor.	5
2.3. Célula Peltier	6
2.4. Ventilador.	6
2.5. Esquema instalación fotovoltaica.	7
2.6. Influencia de la orientación e inclinación de las placas sobre la eficiencia.	8
2.7. Características de los paneles solares.	9
2.8. Esquema reacción reducción-oxidación.	10
2.9. Caídas de tensión máximas recomendadas.	11
2.10. Intensidades máximas admitidas según Guía ITC-BT 19.	12
2.11. Datos meteorológicos anuales de la playa de Alicante.	13
3.1. Filtrado tipo gráfico en CES Edupack.	16
3.2. Filtrado tipo límite en CES Edupack.	16
3.3. Filtrado tipo árbol en CES Edupack.	17
3.4. Criterio Ashby.	17
3.5. Restricción coste de la silla de vigilancia.	18
3.6. Restricción propiedades silla de vigilancia.	19
3.7. Material optimo silla de vigilancia.	20
3.8. Restricción coste carcasa.	22

3.9. Restricción coste carcasa mediante método Ashby.	22
3.10. Restricción propiedades carcasa.	23
3.11. Restricción coste del aislante térmico.	25
3.12. Restricción coste del aislante térmico.	25
4.1. Prediseño global.	27
4.2. Diseño inicial silla de vigilancia.	28
4.3. Diseño inicial nevera portátil.	29
4.4. Renderizado del diseño inicial.	30
5.1. Esquema transmisión de calor.	31
5.2. Descripción gráfica de las caras seleccionadas.	34
5.3. Termostato Inkbird ITC-1000 12V.	36
5.4. Placa fotovoltaica de 50 W.	37
5.5. Radiación solar en función de la inclinación.	38
5.6. Esquema de conexión regulador 12V/24V 10A PWM Must Solar.	39
5.7. Batería Yuasa NP7-12L 12V 7Ah.	39
5.8. Sección comercial cable PV ZZ-F.	40
5.9. Modificaciones del diseño inicial.	42
5.10. Modificaciones del diseño inicial.	43
5.11. Justificación longitud cubierta a dos aguas.	44
5.12. Valores de la velocidad del viento.	45
5.13. Valores del coeficiente de exposición c_e	45
5.14. Coeficiente de presión marquesinas a dos aguas.	46
5.15. Sujeciones y cargas para la simulación estática.	48
5.16. Tensión de Von Mises.	49
5.17. Desplazamiento.	49
5.18. Sujeciones y cargas para la simulación estática adicional.	50
5.19. Tensión de Von Mises con cargas adicionales.	51

5.20. Tensión de Von Mises deformada exageradamente.	52
5.21. Zonas con tensiones más desfavorables.	52
5.22. Desplazamiento con cargas adicionales.	53
5.23. Desplazamiento exagerado con cargas adicionales.	53

1 Objeto del trabajo

El objeto principal del siguiente estudio es el diseño de una silla de vigilancia con nevera portátil alimentada de energía renovable para así satisfacer al usuario que hace uso de *medicamentos termolábiles*¹, además de otorgar al socorrista de bebidas refrigeradas durante la jornada laboral.

1.1 Carácter académico

Con lo conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera se ha tratado de obtener un producto capaz de soportar los esfuerzos requeridos, mantener a temperatura adecuada los medicamentos, así como ser óptima para su comercialización, siendo factible la fabricación con los materiales especificados.

¹Medicamentos que requieren el mantenimiento del mismo en condiciones entre 2°C y 8°C. Algunos ejemplos son las insulinas, determinados colirios y antibióticos

2 Descripción del trabajo

A lo largo del estudio se desarrollará una silla de vigilancia con nevera portátil capaz de generar la energía necesaria para su autoabastecimiento.

El trabajo se desarrollará para el almacenamiento en condiciones prevalecidas de productos farmacéuticos además de abastecer la necesidad de los usuarios con medicación necesitada de mantenerse a bajas temperaturas. De esta manera se facilitará la posibilidad almacenaje de la medicación termolábil, bajo la custodia del socorrista, mientras se encuentre en la playa.

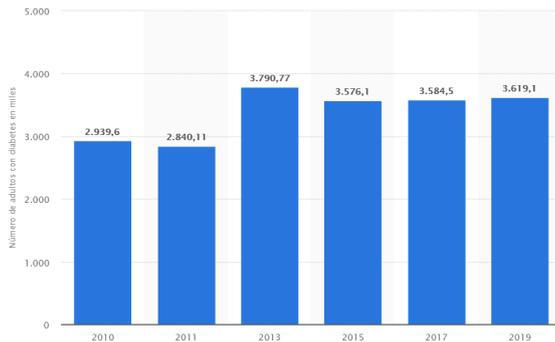
Aclarar que se dispondrá del mismo en la playa de Alicante capital, estableciendo la normativa del ayuntamiento, concretamente, BOP núm 221, 17 de noviembre 2008.

2.1 Justificación del trabajo

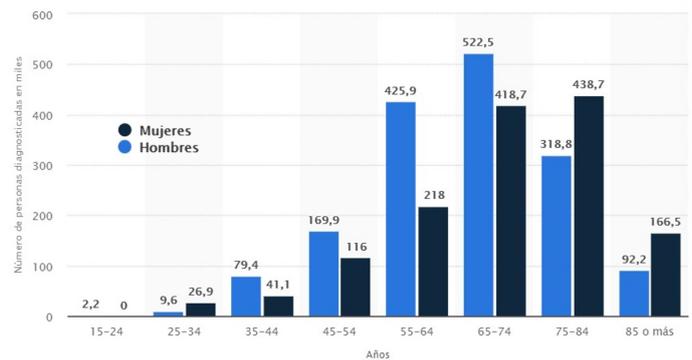
Uno de los problemas detectados tras el desarrollo de voluntariado en actividades sanitarias como socorrista, ha sido la dificultad de ejercer y tratar asiduamente a personas con cuadros adversos en espacios caracterizados por una climatología adversa. Los síntomas presentados fueron lesiones por alteración en la termorregulación, tales como insolación y golpes de calor, lesiones específicas del entorno como son picaduras de animales, quemaduras solares, alteraciones por el cloro, etc. y lesiones debido a enfermedades crónicas como por ejemplo glucemia, contusiones, etc.

Las altas temperaturas pueden, en gran medida, alterar la efectividad de los suministros y medicamentos utilizados por el socorrista como son las bolsas de frío, bebidas isotónicas, antisépticos y ,entre otros, desinfectantes.

Asimismo, se ha transmitido, por parte de los pacientes de diabetes, la necesidad de disponer y conservar sus medicamentos en frío para uso y disfrute de lugares públicos. Cabe resaltar que en 2019 en España existían 3,62 millones de pacientes con diabetes, lo cual, representa aproximadamente el 10.5 % de la población.



(a) Evolución del número de personas con diabetes en España de 2010 a 2019



(b) Distribución de pacientes diabéticos según edad y sexo en España

Figura 2.1: Pacientes diabéticos.

Ante esta situación descrita y enmarcado en el presente trabajo de final de grado, se plantea la idea o necesidad de realizar este estudio, surgido con la finalidad de facilitar la labor del socorrista en la disposición de medicamentos necesarios para su correcta función y adecuada atención a este tipo de personas y situaciones.

2.2 Componentes

2.2.1 Silla de vigilancia

Las sillas de vigilancia están destinadas al personal sanitario para poder desarrollar su actividad de vigilancia y seguridad de los usuarios. Aclarar que son puntos de intervención rápida en caso de realizar un rescate ya que los socorristas, los cuales se sitúan en ellas, son los primeros en actuar.

Es un elemento de unos 4 metros de altura situado en primera línea de mar, donde se situara en todo momento un socorrista. Debido a la altura, se debe considerar un riesgo ante caídas a distinto nivel puesto que puede conllevar contusiones y traumatismos con carácter leve, grave, muy graves e incluso mortales.

Las sillas, a diferencia de las torres de vigilancia, se retiran una vez finalizada la temporada de baño.

2.2.2 Equipo frigorífico

Los inventores Oliver Evans, Jaboc Perkins y John Gorrie desarrollaron las primeras versiones de la conocida, inicialmente, como "La casa de hielo". Actualmente se le denomina nevera y es un electrodoméstico portátil compuesto de un material aislante encargado de mantener y enfriar los productos de su interior.

Las neveras se caracterizan por tener diferentes potencias, por consecuencia, poseen diferentes capacidades de transmisión de energía. Así mismo, el peso, que interfiere en la capacidad de almacenamiento, es limitado debido al *Real Decreto 487/1997*.¹

Aclarar que la refrigeración se debe a la energía transitada entre dos cuerpos con diferencia de temperaturas. Los mecanismos de trasmisión de calor se pueden clasificar en función del estado de los elementos en contacto, siendo los mecanismos los siguientes:

- **Conducción.** Consiste en la transferencia de calor entre diferentes zonas del sólido que se encuentran a diferente temperatura sin que se produzca transferencia de materia entre ellas.
- **Convección.** Consiste en la transmisión de calor a través de fluidos. Esta transferencia se debe al movimiento del fluido, el cual puede ser un movimiento natural o forzado.
- **Radiación.** Consiste en la transferencia de calor mediante ondas electromagnéticas, lo que conlleva, que los elementos no están en contacto entre sí.

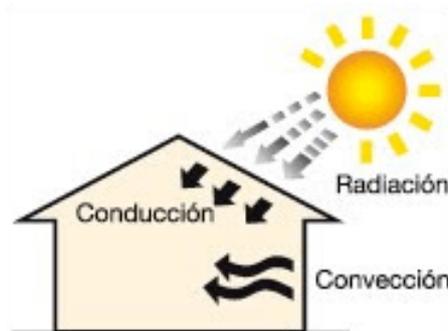


Figura 2.2: Transmisión de calor.

Este electrodoméstico esta compuesto por:

Carcasa. Cubierta, interna y externa, del dispositivo.

Aislante. Material con una elevada resistencia térmica, reduciendo la transferencia de calor entre dos entorno. Gracias a él, se aumenta la eficiencia energética de la instalación.

Célula Peltier. En 1834, Jean-Charles A. Peltier descubrió el efecto de bombeo de calor termoeléctrico en estado sólido. Este efecto permite la transferencia de calor en la unión de dos metales semiconductores, del *tipo-n*² o *tipo-p*³, diferentes cuando una corriente eléctrica atraviesa la unión de ambos.

¹Decreto sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares.

²semiconductor al cual se le ha añadido impurezas pentavalentes (5 electrones en el orbital de valencia) para aumentar el número de portadores de cargas. Generalmente son de Telurio.

³semiconductor al cual se le ha añadido impurezas trivalentes (3 electrones en el orbital de valencia) para aumentar el número de aceptadores de cargas.Generalmente son de Bismuto.

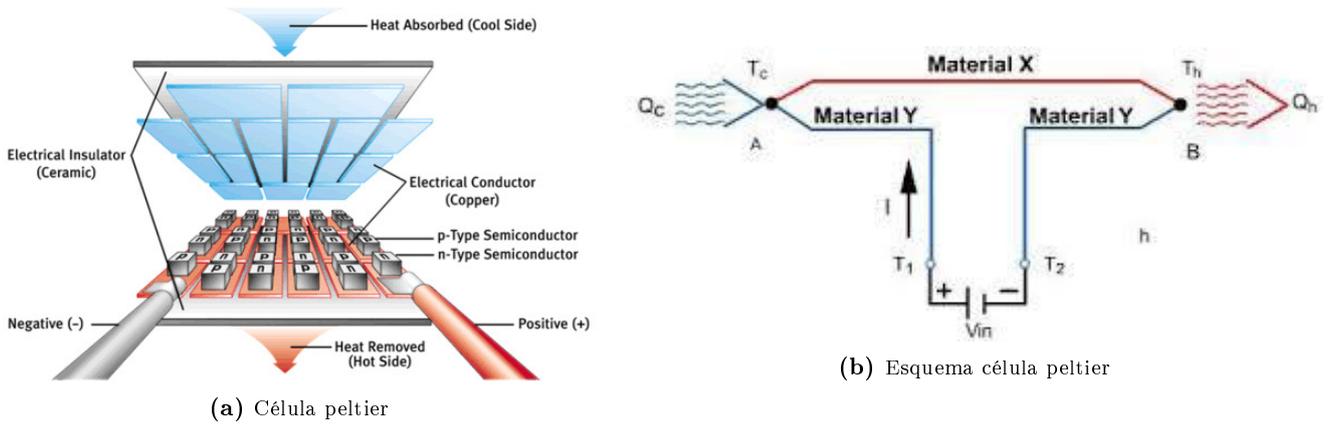


Figura 2.3: Célula Peltier

Cuando existe un flujo de corriente continua a través de la unión de los semiconductores, los cuales están conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo, se produce una diferencia de temperatura que favorece el equilibrio térmico. O sea, este proceso favorece la absorción de energía de un medio para así cederla a otro medio.

Para su fabricación se utilizan dos semiconductores diferentes ya que necesitan tener diferentes densidades de electrones. Aclarar que los semiconductores se colocan térmicamente en paralelo entre sí y eléctricamente en serie, y luego se unen con una placa conductora térmica en cada lado.

Una característica a tener en cuenta acerca de la célula es la configuración de la dirección de la transmisión de calor, es decir, la célula funciona de forma similar a las bombas de calor. Gracias a ello, invertir la polaridad significa absorber calor donde antes desprendía y viceversa.

Ventilador. Turbomáquina que transmite energía para generar la presión necesaria con la que mantener un flujo continuo de aire.

Un ventilador consta de un motor de accionamiento, normalmente eléctrico, con los dispositivos propios para el control de arranque, regulación de velocidad, conmutación de polaridad, protecciones, etc además de un propulsor giratorio que transmite la energía al aire.



Figura 2.4: Ventilador.

2.2.3 Sistema de alimentación

Sistema de suministro eléctrico aislado basado en la transformación fotovoltaica de la energía mediante equipos pertinentes capaces de producir, regular, acumular, transformar y cuantificar. Clarificar que lo a continuación descrito se basa en el *Reglamento electrónico para baja tensión* 2018, haciendo uso de los capítulos requeridos para la instalación.

En la figura 2.5 se puede observar el esquema básico de toda instalación fotovoltaica.

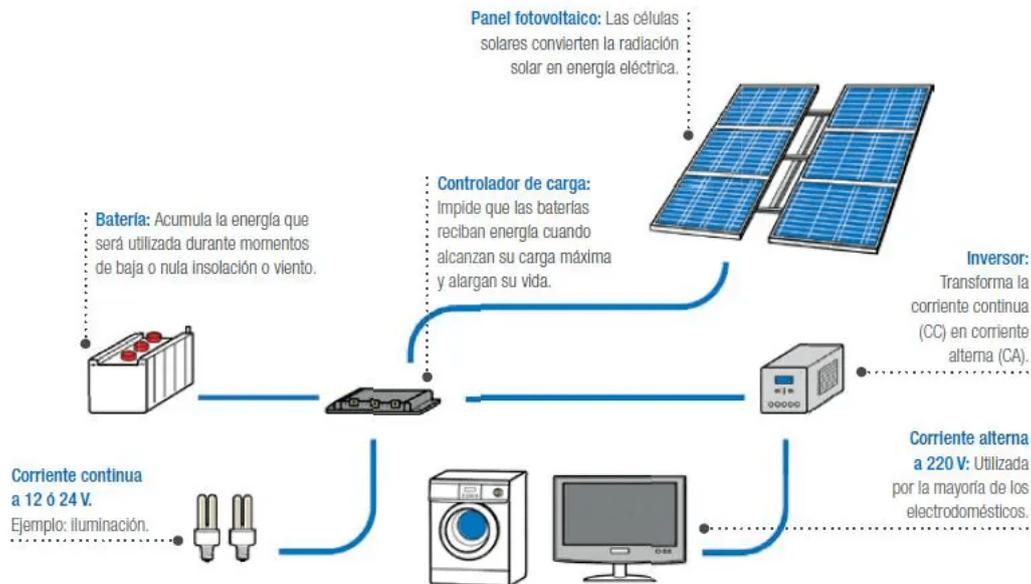


Figura 2.5: Esquema instalación fotovoltaica.

A continuación se describirán algunos elementos:

Paneles solares. El panel solar, también llamado placa fotovoltaica o célula fotoeléctrica, es el encargado de generar corriente eléctrica cuando incide una radiación solar sobre ella.

El funcionamiento de una placa solar está basado en el principio fotovoltaico, descubierto por el físico francés Antoine Becquerel en 1839. Este principio consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores, compuestos a base de silicio puro con adición de impurezas de determinados elementos químicos como el boro o el fósforo, los cuales reaccionan químicamente ante los fotones solares.

La cantidad de energía captada depende sobre todo de su orientación respecto de los rayos solares, siendo perpendicular la posición para conseguir el máximo aprovechamiento. Estas características depende de la orientación e inclinación de la placa, viéndose variada la inclinación a lo largo del año y la orientación a lo largo del día.

Destacar que debido a la diferentes composiciones de las células existen diferentes tipos de placas fotovoltaicas, en la tabla 2.1 se puede observar las características de las mismas.

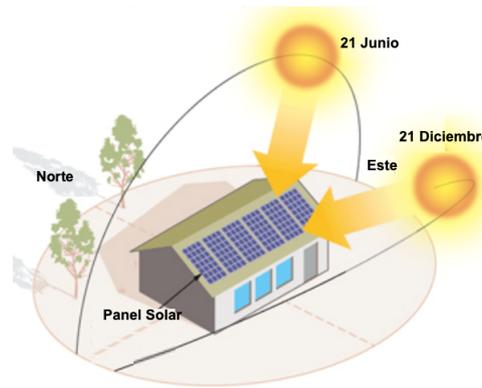


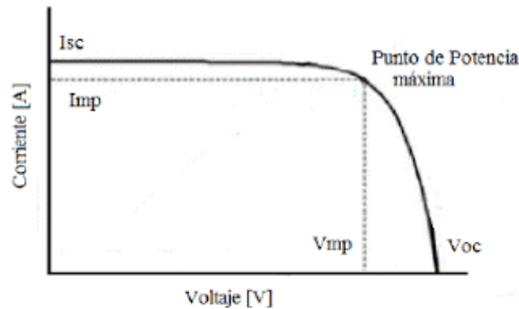
Figura 2.6: Influencia de la orientación e inclinación de las placas sobre la eficiencia.

Tipo	Rendimiento	Características	Vida útil	Tamaño para 100W	Uso	Precio
Amorfo	<10 (%)	Flexibilidad. Fácil de fabricar. Poco material activo	15 años	141 x 111	Calculadoras	Barato
Monocristalinas	25 (%)	Alta pureza del silicio. Color negro.	30 años	120 x 55	Huertos solares	Caro
Policristalino	20 (%)	Funciona aunque se encuentre parcialmente cubierto.	25 años	101 x 67	Viviendas	Medio

Tabla 2.1: Tipos de placas solares

Por lo que se refiere a las características esenciales a tener en cuenta a la hora de seleccionar la placa son, además de las descritas anteriormente, las siguientes:

- Potencia máxima ($P_{m\acute{a}x}$). Potencia que el panel puede desarrollar cuando esta sometido a la intensidad máxima, lo que es lo mismo, cuando los rayos inciden de forma perpendicular sobre las células. Se trata del producto de la intensidad y voltaje a máxima potencia. La unidad de medida es vatios (W).
- Voltaje en circuito abierto (V_{oc}). Voltaje que transfiere cuando el panel esta desconecta. En otras palabras, tensión que mide un voltímetro en los terminales de la placa cuando se encuentra desconectada de la instalación y con radiaciones solares. Este medida es el voltaje máximo que puede suministrar la placa. La unidad de medida es voltaje (V).
- Intensidad en corto circuito (I_{cc}). Intensidad máxima que se obtener del panel solar, y se da cuando la tensión de salida en nula. La unidad de medida es intensidad (A)
- Voltaje a máxima potencia (V_{mp} ó V_m). Voltaje que la placa suministra cuando se encuentra a máxima potencia. Normalmente suele ser el 80 % del voltaje máximo. La unidad de medidas es voltaje (V).
- Intensidad a máxima potencia (I_{mp} ó I_m). Intensidad que recorre en la placa cuando trabaja a máxima potencia. La unidad de medida es intensidad (A).



(a) Diagrama Voltaje-Intensidad de un panel solar.

Phono Solar		
Module Type PS240M — 20/U a		
Rated Power at STC	(Wp)	240 W
Tolerance		±3%
Rated Power Voltage	(Vm)	30.0 V
Rated Power Current	(Im)	8.00 A
Open Circuit Voltage	(Voc)	37.6 V
Short Circuit Current	(Isc)	8.45 A
Nominal Operation Cell Temp (NOCT)		45°C±2°C
Maximum Fuse Rating		15 A
Application Class		A
All Technical Data at STC: AM1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C		
Maximum System Voltage		1000V DC
Wind Resistance		5400 Pa
Weight		20 Kg
Dimension		1640 x 992 x 45 mm

(b) Ficha técnica de un panel solar Phono Solar.

Figura 2.7: Características de los paneles solares.

En relación a la sujeción sobre la estructura, se debe garantizar la integridad de los módulos contra la acción del viento, los cambios de temperatura, así como, el vandalismo y robo.

Regulador. Dispositivo electrónico encargado de mantener un nivel de tensión constante.

Las principales funciones del regulador son:

- Mantener la tensión de salida constante pudiendo variar la temperatura y la tensión de entrada.
- El voltaje de salida no debe contener componentes alternos, lo que es lo mismo, el rizado ⁴ debe ser nulo.
- La fuente debe poseer un sistema para limitar la corriente de salida, lo cual sirve de protección para los elementos conectados a él.

Los reguladores pueden configurarse en serie o en paralelo.

⁴También denominado fluctuación o ripple, es el residuo que queda después de rectificar una señal.

Batería. Dispositivo encargado de almacenar energía, mediante celdas electroquímicas, capaz de reproducir ciclos de carga y descarga un número determinado de veces.

El principio fundamental de una batería consiste en las reacciones de oxidación-reducción (redox) de ciertas sustancias químicas, perdiendo una de ellas los electrones (se oxida) mientras la otra los gana (se reduce).

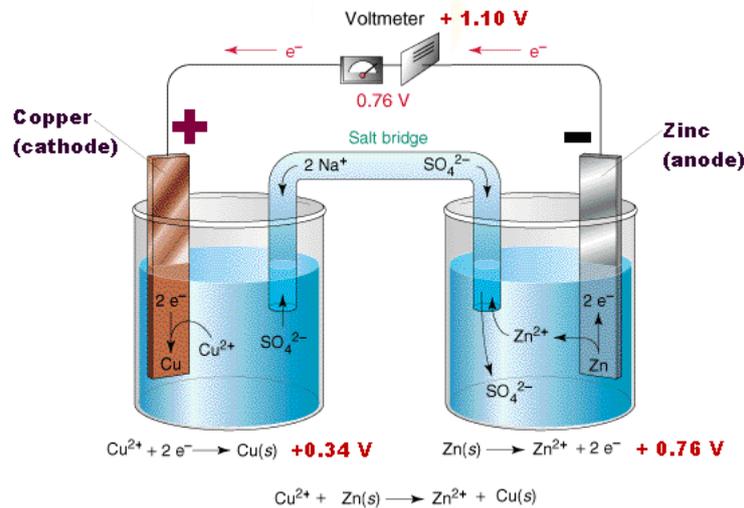


Figura 2.8: Esquema reacción reducción-oxidación.

Baterías AGM, de Litio, Monoblock y estacionarias son las usadas para el almacenamiento de energía. En la tabla 2.2 se pueden observar sus propiedades.

Tipo	Propiedades
AGM	Utilitaria con una larga vida útil. Recomendadas para pequeñas instalaciones. Destaca su falta de mantenimiento.
Litio	Reciente descubrimiento de este tipo de baterías, las cuales son compactas y rápidas cargándose. Destaca su falta de mantenimiento aunque su principal desventaja es el coste.
Monoblock	Recomendadas para instalaciones pequeñas de autoconsumo aisladas. Se usa normalmente en coches y motos.
Estacionarias	Gracias a su larga vida útil se utilizan en instalaciones con altos y continuos consumo. Destaca su relación calidad-precio.

Tabla 2.2: Propiedades de las baterías.

Cable. Elemento encargado de transportar la electricidad desde la placa hasta el regulador, con lo cual, al transportar corriente continua, son cables unipolares.

Se dispondrá de un cable, denominado PV ZZ-F, diseñado especialmente para trabajar en huertos solares. Este tipo de cable esta compuesto de cobre electrolítico estañado para asegurar la conductividad óptima, además, se encuentra envuelto con doble aislamiento para mejorar su resistencia a la intemperie, temperaturas extremas ambientales y la incidencia directa de los rayos ultravioleta. Adicionalmente, esta compuesto por un material autoex-

tinguible y libre de halógenos, lo que conlleva una baja emisión de gases nocivos en caso de incendio.

A la hora de seleccionar la sección del cable debemos tener en cuenta los parámetros, descritos por Alonso Lorenzo s.f., los cuales que están comprendidos en el reglamento eléctrico de baja tensión.

- Capacidad térmica. La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

Material	$\gamma_{20^{\circ}\text{C}}$	$\gamma_{70^{\circ}\text{C}}$	$\gamma_{90^{\circ}\text{C}}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28

Tabla 2.3: Conductividad de cables eléctricos.

- Caída de tensión. La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

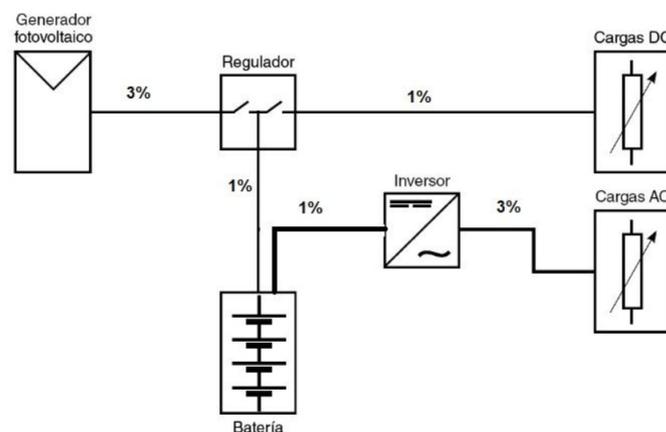


Figura 2.9: Caídas de tensión máximas recomendadas.

- Corriente de cortocircuito. La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobrecarga de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE-EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	AI	columna 4	columna 3	columna 7	columna 6
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	columna 3	columna 2	columna 6	columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/ mamp.	B1	columna 6	columna 5	columna 10	columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/mamp.	B2	columna 5	columna 4	columna 8	columna 7
	Cables unipolares; o multipolares sobre una pared de madera/manp.	C	columna 8	columna 6	columna 11	columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	columna 3	columna 4	columna 5	columna 6
	Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro \geq a 0,3 veces ϕ del cable	E	columna 9	columna 7	columna 12	columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro \geq ϕ del cable	F	columna 10	columna 8	columna 13	columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos \geq el ϕ del cable	G	—	Ver UNE 20460-5-523	—	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °)

(a)

Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																				
	AI	A2	B1	B2	C	E	F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
S (mm ²)																					
Cobre																					
1.5		11	11.5	13	13.5	15	16	16.5	19	20	21	24	-								
2.5		15	16	17.5	18.5	21	22	23	26	26.5	29	33	-								
4		20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-								
6		25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-								
10		34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-								
16		45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-								
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140								
35		-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174								
50		-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210								
70		-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269								
95		-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327								
120		-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380								
150		-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438								
185		-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500								
240		-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590								
Aluminio																					
2.5		11.5	12	13.5	14	16	17	18	20	20	22	25									
4		15	16	18.5	19	22	24	24	26.5	27.5	29	35									
6		20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-								
10		27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-								
16		36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-								
25		46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105								
35		-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130								
50		-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160								
70		-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206								
95		-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251								
120		-	-	-	162	171	193	196.5	213	228	239	269	293								
150		-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338								
185		-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388								
240		-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461								
Cu: $p_{200} = 1/56$ Al: $p_{200} = 1/35$ $p_{200} = 1,2 p_{200}$ $p_{200} = 1,28 p_{200}$																					
B: 5 l _a C: 10 l _a D: 20 l _a K: I-V/S Cu: 115 / 103 Al: 76 / 68 Cu: 143 Al: 94																					

(b)

Figura 2.10: Intensidades máximas admitidas según Guía ITC-BT 19.

2.3 Requerimientos básicos del trabajo

Se define la playa de Alicante como el emplazamiento donde se situará, concretamente, en las coordenadas 38.38° N 0.43° O. Gracias a WeatherSpark s.f. se ha podido obtener los datos climatológicos.

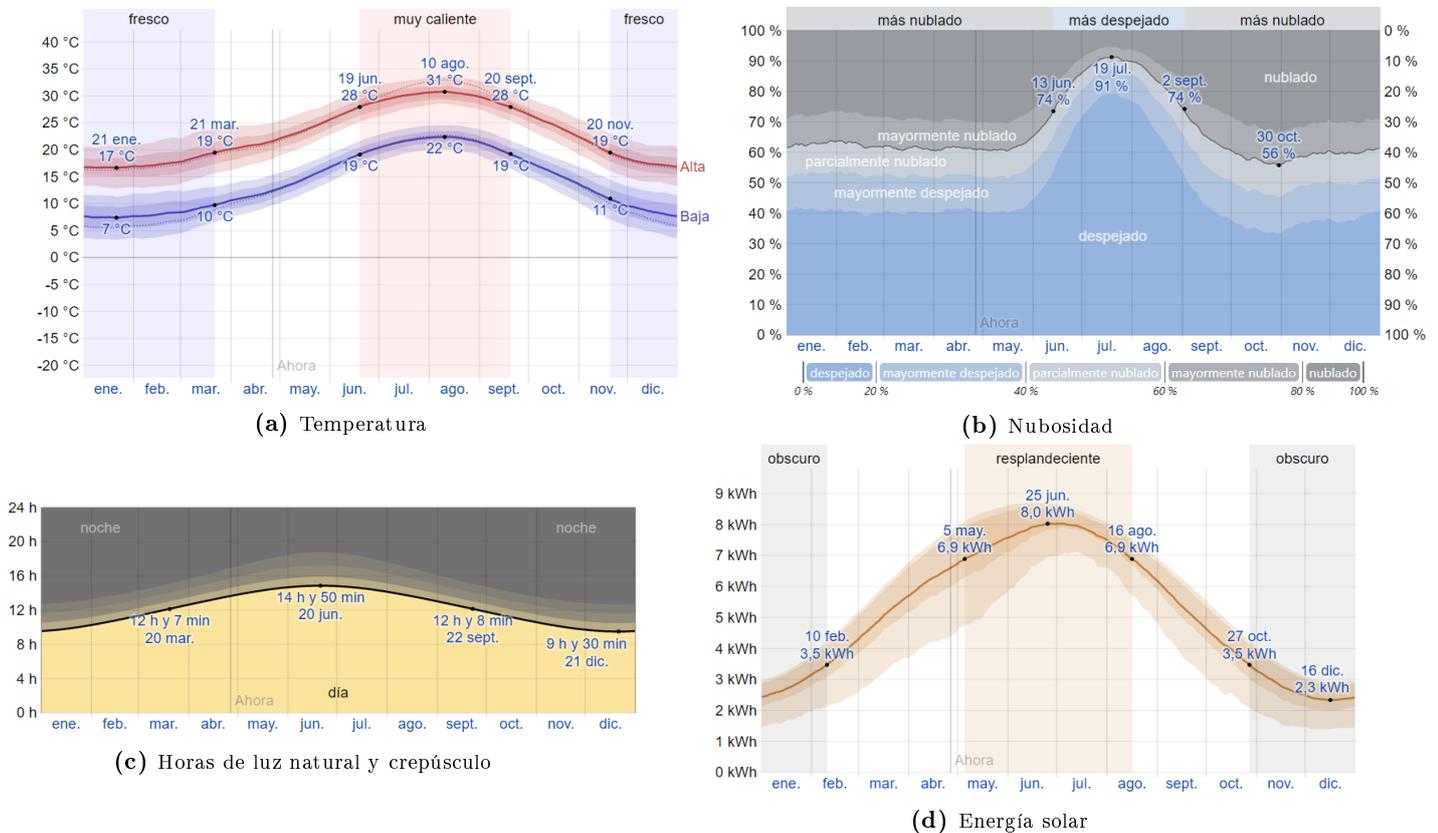


Figura 2.11: Datos meteorológicos anuales de la playa de Alicante.

Los requerimientos de los objetos en estudio serán impuestos por el autor del trabajo, los cuales serán justificados en función de las funciones para las que han sido desarrollados. Por ello, se distinguirá la estructura de la silla de vigilancia y la nevera.

Silla de vigilancia: Se desarrollará un elemento estructural con la finalidad de permitir al socorrista la vigilancia, así como, protegerlo del sol para no experimentar quemaduras tras una larga jornada.

Por ello, se le requerirán las siguientes propiedades:

- Deberá soportar un socorrista, así como de la nevera y los equipos necesarios para la vigilancia y el rescate de los usuarios.
- Material capaz de soportar los efectos marinos, los cuales pueden afectar a las propiedades mecánicas y en el aspecto visuales. Estos efectos se desarrollarán puesto que en la playa se presenta un ambiente corrosivo debido a las sales marinas, una alta radiación ultravioleta y temperaturas medias de trabajo de 33 °C correspondiente a la exposición solar.
- La estructura deberá resistir las fuerzas del viento, además de ser resistente al vandalismo. Así mismo, por motivos de seguridad, deberá soportar a dos personas de 100 kg.

- Se deberá dificultar la propagación de la grieta para prevención de los riegos del socorrista, al igual que deformación plástica por sobre esfuerzo. De esta manera, se pretende prevenir la ruptura ante la actuación del socorrista en caso de emergencia desarrollando, un material capaz de soportar un sobre esfuerzo, así como un indicio visual capaz de destacar el requerimiento del mantenimiento preventivo pertinente.
- Permitirá el alojamiento de la nevera en una superficie cubierta y cerrada para almacenamiento seguro en horas no laborables.
- Tendrá una batería que permita el suministro de energía a la nevera durante al menos una hora y media.
- La deformación máxima permisible en las condiciones más desfavorables debe ser de 3 mm.
- La altura de comprendida entre la arena y la silla de la torre será de 2,5 metros y se ubicarán a 20 metros de la lámina de agua.

Nevera: La función principal del electrodoméstico será conservar a una temperatura adecuada los elementos en su interior sin tener en cuenta la condiciones meteorológicas del exterior.

Por ello, se le requerirán las siguientes propiedades:

- Mantener las insulinas, los colirios, bolsas de frío así como los refrescos del socorrista entre 2°C y 8°C, de tal manera que se garantice la idoneidad del preparado.
- Sistema de control que determine la energía a extraer en cada momento.
- Dispondrá de un display de control, con el cual se ajustarán los parámetros de temperatura.
- El peso con carga máxima será de 15 kg, según lo dispuesto en real decreto descrito anteriormente, para garantizar la ergonomía.
- El volumen del interior será al menos equivalente lo equivalente al espacio necesario para albergar 4 botellas de 1,5 litros. Aclarar que las medidas, aproximadas, de una botella de esas características son $\varnothing 100 \times 330$ mm.
- El producto cumplirá con los estándares de calidad (ISO 9001:2015) además de ser respetuoso con el medio ambiente (ISO 14001:2015).

3 Materiales

A continuación, se realizará una selección, bajo criterio, de los materiales correspondientes acerca de los componentes del proyecto. Para ello se llevará a cabo el método Ashby 1999, el cual destaca por el cruce de información.

3.1 Método Ashby

Este método, el cual hace uso del software informático CES Edupack, de los mapas de materiales y de los conocimientos adquiridos con la experiencia, da lugar, filtrando las propiedades correspondientes en cada caso, a la obtención de los materiales más favorables para el producto.

El software nos permitirá realizar un filtrado personalizado con un determinado nivel de descripción de los materiales dentro de su base de datos.

Tipos de niveles:

- Nivel 1. Nivel básico, en el cual se muestran las propiedades principales de 69 materiales. Este nivel se caracteriza por la amplia cantidad de fotos explicativas, explicaciones de las propiedades y de aplicaciones más comunes.
- Nivel 2. Nivel intermedio, similar al anterior ya que se muestran 100 materiales pero complementado con datos numéricos extensos, con más propiedades, con notas técnicas y con pautas de diseño.
- Nivel 3. Nivel avanzado, que proporciona las propiedades de 4026 materiales, por lo tanto, es ideal para proyectos de campos como la arquitectura, la aeronáutica, bio-materiales, etc.

Tipos de filtrado:

- Gráfico. Este filtro consiste en la selección de materiales mediante la regulación de los datos que muestra una gráfica determinada. Esta gráfica, que vendrá definida por el atributo, puede ser, como se muestra en la figura 3.1, de burbujas, booleano, de barras y de rangos.

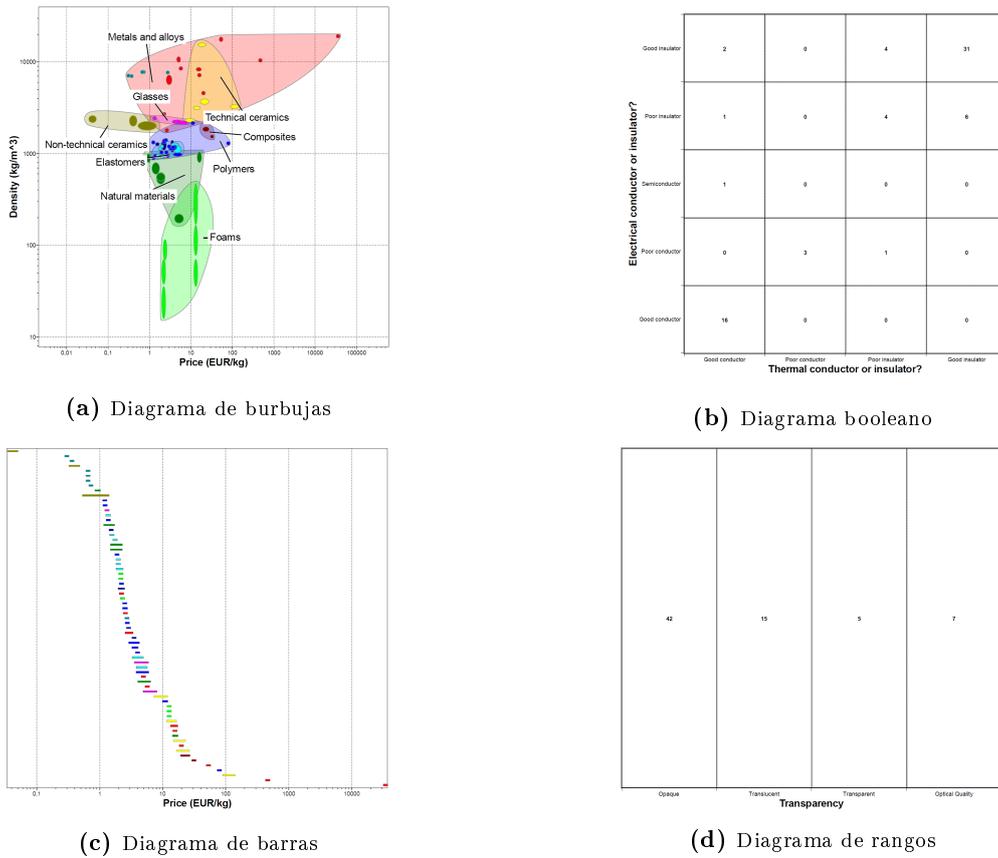


Figura 3.1: Filtrado tipo gráfico en CES Edupack.

- Límite. Este filtro consiste en la asignación de rangos a aquellos parámetros que influyen en la selección.

Propiedades generales

	Mínimo	Máximo	
Densidad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/m ³
Precio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Propiedades mecánicas

	Mínimo	Máximo	
Módulo de Young	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Módulo de cortante	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Módulo en volumen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Coefficiente de Poisson	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Límite elástico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Resistencia a tracción	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Resistencia a compresión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Elongación	<input type="text"/>	<input type="text"/>	% strain
Dureza-Vickers	<input type="text"/>	<input type="text"/>	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Tenacidad a fractura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Propiedades térmicas

Propiedades eléctricas

Propiedades ópticas

Material Crítico

Procesabilidad

Figura 3.2: Filtrado tipo límite en CES Edupack.

- **Árbol.** Este filtro destaca por ser el complemento de los anteriores, es decir, permite filtrar el material teniendo en cuenta el proceso de fabricación y/ó referencias.

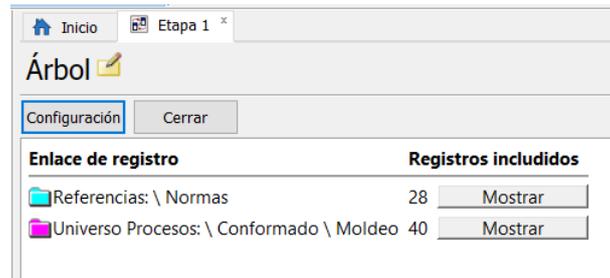


Figura 3.3: Filtrado tipo árbol en CES Edupack.

El filtrado tendrá un carácter retroalimentativo que finalmente permitirá obtener un pequeño número de materiales adecuados a las necesidades.

Además, el procedimiento de la selección de los materiales es mediante el establecimiento de:

- **Restricciones.** Se impondrá una limitación al parámetro, indicando las limitaciones con valores. Estos valores serán argumentados y justificados con las restricciones establecidas.
- **Objetivos.** Se pretende maximizar/minimizar propiedades las cuales vienen definidas por ecuaciones. En función de cómo se presente las variables, se podrá obtener la pendiente de la relación de ambas, es decir, la influencia de cada una sobre el objetivo común hará que una sea maximizada y la otra minimizada o ambas sean iguales, obteniendo una relación directa entre las mismas.

Asimismo, Ashby facilita un criterio de restricciones aplicables en función del objetivo deseado.

Function, objective, and constraints	Index
Tie, minimum weight, stiffness prescribed	$\frac{E}{\rho}$
Beam, minimum weight, stiffness prescribed	$\frac{E^{1/2}}{\rho}$
Beam, minimum weight, strength prescribed	$\frac{\sigma_y^{2/3}}{\rho}$
Beam, minimum cost, stiffness prescribed	$\frac{E^{1/2}}{C_m \rho}$
Beam, minimum cost, strength prescribed	$\frac{\sigma_y^{2/3}}{C_m \rho}$
Column, minimum cost, buckling load prescribed	$\frac{E^{1/2}}{C_m \rho}$
Spring, minimum weight for given energy storage	$\frac{\sigma_y^2}{E \rho}$
Thermal Insulation, minimum cost, heat flux prescribed	$\frac{1}{\lambda C_p \rho}$
Electromagnet, maximum field, temperature rise prescribed	$\frac{C_p \rho}{\rho_e}$

ρ = density; E = Young's modulus; σ_y = elastic limit; C_m = cost/kg λ = thermal conductivity; ρ_e = electrical resistivity; C_p = specific heat.

Figura 3.4: Criterio Ashby.

El proceso se llevará a cabo de forma individual, siendo la nevera y la silla de vigilancia los elementos a diseñar. Este estudio se llevará a cabo estableciendo las condiciones y objetivos en apartados anteriores.

3.2 Estudio de materiales de la silla de vigilancia

Declarados los requisitos, se procede a la criba de los materiales, donde se establecerán los parámetros (tabla 3.1) necesarios para la obtención.

Parámetro	Descripción	Condición
Coste (€)	$C_{material} (\text{€/kg}) \times \rho(\text{kg/m}^3) \times V (\text{m}^3)$	Objetivo minimizar
Agentes marinos	-	Restricción resistente
Tenacidad	Energía plástica absorbida antes de romper	Restricción de deformación antes de la rotura, es decir, superior al 1 %
T ^a máx en servicio (°C)	Temperatura (°C)	Restricción de temperatura superior a 50°C
Tenacidad a la fractura (MPa m ^{0,5})	Resistencia al crecimiento de una grieta	Objetivo maximizar

Tabla 3.1: Restricciones silla de vigilancia.

Suponiendo que el volumen es constante, independientemente del material, se deduce que el coste depende del coste del material y de la densidad. Para visualizar esta condición en CES Edupack, se debe obtener la pendiente de la recta empleando logaritmos.

$$\begin{aligned}
 \text{Coste} &= C_{material} \times \rho \times V \\
 \frac{\text{Coste}}{V} &= C_{material} \times \rho \\
 \log\left(\frac{\text{Coste}}{V}\right) &= \log(C_{material}) + \log(\rho) \\
 C &= y + x \\
 \boxed{y = -x + C} & \qquad (3.1)
 \end{aligned}$$

Aclarar que este método es aplicable con el filtrado de tipo gráfico.

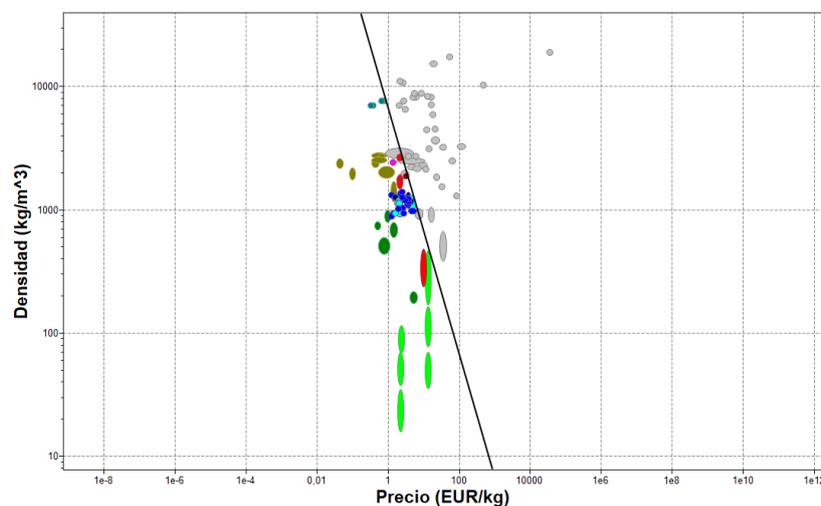


Figura 3.5: Restricción coste de la silla de vigilancia.

Seguidamente se llevará a cabo la criba mediante el uso del filtrado tipo límite puesto que los parámetros se encuentran entre valores máximos y mínimos.

Silla de vigilancia 

Configuración

[¿No encuentras la propiedad que estás buscando?](#)

▶ **Propiedades generales**

▼ **Propiedades mecánicas**

	Mínimo	Máximo	
Módulo de Young	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Módulo de cortante	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Módulo en volumen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Coefficiente de Poisson	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Límite elástico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Resistencia a tracción	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Resistencia a compresión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Elongación	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	% strain
Dureza-Vickers	<input type="text"/>	<input type="text"/>	HV
Resistencia a fatiga para 10^7 ciclos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Tenacidad a fractura	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

▼ **Propiedades térmicas**

	Mínimo	Máximo	
Punto de fusión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
Temperatura de vitrificación	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
Máxima temperatura en servicio	<input type="text" value="50"/>	<input type="text"/>	°C
Mínima temperatura en servicio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
¿Conductor térmico o aislante?			<input type="text"/>
Conductividad térmica	<input type="text"/>	<input type="text"/>	W/m.°C
Calor específico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	<input type="text"/>	<input type="text"/>	µstrain/°C

▶ **Propiedades eléctricas**

▶ **Propiedades ópticas**

▶ **Material Crítico**

▶ **Procesabilidad**

▼ **Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas**

Agua dulce	<input type="text"/>
Agua salada	Aceptable; Excelente
Suelos ácidos (turba)	<input type="text"/>
Suelos alcalinos (arcilla)	<input type="text"/>
Vino	<input type="text"/>

▶ **Durabilidad: ácidos**

▶ **Durabilidad: bases**

▶ **Durabilidad: gasolinas, aceites y solventes**

▶ **Durabilidad : alcohol, aldehidos, cetonas**

▶ **Durabilidad: halógenos y gases**

▼ **Durabilidad: entornos construidos**

Atmósfera industrial	<input type="text"/>
Atmósfera rural	<input type="text"/>
Atmósfera marina	Aceptable; Excelente
Radiación UV (luz solar)	Buena; Excelente

▶ **Durabilidad: Inflamabilidad**

▶ **Durabilidad: ambiente térmico**

Figura 3.6: Restricción propiedades silla de vigilancia.

De esta manera se han obtenido 5 materiales los cuales cumplen, y son:

- Aleaciones de aluminio para forja no envejecibles.
- Aleaciones de aluminio para fundición.
- Madera blanda de pino con las vetas en paralelo.
- Bambú.
- Material compuesto SMC.

Puesto que aún son muchos, se aplicará la restricción, bajo el criterio de Ashby, de coste mínimo sobre una viga con la fuerza establecida.

$$V \times \rho = \frac{\sigma^{\frac{2}{3}}}{C_{material}}$$

$$\log(V \times \rho) = \frac{2}{3} \log(\sigma) - \log(C_{material})$$

$$C = \frac{2y}{3} - x$$

$$y = \frac{3x}{2} + \frac{3C}{2}$$

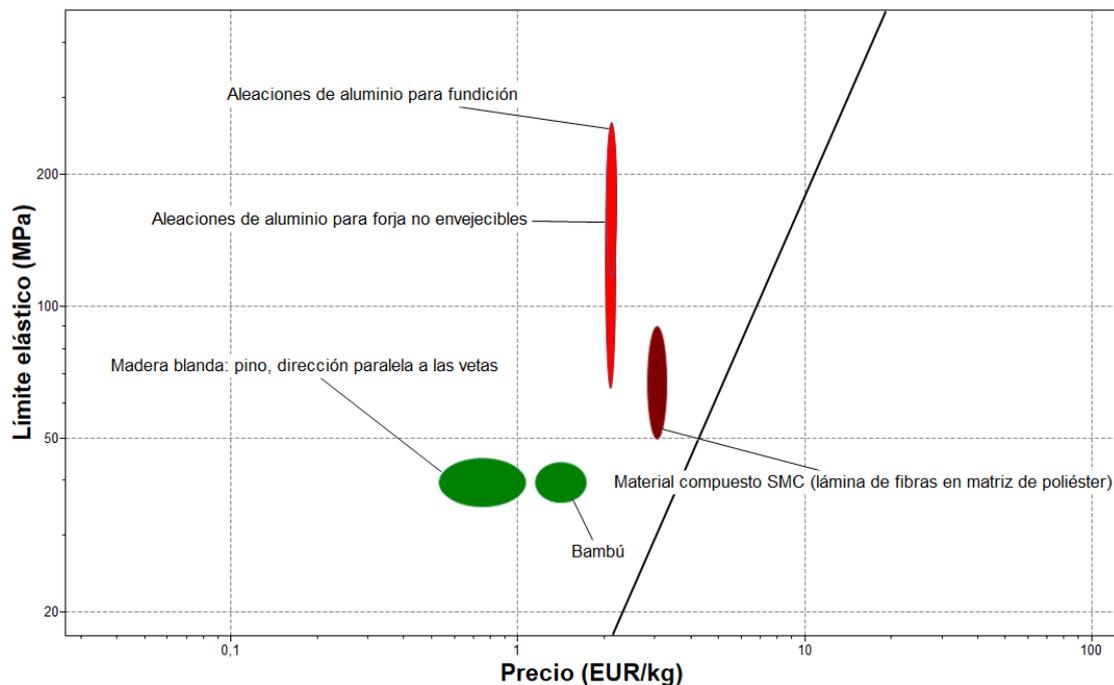


Figura 3.7: Material optimo silla de vigilancia.

Esta restricción indica de maximizar límite elástico y minimizar el precio, por consiguiente, el material seleccionado es **madera blanda de pino**. En caso de inexistencia en la zona de elaboración, se con perfiles de aleaciones de aluminio.

3.3 Estudio de materiales del equipo frigorífico

La selección de materiales es un apartado importante ya que existe un número muy extenso con propiedades que se pueden o no adaptar a los requerimientos. En este caso, la selección correcta puede favorecer el cumplimiento de los objetivos y el ahorro energético.

A su vez, este producto se descompone en carcasa, o también denominado paredes, y aislante térmico, ya que su finalidad es diferente.

3.3.1 Carcasa.

Además de las propiedades físicas y químicas descritas anteriormente, los materiales destinados a la instalación deberán cumplir la normativa vigente relativa a los componentes en contacto con productos alimenticios. La norma UE 90/128 define un listado de monómeros u otras sustancias de partida autorizadas para usarse en la fabricación de materiales y objetos plásticos.

Parámetro	Descripción	Condición
Coste (€)	$C_{material} (\text{€/kg}) \times \rho(\text{kg/m}^3) \times V (\text{m}^3)$	Objetivo minimizar
Agentes marinos	-	Restricción resistente
Tenacidad	Energía plástica absorbida antes de romper	Restricción de deformación antes de la rotura, es decir, superior al 1%
Conductividad térmica	Energía que se transmite a través de un sólido en estado estacionario	Restricción máxima de $0,3 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
Reciclable	Proceso cuyo objetivo es convertir desechos en materia prima para su posterior uso.	Restricción afirmativa
Fracción reciclable en suministro	Cantidad de material proveniente del reciclado	La proporción mínima de material reciclado debe ser un 5%
Toxicidad	Compuesto capaz de ocasionar efectos perjudiciales.	Material no tóxico
Coste mínimo en una viga con carga predefinida según Ashby	$Coste = \frac{\sigma^{\frac{2}{3}}}{\rho \times C_m}$	Objetivo minimizar

Tabla 3.2: Restricciones de la carcasa del equipo frigorífico.

De la misma manera que en el apartado anterior, se supondrá el volumen constante con el objetivo de minimizar el coste mediante el filtrado de tipo gráfico.

$$Coste = C_{material} \times \rho \times V$$

$$\frac{Coste}{V} = C_{material} \times \rho$$

$$\log\left(\frac{Coste}{V}\right) = \log(C_{material}) + \log(\rho)$$

$$C = y + x$$

$$\boxed{y = -x + C}$$

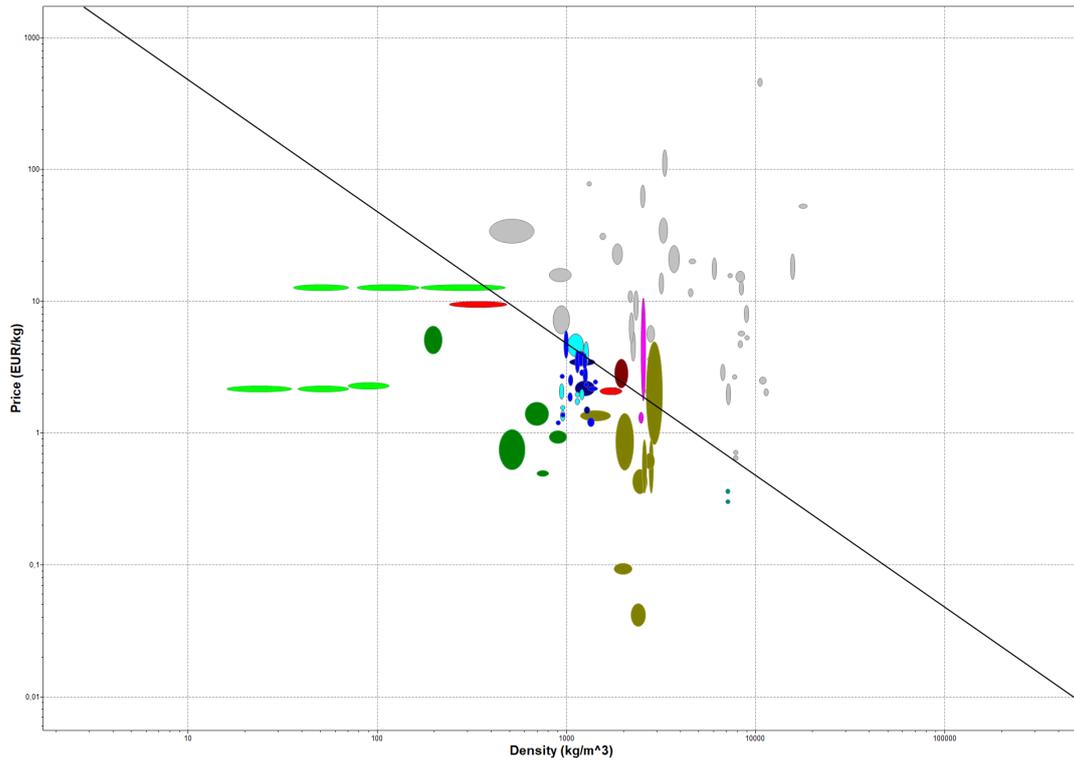


Figura 3.8: Restricción coste carcasa.

Por otro lado, se puede minimizar el coste mediante el método Ashby.

$$Coste = \frac{\sigma^{\frac{2}{3}}}{\rho \times C_m}$$

$$Coste \times C_m = \frac{\sigma^{\frac{2}{3}}}{\rho}$$

$$\log(Coste \times C_m) = \frac{2}{3} \log(\sigma) - \log(\rho)$$

$$y = \frac{2x}{3} - C$$

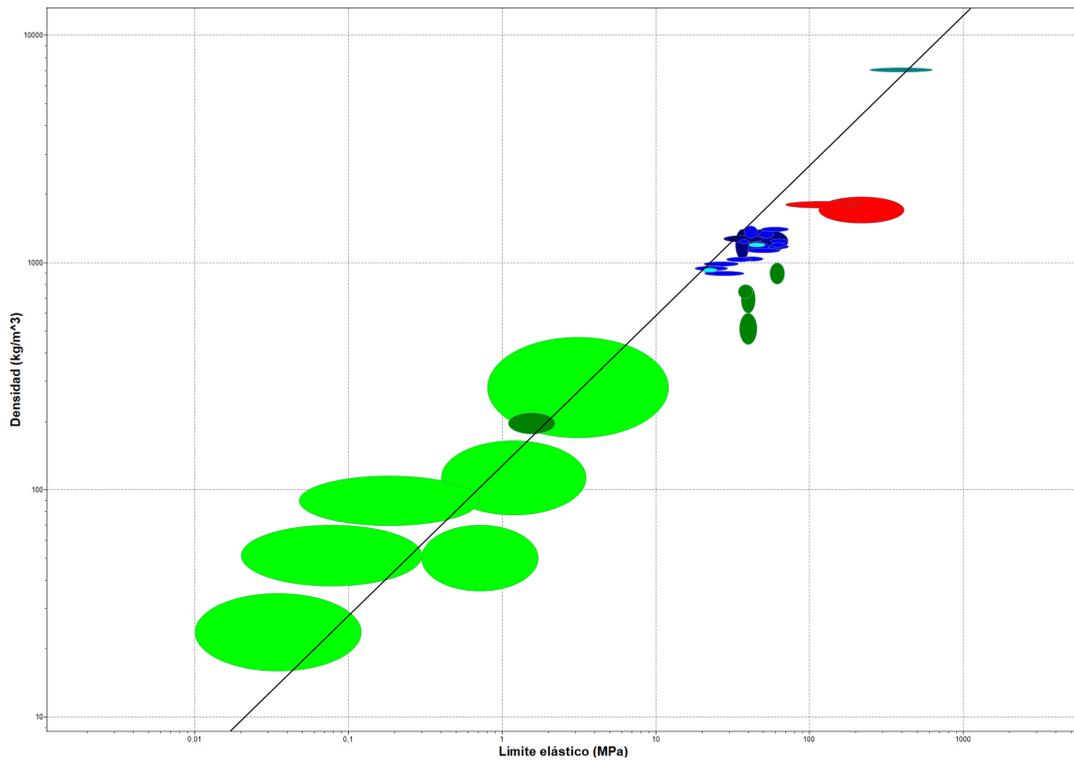


Figura 3.9: Restricción coste carcasa mediante método Ashby.

Adicionalmente, se aplicará las restricciones mediante filtrado tipo límite ya que los parámetros se pueden cuantificar, es decir, se le puede otorgar cualidades contables.

Carcasa 

Configuración

Propiedades mecánicas

	Mínimo	Máximo	
Módulo de Young	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Módulo de cortante	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Módulo en volumen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa
Coefficiente de Poisson	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Límite elástico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Resistencia a tracción	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Resistencia a compresión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Elongación	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	% strain
Dureza-Vickers	<input type="text"/>	<input type="text"/>	HV
Resistencia a fatiga para 10^7 ciclos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa
Tenacidad a fractura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Propiedades térmicas

	Mínimo	Máximo	
Punto de fusión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
Temperatura de vitrificación	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
Máxima temperatura en servicio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
Mínima temperatura en servicio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	°C
¿Conductor térmico o aislante?			<input type="text"/>
Conductividad térmica	<input type="text"/>	<input type="text" value="0,3"/>	W/m.°C
Calor específico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	<input type="text"/>	<input type="text"/>	μstrain/°C

Propiedades eléctricas

Propiedades ópticas

Material Crítico

Procesabilidad

Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas

Durabilidad: ácidos

Durabilidad: bases

Durabilidad: gasolinas, aceites y solventes

Durabilidad : alcohol, aldehídos, cetonas

Durabilidad: halógenos y gases

Durabilidad: entornos construidos

Atmósfera industrial	<input type="text"/>
Atmósfera rural	<input type="text"/>
Atmósfera marina	<input type="text" value="Excelente"/>
Radiación UV (luz solar)	<input type="text"/>

Durabilidad: Inflamabilidad

Durabilidad: ambiente térmico

Datos geo-económicos para componentes principales

Producción de materia prima: CO2, energía y agua

Procesado de material: energía

Procesado de material: huella de CO2

Reciclado del material: energía, CO2 y fracción reciclable

Reciclaje	<input checked="" type="checkbox"/>
Contenido en energía, reciclado	<input type="text"/> MJ/kg
Huella de CO2, reciclado	<input type="text"/> kg/kg
Fracción reciclable en suministro habitual	<input type="text" value="5"/> %
Reciclado inferior	<input type="checkbox"/>
Combustión para recuperar energía	<input type="checkbox"/>
Calor neto de combustión	<input type="text"/> MJ/kg
Combustión CO2	<input type="text"/> kg/kg
Vertedero	<input type="checkbox"/>
Biodegradable	<input type="checkbox"/>
Ratio de toxicidad	<input type="text" value="No toxico"/>
Fuente renovable	<input type="checkbox"/>

Figura 3.10: Restricción propiedades carcasa.

Los materiales óptimos, tras aplicar las restricciones, para la carcasa de la nevera son los descritos en la tabla 3.3.

Material	Precio (€/kg)	Límite elástico (MPa)	Densidad ($\frac{kg}{m^3}$)
Tereftalato	1,22	52,70	$1,24e^3$
Poliestireno	1,88	34,75	$1,04e^3$
Polipropileno	1,21	20,65	$0,90e^3$

Tabla 3.3: Materiales óptimos para la carcasa.

Finalmente, observando las propiedades obtenidas, el material seleccionado es **polipropileno** debido a su bajo coste y a su baja densidad.

3.3.2 Aislante térmico.

Se trata del material esencial del electrodoméstico ya que es el encargado de limitar la cantidad de energía que es transmitida desde el exterior (foco caliente) al interior (foco frío).

La selección del material debe basarse en su eficacia, su eficiencia, su durabilidad y su adaptabilidad. Aclarar que en determinados casos es preferible seleccionar un material más costoso, el cual tenga menor conductividad térmica, que uno más barato, con mayor conductividad, ya que el espesor se reduciría permitiendo aumentar el volumen útil.

Parámetro	Descripción	Condición
Coste (€)	$C_{material} (\text{€/kg}) \times \rho (kg/m^3) \times V (m^3)$	Objetivo minimizar
Conductividad térmica	Energía que se transmite a través de un sólido en estado estacionario	Restricción máxima de $0,035 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

Tabla 3.4: Restricciones aislante térmico.

Así mismo, Ashby relaciona la conductividad térmica, el coste del material y la densidad con el objetivo de minimizar el coste de un aislamiento térmico con el calor predeterminado. Ordenando la ecuación de mínimo coste para aislamiento térmico, según muestra la figura 3.4, se operaría de la siguiente forma:

$$Coste = \lambda \times C_p \times \rho$$

De la misma manera, se procederá al cálculo de la pendiente de la primera restricción, donde fija el volumen como una constante.

$$\begin{aligned}
 Coste &= C_{material} \times \rho \times V \\
 \frac{Coste}{V} &= C_{material} \times \rho \\
 \log\left(\frac{Coste}{V}\right) &= \log(C_{material}) + \log(\rho) \\
 C &= y + x \\
 \boxed{y} &= -x + C
 \end{aligned}$$

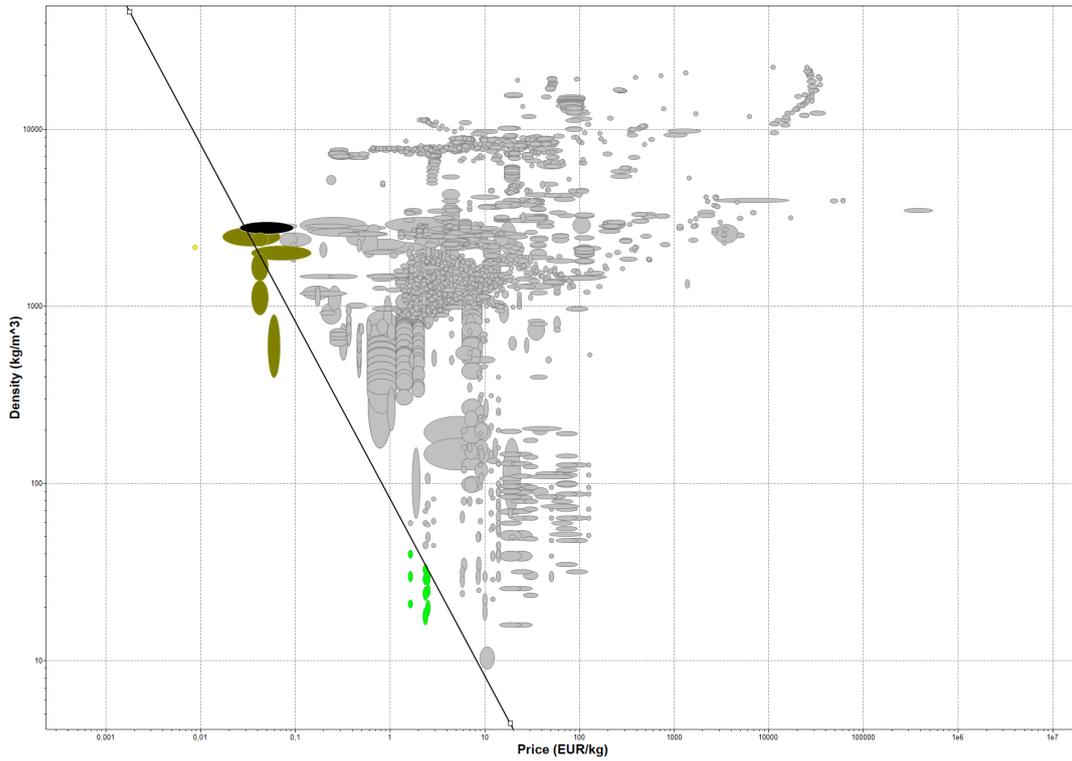


Figura 3.11: Restricción coste del aislante térmico.

Seguidamente se llevará a cabo la criba mediante el uso del filtrado tipo gráfico, aunque en este caso se le aplicará un rectángulo el cual debe comprender internamente entre el máximo, 0,035 en este caso, y el mínimo los materiales.

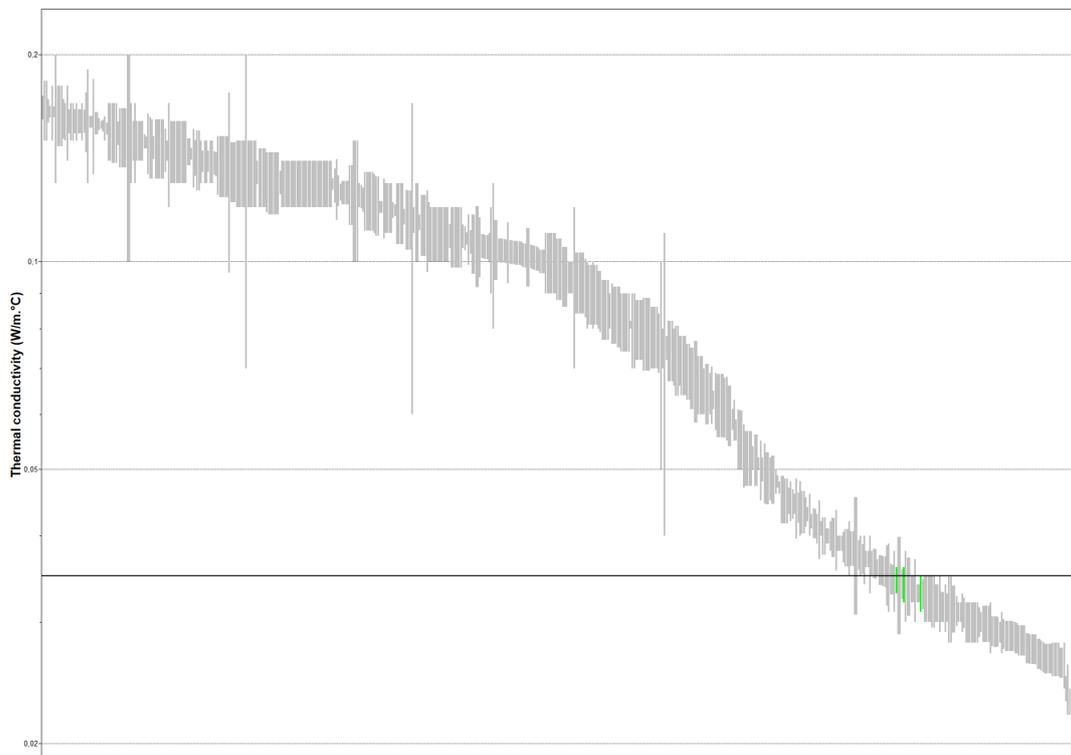


Figura 3.12: Restricción coste del aislante térmico.

Los materiales óptimos para el aislamiento térmico de la nevera son los descritos en la tabla 3.5.

Material	Precio (€/kg)	Conductividad térmica ($\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$)	Densidad ($\frac{kg}{m^3}$)
Poliestireno rígido, densidad relativa de 0,020	2,50	0,0345	20
Poliestireno rígido, densidad relativa de 0,025	2,50	0,034	25
Poliestireno rígido, densidad relativa de 0,030	2,50	0,033	30

Tabla 3.5: Materiales óptimos para el aislamiento térmico.

Si se compara entre sí los valores obtenidos para las propiedades de los materiales, otorgando al caso más favorable un valor de 1, 0,66 para el intermedio y 0,33 para el desfavorable, se deduce, mediante la combinación de los valores atribuidos, que el material perfecto para la función requerida será el que obtenga el valor máximo.

Material	Precio (€/kg)	Conductividad térmica ($\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$)	Densidad ($\frac{kg}{m^3}$)	Resultado
Poliestireno rígido, densidad relativa de 0,020	1	0,33	1	0,33
Poliestireno rígido, densidad relativa de 0,025	1	0,66	0,66	0,43
Poliestireno rígido, densidad relativa de 0,030	1	1	0,33	0,33

Tabla 3.6: Selección material para el aislamiento térmico.

Conclusión, **el poliestireno rígido, con una densidad relativa de 0.025** es el material cuyas propiedades se ajustan mayoritariamente a los requisitos interpuestos.

4 Diseño

4.1 Diseño inicial

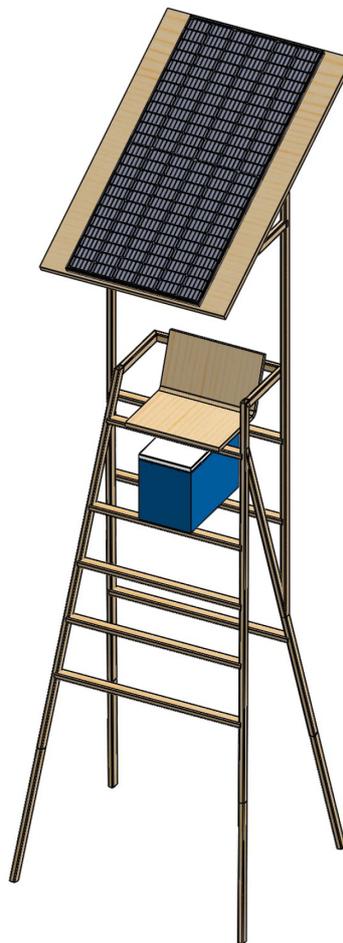


Figura 4.1: Prediseño global.

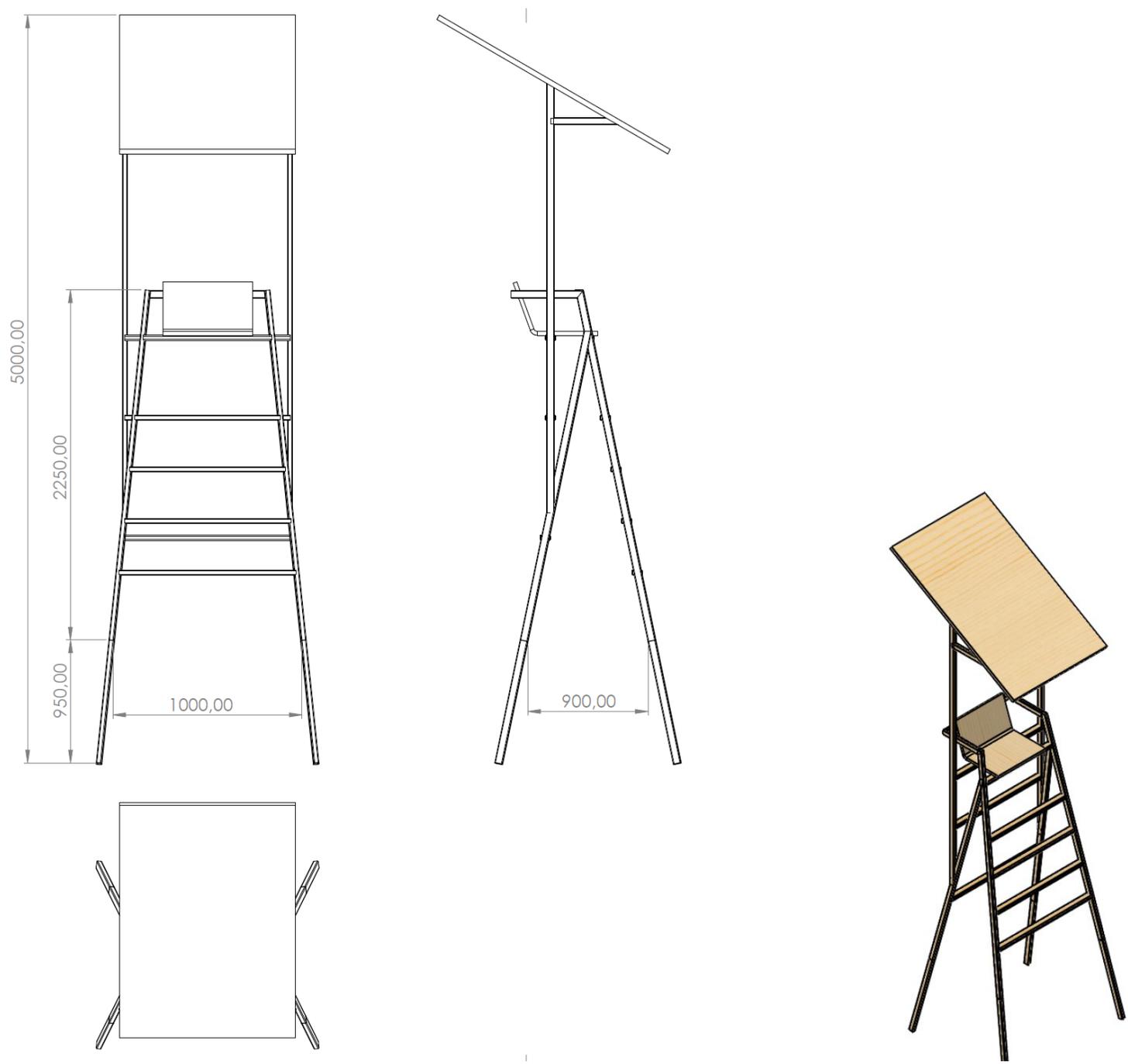


Figura 4.2: Diseño inicial silla de vigilancia.

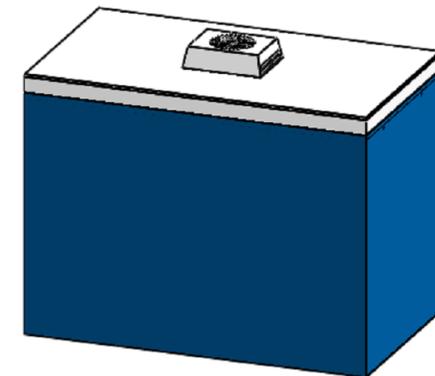
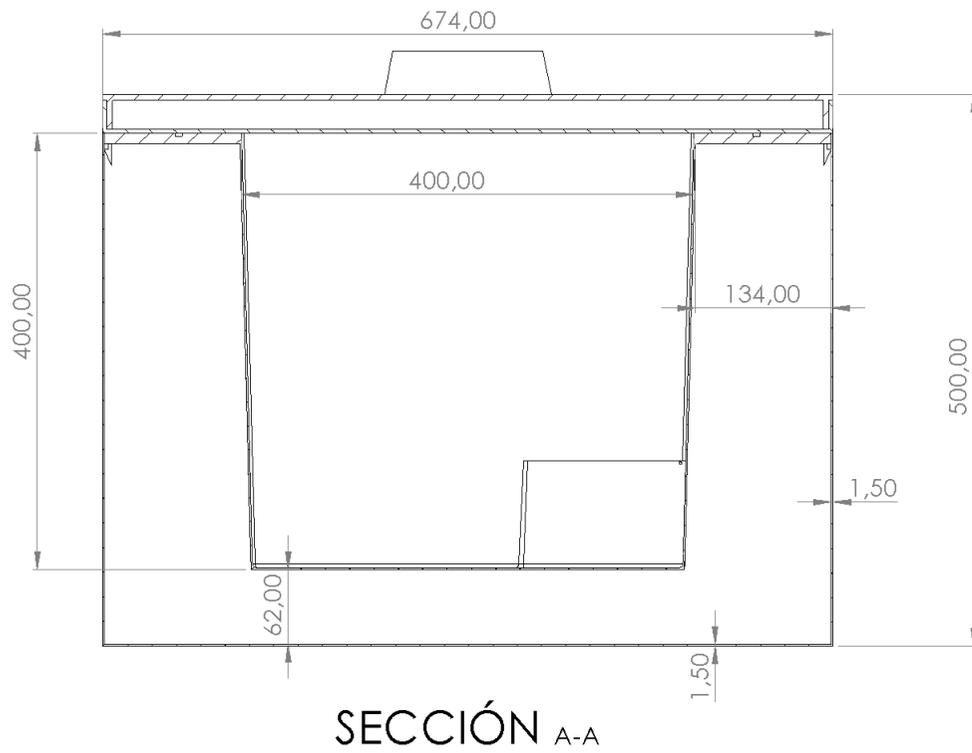
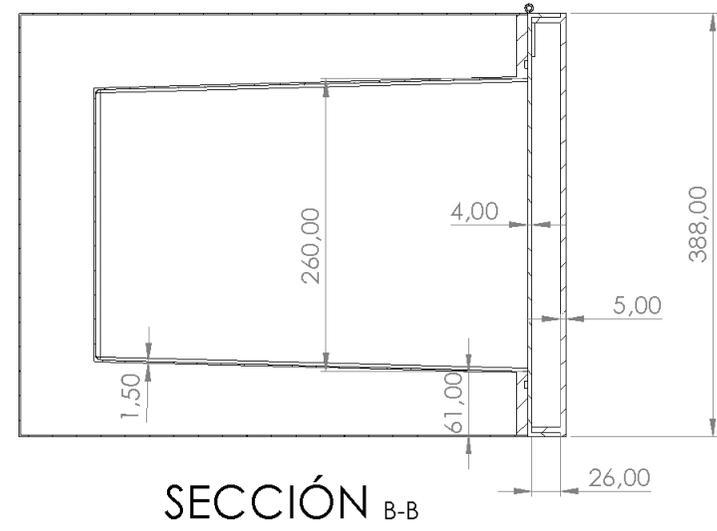
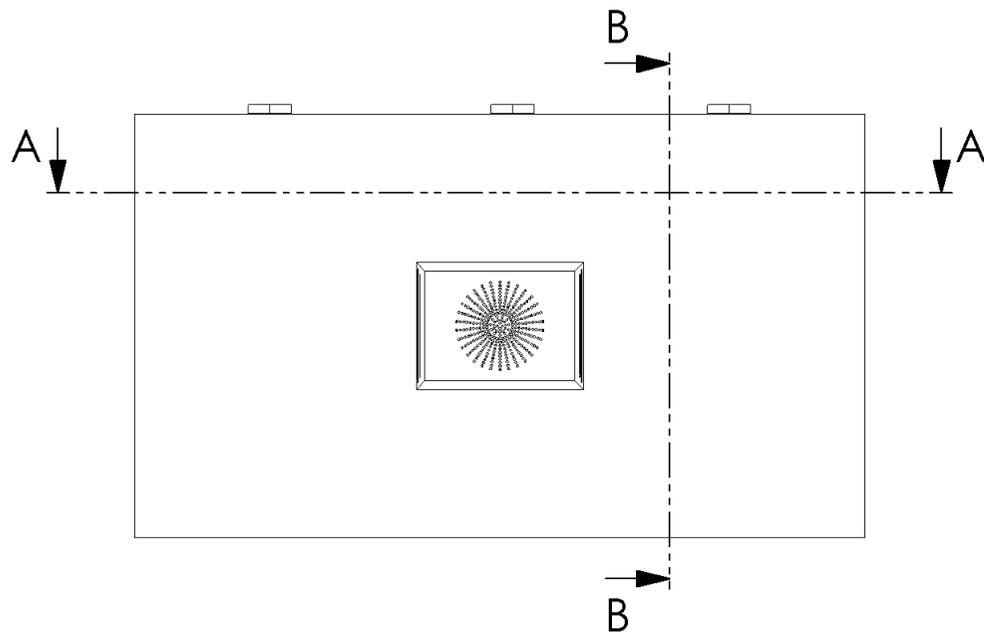


Figura 4.3: Diseño inicial nevera portátil.

4.2 Render



Figura 4.4: Renderizado del diseño inicial.

5 Análisis

5.1 Cálculos térmicos

El segundo principio de la termodinámica hace referencia al tratamiento de equilibrio térmico entre dos cuerpos a diferente temperatura. Según Fourier se puede determinar la energía transmitida entre los dos cuerpos teniendo en cuenta, además de las temperaturas, la resistencia térmica.

$$Q = \frac{(T_{ext} - T_{int})}{R_t}$$

Donde:

Q : es el calor transmitido por unidad de tiempo (W).

T_{ext} : es la temperatura del foco caliente ($^{\circ}\text{C}$ ó K).

T_{int} : es la temperatura del foco frío ($^{\circ}\text{C}$ ó K).

$R_{térmica}$: es la resistencia térmica, la cuál depende de la geometría, del medio de conducción y del material ($\text{W}/^{\circ}\text{C}$).

Puesto que la transmisión de calor se produce en forma de conducción y convección, se procederá a calcular la resistencia térmica equivalente. Para ello, se representará de forma esquemática para poder comprenderlo y abarcarlo de formas más sencilla.

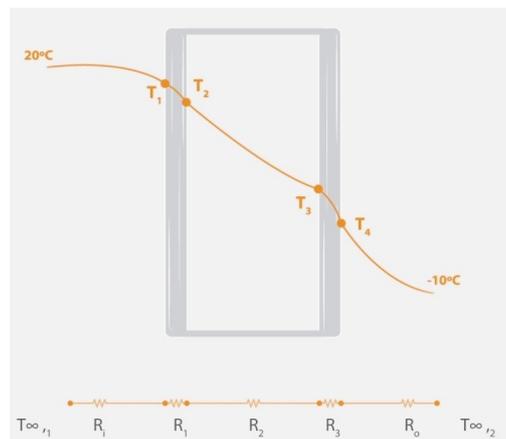


Figura 5.1: Esquema transmisión de calor.

En la figura 5.1 se muestra el sistema similar, ya que se trata de un exterior, un interior y un pared compuesta, en el cual se encuentran las paredes y el aislante térmico.

A su vez, este sistema se ha transformado en un circuito con resistencias en serie, siendo, según se muestra en la figura 5.1, R_i la resistencia por convección exterior, R_1 la resistencia por conducción provocada por la pared exterior, R_2 la resistencia opuesta por el aislante térmico por conducción, R_3 la resistencia por conducción provocada por la pared interior y R_o la resistencia por convección interior.

Resistencia por convección. La resistencia equivalente dependerá del coeficiente de transferencia y del área.

$$R_{Convección} = \frac{1}{h_i A}$$

El coeficiente de transferencia cuantifica la influencia de las propiedades en la transferencia de calor entre la superficie del sólido y del medio gaseoso. En la tabla 5.1 se pueden observar los valores típicos de coeficiente de transferencia por convección según indica el Dr. Víctor M. Soto Francés en el temario de convección.

Proceso		Coefficiente de transferencia (W/m^2K)
Convección natural	Gas	2-25
	Líquidos	50-1.000
Convección forzada	Gas	25-250
	Líquidos	50-20.000

Tabla 5.1: Valores típicos del coeficiente de transferencia por convección.

Comentar, que se podría a realizar los cálculos para obtener el coeficiente de película aunque para ello se debe calcular el número de Nusselt. A su vez, el número de Nusselt relaciona la geometría, un calor transmitido predefinidamente, unas propiedades del aire relacionadas con las temperaturas, un coeficiente de película estimado, etc.

Resistencia por conducción. La resistencia equivalente dependerá del espesor, de la conductividad térmica del material y del área.

$$R_{Conducción} = \frac{e_1}{k_1 A}$$

De esta manera, la resistencia total es la suma de todas.

$$R_{total} = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_o$$

$$R_{total} = \frac{1}{h_i A} + \frac{e_1}{k_1 A} + \frac{e_2}{k_2 A} + \frac{e_3}{k_3 A} + \frac{1}{h_o A}$$

Aclarar que en el cálculo de energía transferida en la base de la nevera se ha de tener en cuenta la madera donde se apoyará la misma. Siendo, la resistencia total según se muestra a continuación:

$$R_{total} = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_o$$

$$R_{total} = \frac{1}{h_i A} + \frac{e_1}{k_1 A} + \frac{e_2}{k_2 A} + \frac{e_3}{k_3 A} + \frac{e_4}{k_4 A} + \frac{1}{h_o A}$$

Adicionalmente se tendrá en cuenta la renovación del producto y el aire. Para ello, se relaciona la cantidad de calor que intercambia una masa con la variación de temperatura que experimenta ya que los cuerpos transfieren energía de un sistema a otro.

$$Q = C_p \times \Delta t \times m_{almacenaje}$$

Donde:

- C_p : calor específico.
- Δt : variación de temperatura.
- $m_{almacenaje}$: masa. Se tendrá en cuenta en función de la renovación diaria, la densidad y el volumen que desempeñe.

5.1.1 Datos

Antes de iniciar la resolución del problema, se recopilarán los datos necesarios para abordar con facilidad el cálculo de flujo de calor.

Como bien se ha mencionado en apartados anteriores, el elemento se ha desarrollado para situar productos en su interior entre temperaturas de 2°C y 8°C, por lo tanto, se supondrá la temperatura del interior de la nevera a 5°C con un coeficiente de película de 8 W/m²K. El emplazamiento es la playa de Alicante, en la cual tiene una temperatura media de 29°C y un coeficiente de película de 22 W/m²K.

Se ha determinado el coeficiente de película de 8 W/m²K para el interior ya que se asemeja más a un gas en estado de reposo. En contraposición se encuentra el coeficiente exterior, que debido a la brisa marina se podría asemejar a un gas forzado, por lo que se le atribuye un coeficiente de película de 22 W/m²K.

Así mismo, y debido a variación de áreas de cada pared interior, se calculará de forma individual para posteriormente obtener el global.

$$Q = 2Q_A + 2Q_B + Q_C + Q_D$$

En la figura 5.2 se aprecia la pared a la que hace referencia. Por lo tanto, el área equivalente en cada caso se define de la siguiente manera:

- Cara A.

$$\text{Área} = 0,4 \times 0,4 = 0,16m^2$$

$$e_1 = 1,5mm$$

$$e_2 = 61mm$$

$$e_3 = 1,5mm$$

■ Cara B.

$$\text{Área} = 0,4 \times 0,26 = 0,104m^2$$

$$e_1 = 1,5mm$$

$$e_2 = 134mm$$

$$e_3 = 1,5mm$$

$$e_4 = 30mm$$

■ Cara C.

$$\text{Área} = 0,4 \times 0,26 = 0,104m^2$$

$$e_1 = 1,5mm$$

$$e_2 = 62mm$$

$$e_3 = 1,5mm$$

■ Cara D.

$$\text{Área} = 0,4 \times 0,26 = 0,104m^2$$

$$e_1 = 5mm$$

$$e_2 = 26mm$$

$$e_3 = 3mm$$

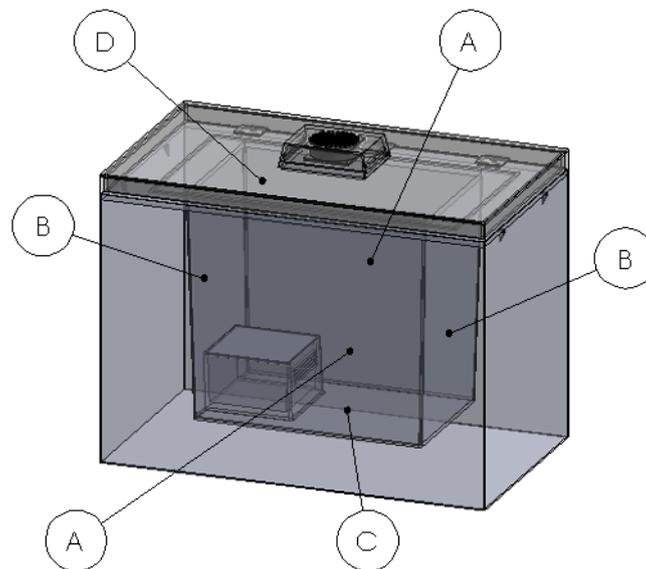


Figura 5.2: Descripción gráfica de las caras seleccionadas.

La renovación del producto viene identificado

	Aire	Productos
Volumen (m^3)	0,0416	0,0416
Densidad neta almacenaje, ρ_{carga} (kg/m ³)	1,225	1.000
Coefficiente de capacidad, K	0,75	0,25
Renovación diaria, r_{diaria} (%)	50,00 %	40,00 %
Calor específico del aire, C_p (kJ/kg ^o C)	1	4,18
Temperatura de entrada del producto, $T_{entrada}$ (°C)	33	12
Horas diarias de funcionamiento (h)	10	10

Tabla 5.2: Datos para el cálculo de renovación de aire y productos.

5.1.2 Resolución

Expresada la ecuación para el flujo de calor y los datos necesarios se procederá a la resolución.

$$Q = \frac{(T_{ext} - T_{int})}{\frac{1}{h_i A} + \frac{e_1}{k_1 A} + \frac{e_2}{k_2 A} + \frac{e_3}{k_3 A} + \frac{1}{h_o A}}$$

$$Q_A = \frac{(28 - 5)}{\frac{1}{8 \times 0,16} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{61/1000}{0,034 \times 0,16} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{1}{22 \times 0,16}} = 1,85W$$

$$Q_B = \frac{(28 - 5)}{\frac{1}{8 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{134/1000}{0,034 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{1}{22 \times 0,104}} = 0,58W$$

$$Q_C = \frac{(28 - 5)}{\frac{1}{8 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{62/1000}{0,034 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{30/1000}{0,26 \times 0,104} + \frac{1}{22 \times 0,104}} = 1,12W$$

$$Q_D = \frac{(28 - 5)}{\frac{1}{8 \times 0,16} + \frac{5/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{26/1000}{0,034 \times 0,16} + \frac{3/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{1}{22 \times 0,16}} = 2,41W$$

Así mismo se tendrá en cuenta la renovación de aire y del producto.

$$Q_{renovación} = C_p \times \Delta t \times m_{almacenaje}$$

$$Q_{renovación} = C_p \times (T_{ent} - T_{int}) \times (V \times \rho_{carga} \times K \times r_{diaria})$$

$$Q_{renovaciónaire} = \frac{1 \times (33 - 5) \times ((0,4 \times 0,4 \times 0,26) \times 1,225 \times 0,75 \times 50\%)}{10 \times 3,6} = 0,02W$$

$$Q_{renovaciónproducto} = \frac{4,18 \times (12 - 5) \times ((0,4 \times 0,4 \times 0,26) \times 1000 \times 0,25 \times 40\%)}{10 \times 3,6} = 1,95W$$

Por lo tanto, la transferencia de calor será el sumatorio de la energías.

$$Q_{global} = 2Q_A + 2Q_B + Q_C + Q_D + Q_{renovaciónaire} + Q_{renovaciónproducto}$$

$$Q_{global} = 2 \times 1,85 + 2 \times 0,58 + 1,12 + 2,41 + 0,02 + 1,95 = 10,35W$$

Finalmente se tendrá en cuenta un factor de seguridad debido a la pérdidas eléctricas, por posible aumento de la temperatura exterior, además de otros factores que impidan el almacenamiento en condiciones estables. De esta manera, se realizarán de nuevo los cálculos teniendo en cuenta las temperaturas más desfavorables.

$$Q_A = \frac{(33 - 2)}{\frac{1}{8 \times 0,16} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{61/1000}{0,034 \times 0,16} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{1}{22 \times 0,16}} = 2,50W$$

$$Q_B = \frac{(33 - 2)}{\frac{1}{8 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{134/1000}{0,034 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{1}{22 \times 0,104}} = 0,78W$$

$$Q_C = \frac{(33 - 2)}{\frac{1}{8 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{62/1000}{0,034 \times 0,104} + \frac{1,5/1000}{0,14 \times 0,104} + \frac{30/1000}{0,26 \times 0,104} + \frac{1}{22 \times 0,104}} = 1,51W$$

$$Q_D = \frac{(33 - 2)}{\frac{1}{8 \times 0,16} + \frac{5/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{26/1000}{0,034 \times 0,16} + \frac{3/1000}{0,14 \times 0,16} + \frac{1}{22 \times 0,16}} = 3,25W$$

$$Q_{renovaciónaire} = \frac{1 \times (33 - 2) \times ((0,4 \times 0,4 \times 0,26) \times 1,225 \times 0,75 \times 50\%)}{10 \times 3,6} = 0,03W$$

$$Q_{renovaciónproducto} = \frac{4,18 \times (12 - 2) \times ((0,4 \times 0,4 \times 0,26) \times 1000 \times 0,25 \times 40\%)}{10 \times 3,6} = 2,15W$$

$$Q_{global} = 2Q_A + 2Q_B + Q_C + Q_D + Q_{renovaciónaire} + Q_{renovaciónproducto}$$

$$Q_{global} = 2 \times 2,50 + 2 \times 0,78 + 1,51 + 3,25 + 0,04 + 2,15 = 13,40W$$

Conclusión, la potencia de absorción requerida es de 13,40 W en el caso más crítico.

Tras la búsqueda exhaustiva de placas peltier que cumplan con la potencia de absorción requerida, la seleccionada es *Célula Peltier 15 W - 323010026*, disponiendo de dos en serie ya que individualmente absorben 7 W y consumen 15 W. Así mismo, se dispondrá también en paralelo del ventilador *Tacens Anima AF12 120x120* para forzar la disipación del calor absorbido y del *termostato Inkbird ITC-1000 12V* para el control del funcionamiento con respecto a la temperatura.



Figura 5.3: Termostato Inkbird ITC-1000 12V.

De esta manera, la potencia bruta de la nevera es de 34,8 W. Además, se debe añadir el consumo del regulador y las pérdidas.

5.2 Cálculos eléctricos

5.2.1 Panel solar

El panel solar seleccionado es el cual tiene una potencia inmediatamente superior a los 35 W. Siendo, bajo el filtrado en Autosolar s.f., un *panel solar 50W 12V policristalino SHS*.

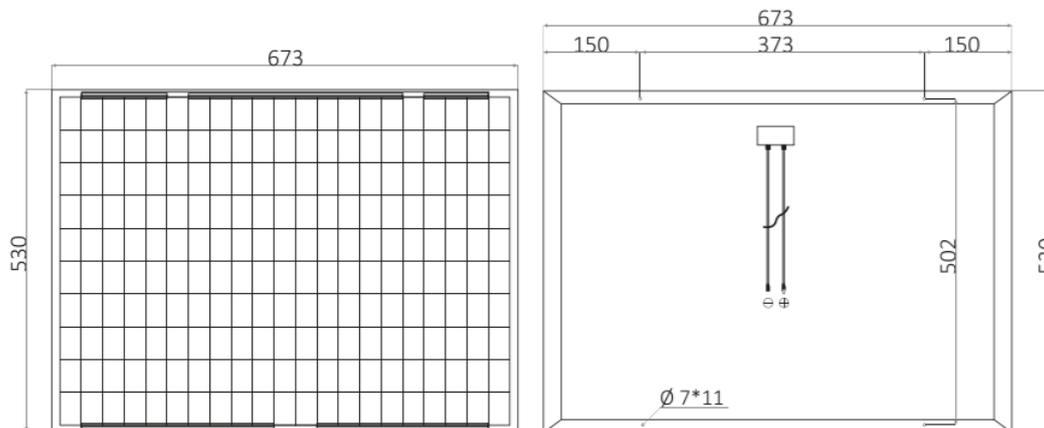


Figura 5.4: Placa fotovoltaica de 50 W.

5.2.2 Disposición del panel solar

En el diseño de una instalación fotovoltaica es imprescindible seleccionar la orientación correcta y la inclinación óptima en función de la estación del año en la que se requiera la energía y la ubicación geográfica.

La mayor cantidad de energía absorbida por un panel solar se da cuando se encuentra en perpendicular a los rayos del sol. Al variar la orientación y la inclinación a lo largo de los días, se deduce que no son constantes y por lo tanto es necesario un seguidor solar para aprovechar el 100 %.

En este caso se trata de un sistema fijo, por lo tanto, la fijación será el caso mas favorable. La mejor orientación es directamente al sur (ángulo acimutal igual a 180°) según indican los científicos, en cambio, la inclinación se debe calcular en función de la latitud donde se encuentre el emplazamiento y la estación del año.

$$\beta_{\text{verano}} = \text{Latitud} - \delta$$

$$\beta_{\text{invierno}} = 90^{\circ} - (\text{Latitud} + \delta)$$

donde la declinación (δ) viene definida en *Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage* 2008 como $23,45^{\circ}$.

$$\beta_{\text{verano}} = 38.38^{\circ} - 23.45^{\circ} = 14.93^{\circ}$$

Así mismo, se ha procedido a comprobar el valor obtenido mediante la aplicación PVGIS. Esta aplicación, la cual es fue desarrollada por la unión europea, permite determinar la producción de energía teniendo en cuenta un 8 % de pérdidas.

Inclinación \ Mes	0°	5°	10°	12,5°	15°	17,5°	20°	25°
Enero	71,48	80,15	88,39	92,32	96,12	99,77	103,28	109,8
Febrero	93,17	101,01	108,3	111,39	114,61	117,68	120,57	125,81
Marzo	145,59	153,4	160,38	163,53	166,46	169,14	171,59	175,71
Abril	169,54	173,99	177,52	178,9	180,08	181,01	181,69	182,29
Mayo	206,71	208,6	209,38	209,36	209,04	208,44	207,54	204,88
Junio	236,19	236,97	236,46	235,79	234,74	233,37	231,66	227,25
Julio	235,26	236,91	237,26	236,92	236,25	235,24	233,88	230,14
Agosto	218,24	223,05	226,57	227,8	228,73	229,31	229,54	228,95
Septiembre	169,21	176,87	183,53	186,46	189,13	191,51	193,61	196,93
Octubre	116,72	125,25	133,09	136,62	140,06	143,29	146,32	151,72
Noviembre	76,82	84,9	92,53	95,8	99,24	102,53	105,67	111,47
Diciembre	62,09	69,99	77,52	79,79	83,11	86,3	89,36	95,09
Media estación de verano	213,12	216,48	218,64	219,27	219,58	219,57	219,25	217,63

Tabla 5.3: Radiación solar en función de la inclinación. Datos proporcionados por European Commission 2019.

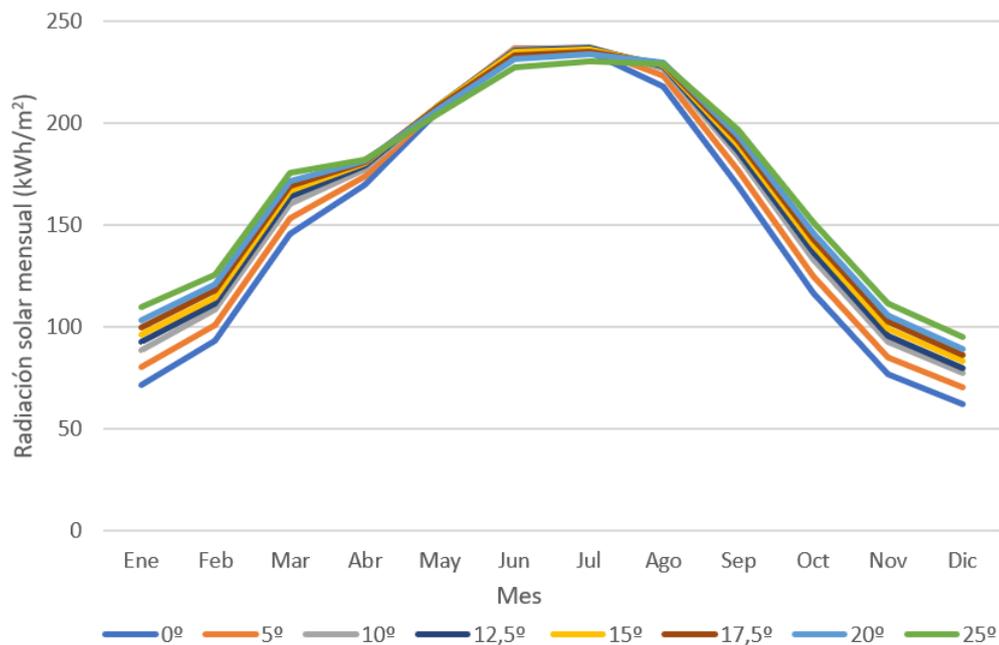


Figura 5.5: Radiación solar en función de la inclinación.

Efectivamente, la inclinación correcta es de 15°

5.2.3 Reguladores de carga

El regulador deberá ser capaz de funcionar con la potencia establecida por la placa, lo que significa, que la entrada deberá ser a 12V y una salida en corriente continua de 12V y una intensidad como mínimo de 3A.

Siendo el más adecuado, bajo el filtrado en autosolar, el *regulador 12V/24V 10A PWM Must Solar* para las características descritas.

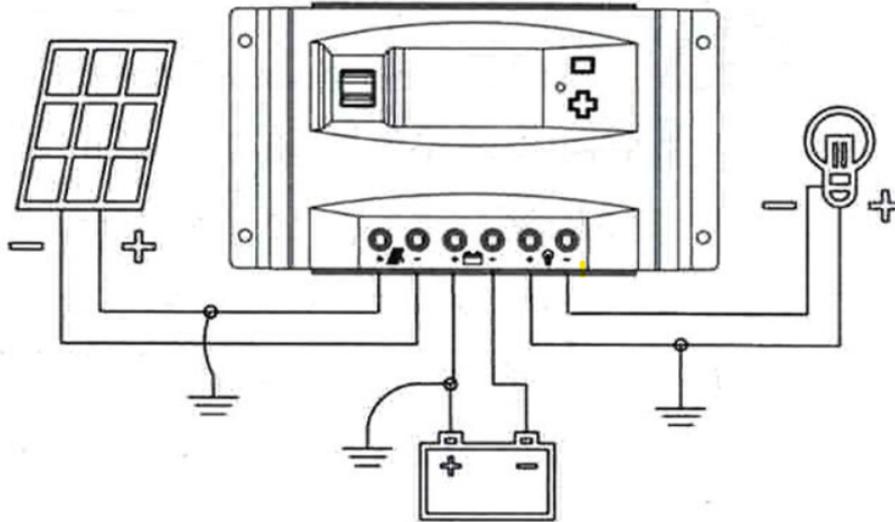


Figura 5.6: Esquema de conexión regulador 12V/24V 10A PWM Must Solar.

5.2.4 Batería

La autonomía de suministro de la batería debe ser de al menos hora y media, por lo tanto, con una potencia de absorción de aproximadamente 32W, la batería debe ser de al menos 48Wh.

Siendo al más adecuada, bajo el filtrado en autosolar, la *batería Yuasa NP7-12L 12V 7Ah*.



Figura 5.7: Batería Yuasa NP7-12L 12V 7Ah.

5.2.5 Cableado

La selección correcta de la sección del cable es importante ya que reducirán las pérdidas y permitirá la correcta transmisión eléctrica.

La instalación está compuesta, según se indica tras el análisis, por:

- Panel solar de 50W
- Regulador
- Batería

Por lo tanto se calculará la sección, mediante la siguiente fórmula, de cada conexión.

$$S(mm^2) = \frac{2 \times L(m) \times I_{cc}(A) \times \gamma(Wmm^2/m)}{\Delta V(\%) \times V_n(V)}$$

Donde:

- L: longitud de la conducción.
- I_{cc} : intensidad cortocircuito.
- γ : Resistividad o resistencia específica. La resistividad es la inversa de la conductividad.
- ΔV : Caída de tensión.
- V_n : voltaje nominal.

seleccionando en todo momento la sección comercial inmediatamente superior.

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adyacente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1x 2,5	4,8	42	41	39	33	23,0
1x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1x 6	5,9	76	70	67	57	9,49
1x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Figura 5.8: Sección comercial cable PV ZZ-F.

Placa solar-Regulador

$$S(mm^2) = \frac{2 \times 0,5(m) \times 4(A) \times 1/56(Wmm^2/m)}{1\% \times 12(V)}$$

$$S(mm^2) = 0,6$$

$$S(mm^2) = 2,5$$

Regulador-Batería

$$S(mm^2) = \frac{2 \times 0,25(m) \times 4(A) \times 1/56(Wmm^2/m)}{1\% \times 12(V)}$$

$$S(mm^2) = 0,3$$

$$\boxed{S(mm^2) = 2,5}$$

Regulador-Cargas

$$S(mm^2) = \frac{2 \times 3(m) \times 4(A) \times 1/56(Wmm^2/m)}{1\% \times 12(V)}$$

$$S(mm^2) = 3,6$$

$$\boxed{S(mm^2) = 4}$$

Posteriormente, se comprobará la temperatura de trabajo del cable para determinar si es correcta la corriente de cortocircuito. Para ello se hará uso de la tabla 2.10, donde el cable usado es unipolar con aislamiento de PVC, o lo que es lo mismo, instalación tipo C.

$$T(^{\circ}C) = T_o + (T_{máx} - T_o) \times \left(\frac{I}{I_{máx}}\right)$$

Donde:

- T_o = Temperatura ambiente del conductor.
- $T_{máx}$ = Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento. Siendo $70^{\circ}C$ para el PVC y $90^{\circ}C$ para el polietileno reticulado y el etileno-propileno.
- I = Intensidad que circula por el conductor.
- $I_{máx}$ = Intensidad máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.

Placa solar-Regulador

$$T(^{\circ}C) = 20(^{\circ}C) + (70(^{\circ}C) - 20(^{\circ}C)) \times \left(\frac{4(A)}{23(A)}\right)$$

$$\boxed{T(^{\circ}C) = 28,7}$$

Regulador-Batería

$$T(^{\circ}C) = 20(^{\circ}C) + (70(^{\circ}C) - 20(^{\circ}C)) \times \left(\frac{4(A)}{23(A)}\right)$$

$$\boxed{T(^{\circ}C) = 28,7}$$

Regulador-Cargas

$$T(^{\circ}C) = 20(^{\circ}C) + (70(^{\circ}C) - 20(^{\circ}C)) \times \left(\frac{4(A)}{31(A)}\right)$$

$$T(^{\circ}C) = 26,5$$

La variación de temperatura es mínima, por lo tanto, se podría justificar el uso de forma correcta en la instalación.

5.3 Análisis ergonómico

Una vez hecho el diseño preliminar, se ha determinado que la ergonomía de la silla no es la correcta.

La cubierta no es suficiente para la protección solar del socorrista. Esto se debe a que la parte anterior de la silla no cubre la radiación solar ya que solo dispone de cubierta en la zona posterior, en otras palabras, si el sol diese por la espalda, el socorrista no tendría protección alguna.

Así mismo, la disposición de la nevera es incorrecta. Situarla aproximadamente a 1,75 metros limita su manejo y apertura de forma rápida, pudiendo causar lesiones. Además, de esta manera no se podría situarla en el puesto en horario no laboral.

Adicionalmente, los perfiles seleccionados no se encuentran disponibles, por lo que se han adecuados según catálogo de bauhaus.

Teniendo en cuenta estas modificaciones, el diseño con el que se procederá a realizar el análisis es el de la figura 5.10.



Figura 5.9: Modificaciones del diseño inicial.

Una vez determinada los materiales y el diseño de la nevera se procederá al análisis de las propiedades del producto.

5.4 Análisis de esfuerzos

El análisis de esfuerzos nos permite simular un componente, con las reacciones/esfuerzos correspondientes, para así comprobar la deformación y las tensiones sin hacer uso de prototipos con carácter destructivos. Para ello, se hará uso del software Solidworks ya que ha sido el programa con el cual se ha desarrollado el diseño.



Figura 5.10: Modificaciones del diseño inicial.

Aclarar que el modelo se ha simplificado para así realizar el análisis de forma correcta. En otras palabras, se han omitido los miembros estructurales localizados bajo la arena ya que se trata de sujeción fija, las superficies que soportan pocos esfuerzos y elementos auxiliares.

Los perfiles seleccionados, según catálogo, son 58x58mm para los pilares de la zona inferior y 78x98mm para los pilares de la cubierta, ya que deben soportar bastante momento, y los escalones. Así mismo, se definen las uniones como rígidas ya que serán atornilladas entre sí. En el anexo, donde se muestran los planos que lo clarifican, se ha determinado que la distancia horizontal en la cubierta a dos aguas es de 1700mm ya que permite cubrir perfectamente al socorrista, en otras palabras, debido a que las placas solares se deben colocar a 15° sobre la horizontal y sabiendo que los rayos son perpendiculares, se puede obtener la figura 5.11, donde trigonometricamente se deduce que es capaz de cubrir al socorrista.

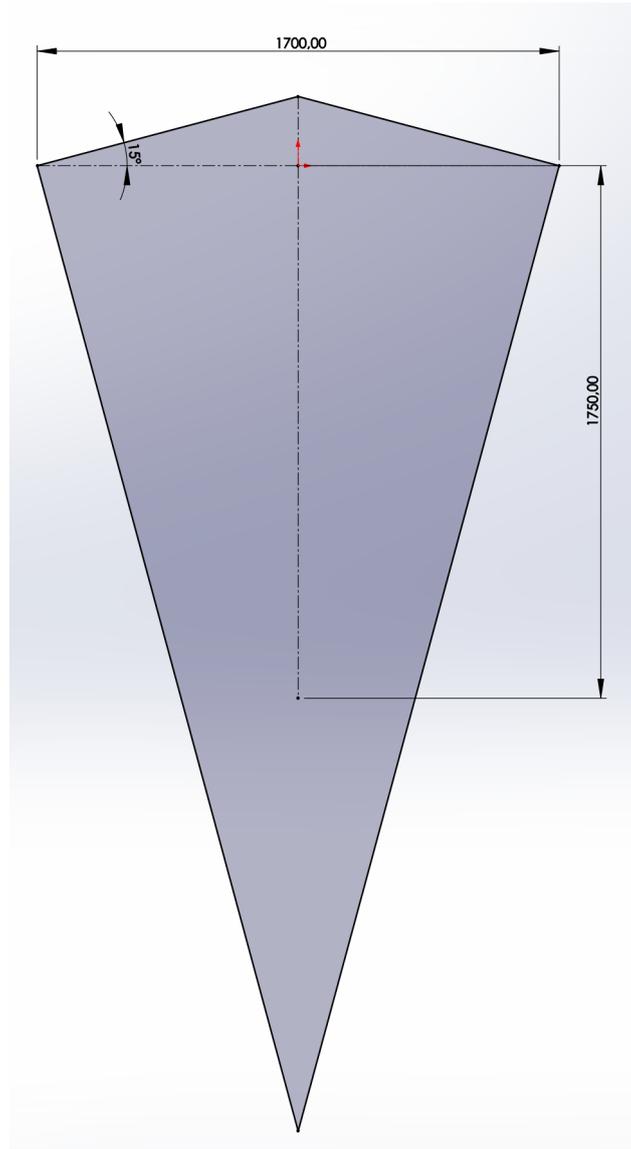


Figura 5.11: Justificación longitud cubierta a dos aguas.

Las fuerzas, que han sido predefinidas anteriormente, son el peso propio de la estructura, las cargas propias derivadas del peso del socorrista, el sistema eléctrico y el peso de la nevera, además de las generadas por agentes atmosféricos.

Según indica el artículo 3.3.2 *Código técnico de la edificación (CTE)*, la acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Donde:

- q_b es la presión dinámica del viento. El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión $q_b = 0,5 \times \delta \times v_b^2$, donde δ es la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad del viento.



Figura 5.12: Valores de la velocidad del viento.

De forma simplificada, la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.

- c_e es el coeficiente de exposición. Variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
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	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 5.13: Valores del coeficiente de exposición c_e .

- c_p es el coeficiente eólico o de presión. Dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

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

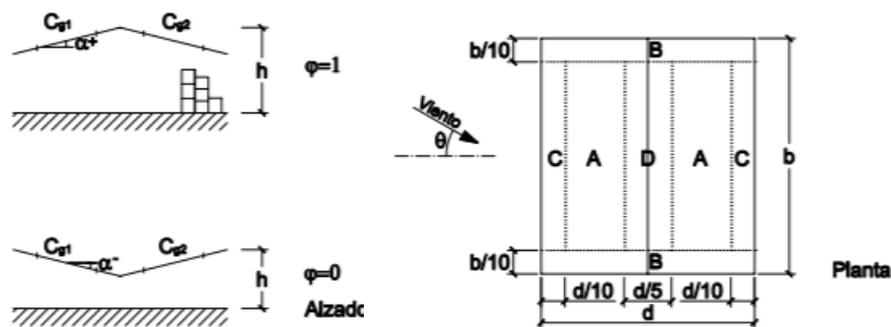


Figura 5.14: Coeficiente de presión marquesinas a dos aguas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los valores descritos, la fuerza del viento en presión es de $2,17 \text{ kN/m}^2$ y en succión es de $2,52 \text{ kN/m}^2$. En este caso, se tomará la presión en la cara de la placa, para agravar el caso mas desfavorable, y la succión en el contrario.

En la tabla 5.4 recopilan las cargas necesarias para la simulación estática.

Descripción		Valor	Carga simulación
Peso propio		80 kg	1000 N
Peso propio socorrista		80 kg	1000 N
Peso instalación eléctrica		12 kg	150 N
Peso nevera		13 kg	200 N
Fuerzas del viento	Presión	2,17 kN/m^2	2,2 kN/m^2
	Succión	2,52 kN/m^2	2,60 kN/m^2

Tabla 5.4: Cargas para la simulación estática.

Las propiedades de la madera blanda de pino, las cuales se usan para la simulación, se muestran en la tabla 5.5. Clarificar que los valores que se emplean son los más desfavorables en función de los datos proporcionados por CES Edupack.

Descripción	Valor
Módulo elástico	8400 N/mm^2
Coefficiente de Poisson	0.35
Módulo cortante	620 N/mm^2
Densidad	520 kg/m^3
Límite de tracción	60 N/mm^2
Límite de compresión	35 N/mm^2
Límite elástico	35 N/mm^2
Conductividad térmica	0,26 W/mK

Tabla 5.5: Propiedades madera blanda de pino.

Teniendo en cuenta las características descritas, situando las cargas y atribuyendo las propiedades correctamente, se procederá a realizar el análisis. En la siguiente figura se puede observar las propiedades atribuidas, siendo las fuerzas del viento en presión aplicadas en la misma zona donde esta dispuesta la placa solar.

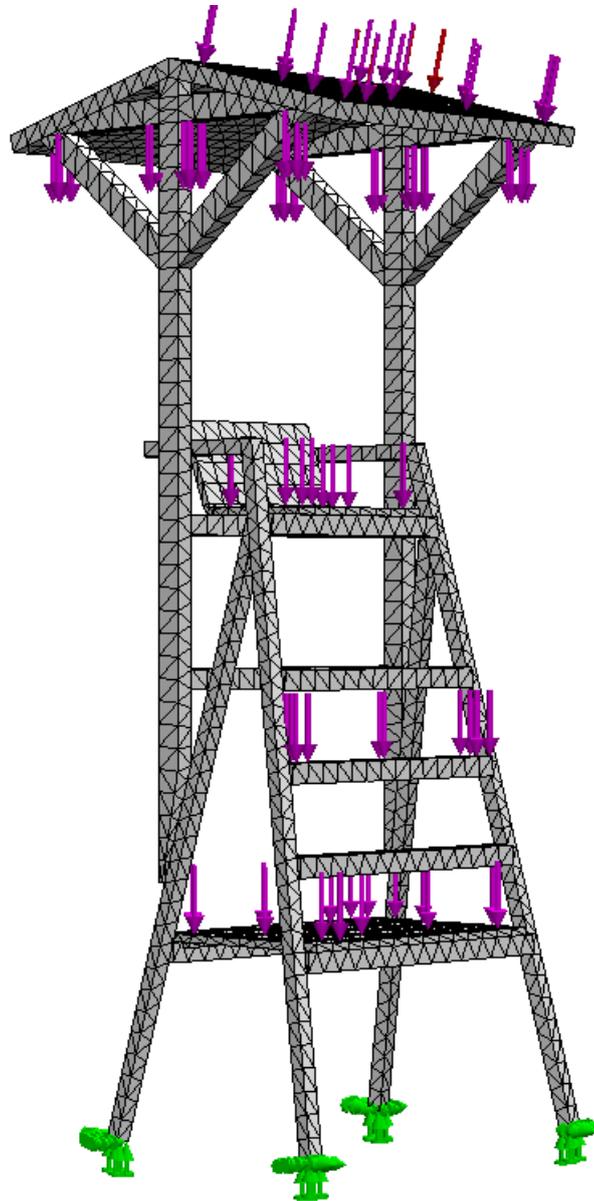


Figura 5.15: Sujeciones y cargas para la simulación estática.

Los resultados obtenidos son coherentes, resultando las tensiones de Von Mises inferior al límite máximo y el desplazamiento máximo, 2,81 mm, menor a la condición establecida de 3 mm.

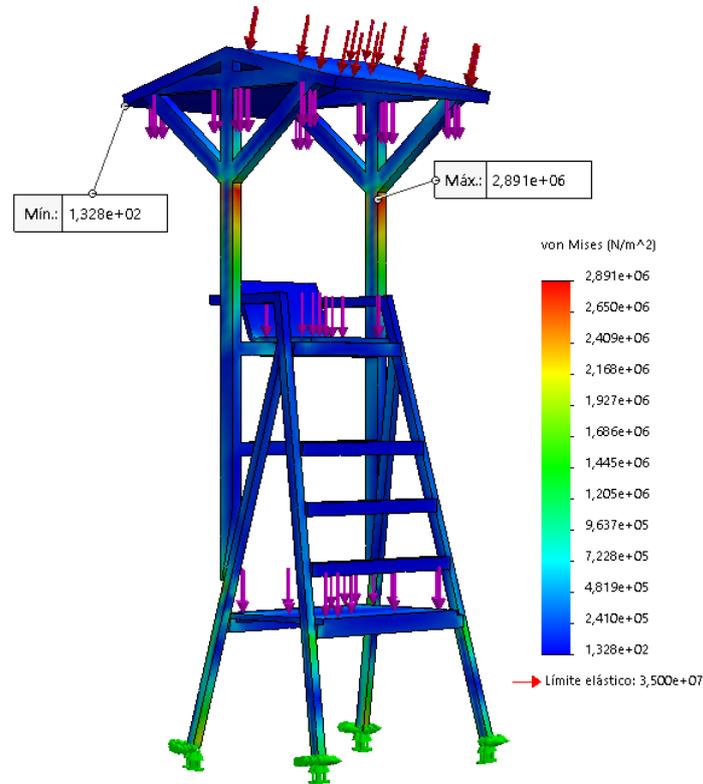


Figura 5.16: Tensión de Von Mises.

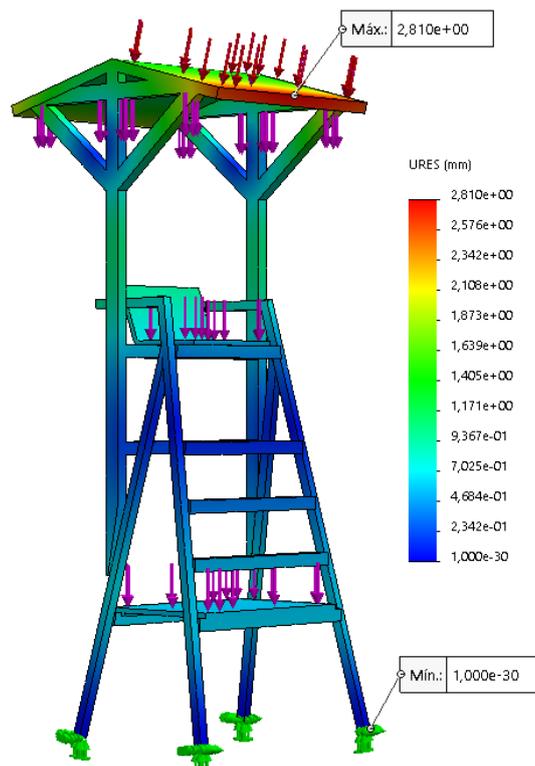


Figura 5.17: Desplazamiento.

Adicionalmente se tendrá en cuenta la carga del peso propio del socorrista en 2 zonas más por posible vandalismo. Estas zonas serán delimitadas en el apoyo de la nevera y en el tercer escalón.

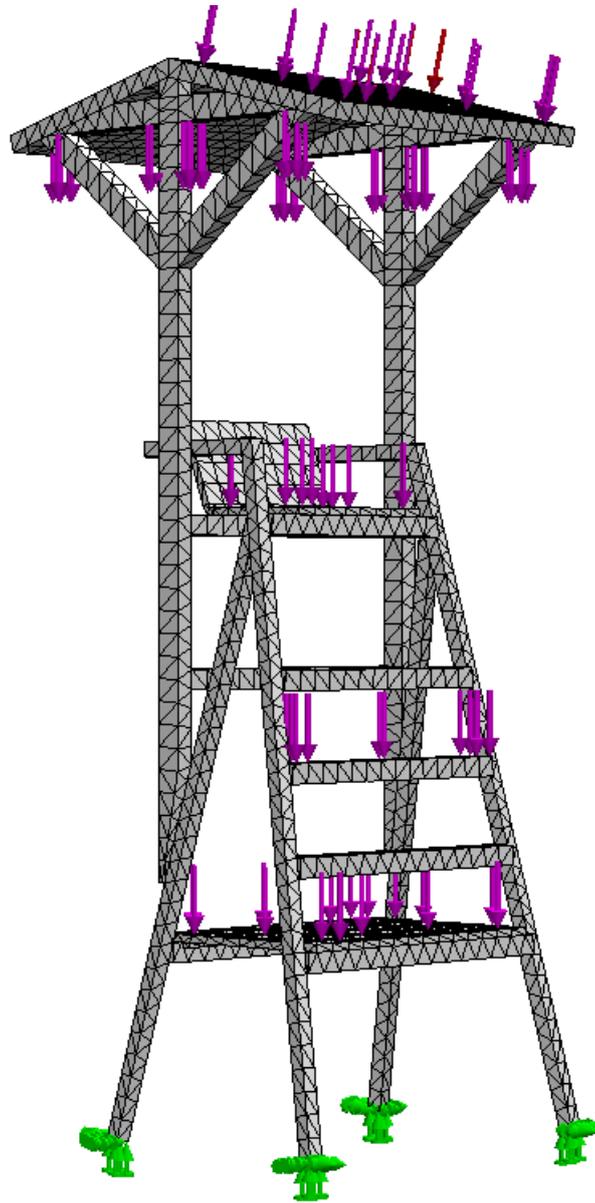


Figura 5.18: Sujeciones y cargas para la simulación estática adicional.

Los resultados obtenidos continúan siendo coherentes.

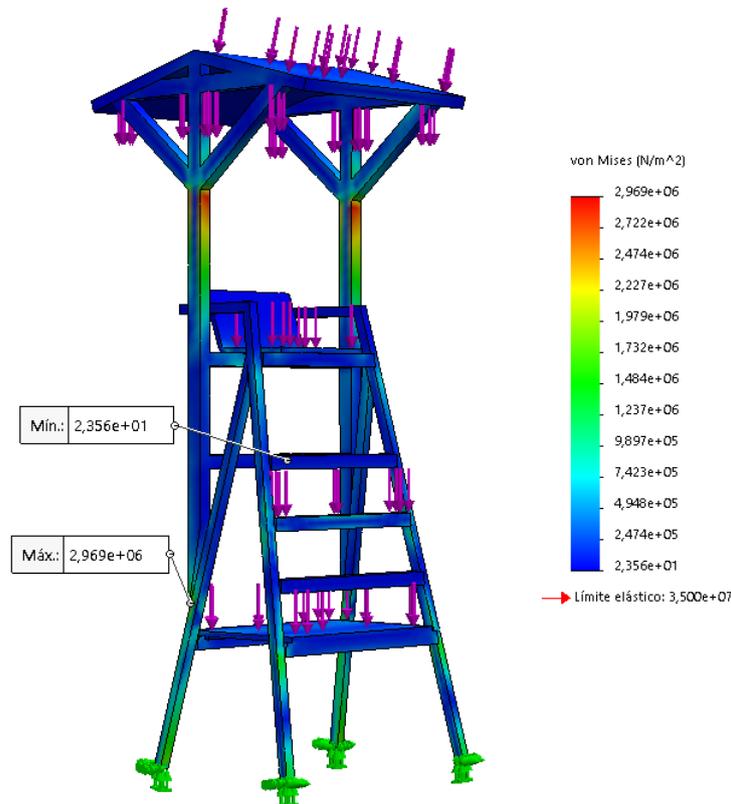


Figura 5.19: Tensión de Von Mises con cargas adicionales.

Las tensiones de Von Mises son inferiores al límite máximo, por lo que se puede concluir que se tiene un coeficiente de seguridad en el caso más adverso del 1178,45 %.

$$\text{Coef. de seguridad}(\%) = \frac{\text{Límite elástico}}{\text{Tensión máxima resultante}} \times 100$$

$$\text{Coef. de seguridad}(\%) = \frac{3,5 \times 10^7}{2,97 \times 10^6} \times 100$$

$$\boxed{\text{Coef. de seguridad}(\%) = 1178,45}$$

Para el cálculo del coeficiente de seguridad, se tendrá en cuenta que el límite elástico corresponde al límite de compresión ya que es el más desfavorable según muestra la tabla 5.5. Clarificando así, que aunque sufran compresiones o tracciones o ambas, se valorará el caso más crítico que es a compresión.

En la figura 5.19 se observa una deformación a escala real, en cambio, provocando una deformación exagerada se podría observar detalladamente el trazado de la deformación.

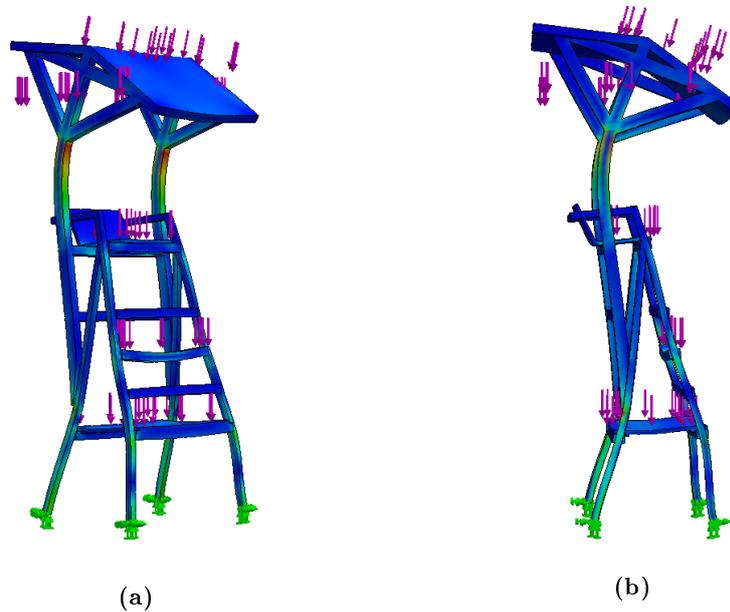


Figura 5.20: Tensión de Von Mises deformada exageradamente.

En ellas se aprecian que los miembros transversales superiores e inferiores son los más castigados, generando en estos puntos las tensiones más desfavorables. Esto se debe a que a la dirección de las cargas se generan transversalmente los apoyos. Así mismo, Solidworks permite visualizar las zonas con más cargas.

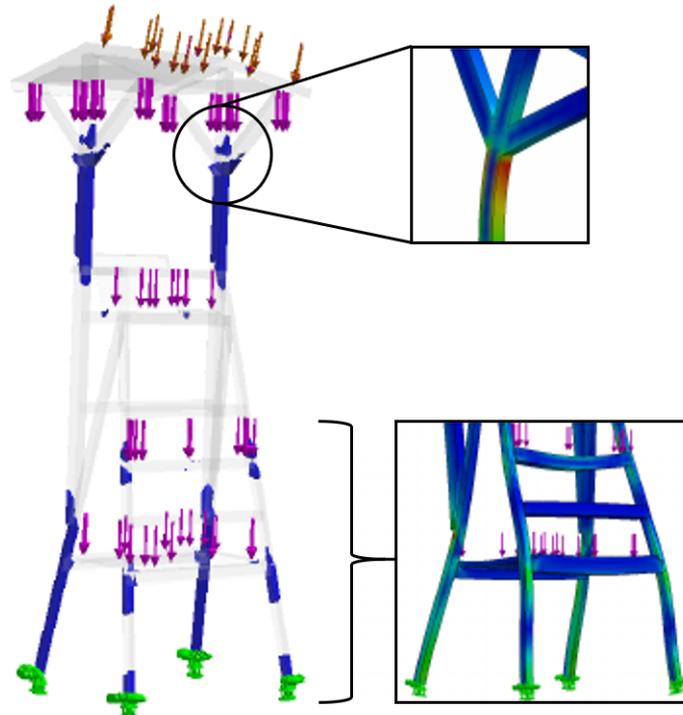


Figura 5.21: Zonas con tensiones más desfavorables.

El desplazamiento máximo admisible es de 3 mm, por lo tanto, el desplazamiento máximo de 2,98 mm que sufre es apto. El desplazamiento máximo se genera en los extremos de la cubierta ya que es la zona que mayor tensión sufre en función de la superficie, en otras palabras, la deformación generada en comparación de la superficie que presenta es la más grande.

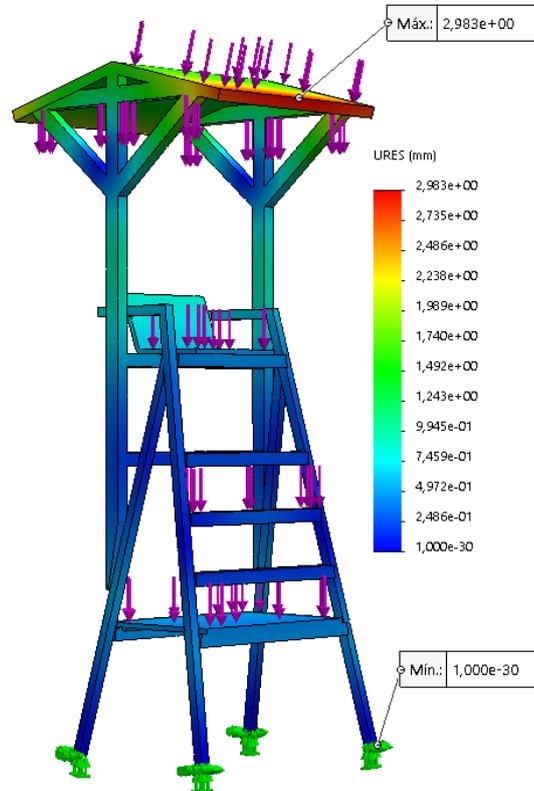


Figura 5.22: Desplazamiento con cargas adicionales.

Al igual que en el anterior resultado, se simulará el desplazamiento de forma exagerada para observar los esfuerzos que sufre cada componente.

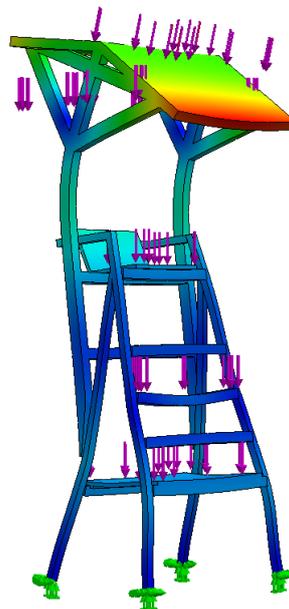


Figura 5.23: Desplazamiento exagerado con cargas adicionales.

6 Conclusión

En resumen, el trabajo se compone de una silla de vigilancia hecha de madera blanda de pino, un nevera compuesta a base de polipropileno con un aislante térmico de poliestireno rígido y unos componentes electrónicos (panel solar de 50 W, regulador, dos células peltiers de 15 W/uds, etc) que mantienen a temperatura constante las bebidas y los medicamentos termolábiles. Además, según se muestra en la figura 5.10, el diseño global es analizado para garantizar la ergonomía y soportar los esfuerzos predefinidos, al igual que la nevera es dimensionado y analizada para las condiciones más adversas.

Así mismo, a continuación se muestra las especificaciones técnicas.

6.1 Componentes

6.1.1 Sistema térmico

- Célula peltier

Célula Peltier 15 W - 323010026	
Potencia	15 W
Intensidad _{máx}	4 A
Voltaje	3,75 V
Flujo de calor _{máx}	7 W
Δ Temperatura _{máx}	68°C
Dimensiones (mm^3)	20 x 20 x 3,5
Peso	12 g

Tabla 6.1: Ficha técnica célula peltier.

- Ventilador

Célula Peltier 15 W - 323010026	
Potencia	1,8 W
Intensidad _{máx}	0,15 A
Voltaje	12 V
Flujo de aire	81,76 m ³ /h
Ruido	14 dBA

Tabla 6.2: Ficha técnica ventilador.

- Termostato

Termostato Inkbird ITC-1000	
Sensor	NTC Sensor
Temperatura de trabajo	-50°C ~ 90°C
Exactitud	0,1 °C
Potencia consumo	<3 W
Voltaje trabajo	12 V
Dimensiones (L x W x H)	75 x 34,5 x 85mm

Tabla 6.3: Ficha técnica termostato.

6.1.2 Sistema de alimentación

- Placa fotovoltaica

Panel solar 50W 12V	
Potencia máxima (W_p)	50 W
Intensidad cortocircuito (I_{sc})	2,9 A
Voltaje circuito abierto (V_{oc})	22,7 V
Intensidad a máxima potencia (I_m)	2,73 A
Voltaje a máxima potencia (V_m)	19,3 V
Temperatura normal de trabajo	45°C
Dimensiones (L x W x H)	532 x 674 x 30mm
Peso	4 kg

Tabla 6.4: Ficha técnica placa fotovoltaica.

- Regulador de carga

Regulador de carga 12V/24V 10A PWM Must Solar		
Características	Tamaño (L x W x H)	188 x 95 x 46.5mm
	Peso neto (g)	355
	Temperatura de trabajo	-20°C ~ 55°C
	Sección cableado	≤ 6 mm ²
Entrada	Voltaje	≤ 50 V
	Intensidad nominal	10 A
Salida	Voltaje Panel	12 V
	Intensidad	10 A
	USB	5V, 1A x2

Tabla 6.5: Ficha técnica regulador de carga.

- Batería

Batería Yuasa NP7-12 12V 7Ah	
Capacidad	7 Ah
Voltaje	12 V
Temperatura de trabajo	-15°C ~ 50°C
Dimensiones (L x W x H)	151 x 65 x 97,5mm
Peso	2,2 kg

Tabla 6.6: Ficha técnica batería.

- Sujeción

Debido a la disposición de placa unitaria, el modo de sujeción se realizará mediante *soportes de ABS en las cuatro esquinas*.

Anexo

Presupuesto

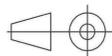
Este presupuesto se ajusta a los componentes requeridos y la geometría dada. Para ello, se basa en la lista de los componentes y en los planos de diseño.

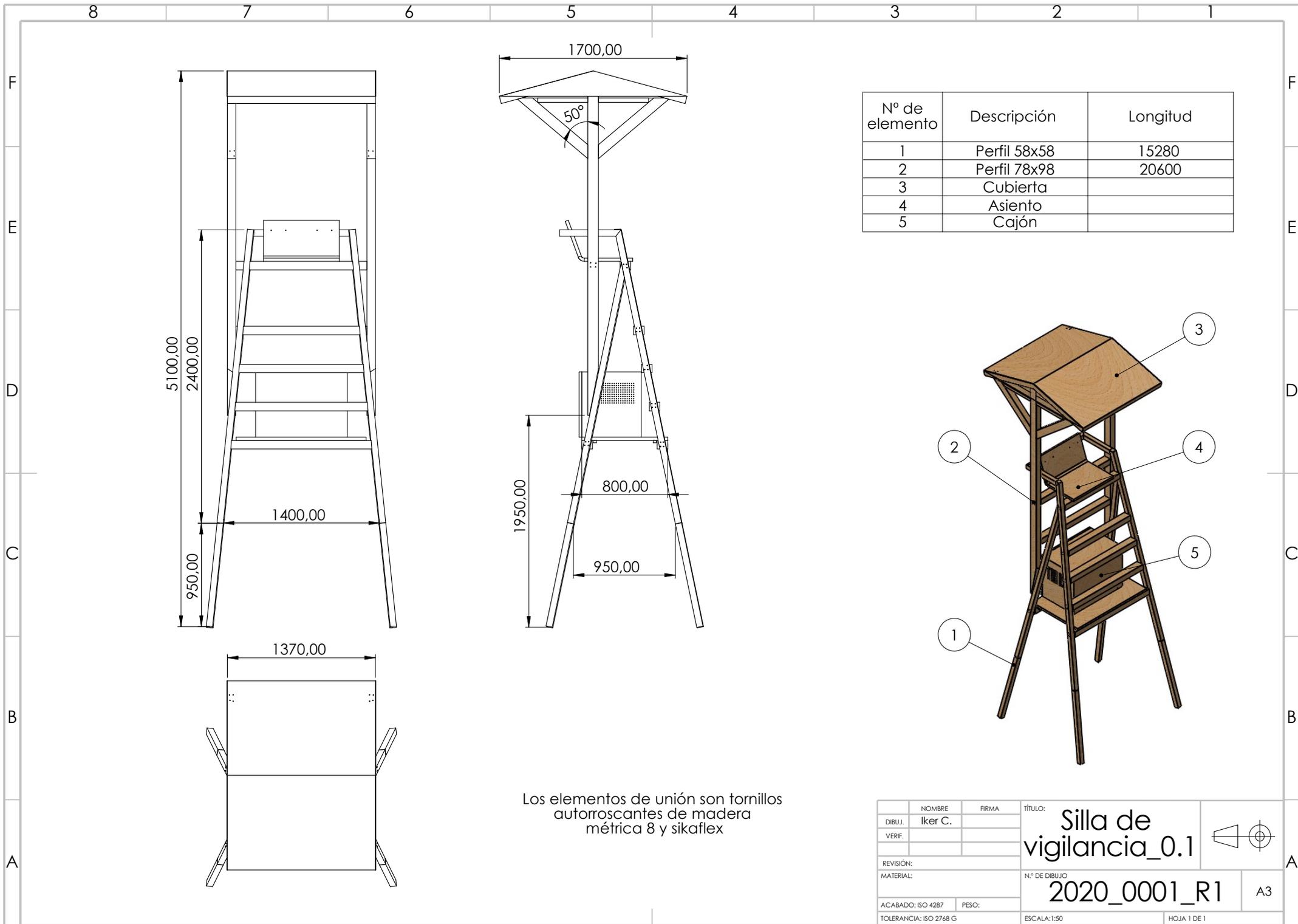
Concepto	Uds.	Base Ud.	Base Total
Nevera termoeléctrica portátil			45,86 €
Polipropileno	5	1,20 €	6,00 €
Poliestireno rígido	2	2,50 €	5,00 €
Célula Peltier 15 W - 323010026	2	7,07 €	14,14 €
Ventilador Tacens Anima AF12 120x120	1	2,23 €	2,23 €
Termostato Inkbird ITC-1000	1	18,49 €	18,49 €
Silla de vigilancia			1041,04 €
Perfil madera blanda de pino 58x58mm	16	2,12 €	32,92 €
Perfil madera blanda de pino 78x98mm	21	4,72 €	99,12 €
Maquinaria	10	32,50 €	325,00 €
Mano de obra	48	8,00 €	384,00 €
Varios (Tornillería, accesorios, ...)	1	200,00 €	200,00 €
Sistema alimentación			128,77 €
Panel solar 50W 12V policristalino SHS	1	32,95 €	32,95 €
Regulador 12V / 24V 10A PWM Must Solar	1	22,50 €	22,50 €
Batería Yuasa NP7-12L 12V 7Ah	1	16,72 €	16,72 €
Cable Unifilar 2,5 mm ² SOLAR PV ZZ-F	1	3,00 €	3,00 €
Cable Unifilar 4 mm ² SOLAR PV ZZ-F	3	3,50 €	10,50 €
Soporte paneles Solares ABS 4 esquinas	1	43,10 €	43,10 €
		Total bruto	1215,670 €
		Beneficio 40 %	486,27 €
		I.V.A 21 %	432,46 €
		TOTAL	2060,00 €

Planos

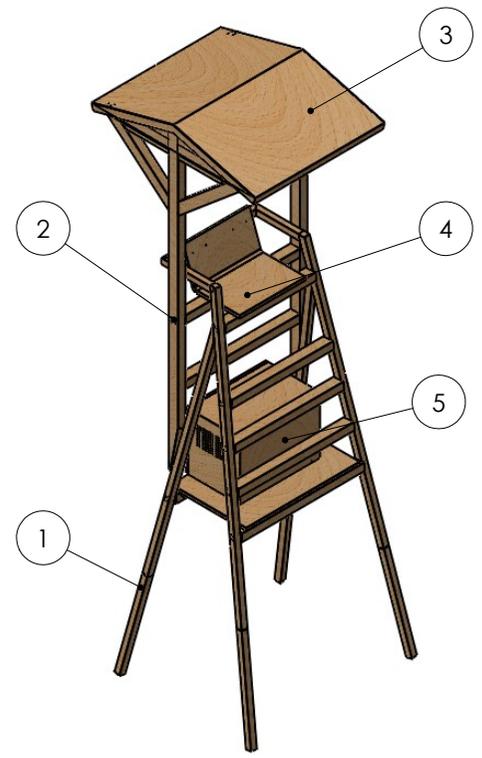


Nº de elemento	Descripción
1	Silla de vigilancia
2	Nevera
3	Sistema eléctrico

	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Global	
VERIF.				
REVISIÓN:				
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO	
			2020_0001_R1	A3
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: EO 2768 G				

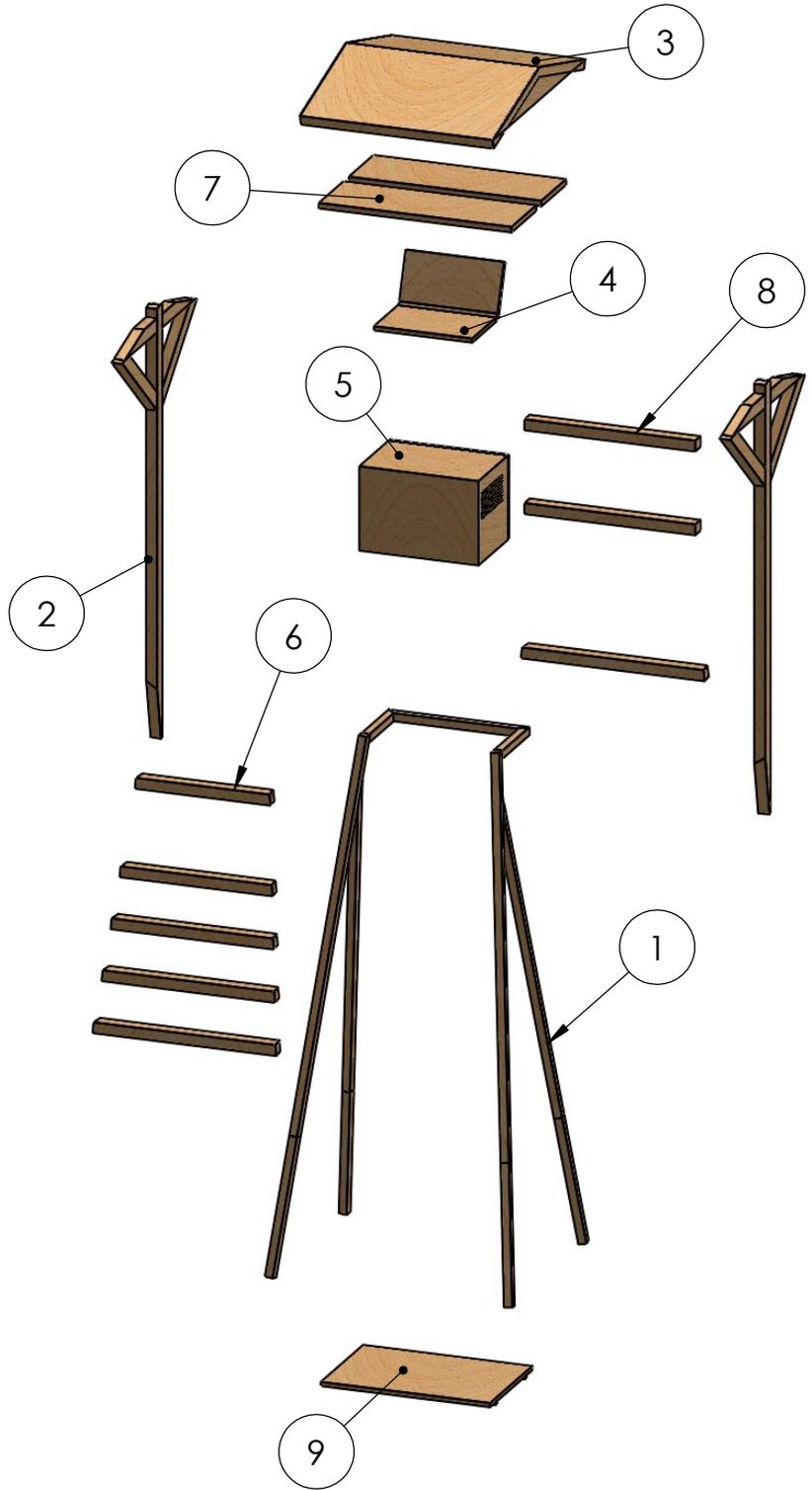


Nº de elemento	Descripción	Longitud
1	Perfil 58x58	15280
2	Perfil 78x98	20600
3	Cubierta	
4	Asiento	
5	Cajón	



NOMBRE		FIRMA		TÍTULO:	
DIBUJ. Iker C.				Silla de vigilancia_0.1	
VERIF.				N.º DE DIBUJO	
				2020_0001_R1	
REVISIÓN:				ESCALA: 1:50	
MATERIAL:				HOJA 1 DE 1	
ACABADO: ISO 4287		PESO:		A3	
TOLERANCIA: ISO 2768 G					

Nº de elemento	Descripción
1	Pilares
2	Pilares cubierta
3	Cubierta
4	Asiento
5	Cajón
6	Peldaños
7	Soporte cubierta
8	Cruces
9	Soporte nevera



	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Iker C.		
VERIF.			MATERIAL:
APROB.			ACABADO: ISO 4287
FABR.			TOLERANCIA: ISO 2768 G
CALID.			
			PESO:

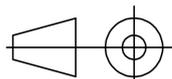
TÍTULO: **Silla de vigilancia_0.2**

N.º DE DIBUJO: **2020_0001_R1**

ESCALA: 1:50

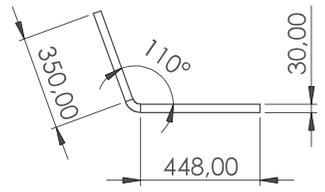
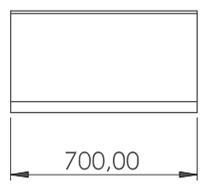
HOJA 1 DE 1

A4



8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A



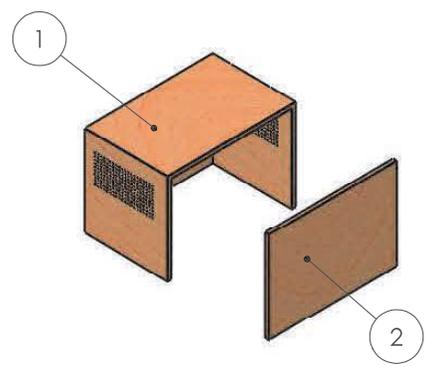
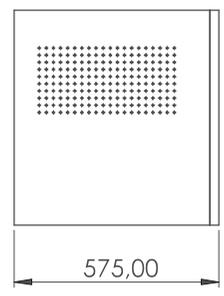
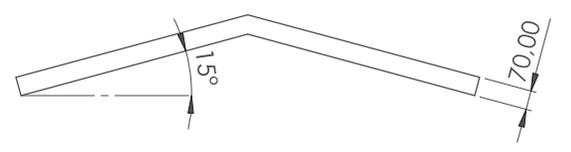
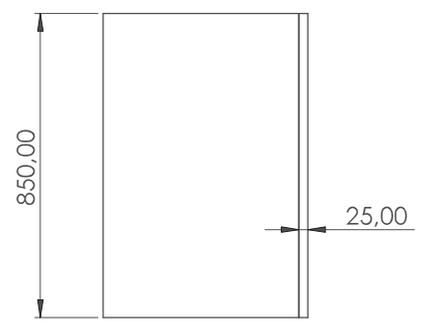
Asiento

Cubierta



Cajón

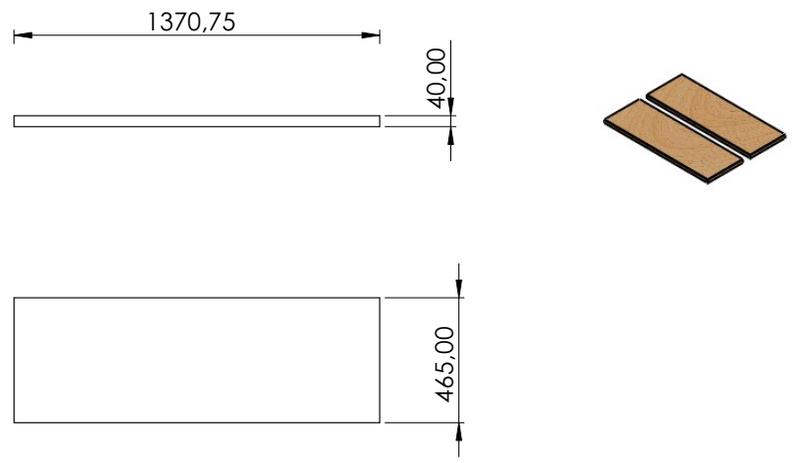
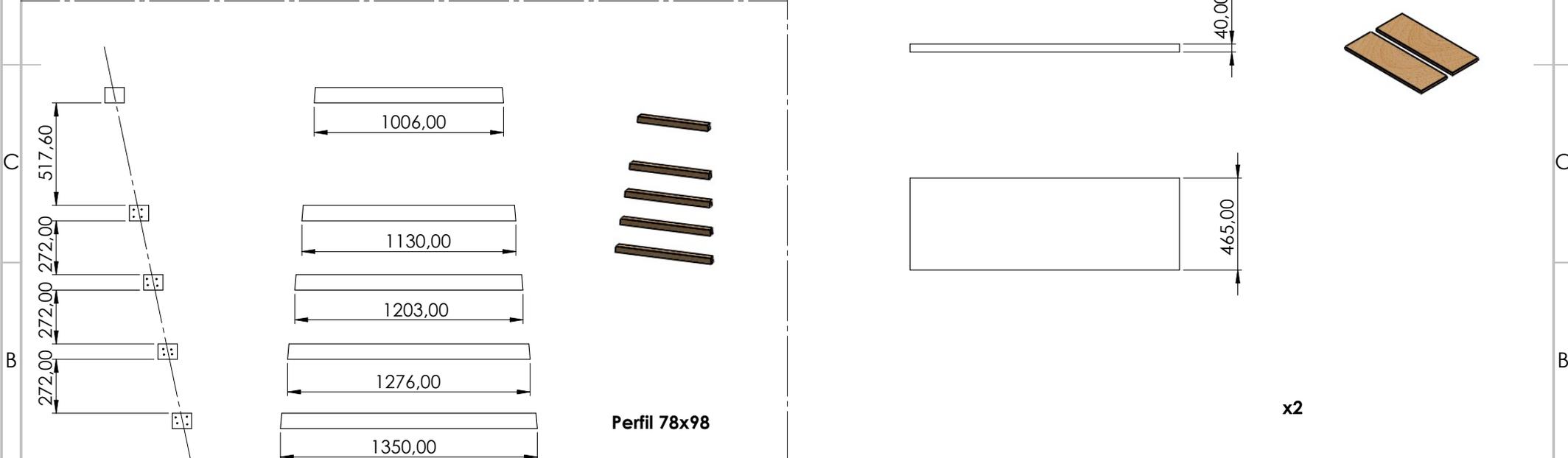
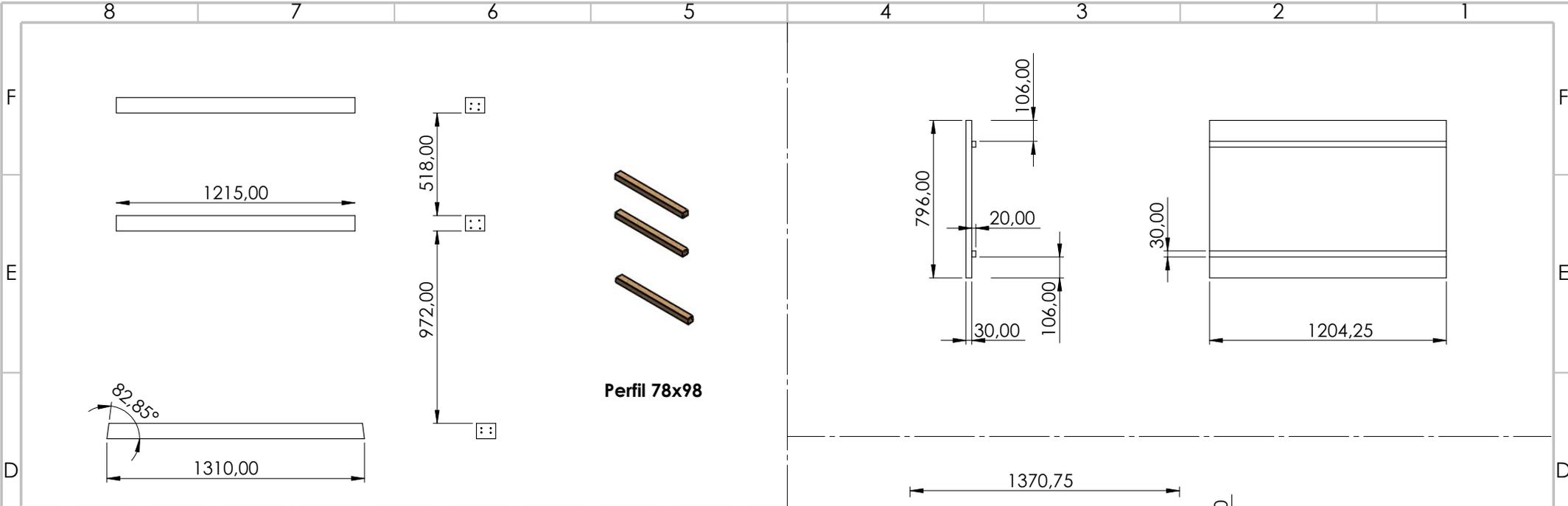
Nº de elemento	Descripción	Espesor
1	Carcasa	25 mm
2	Puerta	25 mm



ESCALA 1:15

	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Silla de vigilancia_1	
VERIF.				
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	
MATERIAL:			2020_0001_R1	A3
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768				

5 4 3 2 1



	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Silla de vigilancia_2	
VERIF.				
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	A3
MATERIAL:			2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				

8 7 6 5 4 3 2 1

F F

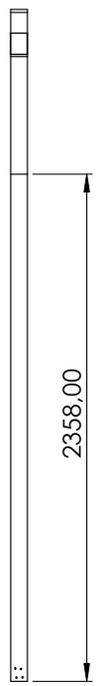
E E

D D

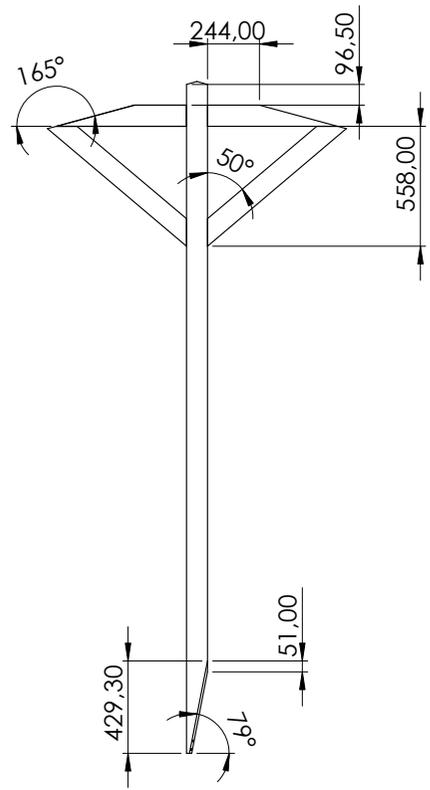
C C

B B

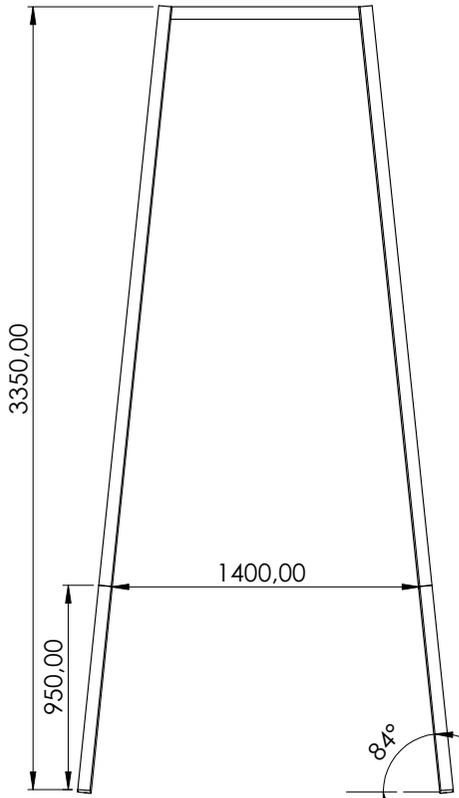
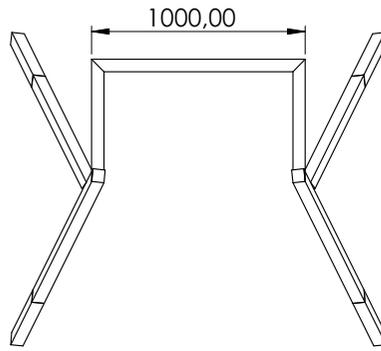
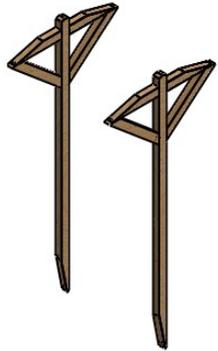
A A



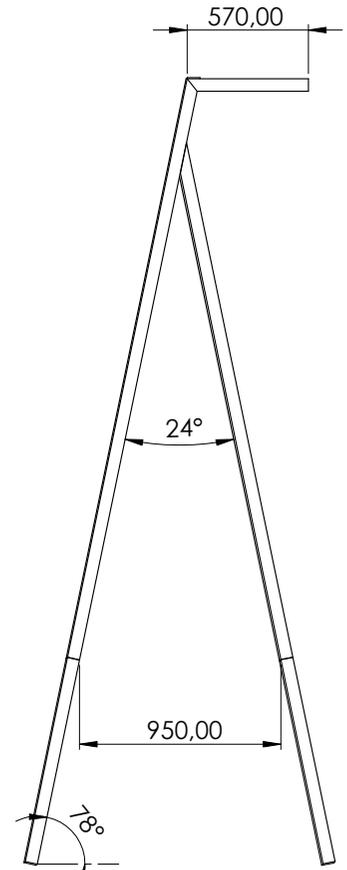
x2



Perfil 78x98

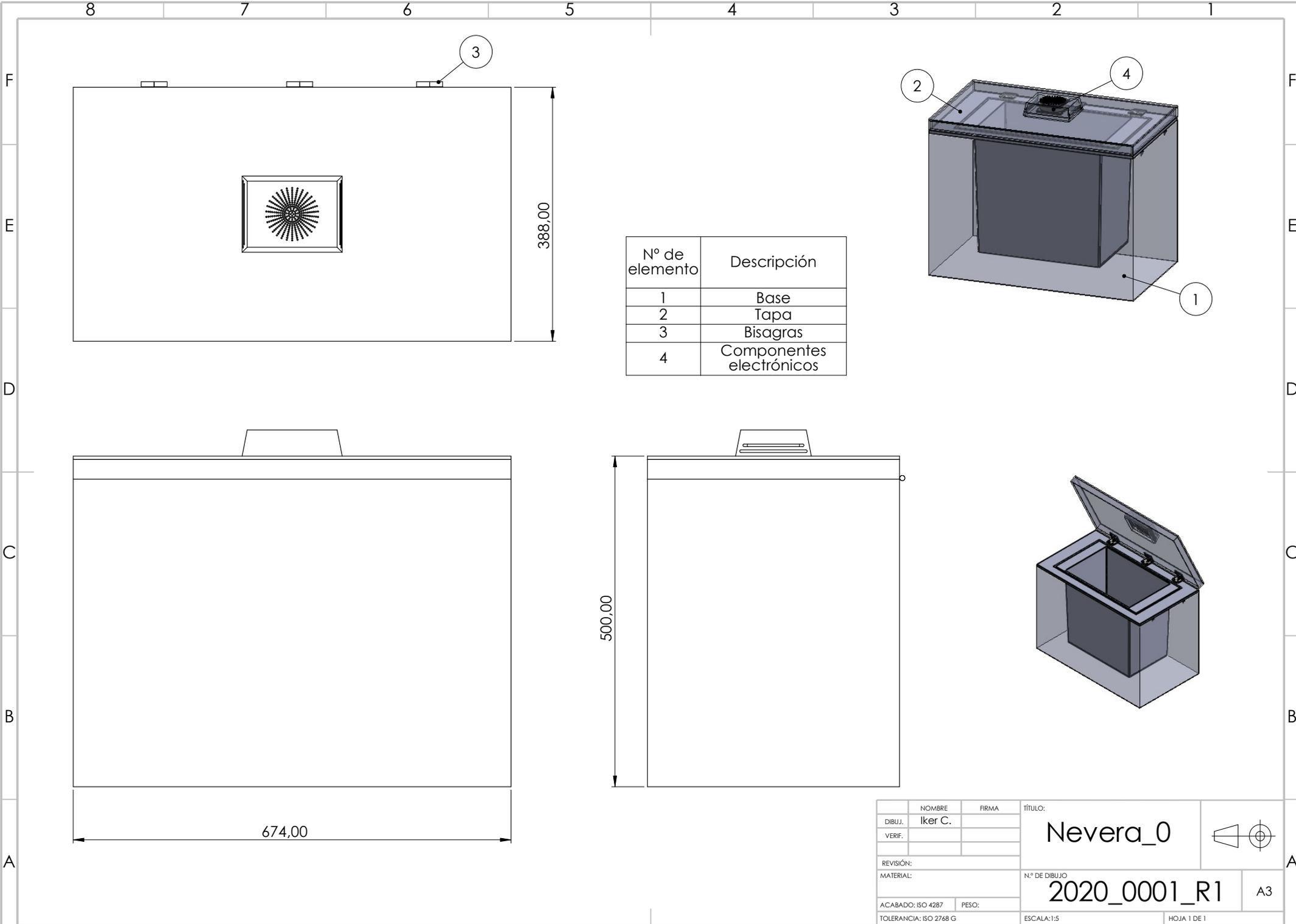


Perfil 58x58

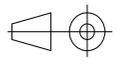


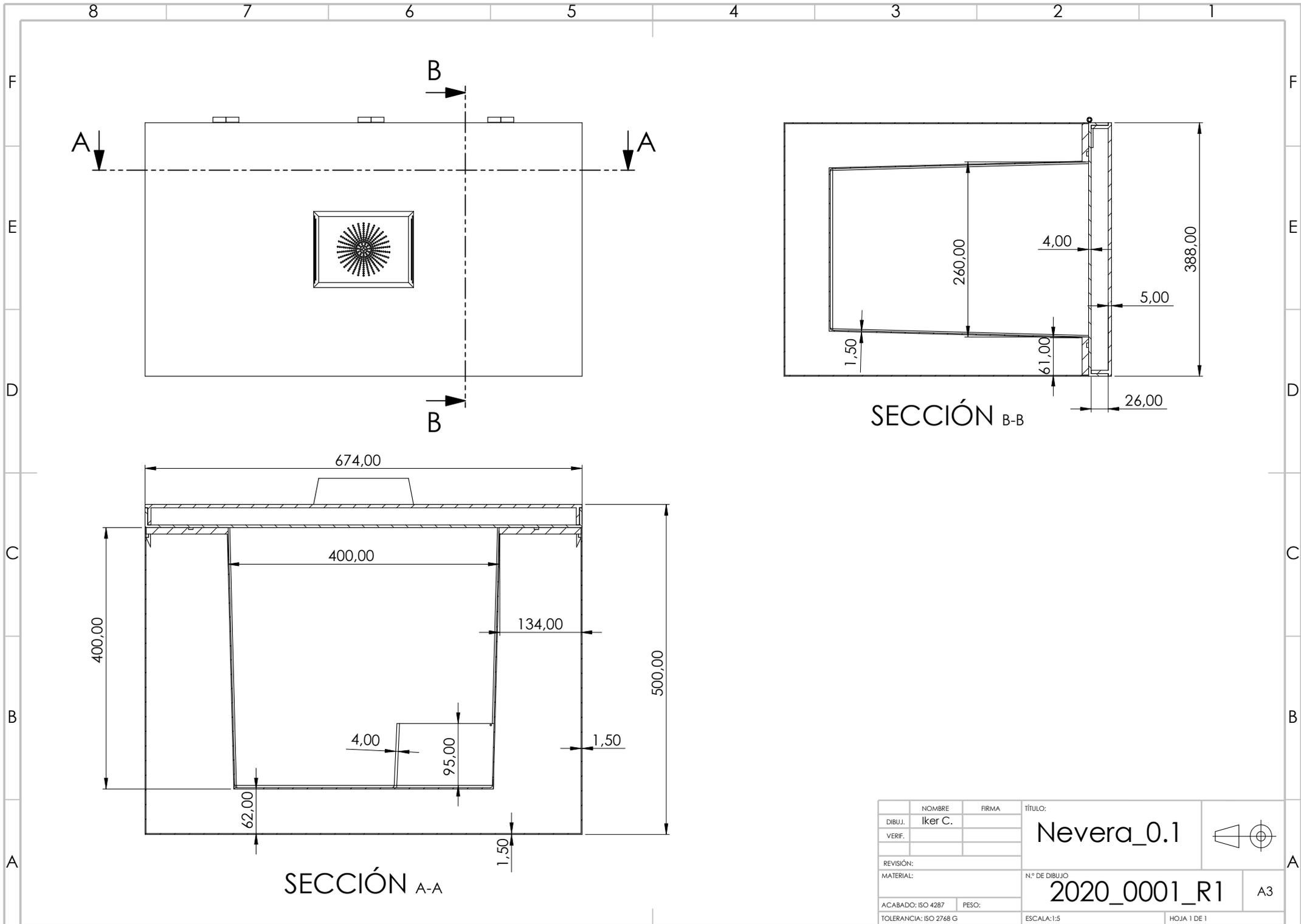
	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Silla de vigilancia_3	
VERIF.			N.º DE DIBUJO	A3
			2020_0001_R1	
REVISIÓN:			ESCALA: 1:25	HOJA 1 DE 1
MATERIAL:				
ACABADO: ISO 4287	PESO:			
TOLERANCIA: ISO 2768 G				

5 4 3 2 1



N° de elemento	Descripción
1	Base
2	Tapa
3	Bisagras
4	Componentes electrónicos

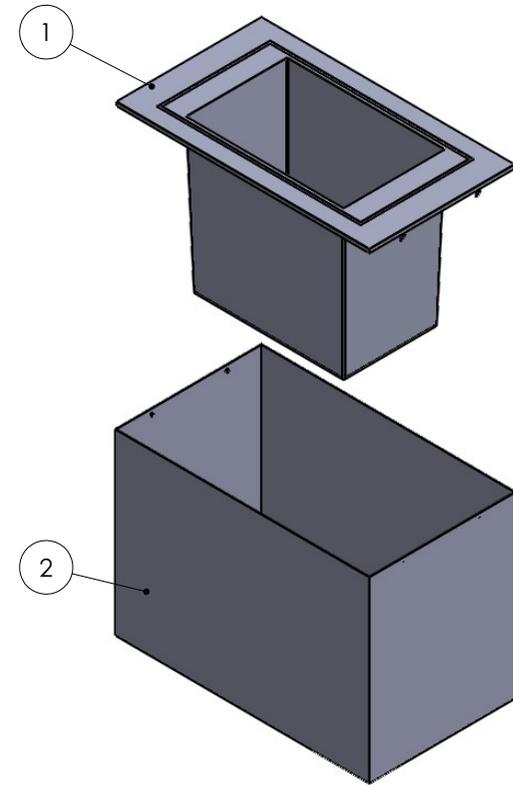
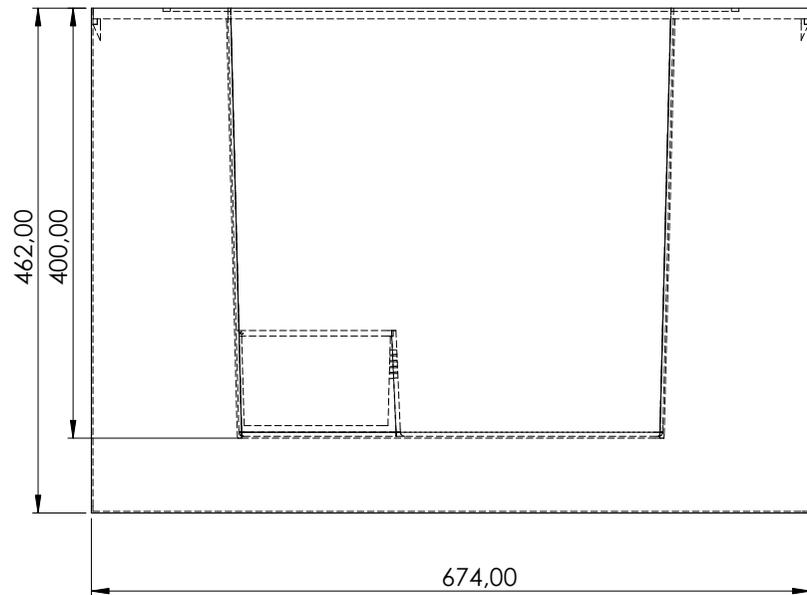
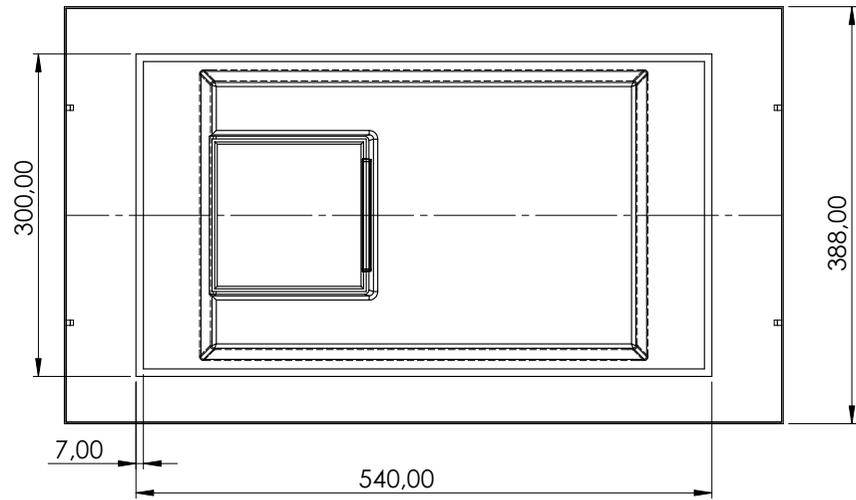
NOMBRE		FIRMA		TÍTULO:	
DIBUJ. Iker C.				Nevera_0	
VERIF.					
REVISIÓN:				N.º DE DIBUJO	
MATERIAL:				2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287		PESO:		A3	
TOLERANCIA: ISO 2768 G		ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1	



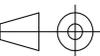
SECCIÓN A-A

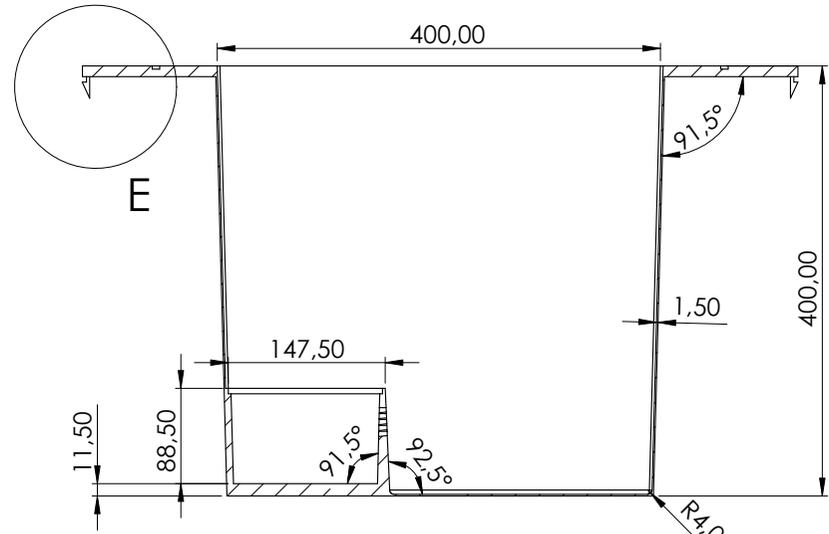
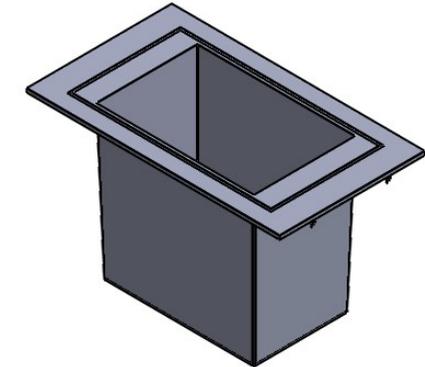
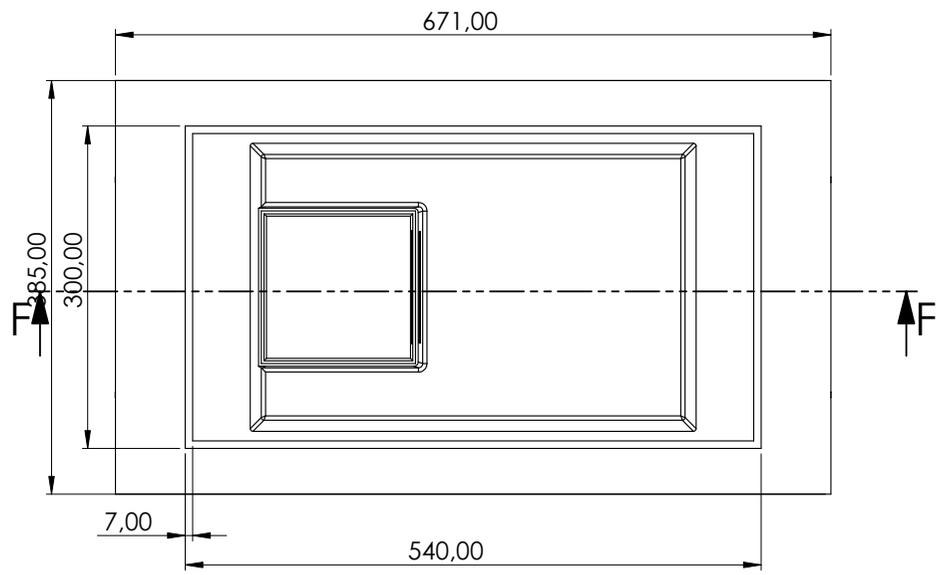
SECCIÓN B-B

	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Nevera_0.1	
VERIF.				
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	
MATERIAL:			2020_0001_R1	A3
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				

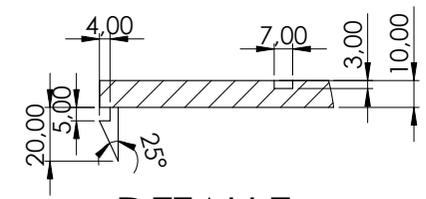


Nº de elemento	Descripción
1	Base_Sup
2	Base_Inf

DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
VERIF.	Iker C.		Nevera_1.1	
REVISIÓN:	MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	A3
			2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				

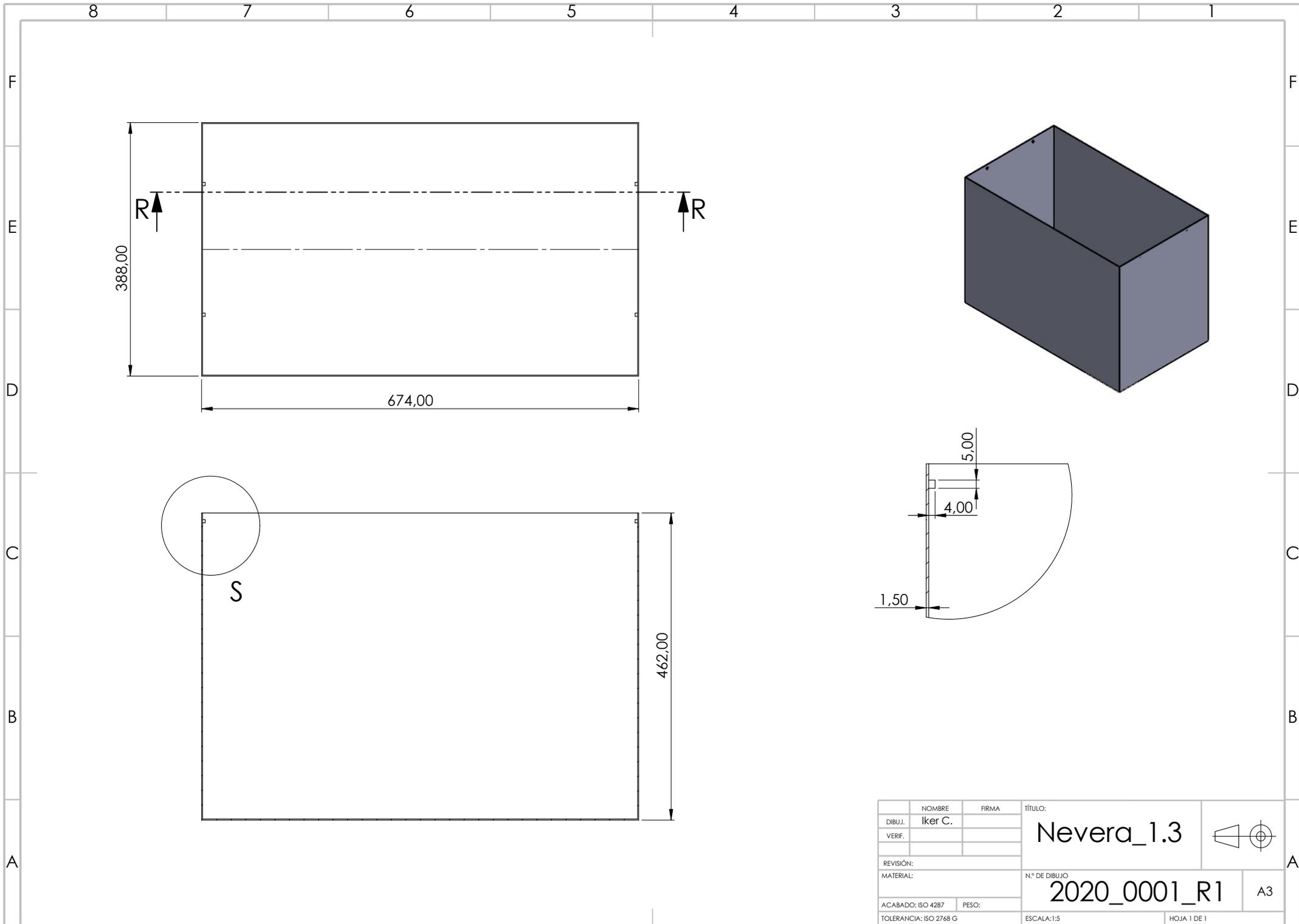


SECCIÓN F-F

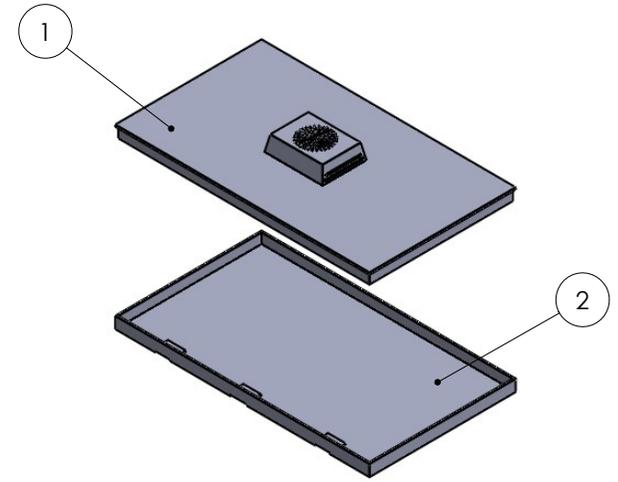
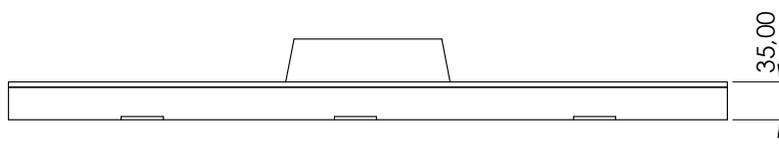
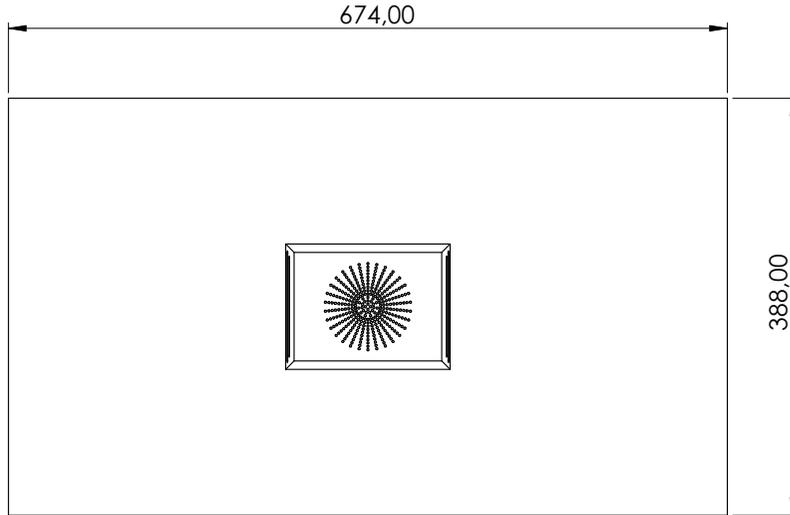
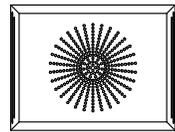


DETALLE E
ESCALA 1:2

	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Nevera_1.2	
VERIF.				
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	A3
MATERIAL:			2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				

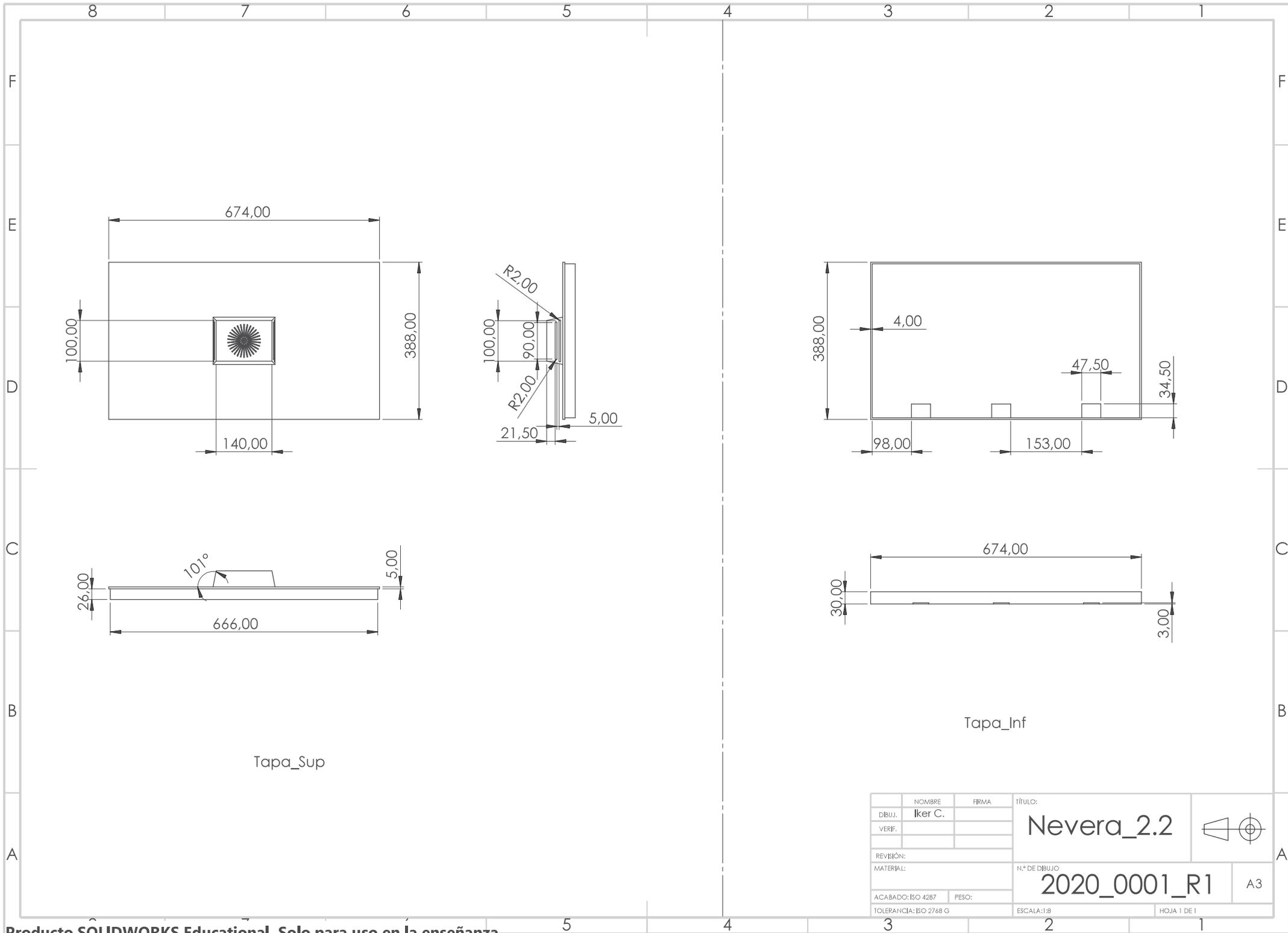


	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	Iker C.		Nevera_1.3	
VERIF.				
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	A3
MATERIAL:			2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				



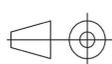
Nº de elemento	Descripción
1	Tapa_Sup
2	Tapa_Inf

DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
VERIF.	Iker C.		Nevera_2.1	
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	A3
MATERIAL:			2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287	PESO:	ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				



Tapa_Sup

Tapa_Inf

	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJ.	iker C.		Nevera_2.2	
VERIF.				
REVISIÓN:			N.º DE DIBUJO	A3
MATERIAL:			2020_0001_R1	
ACABADO: ISO 4287	PESO:		ESCALA: 1:8	HOJA 1 DE 1
TOLERANCIA: ISO 2768 G				

Bibliografía

- Alonso Lorenzo, José Alfonso (s.f.). *¿Cómo calcular la sección de conductores para instalaciones de paneles solares?* Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-seccion-de-cable-para-paneles-solares/> (vid. pág. 11).
- Ashby, Michael F. (1999). *Materials selection in mechanical design*. Second edition. ISBN: 0750643579 (vid. pág. 15).
- Autosolar (s.f.). Recuperado de <https://autosolar.es/> (vid. pág. 37).
- BOP núm 221, 17 de noviembre (2008). “Ordenanza municipal de playas y calas del término municipal de Alicante”. En: (vid. pág. 3).
- European Commission, PVGIS (2019). *Photovoltaic geographical information system*. Recuperado de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html (vid. pág. 38).
- Reglamento electrónico para baja tensión* (2018). Quinta edición. Marcombo. ISBN: 9788426726429 (vid. pág. 7).
- Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage* (2008). Tata McGraw-Hill Publishing Company. ISBN: 9780070260641 (vid. pág. 37).
- Vivienda, España. Ministerio de la (2009). *Código técnico de la edificación (CTE)*. Ibergarceta (vid. pág. 44).
- WeatherSpark (s.f.). *El clima promedio en Alicante*. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/> (vid. pág. 13).

