

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



"DISEÑO, JUSTIFICACIÓN TÉCNICA,
CÁLCULO Y PROPUESTA DE
FABRICACIÓN DE UNA CABINA
ACÚSTICA"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2026

AUTOR: Pablo López del Campo

DIRECTOR/ES: Andrea Blanco Ivorra
David Martínez Pascual

Antes de comenzar con la memoria de mi trabajo de fin de grado, quiero agradecer a mis padres y a mi hermana todo el apoyo que me han dado aún cuando no estaba seguro de querer seguir.

A mis abuelos por orientarme y ayudarme con el desplazamiento a la universidad.

A mis compañeros Fran y Miguel por formarme en mis comienzos en el mundo laboral y aconsejarme en mis inquietudes.

A mis amigos y compañeros con los que he tenido el placer de compartir este viaje.

Y por supuesto, a mis tutores Andrea y David por estar siempre para resolver mis dudas y hacerme evolucionar como estudiante e ingeniero.

Sin vosotros, esto no habría sido posible, muchas gracias de corazón.



ÍNDICE

1. MEMORIA.....	3
1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO	3
1.1.2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	5
1.1.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	8
1.1.4. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	9
1.1.5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	11
1.1.6. NORMATIVA DE APLICACIÓN	12
1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	13
1.2.1. CÁLCULO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN.....	13
1.2.2. CÁLCULO DE LA INSONORIZACIÓN	18
1.2.3. CÁLCULO LUMÍNICO.....	26
1.2.4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	27
1.2.5. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN.....	29
1.2.6. CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	31
1.3. PLANIFICACIÓN	33
1.3.1. FASE I: DESCRIPCIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS Y ESTUDIO DE LA VIABILIDAD.....	33
1.3.2. FASE II: CÁLCULOS Y MODELADO 3D.....	35
1.3.3. FASE III: GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO Y FABRICACIÓN....	37
1.3.4. FASE IV: PRUEBAS DE VALIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	38
1.4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	41
1.4.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO.....	41
1.4.2. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES	41
1.4.3. SEÑALIZACIÓN.....	50
2. PLANOS	53
2.1. PLANOS DE LA CABINA	54
2.2. PLANOS PERFILERIA	58
2.3. PLANOS MDF Y VIDRIO.....	64
2.4. PLANOS PET	72

2.5. PLANO UNIFILAR	83
3. PLIEGO DE CONDICIONES	85
3.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	85
3.1.1. OBJETO Y ÁMBITO DE AMPLICACIÓN	85
3.1.2. AGENTES DE PROYECTOS.....	88
3.1.3. RELACIÓN DE PLANOS.....	89
3.2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS	91
3.2.1. ESTRUCTURA PORTANTE.....	91
3.2.2. CERRAMIENTOS	93
3.2.3. CERRAMIENTOS TRASLÚCIDOS.....	94
3.2.4. INSTALACIONES: ELECTRICIDAD, VENTILACIÓN Y CONECTIVIDAD	95
3.3. ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN	98
3.3.2. INSTALACIÓN DE PANELES Y SELLADO	99
3.3.3. INSTALACIÓN DE VIDRIOS Y HERRAJES.....	100
3.3.4. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	101
3.4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS.....	104
3.4.1. UNIDADES DE MEDIDA Y VALORACIÓN	104
3.4.2. FORMA DE PAGO Y CERTIFICACIONES	106
4. PRESUPUESTO	108
4.1. ESTADO DE MEDICIONES.....	109
4.2. CUADRO DE PRECIOS.....	112
4.3. PRESUPUESTO GENERAL	114
ANEXO I: CÁLCULOS LUMÍNICOS.....	118
ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA	157

1. MEMORIA

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Trabajo de Fin de Grado es el diseño, cálculo y definición técnica de un habitáculo monoplaça (conocido comercialmente como *office pod*) destinado a entornos de oficina abierta. El habitáculo debe garantizar un aislamiento acústico de Clase A según la norma ISO 23351-1 $D_{S,A} \geq 30$ dB y un tiempo de reverberación $TR_{60} < 0,2$ s, proporcionando un espacio privado para la realización de llamadas telefónicas, videoconferencias y tareas que requieran alta concentración, integrando además sistemas de ventilación, iluminación y conectividad.

Para lograrlo, el alcance de este trabajo comprende desde la concepción y el diseño personalizado del habitáculo bajo especificaciones a medida, pasando por el desarrollo de los cálculos justificativos, dimensionamientos necesarios para cumplir con las exigencias acústicas e incluso su justificación técnica y económica, hasta la puesta en marcha del habitáculo en el lugar elegido por el cliente.

En cuanto a los requerimientos de diseño, estos se describen en el apartado 1.1.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO de la memoria. No obstante, se resumen en:

- Insonorización acústica superior a 30 dB
- Dimensiones exteriores máximas serán de 1100x1100x2400, mientras que las interiores serán de 800x800x2000.
- La puerta y el panel trasero serán traslúcidos.
- Deberá incluir una mesa de trabajo con profundidad mínima de 300 mm, asiento ergonómico ajustable en altura, sistema de renovación de aire forzado que permita renovar el aire cada minuto, iluminación LED y tomas de corriente/red.

Por otro lado, los cálculos necesarios para lograr cumplir tanto con los requerimientos como para ofrecer un correcto funcionamiento se recogen en el apartado 1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS de la memoria. No obstante, se resumen en:

- Cálculo del tiempo de reverberación (mediante la fórmula de Sabine)
- Cálculo de la insonorización (mediante la Ley de Masas, entre otras)
- Cálculo lumínico (mediante el software DIALux evo)
- Cálculo de la sección del cable (mediante la fórmula de la sección)
- Cálculo de la ventilación (mediante comprobación de caudal)
- Cálculo estructural (mediante el método de elementos finitos con el software AutoCAD Inventor)

Con todo lo anterior descrito y a modo de visión conceptual, la cabina finalmente quedaría de la siguiente forma (ilustración 1):



Ilustración 1 - Cabina insonorizada

1.1.2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En el diseño de oficinas modernas, la tendencia hacia espacios abiertos ha fomentado la colaboración, pero ha generado un problema crítico: la contaminación acústica y la falta de privacidad.

El cliente, una empresa con oficinas diáfanas, identifica una pérdida de productividad y confort en su plantilla debido a las interrupciones constantes. Ante la imposibilidad de realizar reformas estructurales en el edificio, se plantea la implementación de soluciones rápidas, sencillas e incluso reversibles. La cabina objeto de este proyecto responde a esta necesidad, permitiendo al usuario un aislamiento eficaz y una acústica interior óptima para la inteligibilidad del habla, sin crear un espacio claustrofóbico ni oscuro.

El desarrollo de este proyecto se realiza dentro de la empresa IDEATEC ADVANCED ACOUSTIC SOLUTIONS, un entorno de carpintería técnica de alta especialización, cuya actividad principal se centra en el acondicionamiento acústico de espacios de pública concurrencia, tales como auditorios, centros de conferencias y sectores de restauración. Esta base industrial dota al proyecto de una infraestructura técnica y un saber hacer crítico para la consecución de los objetivos planteados.

A. Infraestructura Tecnológica y Procesos de Transformación

La viabilidad del prototipo se sustenta en la disponibilidad de secciones avanzadas de mecanizado industrial. La planta cuenta con tecnología de control numérico (CNC) y sistemas de corte de precisión capaces de procesar una amplia gama de materiales técnicos esenciales en la ingeniería acústica:



Ilustración 2 - CNC para tableros de MDF o madera



Ilustración 3 - CNC para tableros de PET o fibra de vidrio

- Derivados de la madera: Transformación de tableros de MDF (con acabados en melamina o chapa natural) y madera maciza para elementos estructurales y estéticos.



Ilustración 4 - Tablero de melamina con núcleo en MDF



Ilustración 5 - Tablero de madera maciza de pino

- Materiales Absorbentes: Procesamiento de paneles de PET (tereftalato de polietileno) y fibra de vidrio, materiales clave para la corrección del tiempo de reverberación y el aislamiento acústico.



Ilustración 6 - Distintos acabados para el tablero de PET

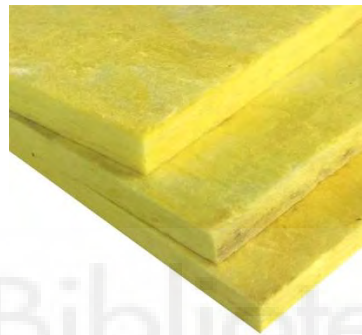


Ilustración 7 - Tableros de fibra de vidrio

B. Experiencia en Proyectos a Medida y Personalización

Un factor determinante para la ejecución de este habitáculo es la metodología de trabajo de la organización, donde el 90% de la producción se basa en pedidos personalizados y adaptados a los requerimientos específicos de cada cliente. Esta cultura de fabricación bajo demanda implica:

- Una alta flexibilidad en la cadena de montaje.
- Capacidad de resolución de detalles constructivos complejos en fase de prototipado.
- Experiencia contrastada en la integración de conjuntos acústicos que combinan diseño arquitectónico con altas prestaciones físicas.

C. Justificación de la Idoneidad del Proyecto

Dada la convergencia entre la capacidad de mecanizado de precisión y la experiencia acumulada en el tratamiento acústico de materiales, la organización se encuentra en una posición óptima para abordar el desarrollo de la cabina monoplaza. La complejidad del ensamblaje y la necesidad de tolerancias mínimas para garantizar la estanqueidad acústica no representan una dificultad extraordinaria, sino una evolución natural de las capacidades técnicas ya instaladas en la empresa.

1.1.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto se han establecido los siguientes condicionantes técnicos y dimensionales:

- Rendimiento Acústico: Reducción del nivel de voz $D_{S,A}$ superior a 30 dB (Nivel A dentro de la normativa ISO 23351-1) junto a un tiempo de reverberación TR_{60} inferior a 0,2 s.
- Rigidez estructural: La estructura de aluminio no deberá presentar una flecha máxima superior a $L/300$, siendo L la longitud del perfil.
- Dimensiones Exteriores: El volumen total no excederá los 1100x1100x2400 para asegurar su compatibilidad con la altura estándar de techos técnicos. No obstante, su montaje se deberá realizar en la sala elegida siempre que la cabina exceda las dimensiones de la puerta. A su vez, los componentes que conformen la cabina deberán poder entrar por la puerta de la estancia elegida.
- Dimensiones Interiores: Se garantiza un espacio interior libre mínimo de 800x800x2000 para asegurar la ergonomía del usuario.
- Visibilidad: La puerta y el panel trasero serán traslúcidos y han de ser resistentes a impactos y rayaduras.
- Equipamiento: Mesa de trabajo con profundidad mínima de 300 mm, asiento ergonómico ajustable en altura, sistema de renovación de aire

forzado que permita renovar el aire cada minuto, iluminación LED y tomas de corriente/red.

1.1.4. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Para la elaboración de una cabina acústica lo más importante a tener en cuenta es la insonorización que pueda ofrecer y el acondicionamiento acústico en su interior para evitar el retorno de nuestra voz dentro de la cabina.

Para ello se han valorado varios diseños antes de llegar al definitivo, siempre teniendo en cuenta los requisitos de diseño.

A. Diseño 1: Configuración monocapa de alta densidad (MDF).

Primeramente, se evalúa la posibilidad de usar como material tanto aislante como fonoabsorbente los tableros de melamina en con núcleo de MDF (Ilustración 4).

En cuanto al aislamiento, los cálculos no arrojan un resultado válido según requerimientos al hacer uso de paneles con espesor de 16 mm. Luego, para conseguir dicho aislamiento (30 dB), los paneles deberían tener un espesor de al menos 19 mm. No obstante, aún seguiríamos teniendo varios problemas:

- El tablero de melamina, al tratarse de una superficie completamente lisa y sin porosidad, es incapaz de absorber ondas acústicas, provocando una reverberación interior que impediría al usuario mantener, por ejemplo, una conversación telefónica.
- El peso incrementaría en 18%, lo cual no es aceptable si no cumplimos con la reducción de reverberación.
- Al tratarse de un tablero rígido, cualquier vibración se transmite por el haciéndola llegar al interior o exterior de la cabina, luego, será imperativo desarrollar un sistema que rompa dicha transmisión sonora.



Ilustración 8 - Sección tablero MDF 16 mm

B. Diseño 2: Configuración híbrida (MDF + Absorbente PET interno).

Con esta configuración, al incluir material fonoabsorbente como es el panel de PET (Ilustración 6), el interior de la cabina consigue una reducción del tiempo de reverberación suficiente como para cumplir con su requerimiento de diseño. Aun así, la insonorización no es suficiente al no haber material suficiente para detener las ondas sonoras. Por otro lado, al incorporar el PET, la transmisión de vibraciones se reduciría notablemente, aunque en el diseño 3 se mejorará con creces.



Ilustración 9 - Sección MDF 16 mm + PET 9 mm

C. Diseño 3 (Solución adoptada): Configuración sándwich de alto rendimiento (MDF + PET núcleo + PET interno).

Tras comprobar previamente y analizar la inviabilidad de las soluciones anteriores, se llega a una solución que logra cubrir todos los problemas sacrificando el espesor final del panel, el cual, se incrementa hasta los 65 mm y se eleva el coste de los paneles al usar tablero de PET de 40 mm de espesor.

No obstante, este sobrecoste se ve justificado por los siguientes motivos:

- Al tener cada parte del panel una frecuencia de resonancia distinta, se produce un desacople el cual mitiga la transmisión de ondas sonoras al interior o exterior de la cabina, produciendo una mejora considerable de la insonorización.
- El peso final solo se incrementa un 25 % respecto al uso de MDF de 19 mm incluyendo todas las mejoras descritas, tanto en insonorización como en reverberación, descritas anteriormente.



Ilustración 10 - Sección MDF 16 mm + PET 40 mm + PET 9 mm

Además, esta solución es ideal al usar perfilera de aluminio 4040, ya que los paneles de 40 mm de PET encajan en el interior del bastidor.

1.1.5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

1.1.5.1. ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS

La estructura portante se diseña mediante perfilera de aluminio extruido 4040 ó 40x80 con ranura de 8mm, que aporta ligereza y rigidez mecánica.

Para los cerramientos opacos, se ha optado por una solución multicapa basada en los cálculos de la Ley de Masas y el sistema Masa – Resorte - Masa (ver Anexo de Cálculos), compuesta por paneles de MDF de 16 mm unidos a un núcleo en fibra de poliéster (PET) de 40 mm de espesor mediante adhesivo de montaje específico para polímeros unidos finalmente a un panel de 9mm de espesor también en PET para lograr el acondicionamiento acústico interior deseado.

En el suelo, para lograr una mejor resistencia mecánica, se elige un tablero de MDF chapado en melamina con espesor de 30 mm, al cual se le adhiere desde abajo fibra de poliéster de 40 mm de espesor y por arriba se despliega una moqueta para seguir mejorando el acondicionamiento acústico interior.

En el caso de las paredes traslúcidas, se opta por un cristal laminado transparente 6+6, el cual confiere luz y claridad a la vez de seguridad y resistencia a impactos y rayajos.

1.1.5.2. INSTALACIONES

- Ventilación: Sistema de extracción activa mediante ventilador silencioso de bajo perfil, dimensionado para garantizar la renovación de aire de la estancia con un volumen de 1,68 m³ cada minuto, gracias a su caudal de 107,3 m³/hora que

equivalen a 1,78 m³/minuto o 29,6 L/s, los cuales duplican la recomendación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

- Electricidad: Entrada de corriente mediante conector IEC C14 hembra con fusible de protección a 10 A, alimentando dos tomas de corriente con USB incluidos, el sistema de iluminación LED y la ventilación.

- Conectividad: La cabina consta de una toma RJ-45 para conexión red desde su interior. Dicha toma tiene su otro extremo ubicado junto con la entrada de corriente de la cabina.

1.1.6. NORMATIVA DE APLICACIÓN

El diseño y cálculo de la cabina se rigen por las siguientes normativas internacionales y nacionales:

- A. Acústica: ISO 23351-1:2020, que establece el método de medición de la reducción del nivel de voz de muebles acústicos y cabinas. El objetivo es alcanzar el Nivel A.
- B. Seguridad Estructural: Eurocódigo 9 (UNE-EN 1999) para el diseño de estructuras de aluminio. La flecha máxima se establece en L/300.
- C. Instalaciones Eléctricas: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aplicable a la elección de la sección del conductor y su correspondiente aislamiento.
- D. Salud y Ventilación: El RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) recomienda un caudal de aire exterior de 12,5 litros por segundo y persona para estancias con calificación IDA 2, donde se comprenden, entre otras, las oficinas.
- E. Iluminación: La UNE-EN 12464-1:2022 indica un mínimo de 500 lx necesarios para escribir, mecanografiar, leer y procesar datos en oficinas. Se comprende la cabina como una oficina al estar pensada y ubicada para el mismo cometido que la citada oficina.

1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Dentro de este apartado de la memoria se detallan todos los cálculos necesarios para el correcto desarrollo del proyecto.

1.2.1. CÁLCULO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

1.2.1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

El tiempo de reverberación (TR_{60}) es el parámetro que mide el tiempo en segundos que tarda el nivel de presión sonora en disminuir 60 dB tras cesar la fuente de emisión (Ilustración 11 - TR_{60}). La reverberación se define como la permanencia del sonido en el interior de una estancia, luego, cuanto más tiempo de reverberación, más dura el sonido rebotando en las paredes de la estancia.

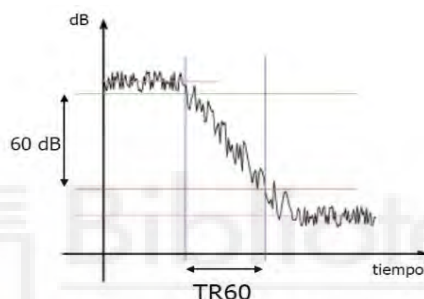


Ilustración 11 - TR_{60}

Para el cálculo, se emplea la Fórmula de Sabine, válida cuando el campo sonoro es difuso y la absorción está distribuida:

$$TR_{60} = 0,161 \frac{V}{\sum S_i \alpha_i} \quad (1)$$

Donde:

V: Volumen interior del habitáculo (1,678 m³).

S_i : Superficie de cada material componente del habitáculo.

α_i : Coeficiente de absorción de cada material.

En un habitáculo de reducidas dimensiones destinado a la telefonía, un TR_{60} elevado provocaría una pérdida de inteligibilidad y una sensación de "eco" molesta para el interlocutor.

En este caso, debemos lograr un $TR_{60} < 0,2$ s que nos confiera esa sensación de estancia seca sin eco. Este valor se consigue mediante el uso de materiales con alto coeficiente de absorción en la mayor superficie disponible. Al haber dos de las cuatro paredes formadas por vidrio, el cual tiene un coeficiente de absorción bajo, debemos disponer materiales fonoabsorbentes en las demás superficies.

En la siguiente tabla aparecen los distintos coeficientes de absorción según el material por tercio de octava:

Material	125	250	500	1k	2k	4k
Vidrio simple	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Panel MDF	0,15	0,10	0,07	0,06	0,06	0,07
Moqueta acústica	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73
PET 9 mm	0,00	0,10	0,20	0,40	0,65	0,75

Tabla 1 - Coeficientes de absorción

Para la cabina a diseñar, las superficies son las siguientes:

- Suelo (m^2) = 0,78
- Techo (m^2) = 0,78
- Paredes laterales (m^2) = 4,09
- Puerta cristal (m^2) = 1,74
- Pared trasera cristal (m^2) = 1,74

1.2.1.2. DISEÑO 1. PAREDES DE MDF

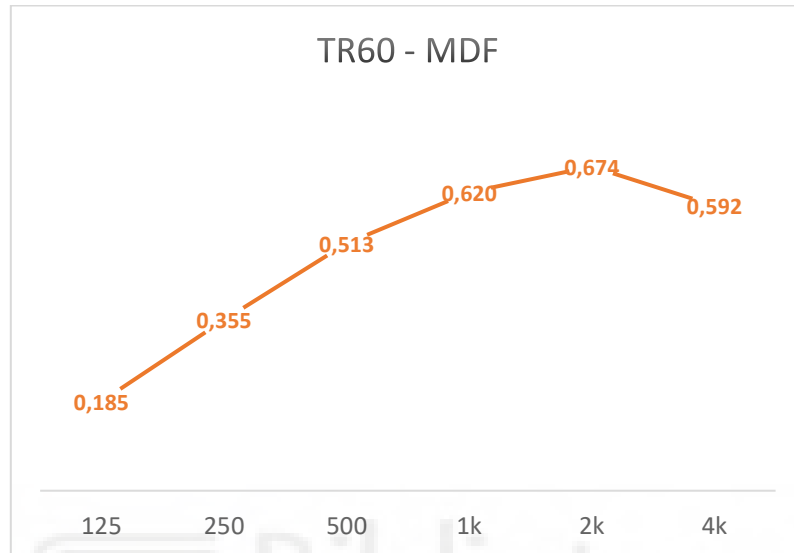
En la primera iteración, se diseña la cabina únicamente con paneles de MDF. Los cálculos son los siguientes (Tabla 3 - TR_{60} por frecuencia para MDF):

A	125	250	500	1k	2k	4k
SUELO	0,118	0,079	0,055	0,047	0,047	0,055
TECHO	0,096	0,064	0,045	0,038	0,038	0,045
PAREDES	0,614	0,409	0,287	0,246	0,246	0,287
PUERTA	0,315	0,105	0,070	0,052	0,035	0,035
TRASERA	0,315	0,105	0,070	0,052	0,035	0,035
TOTAL	1,457	0,762	0,526	0,436	0,401	0,456

Tabla 2 - Productos de superficie por coeficiente de absorción por área y frecuencia en MDF

	125	250	500	1k	2k	4k
TR	0,185	0,355	0,513	0,620	0,674	0,592

Tabla 3 - TR60 por frecuencia para MDF



Gráfica 1 - TR60 para MDF

El tiempo de reverberación medio se define como la media aritmética del TR60 en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz:

$$T_{mf} = \frac{TR_{60500} + TR_{601000} + TR_{602000}}{3} \quad (2)$$

Donde:

- TR_{60 500}: TR₆₀ para 500 Hz.
- TR_{60 1000}: TR₆₀ para 1000 Hz.
- TR_{60 2000}: TR₆₀ para 2000 Hz.

Luego, para este primer diseño:

$$T_{mf} (s) = 0,602$$

En conclusión, solo con paneles de MDF no se consigue un TR lo suficientemente bajo como para, por ejemplo, poder establecer una conversación telefónica sin

que el propio usuario se moleste con su voz llegándole de nuevo repetidas veces en forma de “eco”.

Luego, para conseguir un buen acondicionamiento, será necesaria la utilización de materiales fonoabsorbentes, los cuales son generalmente porosos, como pueda ser la fibra de poliéster (PET) o telas con núcleo en fibra de vidrio.

1.2.1.3. DISEÑO 2 – PARED EN MDF MÁS FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

En esta nueva iteración, se agregan al conjunto de las paredes, materiales fonoabsorbentes, en este caso, PET. Como bien podemos observar en la Tabla 1, el PET presenta unos coeficientes de absorción muy elevados respecto al MDF, sobre todo a partir de 1000 Hz, es decir, en el espectro frecuencial de habla humana.

Con esta base, los cálculos se desarrollan de la siguiente manera:

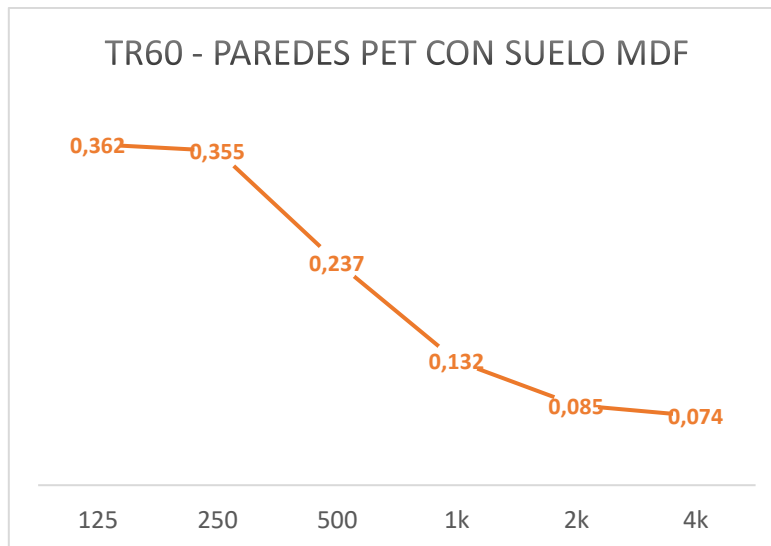
A	125	250	500	1k	2k	4k
SUELO	0,118	0,079	0,055	0,047	0,047	0,055
TECHO	0,000	0,064	0,128	0,256	0,416	0,480
PAREDES	0,000	0,409	0,819	1,637	2,661	3,070
PUERTA	0,315	0,105	0,070	0,052	0,035	0,035
TRASERA	0,315	0,105	0,070	0,052	0,035	0,035
TOTAL	0,747	0,762	1,142	2,046	3,194	3,675

Tabla 4 - Productos de superficie por coeficiente de absorción por área y frecuencia en MDF más PET

	125	250	500	1k	2k	4k
TR	0,362	0,355	0,237	0,132	0,085	0,074

Tabla 5 - TR60 por frecuencia para MDF más PET

$$T_{mf}(s) = 0,151$$



Gráfica 2 - TR60 para PET

Como se puede observar, la reducción del tiempo de reverberación es de entorno a la cuarta parte respecto a la anterior iteración donde solo ubicábamos paneles de MDF.

Este valor es suficiente dados los requerimientos del cliente. No obstante, el suelo de la cabina es conveniente cubrirlo con una moqueta que otorgue mejores sensaciones acústicas al usuario final.

Los cálculos, teniendo en cuenta esta última modificación serían los siguientes:

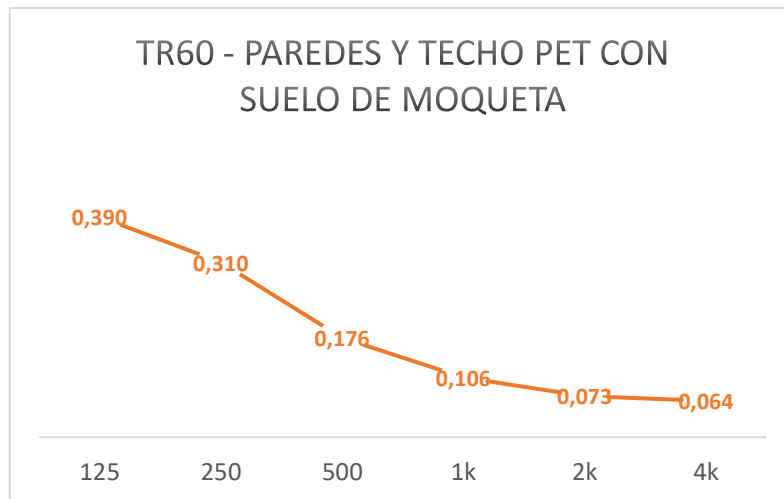
A	125	250	500	1k	2k	4k
SUELO	0,063	0,189	0,449	0,543	0,559	0,575
TECHO	0,000	0,064	0,128	0,256	0,416	0,480
PAREDES	0,000	0,409	0,819	1,637	2,661	3,070
PUERTA	0,315	0,105	0,070	0,052	0,035	0,035
TRASERA	0,315	0,105	0,070	0,052	0,035	0,035
TOTAL	0,692	0,872	1,535	2,541	3,706	4,195

Tabla 6 - Productos de superficie por coeficiente de absorción por área y frecuencia en MDF más PET y moqueta

	125	250	500	1k	2k	4k
TR	0,390	0,310	0,176	0,106	0,073	0,064

Tabla 7 - TR60 por frecuencia en MDF más PET y moqueta

$$T_{mf} (s) = 0,118$$



Gráfica 3 - TR60 para PET y suelo de moqueta

Con este último añadido, el tiempo de reverberación se reduce $\sim 0,03$ segundos, lo cual es inapreciable para el usuario final. No obstante, con la moqueta se confiere a la estancia una pisada más amortiguada que será más agradable para el consumidor.

1.2.2. CÁLCULO DE LA INSONORIZACIÓN

1.2.2.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

El aislamiento acústico (o insonorización) se define como la capacidad de un elemento constructivo o sistema para reducir la transmisión de energía sonora entre dos recintos. A diferencia del acondicionamiento (que trata la energía reflejada), la insonorización se centra en la energía transmitida a través de los cerramientos.

Para el desarrollo de este proyecto, se han considerado los siguientes pilares teóricos:

A. LEY DE MASAS

Es el principio fundamental que rige el aislamiento de paredes simples y homogéneas. Establece que el índice de reducción acústica (R) aumenta con la masa superficial del material y con la frecuencia de la onda incidente (Ilustración 12 - Esquema de la Ley de Masas).

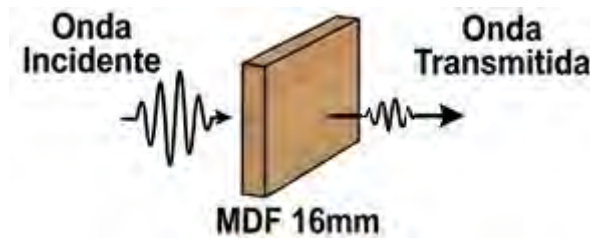


Ilustración 12 - Esquema de la Ley de Masas

Matemáticamente, para una incidencia difusa, se utiliza la aproximación:

$$R = 20 \log(mf) - 47 \quad (3)$$

Donde:

- m (kg/m^2): Masa superficial del cerramiento
- f (Hz): Frecuencia de la banda de octava.

Según esta ley, cada vez que se duplica la masa o la frecuencia, el aislamiento teórico aumenta aproximadamente 6 dB. Este concepto justifica la elección del MDF de 16 mm combinado con un núcleo de PET de 40 mm, cuya densidad aporta la inercia necesaria para frenar la onda sonora.

B. CÁLCULO DEL AISLAMIENTO GLOBAL: COMBINACIÓN ENERGÉTICA

Para poder sumar el aislamiento de distintos materiales, no podemos operar directamente con los decibelios ya que son una escala logarítmica. Debemos convertir el Índice de Reducción Acústica (R) de cada elemento en su Coeficiente de Transmisión Acústica (τ), que representa la fracción de energía sonora que es capaz de atravesar el material.

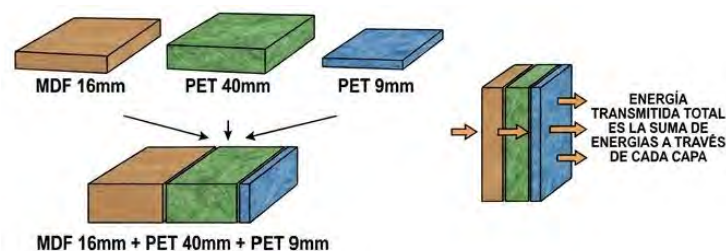


Ilustración 13 - Esquema de la Combinación Energética

La relación entre ambos es:

$$\tau_i = 10^{-R_i/10} \quad (4)$$

Donde:

- τ_i : Coeficiente de transmisión acústica de cada panel.
- R_i : Índice de reducción acústica de cada panel.

Un τ cercano a 1 indica que el material es transparente al sonido, mientras que un τ muy pequeño indica un alto aislamiento.

La cabina es un elemento heterogéneo compuesto por superficies opacas (MDF + PET) y superficies acristaladas (vidrio laminado 6+6). El aislamiento global dependerá de la superficie (S) de cada material y su respectivo coeficiente de transmisión.

La fórmula de combinación energética nos permite obtener el coeficiente medio del conjunto:

$$\tau_m = \frac{\sum S_i \cdot \tau_i}{S_{total}} \quad (5)$$

Donde:

- T_m : Coeficiente de transmisión medio.
- S_i : Superficie según material.
- S_{total} : Suma de todas las superficies que envuelven el habitáculo.

Una vez obtenido el coeficiente medio, revertimos la operación logarítmica para obtener el aislamiento total de la cabina en decibelios:

$$R_{total} = -10 \log(\tau_m) \quad (6)$$

Luego, el resultado final se ve definido por:

$$R_{medio} = \frac{R_{total500} + R_{total1000} + R_{total2000}}{3} \quad (7)$$

Donde:

- R_{medio} : Reducción del sonido en las frecuencias medias del habla.
- $R_{\text{total 500}}$: Reducción del sonido a 500 Hz.
- $R_{\text{total 1000}}$: Reducción del sonido a 1000 Hz.
- $R_{\text{total 2000}}$: Reducción del sonido a 2000 Hz.

C. SISTEMAS MULTICAPA (MASA – MUELLE – MASA)

Dado que aumentar la masa indefinidamente no es eficiente por peso y costes, se recurre a sistemas compuestos. Al introducir un material poroso y elástico (como el PET de 40 mm) entre dos capas de masa, se crea un sistema "Masa-Muelle-Masa" (Ilustración 14 - Sistema Masa-Muelle-Masa).

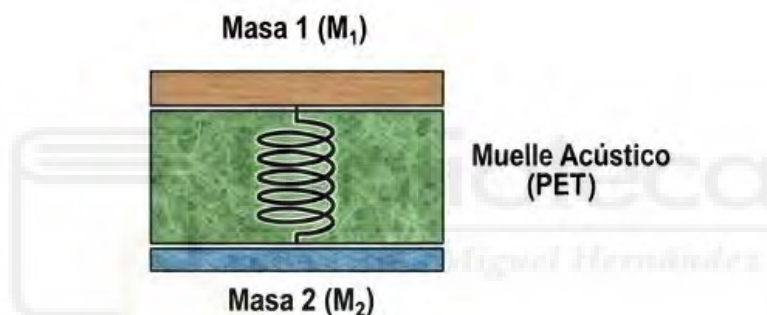


Ilustración 14 - Sistema Masa-Muelle-Masa

- La Masa (MDF) ofrece resistencia por inercia.
- El Muelle (PET/Aire) disipa la energía sonora mediante rozamiento viscoso en sus poros, convirtiendo la energía acústica en calor. Esta configuración permite obtener un aislamiento muy superior al que dictaría la Ley de Masas para un solo panel del mismo peso total.

Al separar la masa principal (MDF 16) del revestimiento interior (PET 9 mm) mediante un núcleo absorbente (PET 40 mm), creamos un sistema resonante que mejora drásticamente el aislamiento en frecuencias medias y altas.

- Masa 1 (m_1): MDF 16 mm = 12 kg/m²
- Muelle (d): Núcleo de PET = 40 mm.
- Masa 2 (m_2): Panel PET 9 mm = 1,98 kg/m²

El punto crítico de estos sistemas es la frecuencia de resonancia natural (f). Por debajo de esta frecuencia, el sistema se comporta como una sola masa. Por encima, las dos masas se desacoplan y el aislamiento aumenta a razón de 12 dB/octava (frente a los 6 dB/octava de una pared simple).

La fórmula para el cálculo de en cavidades rellenas de material absorbente es:

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m'}} \quad (8)$$

$$K = \frac{\rho c^2}{d} \quad (9)$$

$$m' = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (10)$$

Donde:

- d (mm): Espesor de la cámara resonante
- m_1 (kg/m²): Masa del primer panel
- m_2 (kg/m²): Masa del segundo panel
- ρ (kg/m³): Densidad del aire
- c (m/s): Velocidad del sonido por el aire

D. FACTOR DE CORRECCIÓN

En el cálculo de este proyecto, se ha tenido en cuenta que los valores teóricos suelen ser superiores a los reales debido a flancos de transmisión (uniones, tornillería, fugas de aire, ruido del ventilador, etc.).

Por ello, se aplica un factor de corrección restrictivo de -8 dB para aproximar los resultados a un escenario de ejecución real.

E. NORMA ISO 23351-1: REDUCCIÓN DEL NIVEL DE VOZ

Para cabinas acústicas, el parámetro de éxito no es solo el aislamiento bruto, sino la reducción específica de la voz humana. La norma ISO 23351-1 pondera los

valores de aislamiento en las frecuencias del habla. El objetivo de este diseño es alcanzar la Clase A, lo que requiere una reducción $D_{S,A} \geq 30$ dB, garantizando que una conversación normal en el interior sea ininteligible desde el exterior en una oficina abierta.

1.2.2.2. DISEÑO 1 – SOLO MDF

En primera instancia se decide revestir la cabina con paneles de MDF con espesor de 16mm. Esto debería brindar un núcleo sólido que impida el paso de ondas acústicas tanto al interior de la cabina como desde este hacia el exterior. Para este caso, se aplica la Ley de Masas y la Fórmula de Combinación Energética, mientras que la Ley Masa – Resorte - Masa no se puede aplicar debido a la inexistencia de este conjunto. Los cálculos son los siguientes:

Si/Stotal	125	250	500	1000	2000	4000
MDF 16 mm	1,00E-02	2,51E-03	6,27E-04	1,57E-04	3,92E-05	9,79E-06
Vidrio 6+6	1,15E-03	2,87E-04	7,18E-05	1,80E-05	4,49E-06	1,12E-06
MDF 30 mm	4,60E-04	1,15E-04	2,88E-05	7,19E-06	1,80E-06	4,49E-07

Tabla 8 - Coeficientes de transmisión acústica por medio y frecuencia en el diseño 1

R(total)	19,34	25,36	31,38	37,40	43,42	49,44
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 9 - Reducción sonora por frecuencia en el diseño 1

$$R_{medio} = 37,40 \text{ dB}$$

$$R_{real} = 29,40 \text{ dB}$$

Con este resultado no obtendríamos una certificación de clase A en la ISO, con lo que debemos por una parte aumentar la masa a fin de evitar el paso de ondas y, además, generar un sistema Masa – Resorte – Masa que aumente la eficiencia aislante de los paneles sin comprometer el peso final de la cabina.

1.2.2.3. DISEÑO 2 – MDF 16 MM + PET 9 MM

Este diseño se evalúa con el objetivo de dar a conocer la ineficiencia de únicamente colocar un panel de 9 mm de fibra de PET junto al MDF que teníamos en el diseño 1.

Los cálculos y resultado son los siguientes:

Si/Stotal	125	250	500	1000	2000	4000
MDF 16 + PET 9	7,39E-03	1,85E-03	4,62E-04	1,15E-04	2,89E-05	7,21E-06
Vidrio 6+6	1,15E-03	2,87E-04	7,18E-05	1,80E-05	4,49E-06	1,12E-06
MDF 30	4,60E-04	1,15E-04	2,88E-05	7,19E-06	1,80E-06	4,49E-07

Tabla 10 - Coeficientes de transmisión acústica por medio y frecuencia en el diseño 2

R(total)	20,46	26,48	32,50	38,52	44,54	50,56
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 11 - Reducción sonora por frecuencia en el diseño 2

$$R_{medio} = 38,52 \text{ dB}$$

$$R_{real} = 30,52 \text{ dB}$$

Es cierto que se lograría la certificación de Clase A dentro de la ISO 23351-1, pero solo en teoría, con lo cual, me veo obligado a buscar una mejor solución donde, además de aumentar la masa de los tabiques, también se busque un desacople mecánico en función de la frecuencia de resonancia como ocurre en los sistemas masa-muelle-masa.

1.2.2.4. DISEÑO 3 - MDF 16 MM + PET 40 MM + PET 9 MM

En esta iteración, añadimos un panel de 40mm en PET como núcleo resonante de nuestros paneles. La composición final de estos paneles será de 16mm de MDF, 40 mm de núcleo de PET y 9 mm de panel PET. Dicho panel desempeña una doble función:

- 1- Conformar el sistema Masa – Resorte – Masa, siendo este la 2ª masa en intervenir.
- 2- Confiere al interior de la cabina el tiempo de reverberación ya calculado anteriormente.

Con esto, los cálculos se desarrollan de la siguiente manera:

Si/Stotal	125	250	500	1000	2000	4000
MDF 16 + PET 49	2,78E-03	6,96E-04	1,74E-04	4,35E-05	1,09E-05	2,72E-06
Vidrio 6+6	1,15E-03	2,87E-04	7,18E-05	1,80E-05	4,49E-06	1,12E-06
MDF 30	4,60E-04	1,15E-04	2,88E-05	7,19E-06	1,80E-06	4,49E-07

Tabla 12 - Coeficientes de transmisión acústica por medio y frecuencia en el diseño 3

R(total)	23,57	29,59	35,61	41,64	47,66	53,68
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 13 - Reducción sonora por frecuencia en el diseño 3

$$R_{medio} = 41,64 \text{ dB}$$

$$R_{real} = 33,64 \text{ dB}$$

Con este resultado estamos dentro de los requerimientos deseados.

No obstante, el cálculo anterior (Ley de Masas) es conservador, ya que asume que el panel se comporta como un bloque sólido. En la realidad, la inclusión del núcleo de PET de 40 mm actúa como un muelle acústico que desacopla el MDF exterior del revestimiento de PET interior. Es por ello que es conveniente estudiar su comportamiento como un panel Masa – Resorte – Masa.

Para ello, primero debemos calcular la frecuencia de resonancia del sistema.

Tras haber visto previamente el proceso de cálculo en el apartado SISTEMAS MULTICAPA (MASA – MUELLE – MASA), el resultado de la frecuencia de resonancia queda:

$$f_r = 229,35 \text{ Hz}$$

Luego, la adopción del sistema Masa-Resorte-Masa justifica el alto rendimiento de la cabina (33,64 dB) debido a que la frecuencia de resonancia del conjunto (~230 Hz) se sitúa por debajo del espectro fundamental del habla.

Esto permite que, en el rango crítico de uso, el cerramiento trabaje en régimen de desacoplamiento mecánico, duplicando la pendiente de aislamiento teórico de

6 dB/oct (Ley de Masas) a 12 dB/oct (Sistema MSM), optimizando así la relación entre masa total y capacidad de insonorización.

1.2.3. CÁLCULO LUMÍNICO

1.2.3.1. OBJETO Y METODOLOGÍA

El objeto de este apartado es dimensionar y validar el sistema de iluminación de la cabina para garantizar un entorno de trabajo ergonómico y confortable. El cálculo se ha realizado mediante el software de simulación profesional DIALux evo, modelando la geometría real del habitáculo y las propiedades ópticas de los materiales seleccionados (MDF, vidrio y paneles PET).

La normativa de referencia empleada es la UNE-EN 12464-1:2022 (*Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo interiores*), que establece los requisitos lumínicos para tareas de oficina.

1.2.3.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Según la norma citada, para tareas de "Escribir, mecanografiar, leer y procesar datos" en entornos de oficina, se deben cumplir los siguientes parámetros mínimos:

- Iluminancia mantenida (E_m): ≥ 500 lx
- Uniformidad (U_o): $\geq 0,60$

1.2.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA LUMINARIA

Se ha seleccionado una luminaria rectilínea LED de alto rendimiento, acorde con la lista de materiales del proyecto:

- Modelo: Endo Lighting - Shelf Downlight (Linear17 L600).
- Temperatura de color: 4000 K (Blanco neutro, óptimo para la concentración).
- Flujo luminoso: 851 lm
- Potencia: 12,3 W

1.2.3.4. RESULTADOS Y JUSTIFICACIÓN

Tras ejecutar la simulación en el plano útil (situado a 1,12 m del suelo, correspondiente a la altura de trabajo), se obtienen los siguientes valores:

- Iluminancia mantenida (E_m): 538 (≥ 500 lx)
- Uniformidad (U_o): 0,67 ($\geq 0,60$)

Ambos requisitos se cumplen, con lo que el espacio estará dotado de una iluminación óptima para el desarrollo de tareas propias de una oficina. El gráfico de isolíneas resultante es el siguiente:

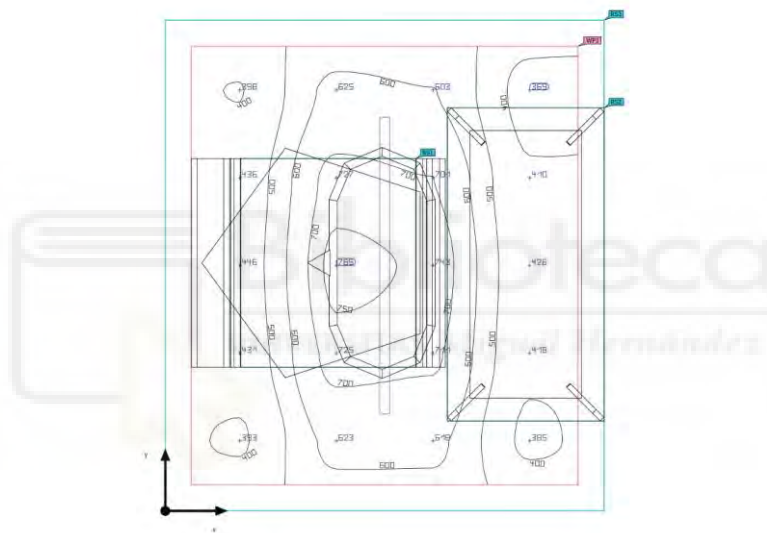


Ilustración 15 - Gráfico de isolíneas sobre el plano de trabajo de la cabina

Toda la información con detalle se encuentra en el ANEXO I: CÁLCULOS LUMÍNICOS.

1.2.4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

1.2.4.1. POTENCIA MÁXIMA DEL CIRCUITO

La entrada está limitada por el conector IEC 60320 C14 con porta fusible:

- Tensión: 230 V
- Corriente máxima: 10 A

Luego, la potencia máxima del sistema del circuito será:

$$P = V \cdot I \quad (11)$$

$$P = 230 \cdot 10 = 2300 \text{ W}$$

Si se llegase a superar en algún momento esta potencia, el fusible se fundiría abriendo a su vez el circuito y haciendo necesaria la sustitución de este.

1.2.4.2. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLE POR CRITERIO TÉRMICO

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), concretamente ITC-BT-19, intensidades admisibles para cables multiconductores de cobre en instalación empotrada en pared aislante:

Sección	Intensidad admisible
1,5 mm ²	11,5 A
2,5 mm ²	16 A

Tabla 14 - Intensidades admisibles por sección de cable

La condición que el REBT nos arroja consiste en que la intensidad admisible debe ser mayor o igual a la intensidad de diseño:

$$I_{admisible} \geq I_b \quad (12)$$

$$I_{admisible} \geq 10 \text{ A}$$

Con esta definición, en un principio sería suficiente la elección de un cable con sección de 1,5 mm².

1.2.4.3. COMPROBACION DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Se debe asegurar que la caída de tensión no supere los límites admisibles según el REBT. Dicha caída se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta V = 2 \cdot L \cdot I \cdot \rho \cdot S \quad (13)$$

donde:

L: longitud (3 m ida, luego, 6 m conductor total)

I: Intensidad de diseño

ρ : Conductividad del cobre ($0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

S: sección del conductor

Para 1.5 mm^2 :

$$\Delta V = 0,7 \text{ V}$$

Porcentaje de caída de tensión:

$$\frac{0,7}{230} \cdot 100 = 0,3\%$$

Está dentro de los límites (3% iluminación y 5% fuerza)

1.2.4.4. JUSTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR ELEGIDO

Para el cableado interior se selecciona conductor tipo H07Z1-K unipolar, debido a su flexibilidad y facilidad de instalación en canalizaciones. Además, al discurrir por el interior de tubo corrugado o canaleta desmontable, este tipo de conductor resulta adecuado al tratarse de una instalación protegida mecánicamente y conforme a los criterios del REBT.

1.2.5. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

La cabina, al tratarse de un volumen cerrado, debe contar con un sistema de renovación de aire activo para garantizar su habitabilidad de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), donde se recomienda un caudal de aire exterior de 12,5 litros por segundo y persona para estancias con calificación IDA 2, como pueden ser oficinas y donde se encasilla la cabina en cuestión.

Para ello se elige un ventilador que sea capaz de mover como mínimo 12,5 L/s y cuyas emisiones sonoras sean aceptables.

El ventilador elegido para nuestro cometido es el Noctua NF-A12x25 G2 PWM, cuyas características técnicas y justificación relativa a ella son las siguientes:

- Dimensiones: 120x120x25mm. El ventilador puede ubicarse en el espesor de 40mm de PET, dejando a su vez 15mm de espacio para la salida del aire hacia el circuito supresor de ruido.
- Potencia y conexión: 1,8 W a 12VDC. La potencia consumida es despreciable respecto a la potencia de las tomas de corriente, con lo cual no afecta al rendimiento eléctrico de la cabina. No obstante, al tratarse de un ventilador accionado mediante corriente continua, obliga a instalar un convertidor 230VAC/12VDC para hacerlo funcionar.
- Nivel de ruido: 22,5 dB. Este se considera como una atmósfera sumamente silenciosa y relajante, similar a una habitación aislada o una biblioteca, situándose justo por encima del umbral de silencio absoluto y por debajo de una conversación normal, con lo cual no afectará al aislamiento acústico.
- Caudal de aire: 107,3 metros cúbicos por hora. Equivalentes a 29,8 L/s, duplican el caudal mínimo que el RITE demanda para este tipo de estancias (12,5 L/s por persona).

Además del ventilador, se diseña un supresor de ruido mecanizado en el PET de 40mm en el conducto de ventilación. Dicho silenciador está planteado en forma

de serpiente para crear obstáculos y giros que impidan a las ondas sonoras (las cuales viajan en línea recta) llegar con facilidad al interior de la cabina.

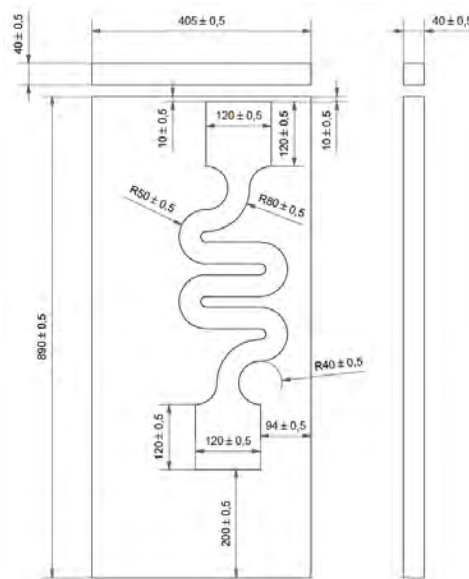


Ilustración 16 - Esquema del supresor de ruido mecanizado sobre PET de 40 mm

1.2.6. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Como ya hemos visto, la cabina está formada por una infraestructura de perfiles normalizados y ranurados de aluminio tanto en medida 40x40 como 40x80.

Dado que en el interior de la cabina se ubicará una persona, debemos cerciorarnos de la estabilidad y rigidez del conjunto. La máxima flecha admisible será de $L/300$, por ejemplo, si un perfil mide 1000 mm su flecha máxima será de 3,33 mm. Para el cálculo de los desplazamientos o flechas máximas se ha utilizado el método de elementos finitos mediante el programa AutoCAD Inventor.

Para ello comprenderemos dos perfiles clave:

- PERFIL BASE 40x80

La base de la estructura está constituida por una base de perfiles 40x80 colocados en vertical para poder aprovechar su eje de mayor inercia. En este caso, comprendemos como caso más extremo el momento en el que el usuario accede a la cabina aplicando todo su peso sobre el centro del perfil, el cual estimaremos

en 100 Kg (1000 N). La longitud del perfil es de 850 mm y su L/300 máxima no puede superar los 2,83 mm.

Al aplicar dicho peso, el resultado es de una flecha máxima de 0,06 mm, muy por debajo del límite, consiguiendo a su vez un factor de seguridad de 47 veces el peso aplicado.

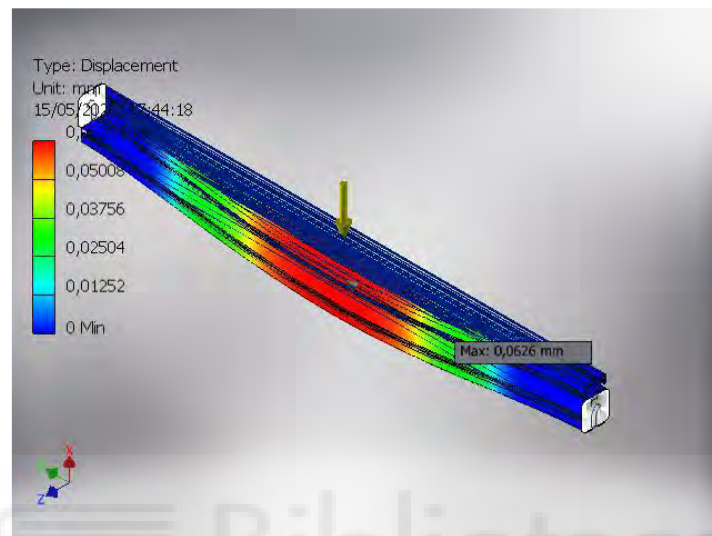


Ilustración 17 - Desplazamientos máximos sobre los perfiles base de la cabina

- MONTANTE 40x40

La estructura contiene 4 montantes de sección 40x40. En este caso, el caso más extremo es el momento en el que se abre la puerta de vidrio, la cual aplicará un momento flector sobre uno de los montantes el cual estará fijado en sus extremos y en su centro por otro perfil que lo une al montante posterior. Dicho momento flector se fija en 200 N/m, ya que la puerta pesa 50 kg.

Al tener una altura de 2180 mm, su máxima deformación admisible será de 7,26 mm.

Como resultado de la simulación, esta nos arroja una deformación máxima de 0,31 mm, la cual sigue siendo muy inferior al límite establecido, dejando un factor de seguridad de 23 veces el pandeo máximo establecido.

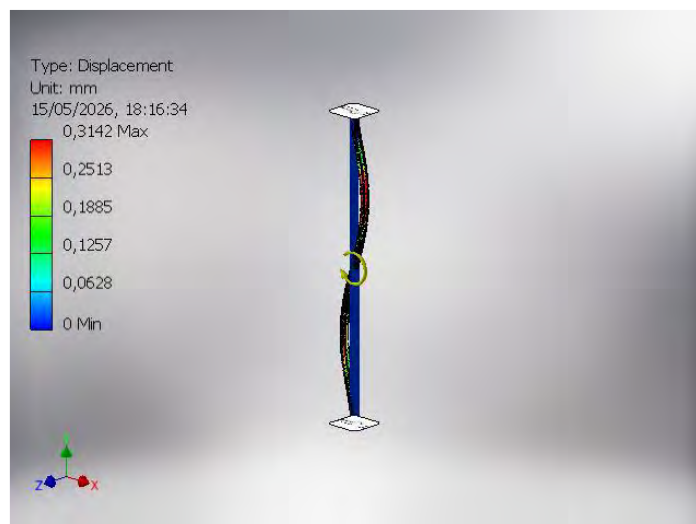


Ilustración 18 - Desplazamientos máximo del montante de la puerta

En conclusión, la elección de la perfilaría de aluminio es adecuada y suficiente para el cometido y los resultados de las simulaciones arrojan seguridad en cuanto a la rigidez y flexión estructural.

1.3. PLANIFICACIÓN

El desarrollo del presente proyecto se ha articulado mediante una metodología de gestión por fases correlativas. Esta planificación asegura que la ejecución técnica siga un orden lógico y secuencial, partiendo de la validación inicial de los requerimientos hasta la puesta en marcha final de la estancia, optimizando así los recursos disponibles y garantizando el control de los plazos de ejecución en cada hito del proceso.

1.3.1. FASE I: DESCRIPCIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS Y ESTUDIO DE LA VIABILIDAD

Esta fase inicial establece el marco de diseño y asegura que el proyecto es realizable antes de entrar en detalle. Se desarrollará durante la semana 1.

1.3.1.1. DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS

Los requerimientos no se han seleccionado de forma aleatoria, sino para garantizar el cumplimiento de estándares internacionales de confort y privacidad:

- Aislamiento Acústico (Clase A - ISO 23351-1): Se establece un objetivo de $D_{S,A} \geq 30$ dB. Este nivel es el estándar exigido para que una conversación privada en el interior sea ininteligible desde el exterior en una oficina abierta. Sin este requisito, el habitáculo perdería su función principal.
- Tiempo de Reverberación ($TR_{60} < 0,2$ s) : Un espacio tan reducido tiende a generar ecos metálicos. Se define este límite para asegurar la calidad del audio en videoconferencias y evitar la fatiga auditiva del usuario.
- Iluminación (> 500 lx - UNE-EN 12464-1): Al ser un espacio cerrado sin luz natural directa, el requisito de 500 lx garantiza que se puedan realizar tareas de lectura y escritura sin esfuerzo visual, eliminando la sensación de confinamiento y claustrofobia.
- Ventilación ($12,5$ L/s·persona): El caudal se ha sobredimensionado respecto al mínimo del RITE para priorizar la renovación de aire constante y la disipación de calor de los equipos electrónicos, evitando el estrés térmico en sesiones de uso prolongadas.
- Estructura (Eurocódigo 9 (UNE-EN 1999); flecha máxima inferior a $L/300$): La estructura de aluminio no deberá presentar flechas superiores a $L/300$, donde L será la longitud del perfil.

1.3.1.2. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA

La viabilidad técnica se fundamenta en el dimensionamiento estructural según el Eurocódigo 9 y la implantación de sistemas multicapa de aislamiento:

- Estructural: El uso de perfilería de aluminio serie 4040 bajo el Eurocódigo 9 (UNE-EN 1999) asegura una estructura rígida, ligera y modular que soporta el peso de toda la estructura y usuario sin deformaciones superiores a $L/300$.

- Constructiva: La combinación de paneles MDF y PET permite un mecanizado sencillo mediante CNC, facilitando su montaje sin necesidad de soldaduras o procesos industriales complejos.
- Instalaciones: El diseño integra componentes eléctricos estándar (mecanismos empotrables, luminarias LED comerciales) certificados bajo el REBT, lo que simplifica el mantenimiento y la reposición de elementos.

1.3.1.3. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Basándonos en el desglose detallado de materiales, el coste total de ejecución material asciende a 2.375,71 € mientras que el de ejecución por contrata es de 3.622,00 € (véase el PRESUPUESTO). La viabilidad se justifica por:

- Eficiencia en el gasto de materiales: Los elementos críticos para la insonorización (cristalería y tabiquería PET/MDF) representan el grueso de la inversión (1.037,16 €), lo que garantiza que el presupuesto se destina a la funcionalidad principal: el aislamiento.
- Ventaja competitiva: Las cabinas comerciales con prestaciones similares (Clase A de aislamiento) tienen precios de mercado que oscilan entre los 6.000 € y 12.000 € (véase la cabina One Compact de la marca Framery, cuyo precio parte de 6790€). El desarrollo propio permite un ahorro de más del 50% respecto a la compra de una solución cerrada, consiguiendo además una personalización total respecto a su tamaño, acondicionamiento, aislamiento y acabados exterior e interior.
- Optimización de componentes: El uso de materiales comerciales (como el mobiliario interior por 109,98 €) permite reducir drásticamente el coste total sin sacrificar la ergonomía del usuario, permitiendo a su vez la personalización de dichos por parte del cliente.

1.3.2. FASE II: CÁLCULOS Y MODELADO 3D

Esta etapa constituye el núcleo técnico del proyecto, donde se transforman los requerimientos teóricos en soluciones constructivas precisas mediante el desarrollo de cálculos justificativos, simulaciones y modelado tridimensional. Se desarrollará durante las semanas 2 y 3.

1.3.2.1. DESARROLLO DE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS Y SIMULACIONES

Se han ejecutado y validado los cálculos técnicos que garantizan el comportamiento físico de la cabina:

- Cálculo Acústico: Aplicación del sistema Masa-Resorte-Masa (MSM) para situar la frecuencia de resonancia en 230 Hz, permitiendo un aislamiento real de 33,64 dB (Clase A).
- Cálculo Lumínico: Simulación en Dialux evo bajo la norma UNE-EN 12464-1, garantizando una iluminancia superior a los 500 lx mediante luminarias LED de alto rendimiento.
- Cálculo Eléctrico: Dimensionado de la sección de cableado según el REBT (ITC-BT-19).
- Cálculo de la ventilación: Validación del sistema de extracción de 12,5 L/s y persona para asegurar la renovación de aire.
- Cálculo Estructural: Verificación de la rigidez de los perfiles de aluminio 4040 bajo los criterios del Eurocódigo 9 (UNE-EN 1999).

1.3.2.2. MODELADO 3D E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

Utilizando el entorno de Autodesk Inventor, se ha desarrollado el modelo digital íntegro de la cabina para asegurar la coherencia entre todos los elementos:

- Ensamblaje Estructural: Integración de la perfilería de aluminio con la tabiquería de MDF y PET para verificar la estanqueidad de las juntas y el ajuste de los herrajes (escuadras, conectores 3D y bisagras).
- Detección de Interferencias: Validación de los pasos de cableado y ubicación de los equipos de ventilación para evitar colisiones estructurales o puentes acústicos que degraden el rendimiento del habitáculo.

1.3.2.3. ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN PARA PRODUCCIÓN

Generación de la documentación técnica necesaria (fichas de producción e instrucciones de ensamblaje) para trasladar el diseño a la fase de fabricación:

- Planos de conjunto y explosión: Definición de las secuencias de montaje y detalles constructivos de las uniones.
- Listado de despiece y órdenes de corte: Generación de las dimensiones exactas para el corte de perfiles y el mecanizado CNC de los paneles de MDF de 16 mm, 30 mm y paneles PET de 9 mm y 40 mm.
- Esquemas de instalaciones: Diagramas unifilares para el conexionado del sistema eléctrico y de control de aire.

1.3.3. FASE III: GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO Y FABRICACIÓN

Esta fase comprende la ejecución logística y la materialización de los componentes diseñados, asegurando que la adquisición de suministros y los procesos de montaje se alineen con los costes y tolerancias definidos en la Fase II. Se desarrollará durante las semanas 4 y 5.

1.3.3.1. GESTIÓN DE COMPRAS Y LOGÍSTICA DE SUMINISTROS

Se procede a la adquisición de los componentes detallados en las mediciones incluidas en el apartado del presupuesto, priorizando proveedores especializados para garantizar la calidad técnica:

- Estructura y Herrajes: Adquisición de perfilera de aluminio serie 4040 y conectores de esquina 3D en *Motedis*, junto con escuadras internas de zamak para asegurar la rigidez del chasis.
- Sistemas de Cerramiento: Pedido de cristalería laminada específica y bisagras de alta resistencia para soportar el peso de los paneles transparentes.
- Componentes Electrónicos y Ventilación: Compra de extractores axiales, mecanismos de la serie Luxe 990 (enchufes USB, RJ45 y switches) y conectores IEC con fusible para la protección del sistema.

1.3.3.2. PROCESOS DE FABRICACIÓN Y MECANIZADO

La fabricación se divide en procesos de corte y mecanizado de precisión para minimizar el desperdicio de material:

- Dimensionado de Perfilaría: Corte de los perfiles de aluminio a las longitudes exactas derivadas del modelo 3D, asegurando escuadrías perfectas para la estabilidad estructural.
- Mecanizado CNC de Paneles: Los paneles de MDF (16 mm y 30 mm) y el material absorbente PET (9 mm y 40 mm) se someten a mecanizado por control numérico para realizar los encastrés de ventilación, pasos de cableado y alojamientos de la cerradura.
- Preparación de Superficies: Aplicación de sellantes acústicos en los marcos de aluminio traseros (perfiles en U) para evitar fugas de aire en las juntas críticas.

1.3.3.3. ESTRATEGIA DE MONTAJE Y ENSAMBLAJE MECÁNICO

El ensamblaje se realiza de forma secuencial para garantizar la integridad del conjunto:

1. Montaje del Bastidor: Construcción de la estructura base sobre placas de conexión en L de acero, integrando las ruedas de bolas para dotar al habitáculo de movilidad.
2. Instalación de la Envolvente: Montaje de los paneles sándwich (MDF + PET) y fijación de los cristales laminados mediante los perfiles de aluminio autoportantes.
3. Integración de Sistemas Activos: Instalación del cableado eléctrico, sistema de iluminación y ventilación, finalizando con el montaje del mobiliario ergonómico interior.

1.3.4. FASE IV: PRUEBAS DE VALIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Esta fase final garantiza que el prototipo construido cumple con los requisitos técnicos de insonorización, acondicionamiento acústico y seguridad operativa definidos en la memoria descriptiva. Se desarrollará durante la semana 6.

1.3.4.1. VALIDACIÓN DE PRESTACIONES ACÚSTICAS

Los resultados obtenidos mediante los modelos de cálculo se contrastarán con los objetivos de diseño mediante pruebas físicas de la cabina en la puesta en marcha:

- Aislamiento Acústico: Se deberá ensayar su aislamiento acústico por medio del ensayo descrito en la norma UNE 23351-1:2020 específica para estas estancias.
- Tiempo de Reverberación (TR_{60}): Mediante un sonómetro certificado, se medirá el tiempo de reverberación de una onda sonora impulsiva con un decremento de 60 decibelios, ofreciéndonos el TR_{60} .

1.3.4.2. PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD

Para asegurar la durabilidad y funcionalidad del sistema, se ejecutan las siguientes verificaciones:

- Estanqueidad de Cerramientos: Se realiza una prueba de presión negativa activando el sistema de extracción para detectar fugas de aire en las juntas de los perfiles de aluminio y el sellado de los vidrios.
- Verificación de Tolerancias: Comprobación de las escuadrías del chasis serie 4040. Las desviaciones en las diagonales del bastidor deben ser inferiores a ± 1 mm para evitar tensiones en los paneles de vidrio laminado.
- Seguridad Eléctrica: Ensayo de continuidad de la toma de tierra en la estructura de aluminio y verificación de la capacidad de respuesta del fusible integrado en el conector IEC ante sobrecargas.

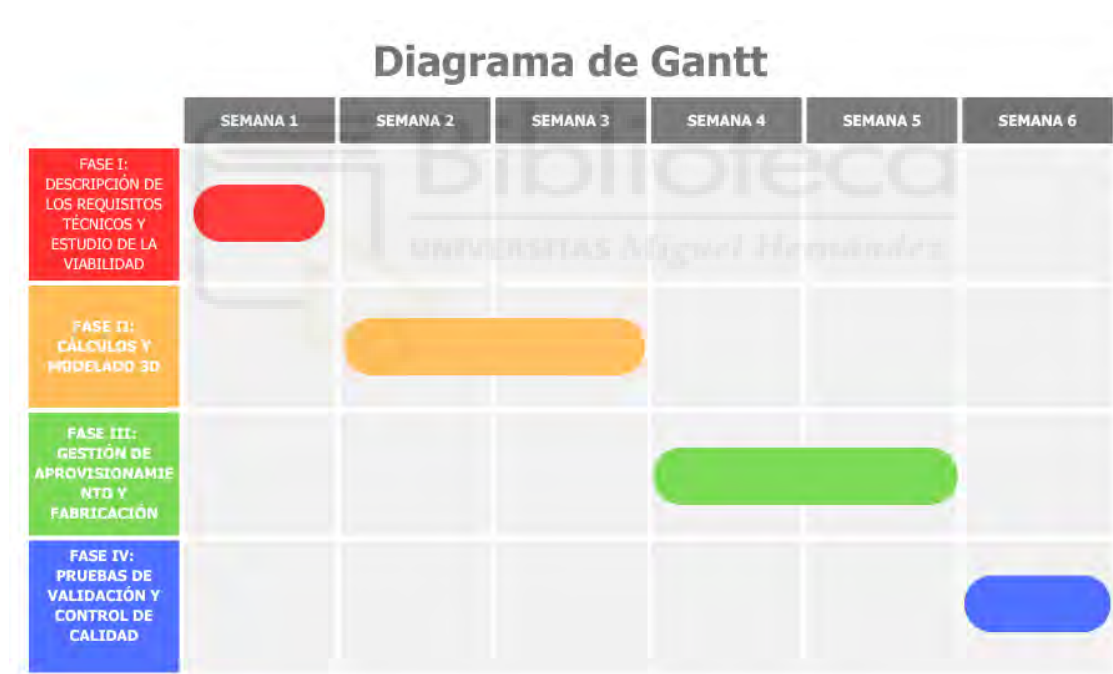
1.3.4.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE INSTALACIONES

Sistema de Iluminación: Medición con luxómetro a la altura de la mesa de trabajo para asegurar un nivel mínimo de 500 lx, conforme a la normativa para puestos de oficina.

Renovación de Aire: Validación del flujo de aire mediante el extractor axial, asegurando una renovación completa del volumen de la cabina en menos de un minuto para prevenir el discomfort térmico y la acumulación de CO₂.

1.3.5. DIAGRAMA DE GANTT

Para una mejor visualización del transcurso de las diferentes fases, se ha elaborado un diagrama de Gantt donde cada fase se desarrolla en las semanas pertinentes:



Gráfica 4 - Diagrama de Gantt

1.4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.4.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

El presente documento tiene por objeto identificar, evaluar y proponer las medidas de prevención frente a los riesgos laborales asociados a las operaciones de mecanizado, ensamblaje y conexonado de la cabina acústica. Tomando como base la relación de materiales mecánicos, estructurales y eléctricos del proyecto, se definen las pautas obligatorias para salvaguardar la salud de los operarios en el taller.

1.4.2. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

1.4.2.1. GESTIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO: ORDEN Y LIMPIEZA

- Riesgos:
 - Caídas por resbalones y tropiezos con materiales ubicados fuera del lugar determinado para su almacenamiento o de restos de productos sin recoger.
 - Golpes con objetos y equipos de trabajo en el taller y en las zonas de paso del mismo.
 - Heridas por cortes o pinchazos con clavos, tornillos, cristales, herramientas manuales o útiles de corte.
 - Caída de objetos por almacenamientos inestables.
- Medidas preventivas:
 - Mantener las zonas de paso y los accesos completamente despejados de subproductos de corte y materiales de desecho.
 - Almacenar los materiales de forma estable, situando los elementos de mayor masa (como los perfiles de aluminio o las placas de acero cortadas con láser) en las baldas inferiores de las estanterías.
 - Inspeccionar minuciosamente los elementos de vidrio (puertas y marcos traseros) antes de su manipulación; se desechará de inmediato en recipientes rígidos específicos cualquier pieza que

presente fisuras o deficiencias que comprometan su resistencia mecánica.

1.4.2.2. SEGURIDAD FRENTE A RIESGOS ELÉCTRICOS

- Riesgos:
 - Contactos eléctricos directos al tocar partes activas de las maquinas o de la instalación eléctrica.
 - Contactos eléctricos indirectos al acceder a partes o elementos metálicos puestos de manera accidental bajo tensión.
 - Quemaduras por arco eléctrico e incendios derivados de cortocircuitos o sobrecalentamientos.
- Medidas preventivas:
 - Las tareas de conexión y mantenimiento de la instalación eléctrica empotrable deben ser ejecutadas o supervisadas por personal debidamente cualificado y autorizado.
 - Queda estrictamente prohibida la conexión de conductores eléctricos sin su correspondiente clavija de conexión homologada. El uso de herramientas eléctricas portátiles se restringirá a aquellas que dispongan de protección por doble aislamiento o que operen bajo baja tensión.
 - Comprobar de manera previa que las cubiertas aislantes de las mangueras de alimentación y clavijas no muestren cortes o cables pelados. Todo ajuste en los útiles de corte o brocas requerirá el desenchufado físico de la máquina, manteniendo la clavija visible en todo momento.
 - Evita su sobrecalentamiento. En caso de observar alguna anomalía en forma de descarga eléctrica, olor, humo o ruido no habituales, desconecta el equipo y avisa para su reparación. Además, no te olvides de señalar la situación.

- Nunca anules la puesta a tierra. Si observas que están deteriorados, comunícalo a la persona encargada.

1.4.2.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

- Riesgos:

- Trastornos musculoesqueléticos y lesiones dorsolumbares derivados del transporte y sobreelevación de elementos de geometría compleja o peso elevado, como los perfiles de aluminio longitudinales o los paños de vidrio templado.
- Fatiga física por la adopción de posturas forzadas y desviaciones de las muñecas.
- Caída de objetos en manipulación, tales como los utensilios de trabajo o las herramientas manuales, entre otros.
- Cortes en las manos durante el manejo de los materiales.
- Golpes contra objetos en el traslado de mercancías, equipos de trabajo, etc.

- Medidas preventivas:

- Emplear técnicas de manipulación de cargas ergonómicas, manteniendo el objeto lo más próximo al cuerpo posible y conservando la columna erguida. En componentes que superen las cargas máximas recomendadas, se exigirá la colaboración de dos operarios o la asistencia de medios mecánicos.
- Disponer de bancos de trabajo regulados a la altura de la cintura para realizar las operaciones de ensamblaje estructural, evitando en la medida de lo posible realizar tareas prolongadas con los brazos por encima del nivel de los hombros.
- Usa guantes de protección mecánica y calzado de seguridad con puntera reforzada para evitar cortes o golpes.

1.4.2.4. OPERACIÓN CON HERRAMIENTAS MANUALES O DE POTENCIA

- Riesgos:

- Cortes, golpes y atrapamientos con elementos móviles de la maquinaria (taladros, sierras portátiles) al realizar el dimensionado de la perfilería o los marcos de aluminio.
- Proyección de fragmentos o partículas metálicas hacia el rostro y ojos del operario durante los mecanizados.
- Quemaduras debidas a sobrecalentamientos o a la utilización de útiles en mal estado.
- Fatiga y lesiones musculares por la elección de una herramienta inadecuada o la adopción de posturas incorrectas durante su uso.
- Traumatismos por movimientos repetitivos.

- Medidas preventivas:

- Verificar que las brocas o útiles de mecanizado mecánico se encuentren firmemente apretados y sean los adecuados para el tipo de aleación o material a cortar. No se modificará ni anulará el gatillo de accionamiento con bloqueos permanentes.
- Se prohíbe de forma taxativa el uso de aire comprimido para la limpieza de restos de metal o polvo, dado que este fluido incrementa la dispersión y suspensión de las partículas en el ambiente de trabajo.
- Selecciona siempre herramientas con ángulos que permitan trabajar con la mano y el brazo alineados:
 - Si la dirección de la fuerza es horizontal:
 - Elige herramientas con empuñadura "*tipo pistola*" para trabajar a la altura del codo.
 - Opta por herramientas con la empuñadura recta en trabajos por debajo de la cintura.

- Si la dirección de la fuerza es vertical, será al contrario. Usa las de "*tipo pistola*" para trabajar por debajo de la cintura y aquellas con la empuñadura recta para trabajar a la altura del codo.
- En caso de utilizar herramientas de potencia, adopta las siguientes pautas:
 - Comprueba que sus elementos de trabajo (brocas, discos, etc.) están perfectamente apretados y son los apropiados a la tarea a realizar.
 - Verifica que la cubierta aislante de los cables de alimentación y las clavijas de conexión se encuentran sin cortes, presencia de cables pelados, etc.
 - Cuando tengas que realizar algún ajuste
 - en el útil, desenchúfalo y mantén la clavija
 - a la vista y en tus proximidades.
 - No bloques el gatillo para el funcionamiento permanente de las mismas.
 - Evita transportarlas o almacenarlas sujetándolas por el cable de red.
 - En zonas con riesgo de incendio o explosión, y en proximidad de productos inflamables, consulta las medidas de protección a seguir durante el uso de equipos eléctricos y herramientas metálicas.
 - No uses las herramientas cuando estén húmedas o mojadas. Tampoco cuando tengas las manos o pies mojados. Si trabajas en zonas mojadas o muy conductoras, utiliza herramientas especiales con alimentación a tensión igual o inferior a 24 V (receptor de clase III) o herramientas de doble aislamiento (receptor de clase II) alimentadas mediante un transformador separador de circuitos y circuito protegido por DDR de alta sensibilidad (≤ 30 mA).

- Cuando acabes de utilizarlas, desenchúfalas para evitar su puesta en marcha involuntaria, tirando de la clavija y no del cable.
- Lleva las protecciones establecidas en función de la tarea a desarrollar: gafas o pantallas de seguridad en trabajos con riesgo de proyección de partículas, guantes para evitar golpes y cortes, y calzado de seguridad ante el riesgo de caída de herramientas o piezas durante su utilización, botas y guantes de goma en ambientes húmedos, etc.

1.4.2.5. USO DE MAQUINARIA DE CORTE COMPUTERIZADO

- Riesgos:
 - Golpes y cortes durante su manipulación.
 - Proyección de partículas por la retirada de los dispositivos de protección o en tareas con equipos de trabajo como los taladros, sierra de cinta, CNCs, etc.
 - Atrapamientos con los elementos móviles de las máquinas.
 - Ruido y vibraciones.
 - Quemaduras.
- Medidas preventivas:
 - Antes de utilizar una máquina o equipo por primera vez, solicita información específica correspondiente a sus condiciones de seguridad, nunca improvises su uso. En caso de duda, consulta con la persona encargada.
 - Comprueba que las máquinas están en buenas condiciones y disponen de los elementos de protección (resguardos, mandos a dos manos, células fotovoltaicas, dispositivos de enclavamiento...). Si detectas que han sido alterados, reponlos antes de utilizar el equipo.
 - Con respecto a los dispositivos de protección, considera las siguientes recomendaciones:
 - Asegúrate de que son adecuados para evitar el contacto con puntos o zonas de peligro de las máquinas y en el caso

preciso de los resguardos, que son de materiales consistentes para amortiguar posibles proyecciones.

- Si no son automáticos, regúlalos siempre a las características de la pieza a mecanizar.
 - Nunca los alteres o elimines.
 - En caso de que estén averiados, comunícalo para que sean reparados o sustituidos.
- Si adviertes alguna anomalía (sobrecalentamiento, olor, ruido o vibración inusual), desconecta la máquina, señaliza la situación y comunícalo para que sea solucionado.
 - Utiliza los equipos de trabajo exclusivamente en las operaciones para las que fueron diseñados y nunca sobrepases los límites de uso (carga, velocidad, presiones, tensiones...) establecidos por el fabricante.
 - Comprueba el correcto estado de los cables de alimentación, interruptores o tomas de corriente, entre otros, antes de usarlos.
 - Estabiliza la pieza a mecanizar con ayuda de prensos, plantillas de sujeción o carros de alimentación automática para evitar su movimiento inesperado, sobre todo en presencia de nudos en la madera. Revisa periódicamente su estado, pidiendo reparar o sustituir aquellas que se encuentren deterioradas.
 - En caso de no emplear plantillas o sistemas de alimentación automáticos, usa empujadores de fin de pasada, como medio de evitar un contacto accidental.
 - Realiza un mantenimiento seguro de las máquinas, siempre que tengas la capacitación para ello: limpia, engrasa, repara o ajusta las distintas partes o elementos, asegurándote previamente que ésta se encuentra desconectada y se han parado todos los elementos móviles. Impide su puesta en marcha accidental durante estas operaciones, señalizando previamente la situación para evitar que alguien la pueda accionar accidentalmente.

- Pon en funcionamiento los sistemas de extracción siempre que trabajes con el equipo.
- No uses ropas holgadas o elementos que cuelguen como pulseras, relojes, etc., que puedan quedar enganchados con las maquinas.

1.4.2.6. USO DE CARRETILLAS ELEVADORAS

- Riesgos:
 - Golpes por caída de los materiales transportados.
 - Atrapamientos y atropellos por la carretilla.
 - Golpes y caídas durante el acceso o el abandono de la carretilla o por vuelco de la misma.
 - Quemaduras por incendios.
- Medidas preventivas:
 - Recuerda la necesidad de tener autorización y cualificación para poder conducir una carretilla elevadora.
 - Antes de comenzar a trabajar, verifica el estado de todos los elementos que componen la carretilla (frenos, dirección, circuito hidráulico, neumáticos, iluminación, avisadores...) y si detectas anomalías o deficiencias de funcionamiento, comunícalo y señala la avería.
 - Utiliza la carretilla única y exclusivamente en las funciones y trabajos para los que ha sido diseñada.
 - Cuando te desplaces con la misma, lleva siempre el cinturón de seguridad puesto y mantén los brazos y las piernas dentro del habitáculo de la misma.
 - No transportes o eleves personas, ya sea en carga o en vacío. No está permitido el uso de plataformas acopladas a la carretilla para elevar personas. Tanto con carga como en vacío, circula con las horquillas en posición baja, a una distancia de entre 15 y 25 cm del suelo.
 - Evita realizar tareas en zonas de circulación de carretillas elevadoras.

- Durante la recarga de la batería, evita la presencia de fuentes de ignición en su proximidad.

1.4.2.7. EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS E INCENDIOS

- Riesgos:
 - Inhalación de vapores orgánicos volátiles procedentes de la resina o adhesivos empleados para la fijación de las ruedas de bolas y sus respectivas placas de conexión en L.
 - Riesgo de incendio o deflagración por el sobrecalentamiento de motores eléctricos en presencia de atmósferas inflamables o polvo en suspensión.
- Medidas preventivas:
 - La aplicación de adhesivos y productos químicos de unión se llevará a cabo exclusivamente en recintos provistos de extracción localizada o ventilación natural suficiente.
 - Los envases de disolventes o colas se cerrarán herméticamente tras cada uso para evitar la evaporación de gases.
 - Implementar un protocolo estricto de mantenimiento y barrido húmedo o aspiración para evitar la acumulación de depósitos de polvo sobre carcasas de motores y circuitos eléctricos.

1.4.2.8. EXPOSICIÓN A RUIDO Y VIBRACIONES

- Riesgos:
 - La exposición a niveles elevados de ruido, ya sea generado directamente por tu actividad o por el entorno en donde desarrollas tu trabajo, puede provocar danos importantes a tu salud. Los efectos producidos por el ruido pueden ir desde los de carácter auditivo, como la hipoacusia, la sordera o el trauma acústico, hasta aquellos como la irritabilidad, el estrés o los trastornos digestivos, entre otros.

- El uso prolongado de determinadas herramientas de mano (radiales, martillos percutores...) generadoras de vibraciones, puede originar problemas vasculares, óseos, nerviosos y musculares.
- Medidas preventivas:
 - Utilizar obligatoriamente Equipos de Protección Individual (EPIs) auditivos (orejeras o tapones) con la certificación correspondiente durante todo el tiempo de exposición a la actividad ruidosa, dado que su retirada en periodos breves anula de forma drástica su efectividad.
 - Respetar de forma íntegra los dispositivos silenciadores y carcasas amortiguadoras de la maquinaria, asegurando el apagado de los equipos cuando no se encuentren operando de forma activa.

1.4.3. SEÑALIZACIÓN

Existen riesgos que, por su naturaleza o características, no pueden eliminarse en su totalidad. Independientemente de la adopción de otras medidas, estos deben estar señalizados.

A continuación, se muestran señales de obligado cumplimiento, advertencia, prohibición y de salvamento:



SEÑALES DE ADVERTENCIA



Peligro en general.



Riesgo eléctrico.



Materiales Inflamables.



Riesgo de caída de personas, choques o golpes.



Atención, riesgo de atrapamiento.



Atención, caídas a distinto nivel.



Atención, paso de carretillas.

SEÑALES DE PROHIBICIÓN



Prohibido fumar y encender llamas desnudas.



Prohibición de circulación de peatones.

SEÑALES DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS



Situación de equipo portátil.



Situación de BIE.



Situación de pulsador de alarma.



Escalera de mano.



Teléfono para la lucha contra incendios.



Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores).



Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores).



Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores).



Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores).

SEÑALES DE SALVAMENTO



Teléfono de Salvamento.



Vía / Salida de Socorro.



Vía / Salida de Socorro.



Vía / Salida de Socorro.



Vía / Salida de Socorro.



Vía / Salida de Socorro.



Primeros Auxilios.



Camilla.



Ducha de seguridad.



Lavado de ojos.



Dirección que debe seguirse.



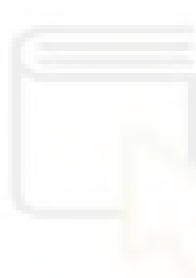
Dirección que debe seguirse.



Dirección que debe seguirse.



Dirección que debe seguirse.



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

2. PLANOS

A continuación, se detalla la lista de planos del presente proyecto:

- PLANOS DE LA CABINA
- PLANOS DE CORTE PERFILERÍA
- PLANOS DE CORTE Y MECANIZADO DE MDF Y VIDRIO
- PLANOS DE CORTE Y MECANIZADO PET
- PLANO UNIFILAR



2.1. PLANOS DE LA CABINA



*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 $TA = TF + IEM$
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 15



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 1

Nº Ficha: 1

Producto: CABINA INSORNORIZADA

Ref: CABINA INSONORIZADA

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 10/06/2025

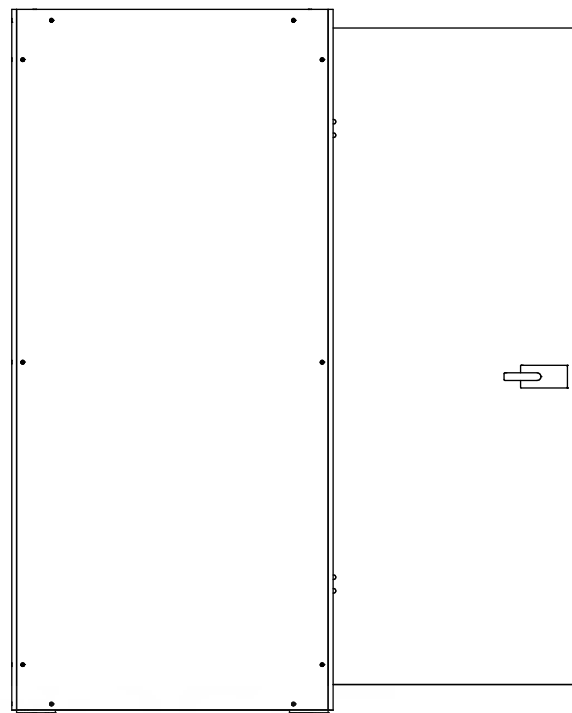
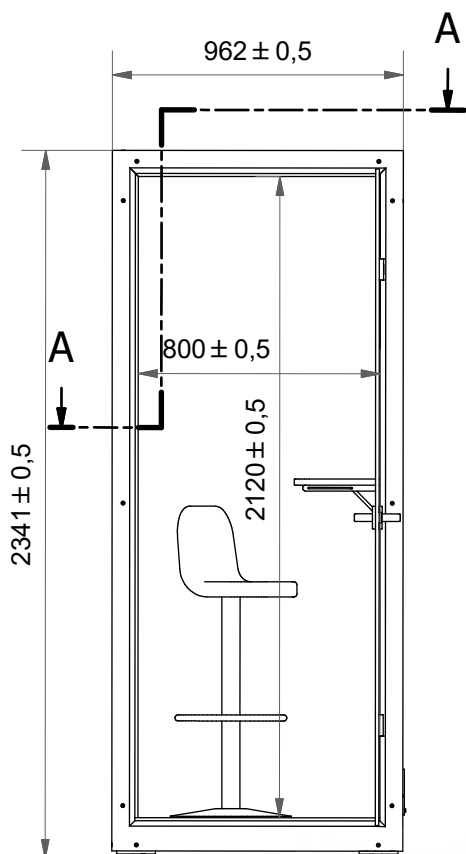
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 10/06/2025

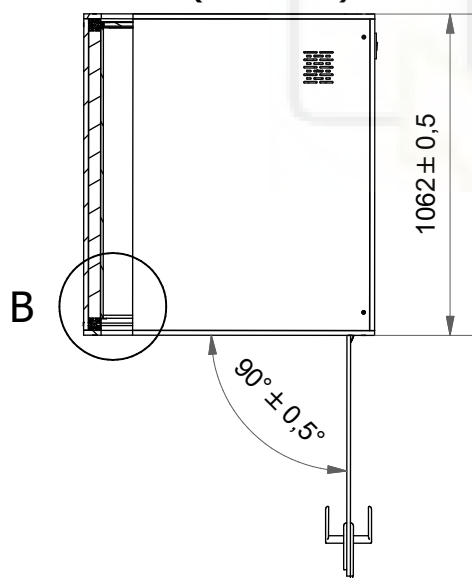
Anulado:

Fecha:

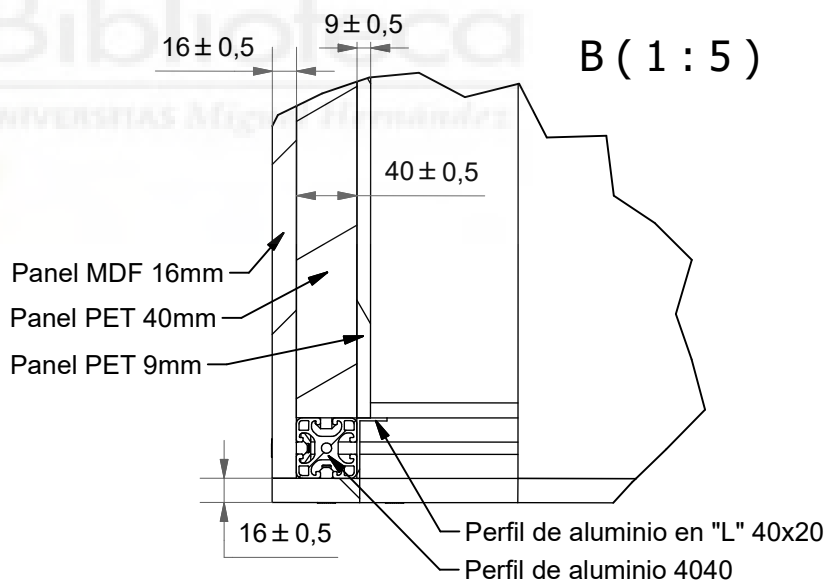
*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



A-A (1 : 25)



B (1 : 5)



ESCALA 1 : 25



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 2

Nº Ficha: 1

Producto: CABINA INSORNORIZADA

Ref: CABINA INSONORIZADA

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 10/06/2025

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 10/06/2025

Anulado:

Fecha:

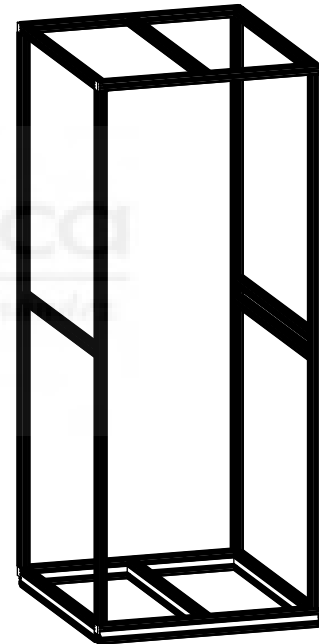
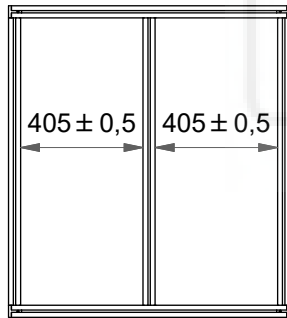
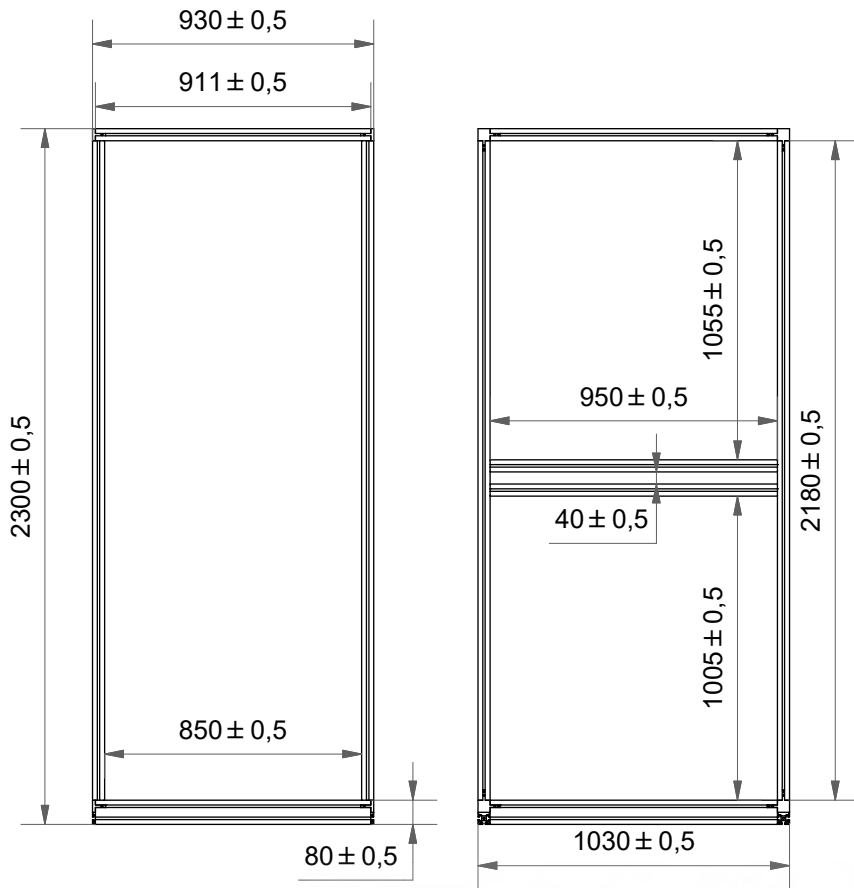
***TOLERANCIAS DE FABRICACION:**

TA = TF + IEM

TA= TOLERANCIA ABSOLUTA

TF = TOLERANCIA DE FABRICACION

IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 25



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 3

Nº Ficha: 1

Producto: CABINA INSORNORIZADA

Ref: ESTRUCTURA CABINA INSONORIZADA

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 10/06/2025

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 10/06/2025

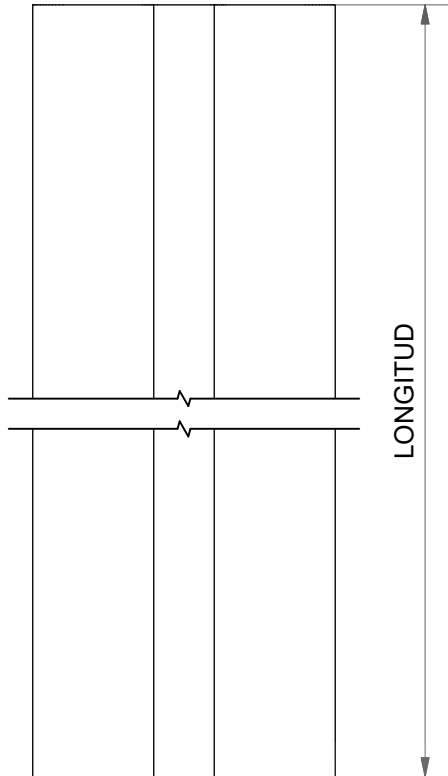
Anulado:

Fecha:

2.2. PLANOS PERFILERIA

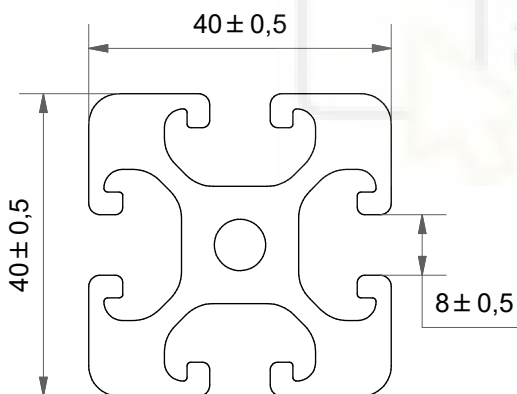


*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



VISTA ISOMÉTRICA
 ESCALA 1:4

CORTE DISTINTAS LONGITUDES	
LONGITUD	UNIDADES
911	2
950	6
2180	4



ESCALA 1 : 1



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 1

Nº Ficha: 1

Producto: PERFILERÍA

Ref: Perfil de aluminio 40x40

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 10/06/2025

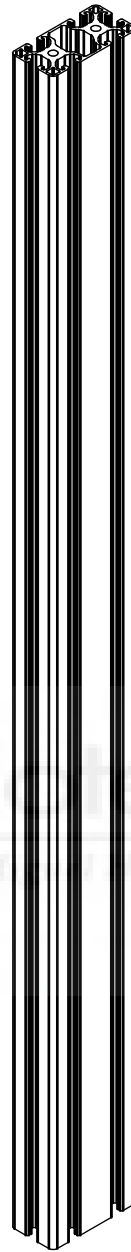
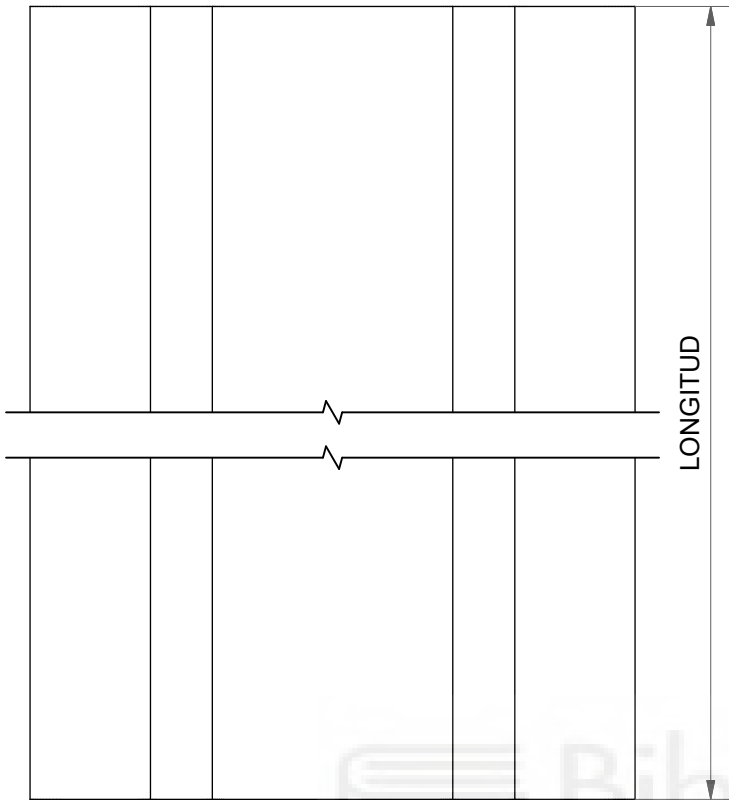
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 10/06/2025

Anulado:

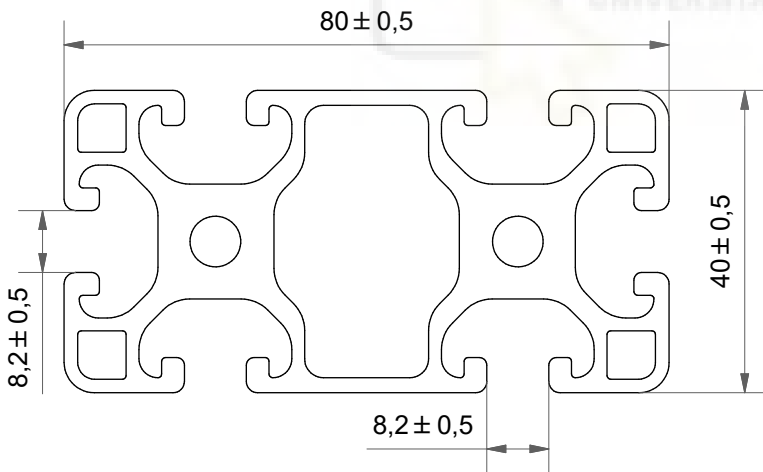
Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



VISTA ISOMÉTRICA
 ESCALA 1:4

CORTE DISTINTAS LONGITUDES	
LONGITUD	UNIDADES
911	2
950	3



ESCALA 1 : 1



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 2

Nº Ficha: 1

Producto: PERFILERÍA

Ref: Perfil de aluminio 40x80

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 10/06/2025

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 10/06/2025

Anulado:

Fecha:

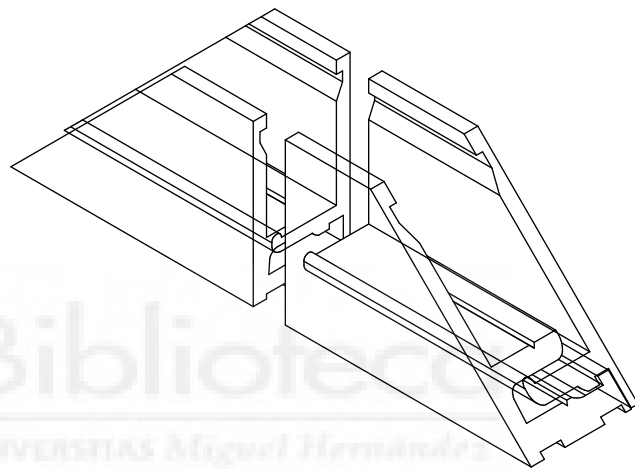
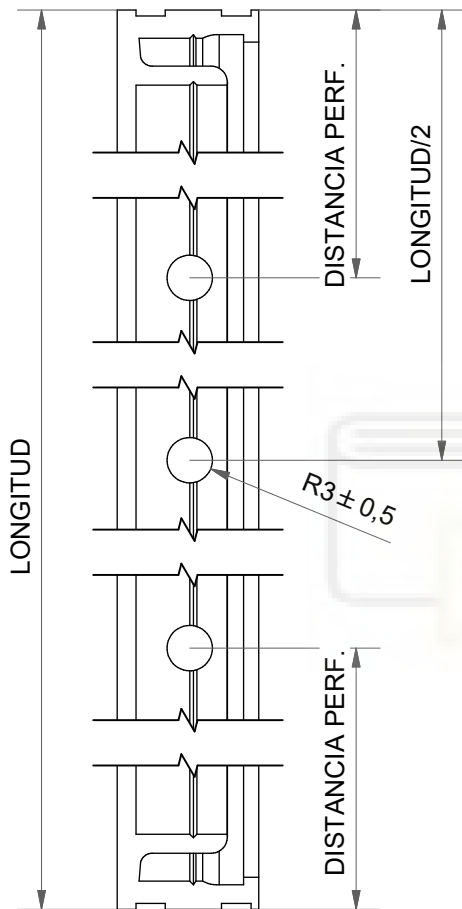
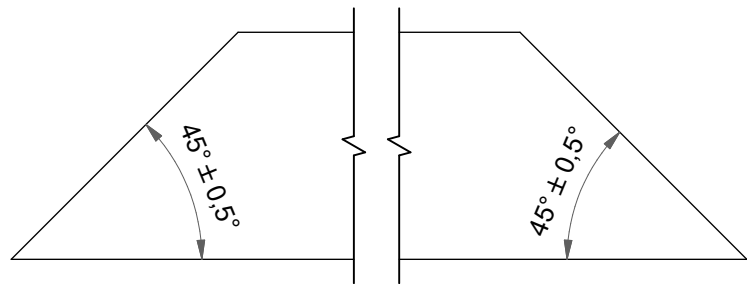
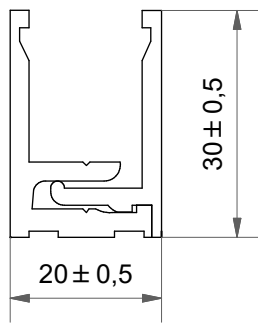
***TOLERANCIAS DE FABRICACION:**

TA = TF + IEM

TA= TOLERANCIA ABSOLUTA

TF = TOLERANCIA DE FABRICACION

IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



CORTE Y PERFORACIONES M6 DISTINTAS LONGITUDES

LONGITUD	UNIDADES	DISTANCIA PERFORACIONES
850	2	100 mm ambos lados + centro
2176	2	200 mm ambos lados + centro

ESCALA 1 : 1



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 3

Nº Ficha: 1

Producto: PERFILERÍA

Ref: Marco autocerrable de aluminio

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA

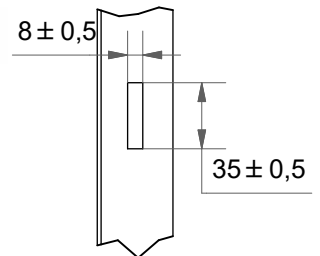
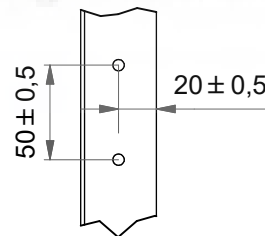
VISTA DEL MARCO DERECHO
 ESCALA 1:11

LOS ORIFICIOS PARA LAS BISAGRAS SE
 MECANIZARÁN SOBRE EL MARCO DERECHO
 MIENTRAS QUE EL HUECO PARA LA CERRADURA
 EN EL MARCO IZQUIERDO (SIMETRICO AL DERECHO)

CORTE DISTINTAS LONGITUDES	
LONGITUD	UNIDADES
900	2
2200	2

A (1 : 4)

B (1 : 4)



ESCALA 1 : 2



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 4

Nº Ficha: 1

Producto: PERFILERÍA

Ref: Perfil angular de aluminio en "L" 40x20

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 12/03/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 12/03/2026

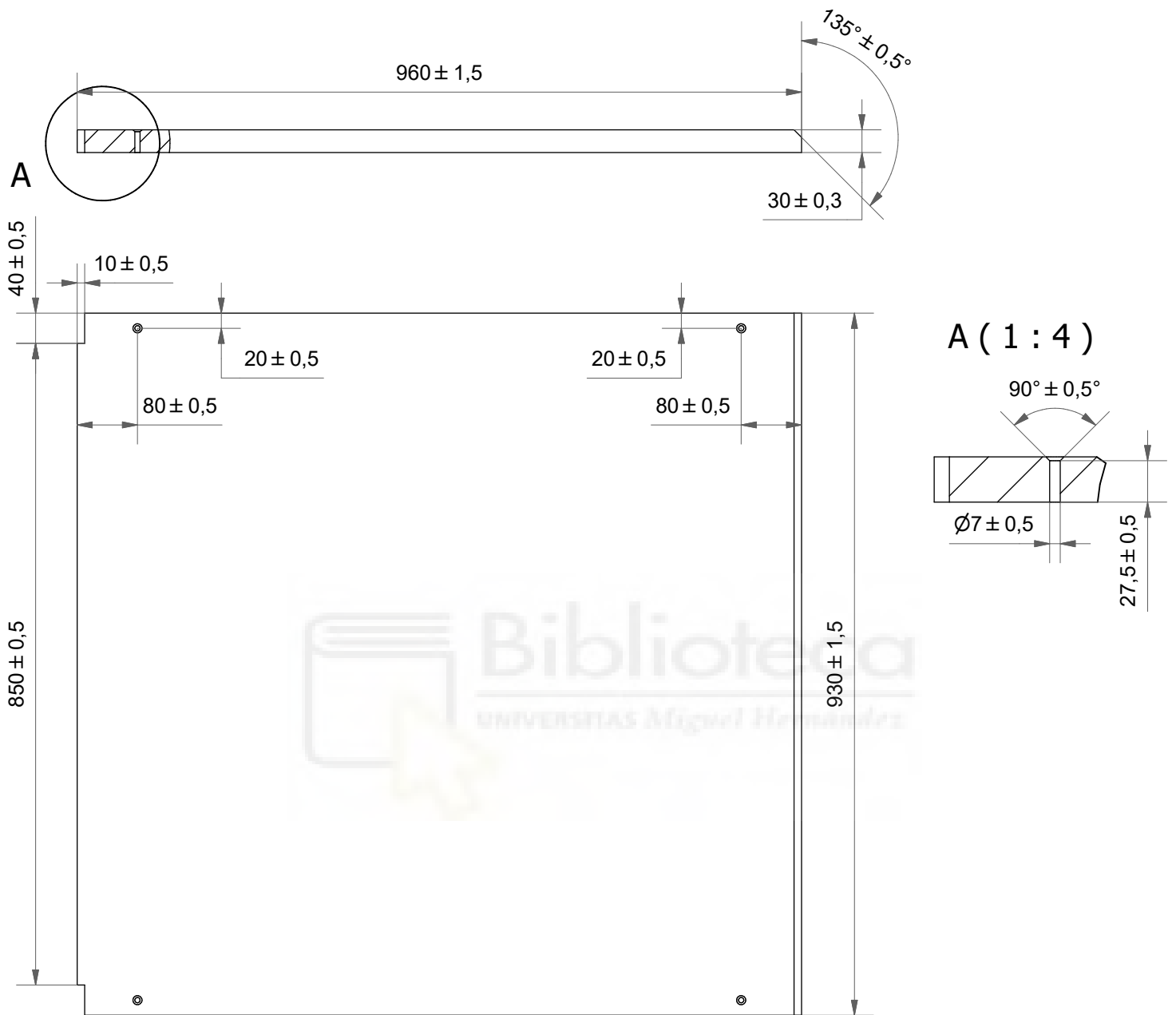
Anulado:

Fecha:

2.3. PLANOS MDF Y VIDRIO



*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 8



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 1

Nº Ficha: 1

Producto: Melamina en base MDF

Ref: Suelo Melamina

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 10/06/2025

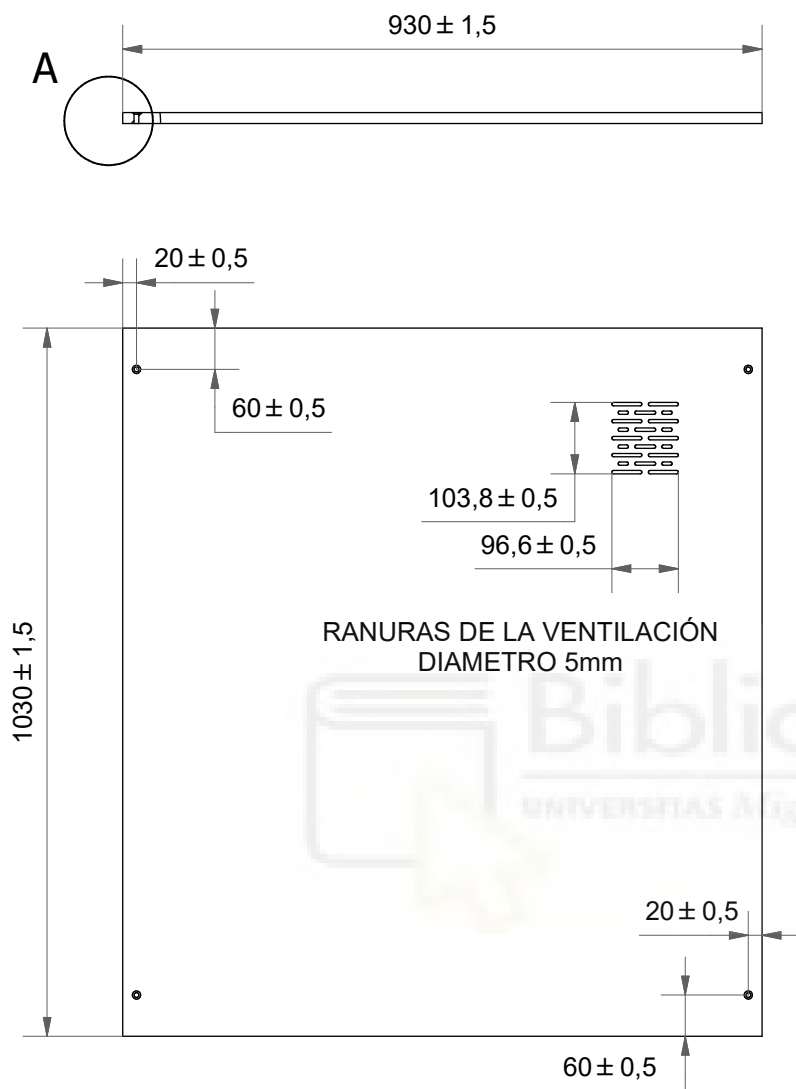
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 10/06/2025

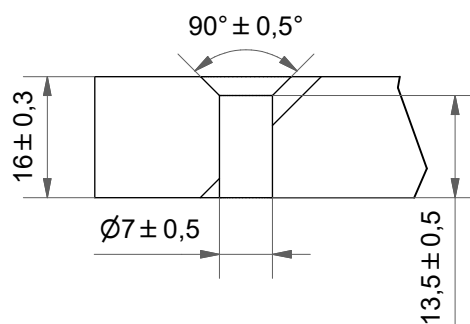
Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



A (1 : 1)



ESCALA 1 : 11



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 2

Nº Ficha: 1

Producto: Melamina en base MDF

Ref: Techo Melamina

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 23/03/2026

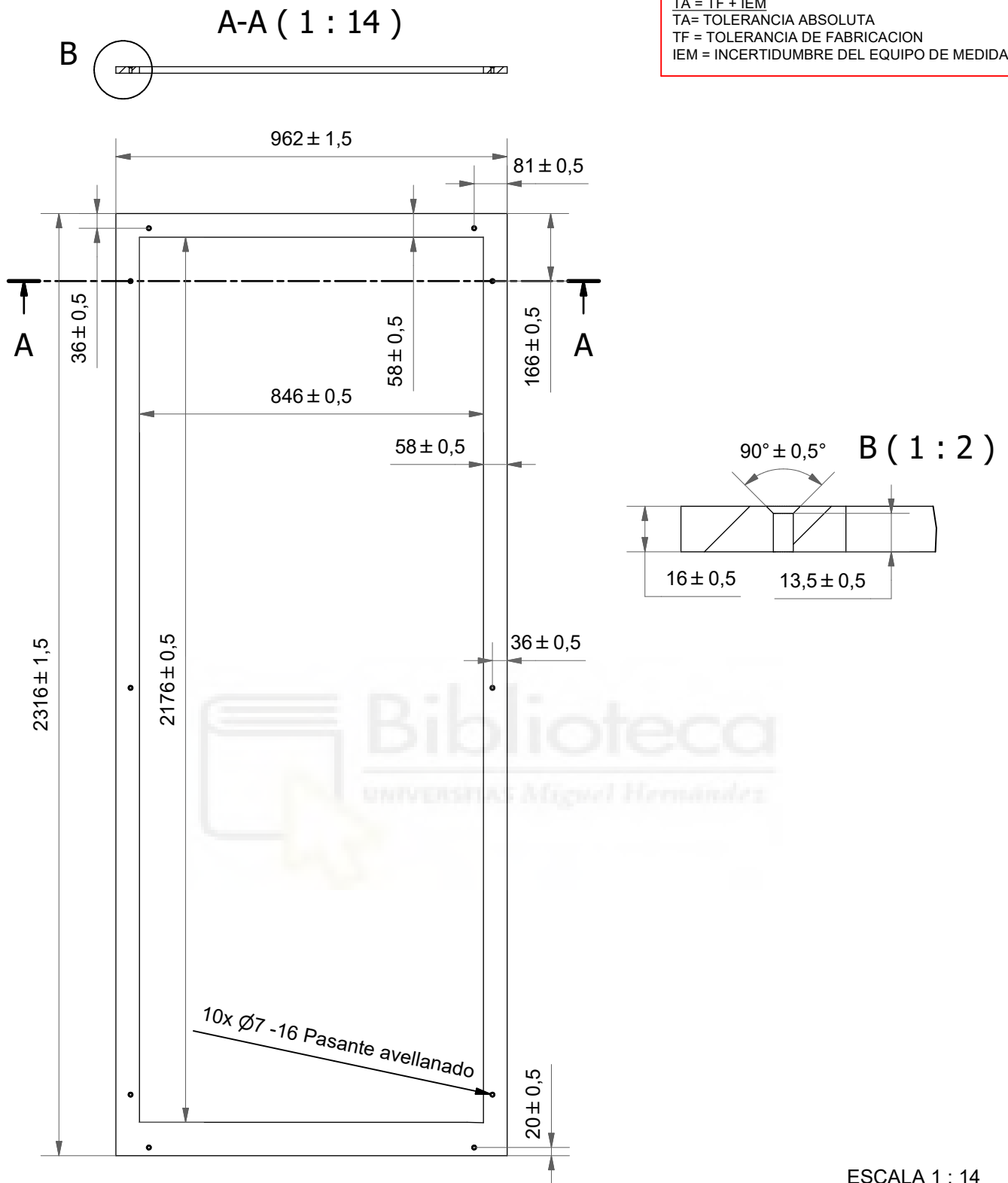
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 23/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 3

Nº Ficha: 1

Producto: Melamina en base MDF

Ref: Pared fronta y trasera Melamina

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

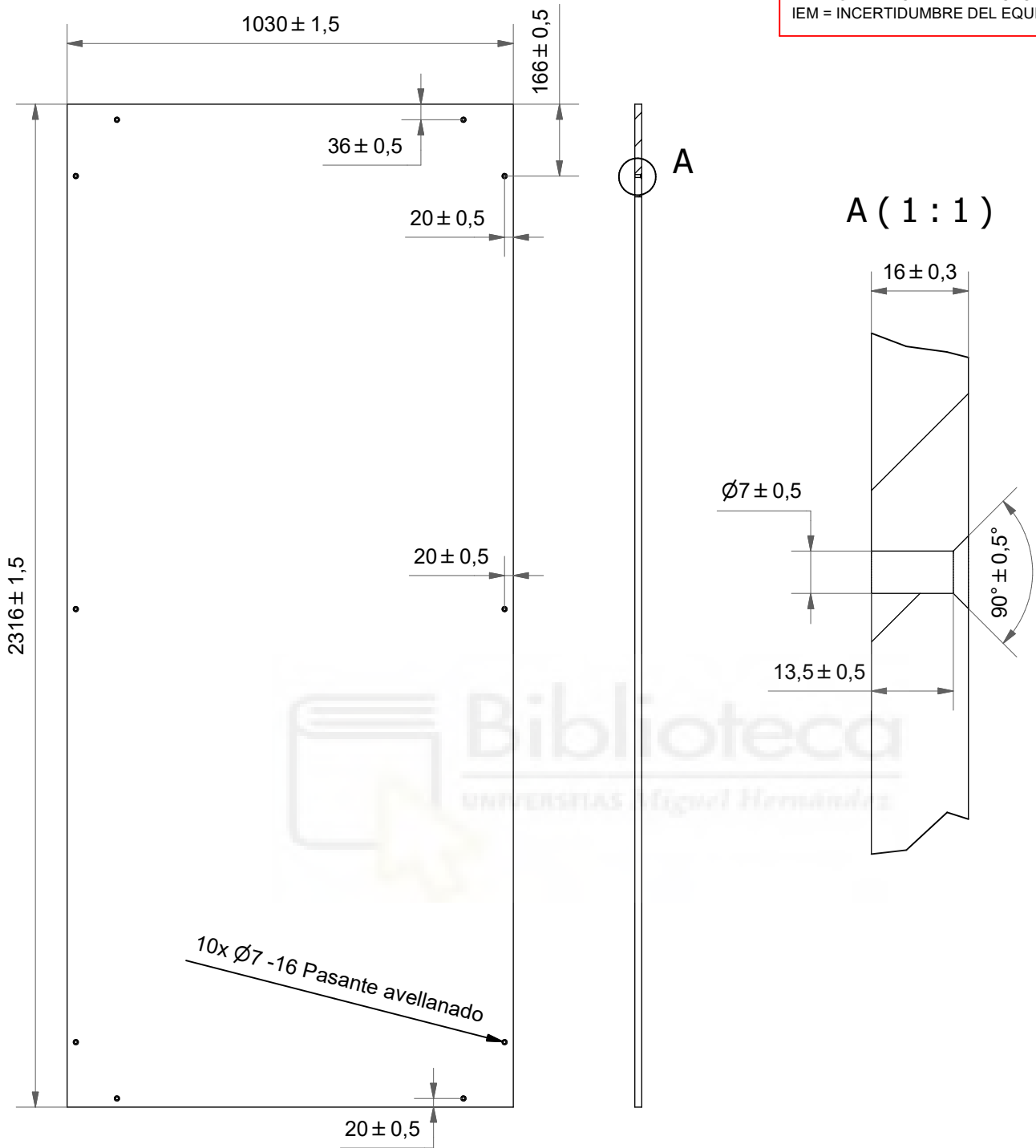
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 14



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 4

Nº Ficha: 1

Producto: Melamina en base MDF

Ref: Pared lateral Melamina

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

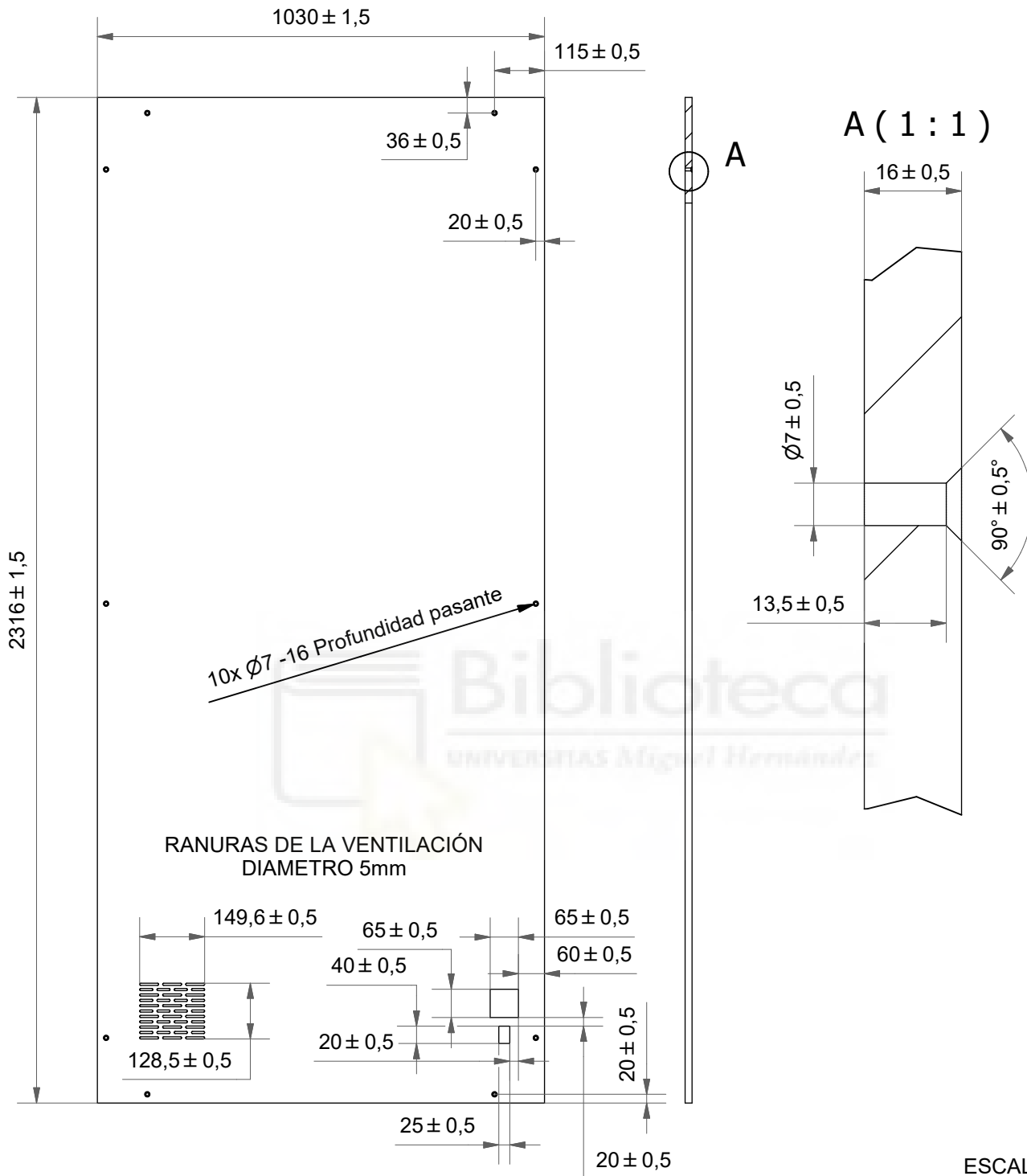
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 5

Nº Ficha: 1

Producto: Melamina en base MDF

Ref: Pared lateral con ventilación Melamina

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

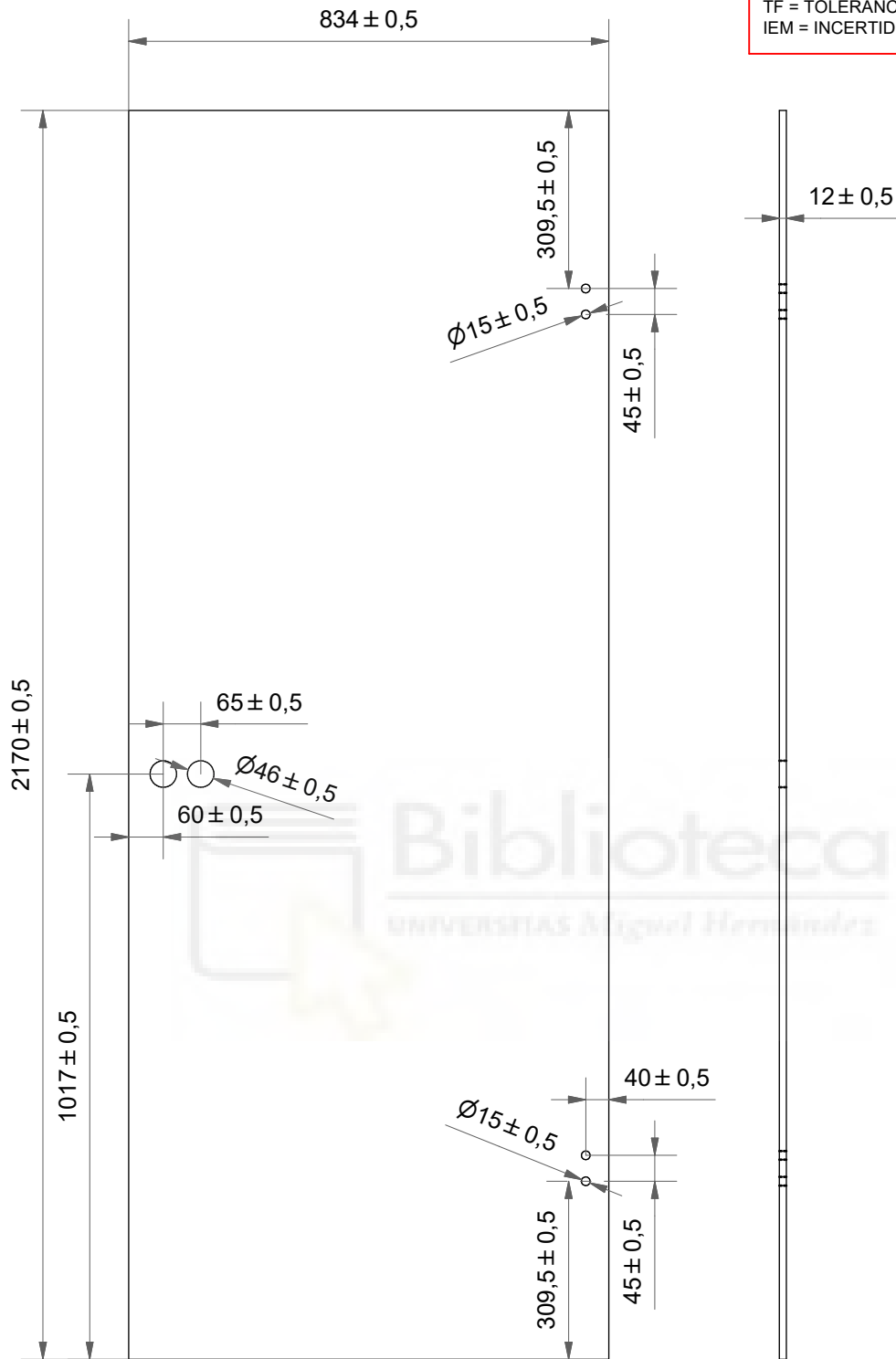
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 12



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 6

Nº Ficha: 1

Producto: Vidrio laminado 6+6

Ref: Puerta de vidrio laminado 6+6

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 12/03/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 12/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 12



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 7

Nº Ficha: 1

Producto: Vidrio laminado 6+6

Ref: Vidrio trasero laminado 6+6

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

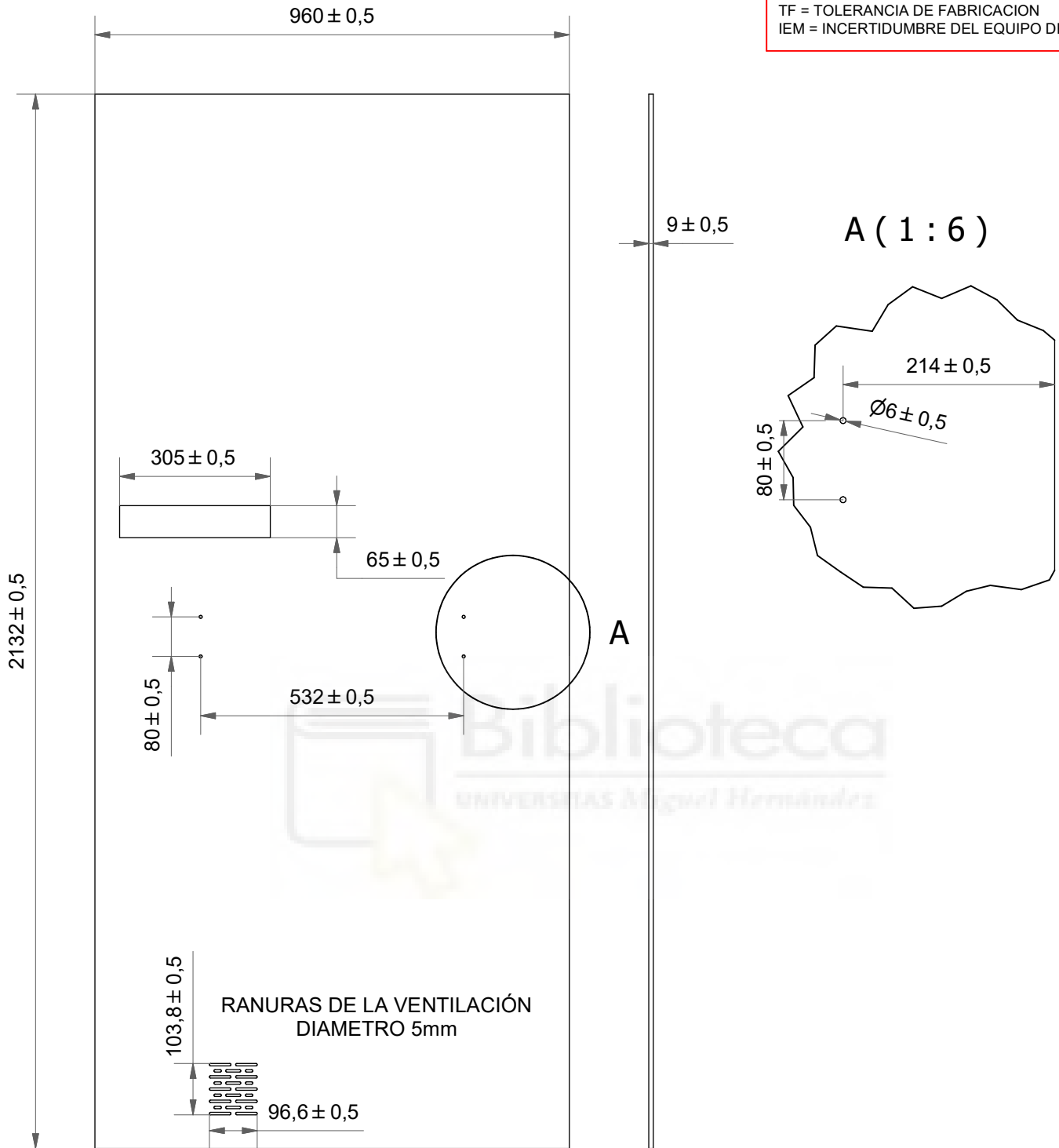
Anulado:

Fecha:

2.4. PLANOS PET



*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 12



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 1

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Revestimiento interior PET con enchufes

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 24/03/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 24/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
TA = TF + IEM
TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 12



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 2

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Revestimiento interior PET trasera

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 24/03/2026

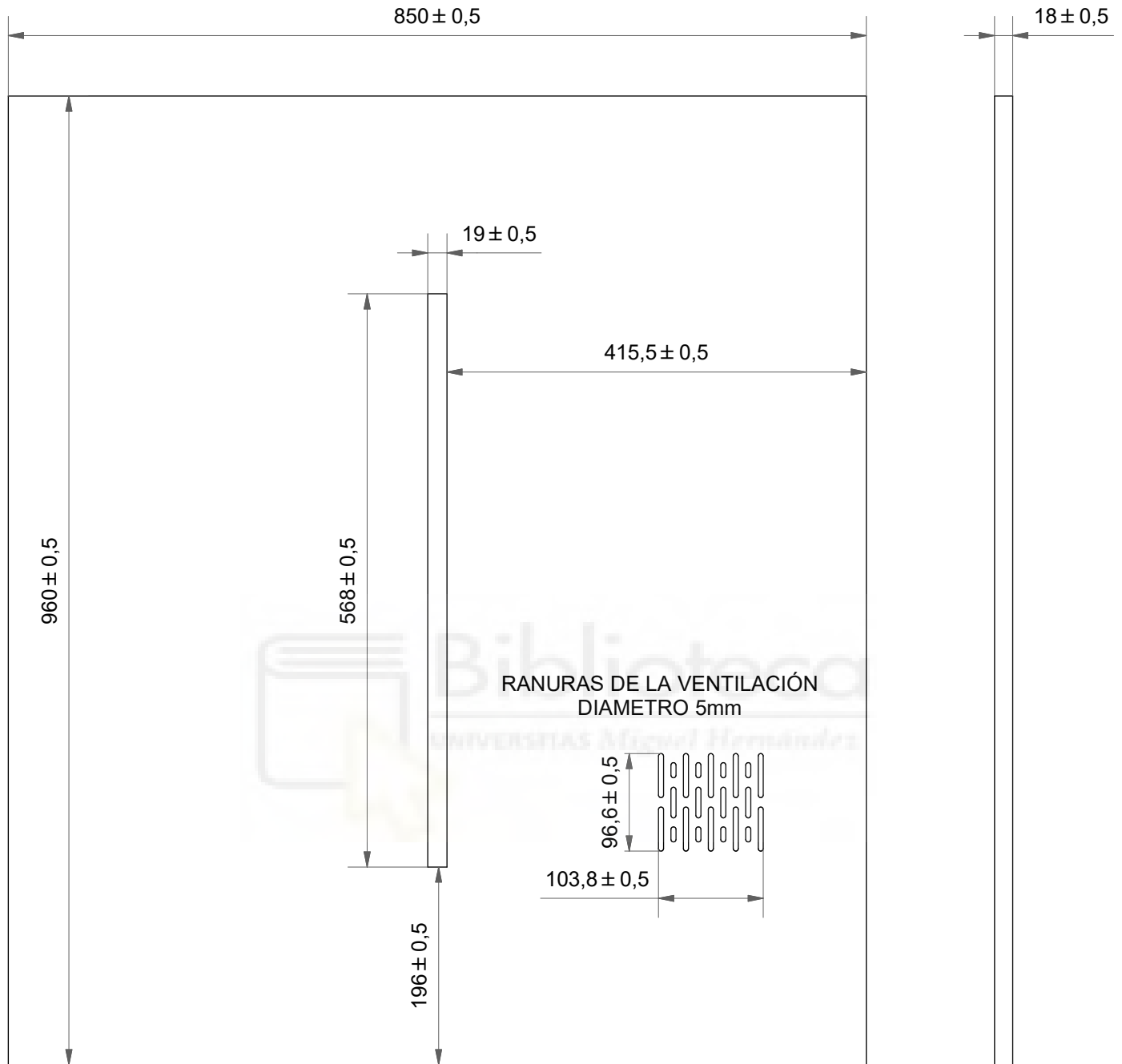
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 24/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 6



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 3

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Revesitimiento techo PET

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 24/03/2026

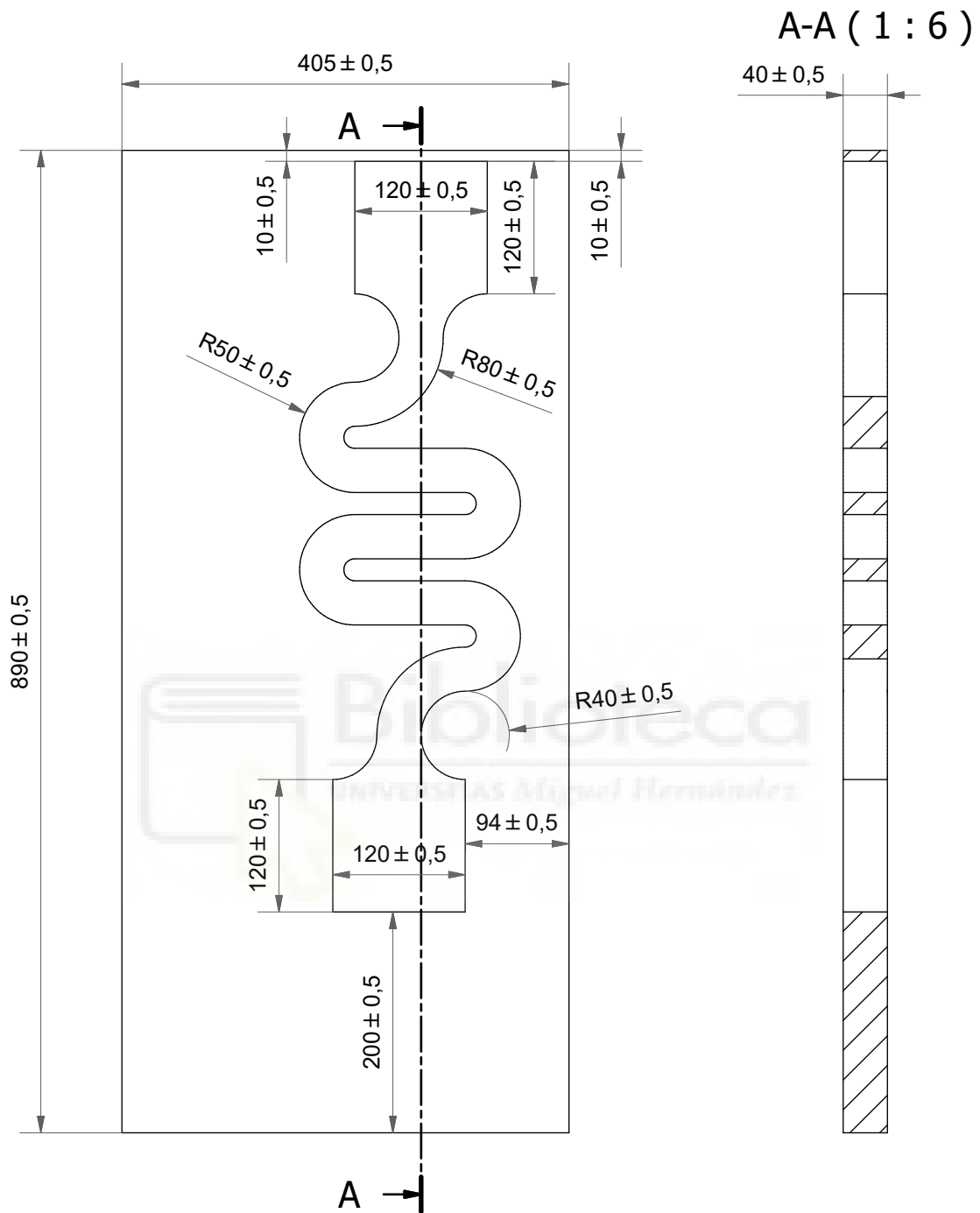
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 24/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 6



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 4

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Techo interior PET con ventilación

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 24/03/2026

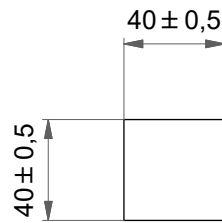
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 24/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
TA = TF + IEM
TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 3



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 5

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Recorte relleno techo PET

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 15/05/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 15/05/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
TA = TF + IEM
TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 6



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 6

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Techo interior PET

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 24/03/2026

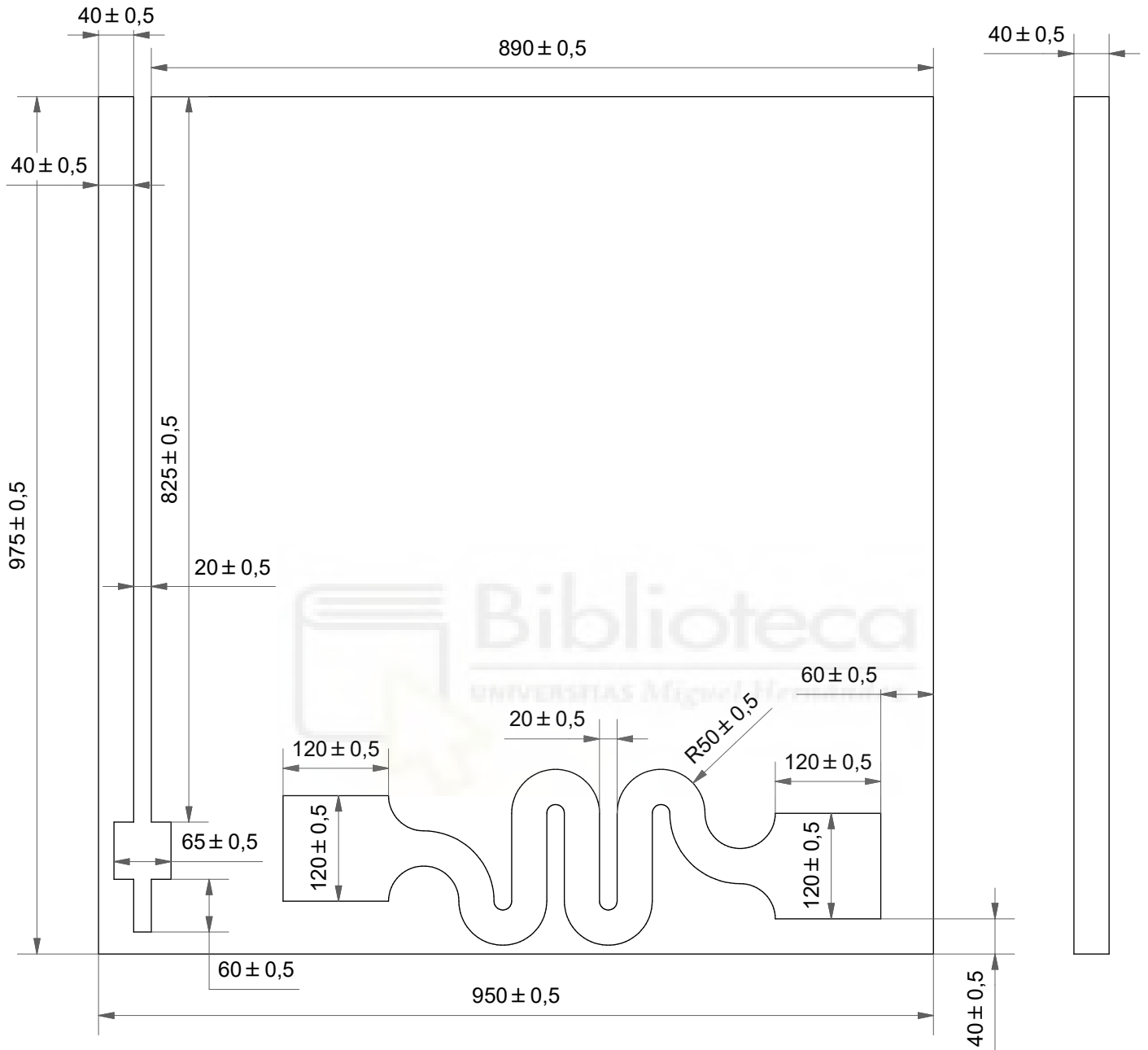
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 24/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 7



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 7

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Lateral interior PET (ventilación y cableado)

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 23/03/2026

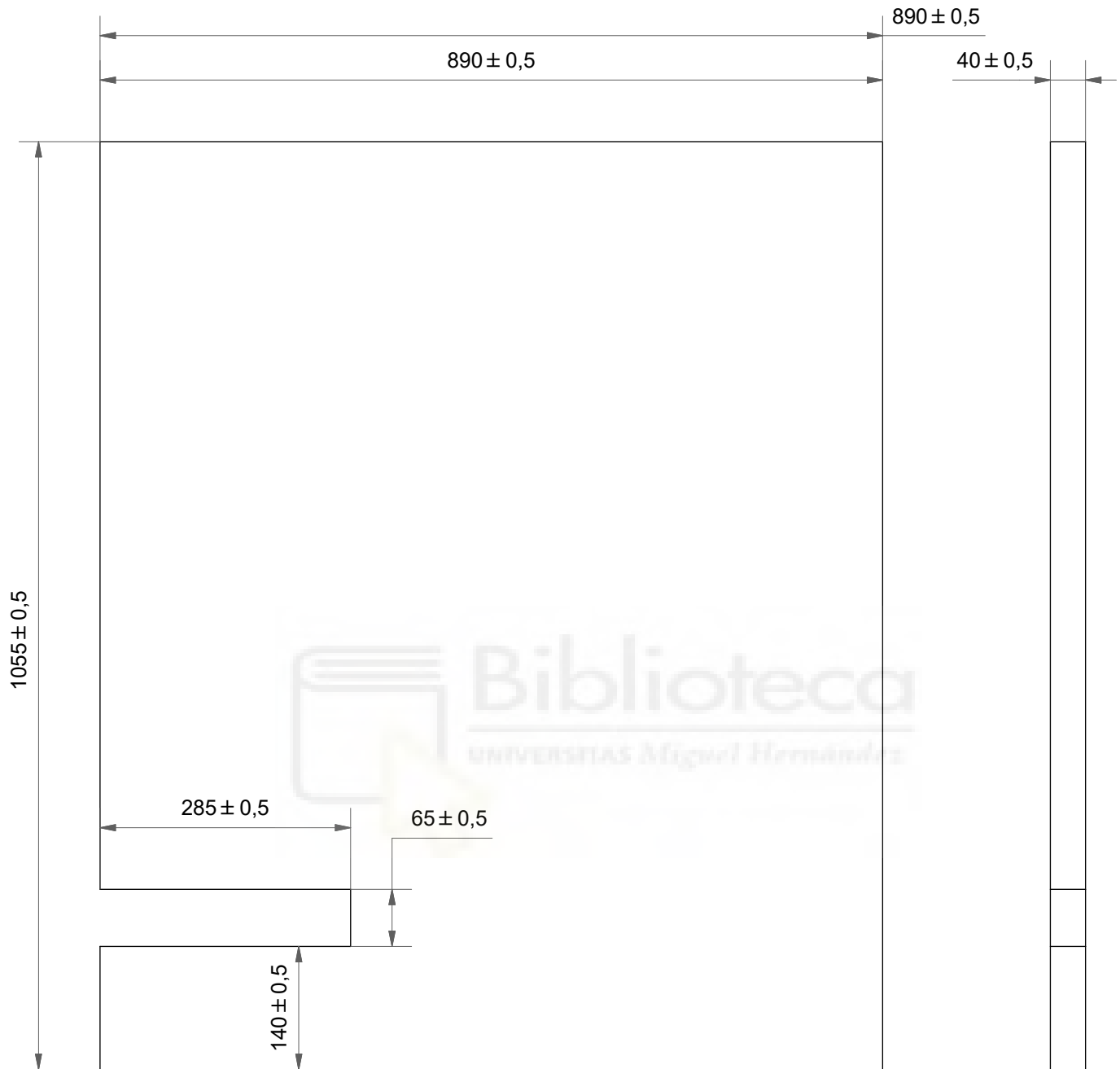
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 23/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 7



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 8

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Interior PET enchufes

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

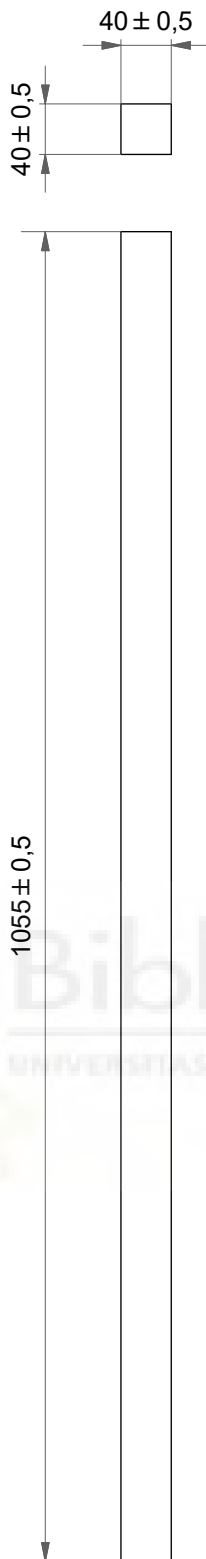
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
TA = TF + IEM
TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 6



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 9

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Interior PET enchufes relleno

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 15/05/2026

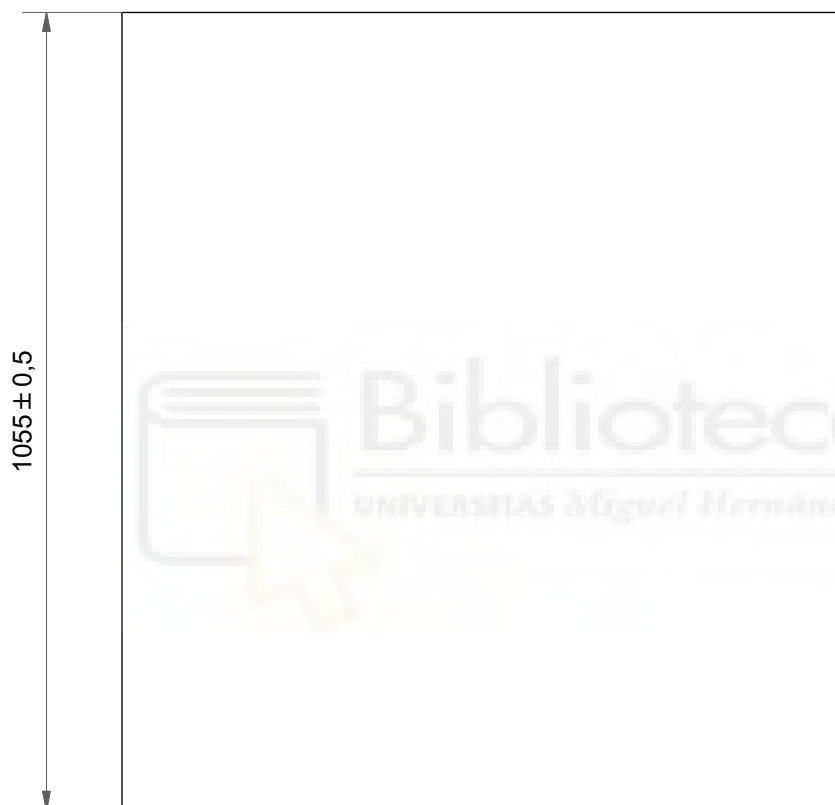
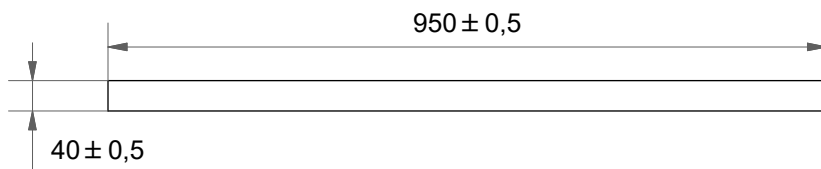
Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 15/05/2026

Anulado:

Fecha:

*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



ESCALA 1 : 10



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 10

Nº Ficha: 1

Producto: FIBRA DE POLIÉSTER (PET)

Ref: Interior PET trasero

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 11/04/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 11/04/2026

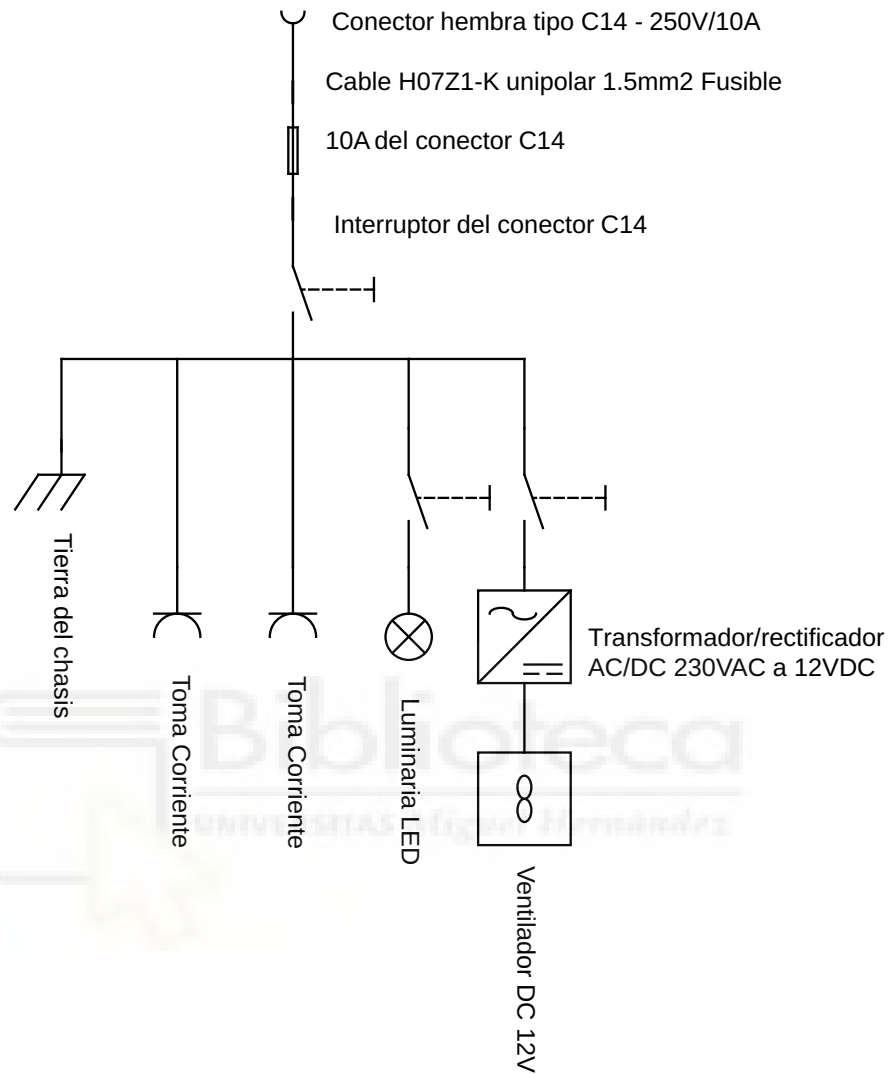
Anulado:

Fecha:

2.5. PLANO UNIFILAR



*TOLERANCIAS DE FABRICACION:
 TA = TF + IEM
 TA= TOLERANCIA ABSOLUTA
 TF = TOLERANCIA DE FABRICACION
 IEM = INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO DE MEDIDA



Ficha Producción

Revisión: 1

Página: 1

Nº Ficha: 1

ESQUEMA UNIFILAR

Ref: PLANO UNIFILAR DE LA CABINA

Observaciones: MEDIDAS EN mm.

Realizado: Dpto. Técnico

Fecha: 20/03/2026

Aprobado: PABLO LÓPEZ DEL CAMPO

Fecha: 20/03/2026

Anulado:

Fecha:

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto establecer el marco normativo, técnico y administrativo que debe regir la ejecución del proyecto de diseño y fabricación del habitáculo monoplaza definido en la Memoria y los Planos.

Este documento constituye el instrumento contractual que garantiza la calidad de los materiales, la correcta ejecución de los procesos constructivos y la seguridad en las instalaciones integradas. Su cumplimiento es obligatorio para todos los agentes que intervengan en la materialización del proyecto, asegurando que el producto final alcance los estándares de aislamiento acústico (Clase A según ISO 23351-1) y habitabilidad proyectados.

3.1.1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

3.1.1.1. OBJETO DEL PLIEGO

El contratista se obliga, mediante la aceptación de este pliego, a la ejecución completa de la unidad, incluyendo:

- El suministro y mecanizado de la estructura portante de perfilería de aluminio serie 4040.
- La fabricación e instalación de los paneles de cerramiento acústico multicapa (MDF y polietileno tereftalato - PET).
- El montaje de los elementos de vidrio laminado y sistemas de herrajes.
- La ejecución de las instalaciones auxiliares de iluminación, ventilación forzada y conectividad eléctrica/datos.
- La realización de las pruebas de control de calidad y validación acústica final.

3.1.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las especificaciones contenidas en este documento se aplicarán de forma estricta a la unidad definida en la Memoria y los Planos del proyecto. Este pliego tendrá

carácter contractual y prevalecerá, en sus aspectos técnicos, sobre cualquier otra indicación verbal o escrita, salvo modificación expresa autorizada por la Dirección Facultativa.

El ámbito físico de aplicación se circunscribe a espacios interiores de oficinas o entornos de trabajo bajo cubierta, con condiciones ambientales controladas, no siendo apto para su instalación a la intemperie o en ambientes con humedad relativa superior al 70%.

3.1.1.3. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA TÉCNICA

La ejecución del proyecto, así como los materiales y equipos empleados, deberán cumplir con las últimas revisiones y actualizaciones de las normas y reglamentos que se enumeran en los siguientes apartados, así como con cualquier otra disposición legal vigente en el momento de la ejecución que sea de aplicación.

3.1.1.4. NORMATIVA SOBRE AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

Dado que el desempeño acústico es la función principal del habitáculo, se cumplirá estrictamente con:

- ISO 23351-1:2020: Acústica. Medición de la reducción del nivel de voz de conjuntos de muebles y recintos. Esta norma rige la clasificación del habitáculo (Clase A).
- UNE 23351-1:2020: Norma específica para la evaluación del aislamiento en cabinas acústicas.
- CTE DB-HR: Documento Básico de Protección frente al Ruido, como marco de referencia para los tiempos de reverberación y absorción de materiales.

3.1.1.5. NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE ILUMINACIÓN

El sistema eléctrico integrado deberá ajustarse a:

- REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión): Real Decreto 842/2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), especialmente en lo relativo a protecciones, secciones de cableado y continuidad de puesta a tierra.
- UNE-EN 12464-1: Iluminación de los lugares de trabajo en interiores. Se garantizará un nivel mínimo de iluminancia de 500 lx en el plano de trabajo.

3.1.1.6. NORMATIVA DE VENTILACIÓN Y CALIDAD DEL AIRE

Para asegurar la habitabilidad y seguridad del usuario, se aplicará:

- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios): En lo relativo a la renovación de aire por persona y eliminación de CO₂.
- UNE-EN 16798-3: Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones para los sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire.

3.1.1.7. NORMATIVA DE MATERIALES Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL

La cabina deberá cumplir con las siguientes disposiciones y normas:

- Eurocódigo 9 (UNE-EN 1999): Normativa de estructuras de aluminio, aplicable al cálculo y dimensionado de la perfilería serie 4040 empleada.
- UNE-EN 12150-1: Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente, para los elementos de cerramiento transparente.
- Reacción al fuego: Los materiales de revestimiento (MDF y PET) deberán cumplir con la clasificación mínima de reacción al fuego exigida por el CTE para mobiliario y revestimientos en zonas de uso administrativo (clase B-s1, d0 o superior).

3.1.1.8. MARCADO CE Y CERTIFICACIONES

Todos los componentes eléctricos (extractores, luminarias LED, conectores IEC) y de herrajes deberán contar con el marcado CE, acreditando que cumplen con las directivas europeas de seguridad, salud y protección del medio ambiente.

3.1.2. AGENTES DE PROYECTOS

En el proceso de fabricación y montaje del habitáculo monoplaza, intervendrán los siguientes agentes, cuyas funciones y responsabilidades quedan definidas en este apartado.

3.1.2.1. LA PROPIEDAD

Es la persona física o jurídica para quien se realiza el proyecto (su identidad queda en el anonimato de cara al TFG). Su función principal es facilitar el acceso al lugar de instalación y aprobar las certificaciones económicas tras la recepción del producto.

3.1.2.2. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA (DIRECTOR DE OBRA)

Representada por el ingeniero autor del proyecto, Pablo López del Campo. Es el agente responsable de velar por la correcta interpretación de los planos y el cumplimiento estricto de este Pliego. Tiene la potestad de:

- Inspeccionar los materiales en taller antes de su montaje.
- Rechazar cualquier componente que no cumpla con las especificaciones técnicas
- Autorizar modificaciones menores que no alteren el objeto del proyecto.
- Designar a los operarios para la correcta elaboración del proyecto.

3.1.2.3. CONTRATISTA

Es la empresa o entidad encargada del suministro de materiales y de la ejecución material de la cabina. Sus obligaciones incluyen:

- Disponer de personal cualificado para el montaje de estructuras de aluminio y conexiones eléctricas.
- Garantizar la seguridad y salud de sus operarios durante el ensamblaje.
- Suministrar las fichas técnicas de los materiales (MDF, PET, componentes eléctricos) a la Dirección Facultativa para su validación previa.

3.1.2.4. COLABORADORES Y SUMINISTRADORES

Empresas proveedoras de componentes específicos (perfilería, vidrios, sistemas de ventilación). Su responsabilidad se limita a garantizar que el producto entregado coincide con las prestaciones técnicas solicitadas en el pedido del Contratista.

3.1.3. RELACIÓN DE PLANOS

Los planos que se integran en el presente proyecto y que forman un todo indivisible con este Pliego de Condiciones son los que se enumeran a continuación. Estos documentos definen gráficamente la solución técnica, dimensiones, tolerancias y disposición de los componentes de la cabina acústica.

3.1.3.1. LISTADO DE PLANOS

- PLANOS DE LA CABINA
 - PÁG.1 PRESENTACIÓN DETALLADA DE LA CABINA
 - PÁG 2. VISTAS DE LA CABINA
- PLANOS DE CORTE DE LA PERFILERÍA
 - PÁG 1. PERFIL 4040
 - PÁG 2. PERFIL 4080
 - PÁG 3. PERFIL AUTOCERRANTE PARA VIDRIO
 - PÁG 4. PERFIL EN “L” 20x40
- PLANOS DE CORTE Y MECANIZADO MDF Y VIDRIO

- o PÁG 1. SUELO
- o PÁG 2. TECHO
- o PÁG 3. PARED FRONTAL Y TRASERA
- o PÁG 4. PARED LATERAL LISA
- o PÁG 5. PARED LATERAL CON VENTILACIÓN
- o PÁG 6. PUERTA DE VIDRIO
- o PÁG 7. TRASERA DE VIDRIO
- PLANOS DE CORTE Y MECANIZADO PET
 - o PÁG 1. REVESTIMIENTO INTERIOR ENCHUFES
 - o PÁG 2. REVESTIMIENTO INTERIOR TRASERO
 - o PÁG 3. REVESTIMIENTO TECHO
 - o PÁG 4. TECHO INTERIOR VENTILACIÓN
 - o PÁG 5. RECORTE TECHO INTERIOR VENTILACIÓN
 - o PÁG 6. TECHO INTERIOR
 - o PÁG 7. LATERAL INFERIOR VENTILACIÓN
 - o PÁG 8. LATERAL INTERIOR ENCHUFES
 - o PÁG 9. RECORTE LATERAL INTERIOR ENCHUFES
 - o PÁG 10. INTERIOR TRASERO
- PLANO UNIFILAR
 - o PÁG 1. PLANO UNIFILAR DE LA CABINA

3.1.3.2. INTERPRETACIÓN DE LOS PLANOS

En caso de duda en la interpretación, las cotas prevalecerán sobre el dibujo y los planos de detalle sobre los de conjunto. Cualquier modificación en las dimensiones o disposición de los elementos gráficos deberá ser consultada y aprobada por la Dirección Facultativa antes de proceder a la fabricación de la unidad.

3.2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

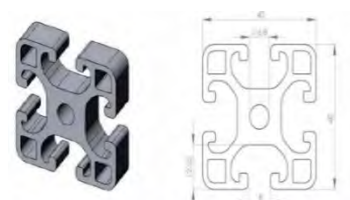
Este bloque tiene como objetivo definir las características técnicas mínimas, calidades y certificaciones que deben reunir todos los materiales y equipos que integran el habitáculo. Ningún material podrá ser sustituido por otro de distintas prestaciones sin la autorización previa y por escrito de la Dirección Facultativa.

3.2.1. ESTRUCTURA PORTANTE

La estructura del habitáculo será de tipo modular, basada en un sistema de perfiles de aluminio extruido de alta resistencia, que garantice la estabilidad dimensional y soporte las cargas de los cerramientos acústicos y vidrios.

3.2.1.1. PERFILERÍA DE ALUMINIO SERIE 4040 Y 4080

- Geometría: Perfil de sección cuadrada de 40x40x80 mm con cuatro o seis ranuras abiertas.
- Tipo de Ranura: Ranura tipo I con un ancho de 8 mm para el alojamiento de tuercas martillo y accesorios de fijación.
- Material: Aleación de aluminio AlMgSi0,5 F25 con acabado anodizado natural para protección contra la corrosión y estética profesional.
- Propiedades mecánicas: El perfil deberá soportar las cargas estáticas de los paneles de MDF de 16 mm y los vidrios laminados 6+6 sin presentar deformaciones superiores a L/300.



Profile 40x40 I-Type slot 8			
Slot		8	mm
Mass	m	1,74	Kg/m
Moment of Inertia	Ix	9,00	cm ⁴
	Iy	9,00	cm ⁴
Section modulus	Wx	4,50	cm ³
	Wy	4,50	cm ³
Surface	A	4,46	cm ²

Ilustración 19 - Sección perfil 4040

3.2.1.2. ELEMENTOS DE UNIÓN Y ACCESORIOS

- Escuadras de unión: Coexistirán dos tipos:
 - o Escuadra Interna zamak (30 B-Type / 40 I-Type) Ranura 8 M6: Se usará para la union en T entre perfiles.



Ilustración 20 - Escuadra interna Zamak

- o Conector de esquina 3D 40x40 Tipo I ranura 8 con tornillo M6*12: Se usará para la conexión de 3 perfiles en las 8 esquinas que conforman el habitáculo.



Ilustración 21 - Conector esquina 3D 40x40

- Tornillería: Todos los tornillos de unión serán de acero inoxidable o acero grado 8.8 zincado, con cabeza avellanada o cilíndrica según la ubicación.
- Tuerca corredera insertable C/Guía, Ranura 8 Tipo-I [M6]: Se utilizarán tuercas martillo M6 de inserción posterior para ranura de 8 mm, asegurando un par de apriete que garantice la rigidez del chasis frente a vibraciones.



Ilustración 22 - Tuerca corredera insertable

3.2.1.3. ELEMENTOS DE REMATE Y ESTÉTICA

- Embellecedores de tornillería: Todas las cabezas de tornillo ubicadas en los paneles de MDF laterales deberán ser recubiertas con un embellecedor adhesivo del mismo tono o acabado del tablero donde estará ubicado, quedando casi imperceptibles.
- Cantos de los paneles: Todos los cantos que queden vistos deberán ir canteados con el mismo tono o acabado que el panel en sí.
- Moqueta: El suelo de la cabina deberá ir revestido con moqueta de tela con base en caucho a fin de evitar su deslizamiento.

3.2.2. CERRAMIENTOS

Los cerramientos laterales, el techo y el suelo del habitáculo se ejecutarán mediante un sistema sándwich multicapa de altas prestaciones acústicas. Este sistema basa su eficacia en la combinación de materiales de diferente densidad y porosidad para maximizar la pérdida por transmisión y el coeficiente de absorción.

3.2.2.1. PANELES DE DENSIDAD MEDIA (MDF)

- Función: Actuar como barrera de masa para el aislamiento a bajas y medias frecuencias.
- Espesor en paredes y techo: 16 mm.
- Espesor en suelo: 30 mm para garantizar la rigidez estructural y el soporte del usuario.
- Propiedades: Los paneles deberán tener una densidad mínima de 750 kg/m³. El acabado exterior será liso y estará preparado para el lacado o el revestimiento decorativo.

3.2.2.2. PANELES DE FIBRA DE POLIESTER (PET)

- Función: Disipación de la energía sonora por porosidad y eliminación de ondas estacionarias en el interior de la cabina.
- Núcleo aislante (Interior del sándwich): Panel de fibra de poliéster de 40 mm de espesor con una densidad de 220 kg/m³.

- Revestimiento interior visible: Panel de PET de 9 mm de espesor, con acabado estético tipo fieltro, diseñado para el acondicionamiento acústico interno (control del TR60).
- Certificaciones: El material PET deberá ser libre de fibras de vidrio, no desprender partículas y poseer una clasificación de reacción al fuego B-s1, d0 según UNE-EN 13501-1.

3.2.2.3. ADHESIVOS Y SELLADO DE JUNTAS

La adhesión de los paneles de PET a MDF o a PET se realizará mediante adhesivo POLIMERO QS EMAX MS-60 TRANSPARENTE o similar que tenga un poder de adhesión superior a 200 kg/10 cm² y con acabado transparente.

3.2.3. CERRAMIENTOS TRASLÚCIDOS

El habitáculo dispondrá de superficies transparentes en la puerta de acceso y en el panel posterior para garantizar la entrada de luz natural, evitar la sensación de claustrofobia y permitir la visibilidad exterior. Estos elementos deben mantener el índice de aislamiento global del conjunto.

3.2.3.1. VIDRIO LAMINADO DE SEGURIDAD (6+6)

- Composición: Doble hoja de vidrio plano de 6 mm de espesor, unidas mediante dos láminas de butiral de polivinilo (PVB) de 0,38 mm cada una, conformando un espesor total nominal de 12,76 mm.
- Función Acústica: El uso de vidrio laminado es obligatorio para evitar la frecuencia de resonancia del vidrio simple y mejorar la amortiguación de la onda sonora (efecto membrana del PVB).
- Seguridad: Cumplirá con la norma UNE-EN 12150-1. En caso de rotura, los fragmentos deberán quedar adheridos a la lámina de plástico intermedia para evitar lesiones al usuario.

3.2.3.2. HERRAJES Y FIJACIÓN PARA VIDRIO

- Bisagras: Se emplearán bisagras de alta resistencia con apertura de 170°, fabricadas en latón sólido cromado o acero inoxidable, diseñadas específicamente para soportar el peso de la puerta de vidrio laminado (aprox. 30 kg/m²).
- Cerradura: Sistema de cerradura de impacto con picaporte silencioso, asegurando que la puerta ejerza una presión constante sobre la junta de goma perimetral.
- Perfiles en "U": Para la fijación del panel fijo trasero, se utilizarán perfiles de aluminio en "U" autosellantes integrados en la ranura del perfil 4040, con calzos de apoyo de goma para evitar el contacto directo vidrio-metal.

3.2.3.3. ESTANQUEIDAD

- Juntas Perimetrales: Todo el perímetro de los vidrios se sellará mediante juntas de caucho EPDM o silicona neutra de alta densidad.
- Burlete de Puerta: La puerta incorporará un burlete de silicona en forma de "u" en todo su perímetro.

3.2.4. INSTALACIONES: ELECTRICIDAD, VENTILACIÓN Y CONECTIVIDAD

Este apartado define los componentes activos que dotan al habitáculo de operatividad. Todos los elementos eléctricos deberán disponer de certificación CE y ser instalados de forma que no se comprometa la estanqueidad acústica de la cabina.

3.2.4.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Entrada de Alimentación: Conector tipo IEC C14 macho empotrable, con interruptor basculante iluminado y portafusibles integrado (fusible de 10A) para la protección general del habitáculo.



Ilustración 23 - Conector IEC C14 con portafusibles e interruptor luminoso

- Cableado: Conductores de cobre unipolar tipo H07Z1-K (libre de halógenos) de sección 1,5 mm² para circuitos de fuerza e iluminación. El cableado se discurrirá preferentemente por el interior de tubos corrugados ubicados en las ranuras mecanizadas en el PET de 40 mm del interior de las paredes.
- Mecanismos:
 - Toma de corriente doble Schuko Tipo F con USB Luxe 990
 - Interruptor Simple Luxe 990 con dos mecanismos.
 - Placas y marcos de acabado estético tipo Luxe o similar.



Ilustración 24 - Toma corriente Schuko con USB Luxe 990

3.2.4.2. CONECTIVIDAD

- Puertos USB incluido en las tomas de corriente (2x USB-B + 2 USB-C).
- Toma de datos RJ-45 Categoría 6 con ambos extremos hembra para facilitar la conexión externa.

3.2.4.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

- Luminaria: Panel o regleta LED lineal de bajo perfil, integrada en el techo del habitáculo.
- Prestaciones: Potencia mínima de 10W con una temperatura de color neutra (4000K). Se garantizará un nivel de iluminancia media de 500 lx en el plano de trabajo.
- Control: Interruptor simple empotrado accesible desde la posición de sentado.

3.2.4.4. SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA

- Extractor Axial: Ventilador de alta eficiencia y bajo nivel sonoro (especificación tipo Noctua NF-A12x25 o similar), alimentado a 12V DC mediante transformador interno 230V/12V.



Ilustración 25 - Ventilador Noctua NF-A12x25

- Capacidad de Renovación: El sistema debe asegurar un caudal suficiente para renovar el aire interior en menos de un minuto, evitando la acumulación de CO₂ y el discomfort térmico.
- Tratamiento Acústico (Silenciador): Las tomas de entrada y salida de aire estarán equipadas con un laberinto acústico a modo de silenciador mecanizado en el panel de PET de 40 mm, revestido con material absorbente para minimizar la transmisión de ruido a través de los conductos.

3.3. ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN

Absolutamente todas las operaciones de montaje estarán descritas en los planos. No obstante, cualquier duda o consideración será remitida a la dirección facultativa.

3.3.1. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PORTANTE

El montaje de la estructura de perfiles de aluminio serie 4040 deberá realizarse siguiendo los planos de montaje donde se describirán todas las acciones a realizar para su correcto montaje y puesta en funcionamiento.

3.3.1.1. PREPARACIÓN Y MECANIZADO PREVIO

- Antes del ensamblaje, se verificará que todos los perfiles han sido cortados con una tolerancia de $\pm 0,5$ mm respecto a las medidas de proyecto.
- Se procederá a la limpieza de las ranuras y a la eliminación de rebabas en los extremos de los perfiles para asegurar un contacto íntimo y a escuadra entre las piezas.

3.3.1.2. ENSAMBLAJE DE LA BASE DEL BASTIDOR

- El montaje se iniciará por el bastidor inferior, asegurando que se sitúa sobre una superficie perfectamente nivelada.
- Se emplearán escuadras internas de acero niquelado para las conexiones en T, se insertarán las tuercas martillo M6 necesarias en cada perfil y se cerrará el marco mediante las escuadras de esquina, aplicando un par de apriete uniforme.
- Es imperativo verificar la horizontalidad de la base mediante nivel láser o de burbuja de alta precisión previo al alzado de los pilares o montantes.

3.3.1.3. ALZADO DE MONTANTES Y BASTIDOR SUPERIOR

- Se colocarán los perfiles verticales asegurando su perfecta verticalidad.
- Se cerrará la estructura con el bastidor superior, formando un cubo rígido. Durante este proceso, los tornillos se mantendrán con un apriete parcial para permitir ajustes finales.

3.3.1.4. VERIFICACIÓN DE TOLERANCIA Y ESCUADRÍA FINAL

Una vez presentada la estructura completa, y antes del apriete definitivo, se realizarán las siguientes comprobaciones obligatorias:

- Comprobación de diagonales: Se medirán las diagonales de cada cara del cubo. La desviación máxima permitida entre las dos diagonales de una misma cara será de ± 1 mm.
- Verificación de la cara de la puerta: Se prestará especial atención al vano donde se ubicará la puerta de vidrio, asegurando que los perfiles están perfectamente paralelos para evitar tensiones en las bisagras.
- Apriete final: Una vez validada la geometría, se procederá al apriete definitivo de toda la tornillería, aplicando fijador de roscas en todos los tornillos empleados en el montaje.

3.3.2. INSTALACIÓN DE PANELES Y SELLADO

La eficacia del aislamiento acústico del habitáculo depende de la ausencia total de fugas de aire y puentes acústicos. La instalación de los cerramientos opacos se realizará siguiendo un protocolo estricto de sellado y fijación.

3.3.2.1. PREPARACIÓN Y MECANIZADO DE LOS PANELES

- Los paneles de MDF de 16 mm y los núcleos de PET de 40 mm y 9 mm deberán cortarse mediante control numérico (CNC) para asegurar la coincidencia exacta con los vanos de la estructura de aluminio.
- Se realizarán los mecanizados necesarios para el sistema de ventilación forzada en el panel de PET de 40 mm, creando el recorrido en forma de

serpiente, necesario para la supresión sonora, definido en los cálculos y planos.

- Se practicarán los orificios para el paso de cableado y cajas de mecanismos atendiendo a las tolerancias descritas en los planos y asegurando un acabado sin astillado ni rebabas.

3.3.2.2. PROCESO DE ADHESIÓN DE LOS PANELES

- La unión entre el MDF y las capas de PET se realizará mediante la aplicación de adhesivo POLIMERO QS EMAX MS-60 TRANSPARENTE o similar que tenga un poder de adhesión superior a 200 kg/10cm² y con acabado transparente repartido uniformemente.
- Se aplicará presión constante sobre el panel de poliéster durante el tiempo de curado especificado por el fabricante para asegurar la estabilidad final del tabique.

3.3.2.3. ESTANQUEIDAD DE LOS PANLELES

- Antes de presentar los paneles en la estructura, se colocará una banda de neopreno de espesor máximo 1,5 mm en el lateral del perfil 4040. Esta banda actuará como desacoplador elástico, evitando la transmisión de vibraciones desde la estructura al panel y viceversa.
- Los paneles se fijarán a la perfilería mediante tornillería de acero galvanizado M6x25mm con cabeza avellanada atornilladas a tuercas martillo para ranura I M6, asegurando que el panel queda comprimido contra la banda de neopreno.

3.3.3. INSTALACIÓN DE VIDRIOS Y HERRAJES

La colocación de los elementos traslúcidos se realizará una vez consolidada la estructura portante y tras haber verificado las escuadrías de los vanos. Se extremarán las precauciones para evitar golpes en los cantos del vidrio, que podrían provocar roturas diferidas.

3.3.3.1. MONTAJE DEL PANEL DE VIDRIO TRASERO

- El perímetro del vidrio laminado se cercará con una junta de goma de modo que se evite el contacto entre el aluminio de los marcos y el vidrio.
- El vidrio laminado 6+6 del panel posterior se introducirá en la ranura del perfil y se fijará mediante perfiles autocerrantes con sello de goma incorporado.

3.3.3.2. MONTAJE DE PUERTA Y HERRAJES

- Bisagras: Se instalarán las bisagras de 170° (latón sólido cromado) fijándolas mecánicamente a los montantes de aluminio mediante tornillería de acero inoxidable y tuercas martillo.
- Alineación: Se procederá al colgado de la puerta de vidrio, ajustando las bisagras para que el huelgo perimetral sea constante (entre 3 y 5 mm).
- Cierre y estanqueidad: Se instalará el sistema de cerradura convencional. Es imperativo que, en posición de cierre, la puerta comprima mecánicamente el burlete de silicona perimetral para asegurar el aislamiento de Clase A.

3.3.3.3. VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD

- Se realizarán ciclos de apertura y cierre para comprobar que no existen roces ni ruidos mecánicos.
- Se verificará que el vidrio cumple con el marcado CE y la normativa de seguridad para evitar proyecciones en caso de rotura accidental.

3.3.4. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La integración de los sistemas de electricidad, iluminación y ventilación se llevará a cabo de forma que se garantice la continuidad de la barrera acústica, evitando la creación de puentes sonoros a través de las canalizaciones.

3.3.4.1. INSTALACIÓN DE CONDUCTOS Y CABLEADO

- El cableado eléctrico y de datos se discurrirá por el interior de tubos corrugados independientes con el final de evitar interferencias electromagnéticas.
- Todo el cableado eléctrico será H07Z1-K de 1,5 mm², cumpliendo además con el código de colores definido en el REBT.

3.3.4.2. MONTAJE DE LA VENTILACIÓN

- El ventilador a instalar será el Noctua NF-A12x25 G2 PWM o igual en cuanto a dimensiones y características sonoras y de caudal. De no instalarse el previsto, se deberá asegurar la incorporación de silentblocks entre el ventilador y el techo de MDF.

3.3.4.3. INSTALACIÓN DE LUMINARIAS Y MECANISMOS

- La luminaria LED se fijará al techo mediante clips de presión o adhesivo de montaje, asegurando que la conexión eléctrica quede oculta y protegida.
- Las cajas de mecanismos se empotrarán en el panel multicapa asegurando mediante tornillería para madera 4x al panel MDF trasero.
- El conector de entrada IEC C14 se instalará en la base de la cabina, asegurando una fijación mecánica sólida mediante tornillería roscada al panel de MDF.

3.3.4.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Tras el montaje de las instalaciones, se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Prueba de polaridad y continuidad: Verificación de la correcta conexión de las tomas de corriente y la continuidad del conductor de protección (tierra) en toda la estructura de aluminio.

- Prueba de caudal: Activación del extractor para confirmar que el tiempo de renovación de aire es inferior a un minuto.
- Medición lumínica: Verificación con luxómetro de que se alcanzan los 500 lx en la superficie de trabajo.
- Comprobación de movilidad: Asegurar el correcto desplazamiento de las cabinas sobre sus ruedas.

3.3.5. PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD

Una vez finalizado el montaje y antes de la entrega de la unidad, se llevará a cabo un protocolo de inspección y ensayos para asegurar que el habitáculo cumple con los estándares de seguridad, funcionalidad y desempeño acústico proyectados.

3.3.5.1. ENSAYOS ACÚSTICOS

Es la prueba crítica para la validación del proyecto. Se realizarán las siguientes mediciones:

- Reducción del nivel de voz (ISO 23351-1): Se realizará el ensayo para determinar la reducción sonora global. El objetivo es confirmar que el habitáculo se sitúa en la Clase A, con una reducción de nivel de voz superior a 30 dB. La prueba se realizará acorde a la normativa.
- Tiempo de Reverberación (TR_{60}): Mediante un sonómetro certificado y una fuente sonora de impulsos, se medirá el TR_{60} en el interior de la cabina. El valor obtenido deberá ajustarse a los cálculos teóricos para garantizar una óptima inteligibilidad del habla y confort auditivo.

3.3.5.2. VERIFICACIONES DE ESTANQUEIDAD Y TOLERANCIAS

- Prueba de presión negativa: Con la puerta cerrada y bloqueando la entrada de aire inferior, se activará el sistema de extracción a su máxima potencia. Se utilizará un anemómetro o hilo de humo en las juntas de los

perfiles y vidrios para detectar posibles infiltraciones de aire que indiquen un sellado defectuoso.

- Inspección de escuadrías: Se verificará mediante medición láser que no han aparecido desviaciones en las diagonales de la estructura tras la carga de los vidrios. La tolerancia máxima admitida se mantiene en ± 1 mm.

3.3.5.3. ENSAYOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

- Continuidad de masa: Se comprobará con un multímetro la continuidad eléctrica de toda la perfilería de aluminio, asegurando que cualquier derivación sea conducida correctamente a la toma de tierra del conector IEC.
- Verificación de protecciones: Inspección del correcto estado del fusible de 10A integrado y del funcionamiento del interruptor general iluminado.

3.3.5.4. INFORME DE RECEPCIÓN

Los resultados de estas pruebas se recogerán en un acta de recepción firmada por la Dirección Facultativa. La detección de cualquier incumplimiento en los niveles acústicos o de seguridad será motivo de rechazo de la unidad, debiendo el contratista subsanar las fugas o defectos de montaje a su cargo.

3.4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

3.4.1. UNIDADES DE MEDIDA Y VALORACIÓN

Este apartado establece los criterios para la medición y el precio de las distintas unidades de obra que componen el habitáculo monoplaza.

3.4.1.1. CRITERIOS GENERALES DE VALORACIÓN

Los precios fijados en el Presupuesto del proyecto incluyen todos los costes necesarios para la completa ejecución de la unidad, entendiéndose que en ellos están integrados:

- El coste de adquisición de materiales, accesorios y equipos en origen.
- El transporte de todos los componentes hasta el lugar de montaje.
- La mano de obra especializada para el mecanizado de perfiles, montaje de paneles, vidrios e instalaciones.
- El uso de herramientas, maquinaria y medios auxiliares necesarios.
- Los gastos generales, beneficio industrial y cualquier tipo de arbitrio o tasa aplicable (excepto el IVA, que se desglosará aparte).

3.4.1.2. UNIDADES DE MEDIDA

Para la valoración del proyecto se emplearán las siguientes unidades:

- Unidad (ud): Para elementos indivisibles como el extractor axial, la luminaria LED, el conector IEC, etc.
- Metro lineal (mL): Para la perfilería de aluminio serie 4040, cables eléctricos y perfiles de remate.
- Metro cuadrado (m²): Para los paneles de MDF, paneles de PET y vidrios laminados 6+6.

3.4.1.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si durante la ejecución fuera necesario emplear materiales no previstos o de distintas características a las especificadas, el precio de estos será acordado entre el Contratista y la Dirección Facultativa mediante la redacción de un acta de precios contradictorios, antes de su instalación.

3.4.2. FORMA DE PAGO Y CERTIFICACIONES

El abono de los trabajos se realizará mediante la modalidad de pago por hitos de ejecución, previa presentación de la factura correspondiente por parte del Contratista y validación por la Dirección Facultativa.

3.4.2.1. ANTICIPO POR ACOPIO E INICIO DE PROYECTO (50%)

Una vez formalizado el contrato y antes del inicio de los trabajos de mecanizado y fabricación, así como de la compra de los materiales, la Propiedad abonará al Contratista el 50% del presupuesto total en concepto de anticipo. Este pago tiene como objeto cubrir los costes de:

- Compra y destinación en planta de todos los materiales previsto para la construcción de la cabina.
- Reserva de capacidad de fabricación y mano de obra.

3.4.2.2. CERTIFICACIÓN FINAL Y LIQUIDACIÓN (50%)

El 50% restante se abonará tras la finalización completa del montaje y la puesta en marcha de todas las instalaciones. El derecho a este cobro quedará supeditado a la resolución favorable de los siguientes puntos:

- Verificación del correcto funcionamiento de los sistemas de iluminación, ventilación y conectividad.
- Cumplimiento de los niveles acústicos exigidos (Clase A según ISO 23351-1) mediante los ensayos definidos en el apartado 3.3.5. ENSAYOS ACÚSTICOS de este Pliego.
- Firma del Acta de Recepción y Entrega por parte de la Dirección Facultativa y la Propiedad.

3.4.2.3. PLAZOS Y MEDIOS DE PAGO

- El pago del anticipo se realizará en un plazo máximo de 10 días naturales tras la firma del contrato.
- El pago final se efectuará en un plazo de 30 días tras la firma del Acta de Recepción.
- Todos los pagos se realizarán mediante transferencia bancaria a la cuenta designada por el Contratista, salvo que se acuerde otra modalidad por escrito.

3.4.2.4. RETENCIONES Y PENALIZACIONES

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de retener el pago final en caso de que se detecten defectos en el aislamiento acústico o vicios ocultos en la instalación, hasta que el Contratista proceda a su subsanación sin coste adicional para la Propiedad.

3.4.3. PREVISIÓN DE PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se definen como precios contradictorios aquellos que correspondan a unidades de obra o materiales no previstos inicialmente en el presupuesto del proyecto, o aquellos que deban ser modificados por causas de fuerza mayor, falta de suministro o innovaciones técnicas propuestas por la Dirección Facultativa.

3.4.3.1. PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE PRECIOS

En caso de que sea necesaria la ejecución de una unidad no presupuestada, el Contratista presentará una propuesta de "Precio Contradictorio" basada en:

- El coste real de los materiales en el mercado en la fecha de la modificación.
- Los rendimientos de mano de obra estipulados para tareas similares en el Presupuesto.
- La aplicación de los mismos porcentajes de Gastos Generales y Beneficio Industrial que rijan en el contrato principal.

3.4.3.2. APROBACIÓN Y FIRMA

Ningún precio contradictorio tendrá validez ni dará derecho a cobro sin la aprobación previa y por escrito de la Dirección Facultativa mediante la firma de un Acta de Precios Contradictorios. Esta acta deberá ser aprobada antes de la instalación del material en cuestión.

3.4.3.3. REPERCUSIÓN EN LA FORMA DE PAGO

El importe derivado de los precios contradictorios aceptados se liquidará junto con el 50% final del presupuesto, una vez verificada la correcta instalación y funcionamiento del elemento sustitutivo. No se admitirán incrementos sobre el 50% de anticipo inicial por este concepto, salvo que la modificación suponga más del 10% del presupuesto total del proyecto.

4. PRESUPUESTO

Para el desarrollo de la cabina, se calcula el coste de los materiales, así como el de la ejecución por contrata. Este apartado se descompone en:

- ESTADO DE MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS
- PRESUPUESTO GENERAL

4.1. ESTADO DE MEDICIONES

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
PERFILERÍA DE ALUMUNIO, UNIONES Y PIEZAS METÁLICAS			
1	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x80x911mm	0,911	mL
2	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x80x950	0,950	mL
3	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x40x2180	2,180	mL
4	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x40x911	0,911	mL
5	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x40x950	0,950	mL
6	Perfil de aluminio angular en L - 40x20x2200 mm	2,200	mL
7	Perfil de aluminio angular en L - 40x20x900 mm	0,900	mL
8	Marco de aluminio autocerrable con junta de goma para cristal de espesor 12mm con 2176 mm de longitud	2,176	mL
9	Marco de aluminio autocerrable con junta de goma para cristal de espesor 12mm con 850 mm de longitud	0,850	mL
10	Conector de esquina 3D 40x40 Tipo I ranura 8 con tornillo M6	8	Ud.
11	Tuerca martillo insertable Tipo I M6	90	Ud.
12	Escuadra Interna zamak 40 Tipo I Ranura 8 M6	32	Ud.
13	Tornillo ISO 10642 (DIN 7991) - M6 x 1.0 x 25, Acero Clase 8.8, Cincado.	48	Ud.
14	Tornillo ANSI B18.3.4M - M6 x 0.7 x 20, Cabeza de botón, Hex. Interior, Acero Aleado.	12	Ud.
15	Tornillo ANSI B18.3.4M - M6 x 0.7 x 10, Cabeza de botón, Hex. Interior, Acero Aleado.	48	Ud.
16	Prisionero AS 1421 - M6 x 1.0 x 8, Punta cónica, Hexágono interior, Acero.	112	Ud.
17	Placa de acero de espesor 10 mm con orificios mecanizados para su anclaje a perfil 40x40	4	Ud.

18	Placa con ruedas de bolas con capacidad de carga de 300 Kg/placa incluyendo base autoadhesiva	4	Ud.
19	Bisagras de alta resistencia con capacidad de carga de 50 Kg/bisagra pensadas para vidrios de hasta 12mm de espesor	2	Ud.
20	Cerradura con llave para puertas de vidrio	1	Ud.
21	Cinta acústica de neopreno autoadhesiva 30mx35mm	1	Ud.
22	Burlete de goma cinta de 10 m autoadhesiva	1	Ud.
TABIQUERÍA Y CRISTALERÍA			
23	Suelo de melamina en base MDF espesor 30 mm 930x960mm	0,893	m2
24	Pared lateral de melamina en base MDF espesor 16mm 2316x1030mm	2,385	m2
25	Pared frontal/trasera de melamina en base MDF espesor 16mm 2316x962mm	2,228	m2
26	Techo de melamina en base MDF espesor 16mm 1030x930mm	0,958	m2
27	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 1055x950mm	1,002	m2
28	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 975x950 mm con mecanizado para instalación eléctrica	0,926	m2
29	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 40x950 mm	0,038	m2
30	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 405x950 mm	0,385	m2
31	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 9mm 950x860mm	0,817	m2
32	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 2100x950mm	1,995	m2
33	Vidrio templado laminado 6+6 2170x834mm (trasero)	1,810	m2
34	Vidrio templado laminado 6+6 2170x834mm (puerta)	1,810	m2
SISTEMA ELÉCTRICO			
35	Luz LED Marca Endolight 568x19x18 mm	1	Ud.
36	Ventilador Noctua NF-A12x25 G2 PWM 120x120x25 mm	1	Ud.

37	Transformador 220VAC a 12VDC	1	Ud.
38	Toma corriente tipo Schuko 16A con Usb tipo A y tipo C incorporados	2	Ud.
39	Mecanismo de interruptor doble	1	Ud.
40	Toma RJ-45	2	Ud.
41	Marco triple	1	Ud.
42	Enchufe hembra tipo IEC C14 con interruptor de desconexión luminoso y fusible de corte a 10A	1	Ud.
43	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm ² color azul destinado a neutro	6	mL
44	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm ² color negro, gris o marrón destinado a fase	6	mL
45	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm ² color verde y amarillo destinado a toma tierra	6	mL
46	Tubo corrugado de diámetro 2cm	6	mL
ELEMENTOS INTERIORES			
47	Taburete ajustable en altura	1	Ud.
48	Mesita plegable	1	Ud.
49	Moqueta acústica con base cáustica	1	Ud.
MANO DE OBRA			
50	Mano de obra Oficial 1 ^a Carpintería	16	Horas

4.2. CUADRO DE PRECIOS

Nº	DESCRIPCIÓN	PRECIO	UNIDAD
PERFILERÍA Y UNIONES			
1	Perfil aluminio 40x40	16,79 €	mL
2	Perfil aluminio 40x80	30,46 €	mL
3	Perfil alumnio en "L" 20x40	7,55 €	mL
4	Perfil autocerrable para vidrio trasero	3,00 €	mL
5	Conector de esquina 3D 40x40 Tipo I ranura 8 con tornillo M6	4,41 €	Ud.
6	Tuerca martillo insertable Tipo I M6	0,15 €	Ud.
7	Escuadra Interna zamak 40 Tipo I Ranura 8 M6	0,83 €	Ud.
8	Tornillo ISO 10642 (DIN 7991) - M6 x 1.0 x 25, Acero Clase 8.8, Cincado.	0,22 €	Ud.
9	Tornillo ANSI B18.3.4M - M6 x 0.7 x 20, Cabeza de botón, Hex. Interior, Acero Aleado.	0,32 €	Ud.
10	Tornillo ANSI B18.3.4M - M6 x 0.7 x 10, Cabeza de botón, Hex. Interior, Acero Aleado.	0,32 €	Ud.
11	Prisionero AS 1421 - M6 x 1.0 x 8, Punta cónica, Hexágono interior, Acero.	0,32 €	Ud.
12	Placa de acero de espesor 10 mm con orificios mecanizados para su anclaje a perfil 40x40	4,07 €	Ud.
13	Placa con ruedas de bolas con capacidad de carga de 300 Kg/placa incluyendo base autoadhesiva	4,95 €	Ud.
14	Bisagras de alta resistencia con capacidad de carga de 50 Kg/bisagra pensandas para vidrios de hasta 12mm de espesor	14,95 €	Ud.
15	Cerradura con llave para puertas de vidrio	47,00 €	Ud.
16	Cinta acústica de neopreno autoadhesiva 30mx35mm	9,45 €	Ud.
17	Adhesivo de montaje acabado cristal para polímeros MS	5,00 €	Ud.
18	Burlete de goma cinta de 10 m autoadhesiva	12,99 €	Ud.
TABIQUERÍA Y CRISTALERÍA			

19	Melamina en base MDF de espesor 16mm	12,38 €	m2
20	Melamina en base MDF de espesor 30mm	24,00 €	m2
21	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm	51,11 €	m2
22	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 9mm	11,50 €	m2
23	Vidrio templado laminado 6+6	197,60 €	m2
SISTEMA ELÉCTRICO			
24	Luz LED Marca Endolight 568x19x18 mm	60,00 €	Ud.
25	Ventilador Noctua NF-A12x25 G2 PWM 120x120x25 mm	34,90 €	Ud.
26	Transformador 220VAC a 12VDC	15,99 €	Ud.
27	Toma corriente tipo Schuko 16A con Usb tipo A y tipo C incorporados	12,95 €	Ud.
28	Mecanismo de interruptor doble	4,95 €	Ud.
29	Toma RJ-45	4,95 €	Ud.
30	Marco triple	4,95 €	Ud.
31	Enchufe hembra tipo IEC C14 con interruptor de desconexión luminoso y fusible de corte a 10A	6,50 €	Ud.
32	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm2 color azul destinado a neutro	0,28 €	mL
33	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm2 color negro, gris o marrón destinado a fase	0,28 €	mL
34	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm2 color verde y amarillo destinado a toma tierra	0,28 €	mL
35	Tubo corrugado de diámetro 2cm	0,24 €	mL
ELEMENTOS INTERIORES			
36	Taburete ajustable en altura	59,99 €	Ud.
37	Mesa plegable 600x400mm	29,99 €	Ud.
38	Moqueta acústica con base caústica	20,00 €	Ud.

MANO DE OBRA			
39	Mano de obra Oficial 1ª Carpintería	19,00 €	Hora

4.3. PRESUPUESTO GENERAL

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PERFILERÍA DE ALUMINIO, UNIONES Y PIEZAS METÁLICAS					
1	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x80x911mm	1,82	mL	30,46 €	55,50 €
2	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x80x950	2,85	mL	30,46 €	86,81 €
3	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x40x2180	8,72	mL	16,79 €	146,41 €
4	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x40x911	1,82	mL	16,79 €	30,59 €
5	Perfil de aluminio ranura Tipo I - 8mm - 40x40x950	5,70	mL	16,79 €	95,70 €
6	Perfil de aluminio angular en L - 40x20x2200 mm	4,40	mL	7,55 €	33,22 €
7	Perfil de aluminio angular en L - 40x20x900 mm	1,80	mL	7,55 €	13,59 €
8	Marco de aluminio autocerrable con junta de goma para cristal de espesor 12mm con 2176 mm de longitud	4,35	mL	3,00 €	13,06 €
9	Marco de aluminio autocerrable con junta de goma para cristal de espesor 12mm con 850 mm de longitud	1,70	mL	3,00 €	5,10 €
10	Conector de esquina 3D 40x40 Tipo I ranura 8 con tornillo M6	8	ud.	4,41 €	35,28 €
11	Tuerca martillo insertable Tipo I M6	90	ud.	0,15 €	13,50 €
12	Escuadra Interna zamak 40 Tipo I Ranura 8 M6	32	ud.	0,83 €	26,56 €
13	Tornillo ISO 10642 (DIN 7991) - M6 x 1.0 x 25, Acero Clase 8.8, Cincado.	48	ud.	0,22 €	10,56 €
14	Tornillo ANSI B18.3.4M - M6 x 0.7 x 20, Cabeza de	12	ud.	0,32 €	3,84 €

	botón, Hex. Interior, Acero Aleado.				
15	Tornillo ANSI B18.3.4M - M6 x 0.7 x 10, Cabeza de botón, Hex. Interior, Acero Aleado.	48	ud.	0,32 €	15,36 €
16	Prisionero AS 1421 - M6 x 1.0 x 8, Punta cónica, Hexágono interior, Acero.	112	ud.	0,32 €	35,84 €
17	Placa de acero de espesor 10 mm con orificios mecanizados para su anclaje a perfil 40x40	4	ud.	4,07 €	16,28 €
18	Placa con ruedas de bolas con capacidad de carga de 300 Kg/placa incluyendo base autoadhesiva	4	ud.	4,95 €	19,80 €
19	Bisagras de alta resistencia con capacidad de carga de 50 Kg/bisagra, pensadas para vidrios de hasta 12mm de espesor	2	ud.	14,95 €	29,90 €
20	Cerradura con llave para puertas de vidrio	1	ud.	47,00 €	47,00 €
21	Cinta acústica de neopreno autoadhesiva 30mx35mm	1	ud.	9,45 €	9,45 €
22	Burlete de goma cinta de 10 m autoadhesiva	1	ud.	12,99 €	12,99 €
PARCIAL					756,34 €
TABIQUERÍA Y CRISTALERÍA					
23	Suelo de melamina en base MDF espesor 30 mm 930x960mm	0,893	m2	24,00 €	21,43 €
24	Pared lateral de melamina en base MDF espesor 16mm 2316x1030mm	2,385	m2	12,38 €	29,53 €
25	Pared frontal/trasera de melamina en base MDF espesor 16mm 2316x962mm	2,228	m2	12,38 €	27,58 €
26	Techo de melamina en base MDF espesor 16mm 1030x930mm	0,958	m2	12,38 €	11,86 €
27	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 1055x950mm	1,002	m2	51,11 €	51,22 €
28	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 975x950 mm con mecanizado para instalación eléctrica	0,926	m2	51,11 €	47,34 €

29	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 40x950 mm	0,038	m2	51,11 €	1,94 €
30	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 405x950 mm	0,385	m2	51,11 €	19,66 €
31	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 9mm 950x860mm	0,817	m2	11,50 €	9,40 €
32	Panel de fibra de poliéster (PET) espesor 40mm 2100x950mm	1,995	m2	51,11 €	101,96 €
33	Vidrio templado laminado 6+6 2170x834mm (trasero)	1,810	m2	197,60 €	357,61 €
34	Vidrio templado laminado 6+6 2170x834mm (puerta)	1,810	m2	197,60 €	357,61 €
PARCIAL					1.037,16 €
SISTEMA ELÉCTRICO					
35	Luz LED Marca Endolight 568x19x18 mm	1	ud.	60,00 €	60,00 €
36	Ventilador Noctua NF-A12x25 G2 PWM 120x120x25 mm	1	ud.	34,90 €	34,90 €
37	Transformador 220VAC a 12VDC	1	ud.	15,99 €	15,99 €
38	Toma corriente tipo Schuko 16 A con Usb tipo A y tipo C incorporados	2	ud.	12,95 €	25,90 €
39	Mecanismo de interruptor doble	1	ud.	4,45 €	4,45 €
40	Toma RJ-45	2	ud.	4,95 €	9,90 €
41	Marco triple	1	ud.	4,95 €	4,95 €
42	Enchufe hembra tipo IEC C14 con interruptor de desconexión luminoso y fusible de corte a 10A	1	ud.	6,50 €	6,50 €
43	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm2 color azul destinado a neutro	5	mL	0,28 €	1,40 €
44	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm2 color negro, gris o marrón destinado a fase	5	mL	0,28 €	1,40 €
45	Cable H07Z1-K de sección 1,5mm2 color verde y amarillo destinado a toma tierra	5	mL	0,28 €	1,40 €
46	Tubo corrugado de diámetro 2cm	6	mL	0,24 €	1,44 €

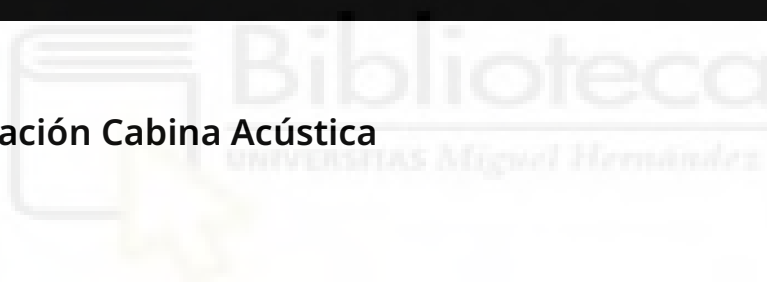
PARCIAL					168,23 €
ELEMENTOS INTERIORES					
47	Taburete ajustable en altura	1	ud.	59,99 €	59,99 €
48	Mesita plegable	1	ud.	29,99 €	29,99 €
49	Moqueta acústica con base cáustica	1	ud.	20,00 €	20,00 €
PARCIAL					109,98 €
50	MANO DE OBRA	16	Hora	19,00 €	304,00 €
COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL					2.375,71 €
	GASTOS GENERALES 15%				356,36 €
	BENEFICIO INDUSTRIAL 11%				261,33 €
SUMA					2.993,39 €
	IVA 21%				628,61 €
COSTE DE EJECUCIÓN POR CONTRATA					3.622,00 €

ANEXO I: CÁLCULOS LUMÍNICOS





Calculo Iluminación Cabina Acústica



Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación:

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.



Contenido

Portada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Descripción	5
Imágenes	6
Lista de luminarias	7

Fichas de producto

Endo Lighting - Shelf Downlight (1x Linear17_L600_4000K_Narrow)	8
---	---

Terreno 1

Edificación 1

Lista de luminarias	9
---------------------------	---

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 1

Lista de locales / Escena de luz 1	10
Lista de luminarias	12
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	13
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	15
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared) / Escena de luz 1 / Densidad lumínica	16

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

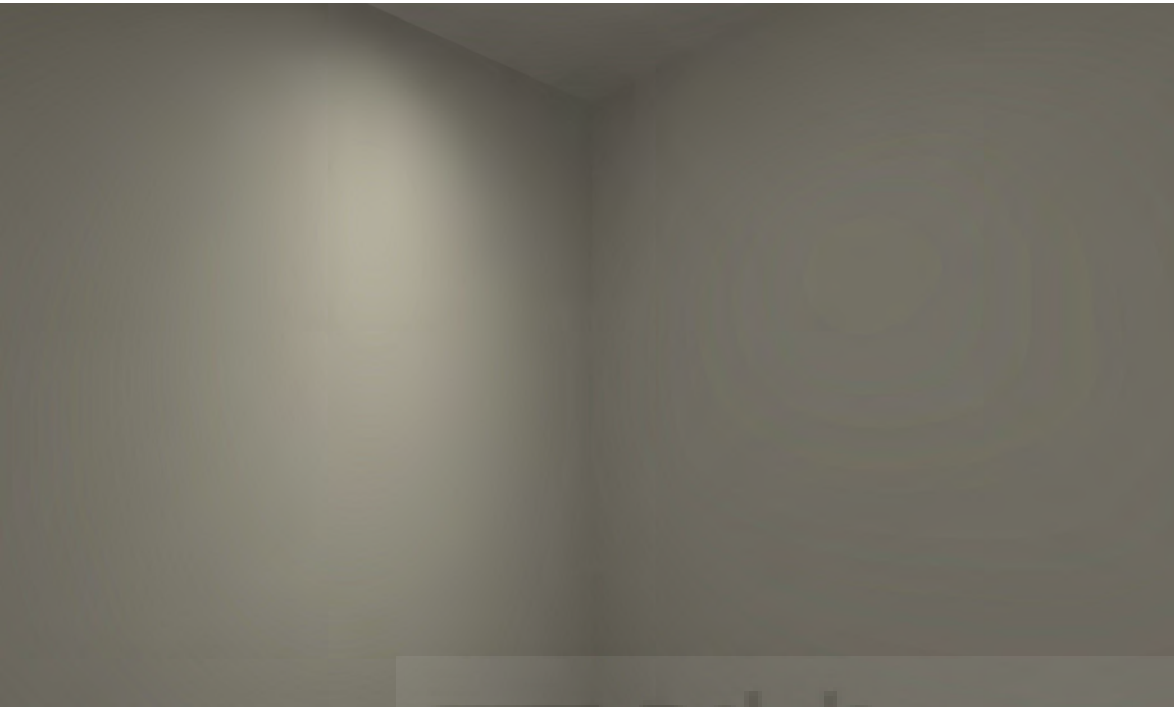
CABINA

Resumen / Escena de luz 1	17
Plano de situación de luminarias	19
Lista de luminarias	21
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	22
Plano útil (CABINA) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular	24
Taburete / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	25
Taburete / Escena de luz 1 / Densidad lumínica	26
Mesa / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	27
Mesa / Escena de luz 1 / Densidad lumínica	28
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	29

Contenido

Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) / Escena de luz 1 / Densidad lumínica	30
Glosario	31





Descripción



Imágenes

CABINA



Lista de luminarias

Φ_{total} 847 lm	P_{total} 12.3 W	Rendimiento lumínico 68.9 lm/W
---------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Endo Lighting	ERX9422S	Shelf Downlight	12.3 W	847 lm	68.8 lm/W

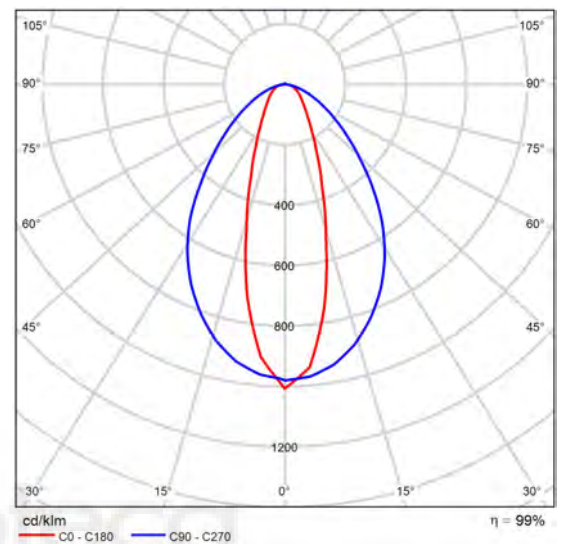


Ficha de producto

Endo Lighting - Shelf Downlight



Nº de artículo	ERX9422S
P	12.3 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	851 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	847 lm
η	99.50 %
Rendimiento lumínico	68.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	82



CDL polar

ERX9422S

Edificación 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 847 lm	P_{total} 12.3 W	Rendimiento lumínico 68.9 lm/W
---------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Endo Lighting	ERX9422S	Shelf Downlight	12.3 W	847 lm	68.8 lm/W



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

CABINA



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

CABINA

P_{total} 12.3 W	A_{Local} 0.79 m ²	Potencia específica de conexión 15.58 W/m ² = 2.84 W/m ² /100 lx (Área) 19.79 W/m ² = 3.61 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$E_{perpendicular}$ (Plano útil) 548 lx
-----------------------	------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Endo Lighting	ERX9422S	Shelf Downlight	12.3 W	847 lm



Edificación 1 · Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

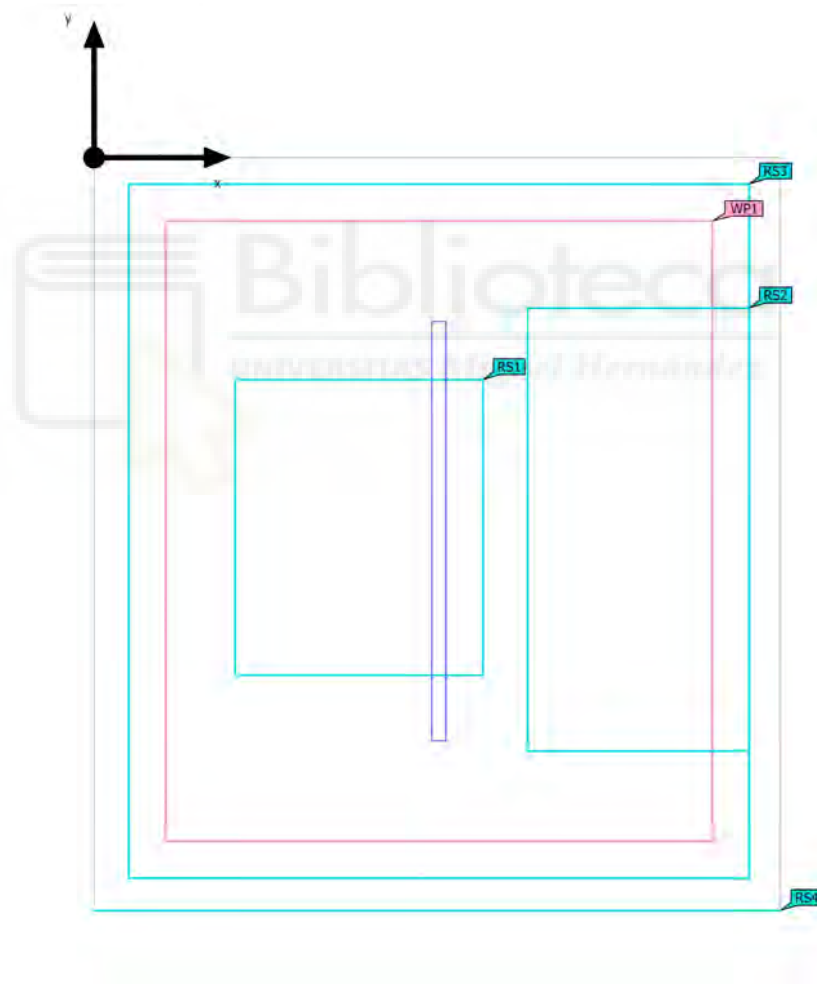
Φ_{total} 847 lm	P_{total} 12.3 W	Rendimiento lumínico 68.9 lm/W
---------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Endo Lighting	ERX9422S	Shelf Downlight	12.3 W	847 lm	68.8 lm/W



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

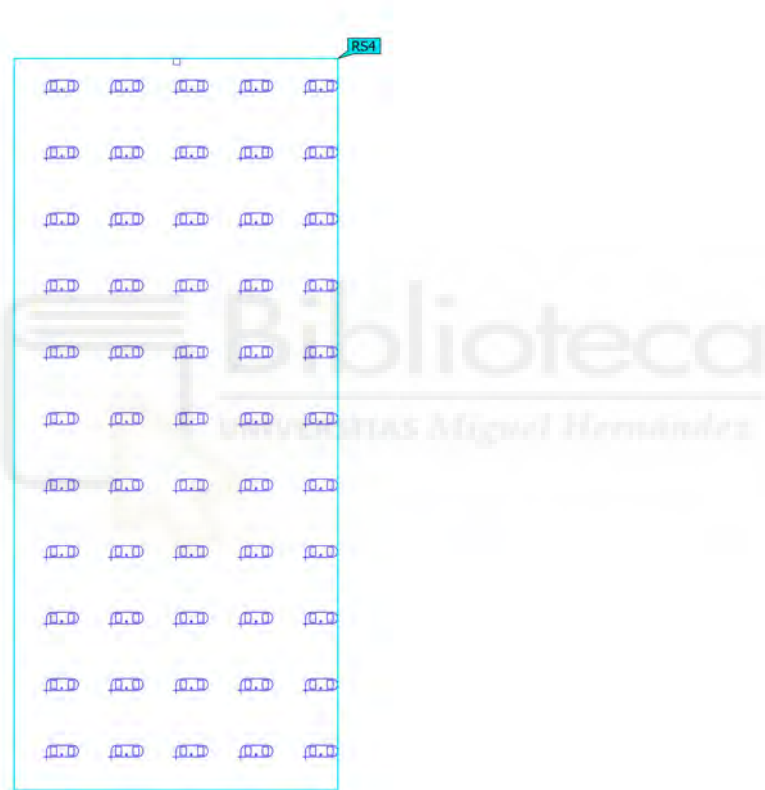
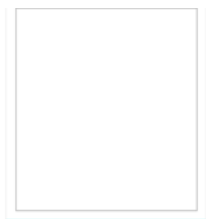
Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (CABINA) Iluminancia perpendicular Altura: 1.120 m, Zona marginal: 0.050 m	548 lx (≥ 500 lx) ✓	369 lx	765 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.48	WP1

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	$\varnothing$	mín	máx	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Mesa Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.120 m	439 lx	266 lx	676 lx	0.61	0.39	RS2
Mesa Densidad lumínica Altura: 1.120 m	69.9 cd/m ²	42.4 cd/m ²	108 cd/m ²	0.61	0.39	RS2
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	75.4 lx	0.57 lx	175 lx	0.008	0.003	RS3
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	4.80 cd/m ²	0.036 cd/m ²	11.2 cd/m ²	0.008	0.003	RS3
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.050 m	0.00 lx	0.00 lx	0.00 lx	-	-	RS4
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared) Densidad lumínica Altura: 1.050 m	0.00 cd/m ²	0.00 cd/m ²	0.00 cd/m ²	-	-	RS4
Taburete Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.747 m	437 lx	349 lx	481 lx	0.80	0.73	RS1
Taburete Densidad lumínica Altura: 0.747 m	69.6 cd/m ²	55.5 cd/m ²	76.6 cd/m ²	0.80	0.72	RS1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

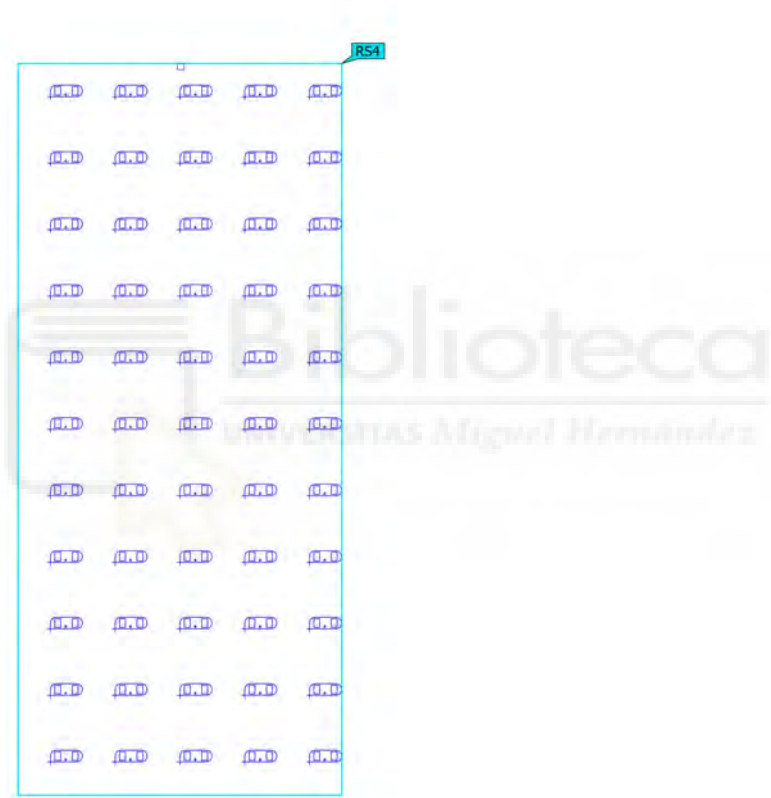
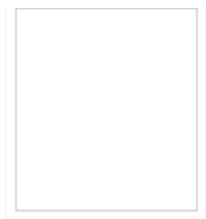
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared)



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.050 m	0.00 lx	0.00 lx	0.00 lx	-	-	RS4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

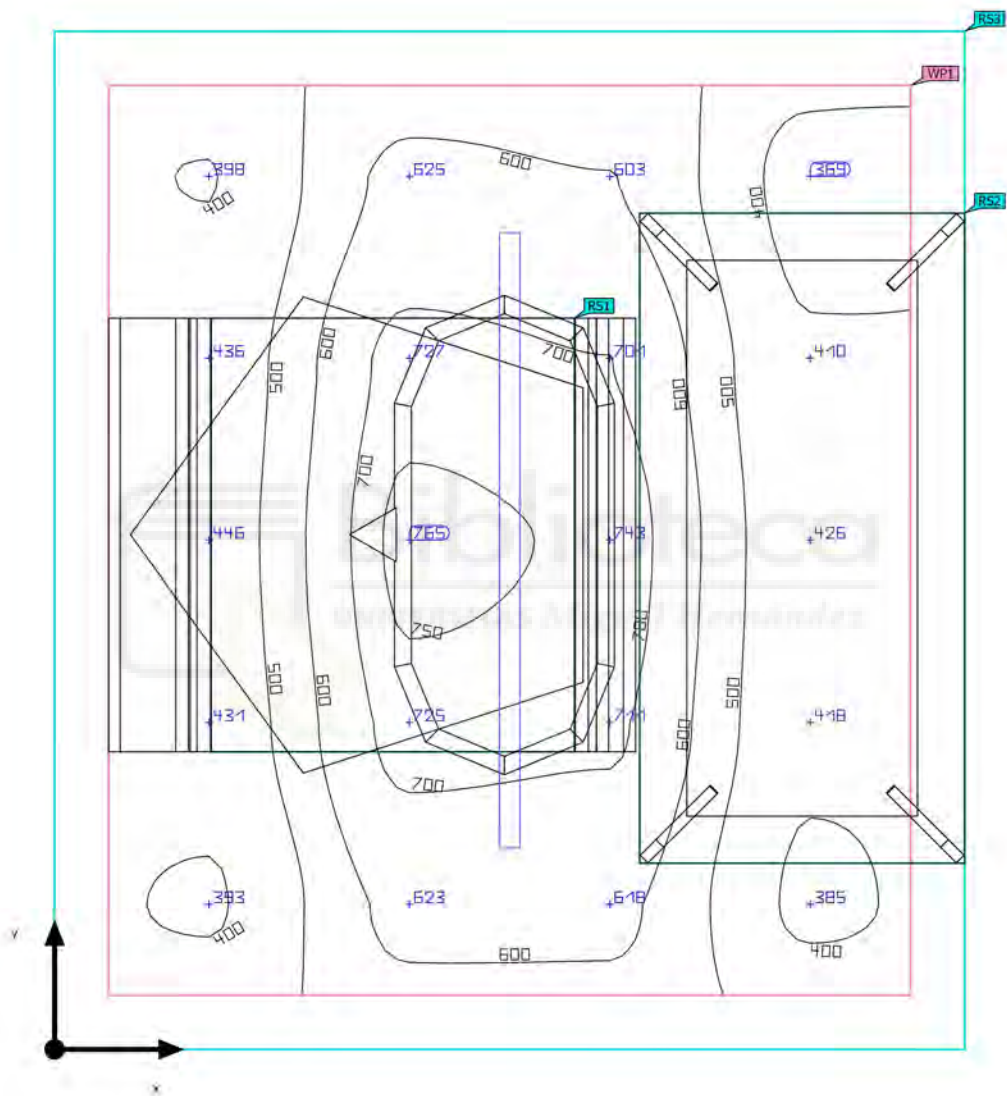
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared)



Propiedades	Ø	mín	máx	U _o (g ₁)	g ₂	Índice
Objeto de resultado de superficies 4 (Pared)	0.00 cd/m ²	0.00 cd/m ²	0.00 cd/m ²	-	-	RS4
Densidad lumínica						
Altura: 1.050 m						

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Resumen



Base	0.79 m ²
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 60.0 %, Suelo: 20.0 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.100 m
Altura de montaje	2.100 m
Altura Plano útil	1.120 m
Zona marginal Plano útil	0.050 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	548 lx	≥ 500 lx	✓	WP1
	$U_o (g_1)$	0.67	≥ 0.60	✓	WP1
	Potencia específica de conexión	19.79 W/m ²	–		
		3.61 W/m ² /100 lx	–		
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	18.9 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Área	Potencia específica de conexión	15.58 W/m ²	–		
		2.84 W/m ² /100 lx	–		

(1) Basado en un espacio rectangular de 0.840 m x 0.940 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

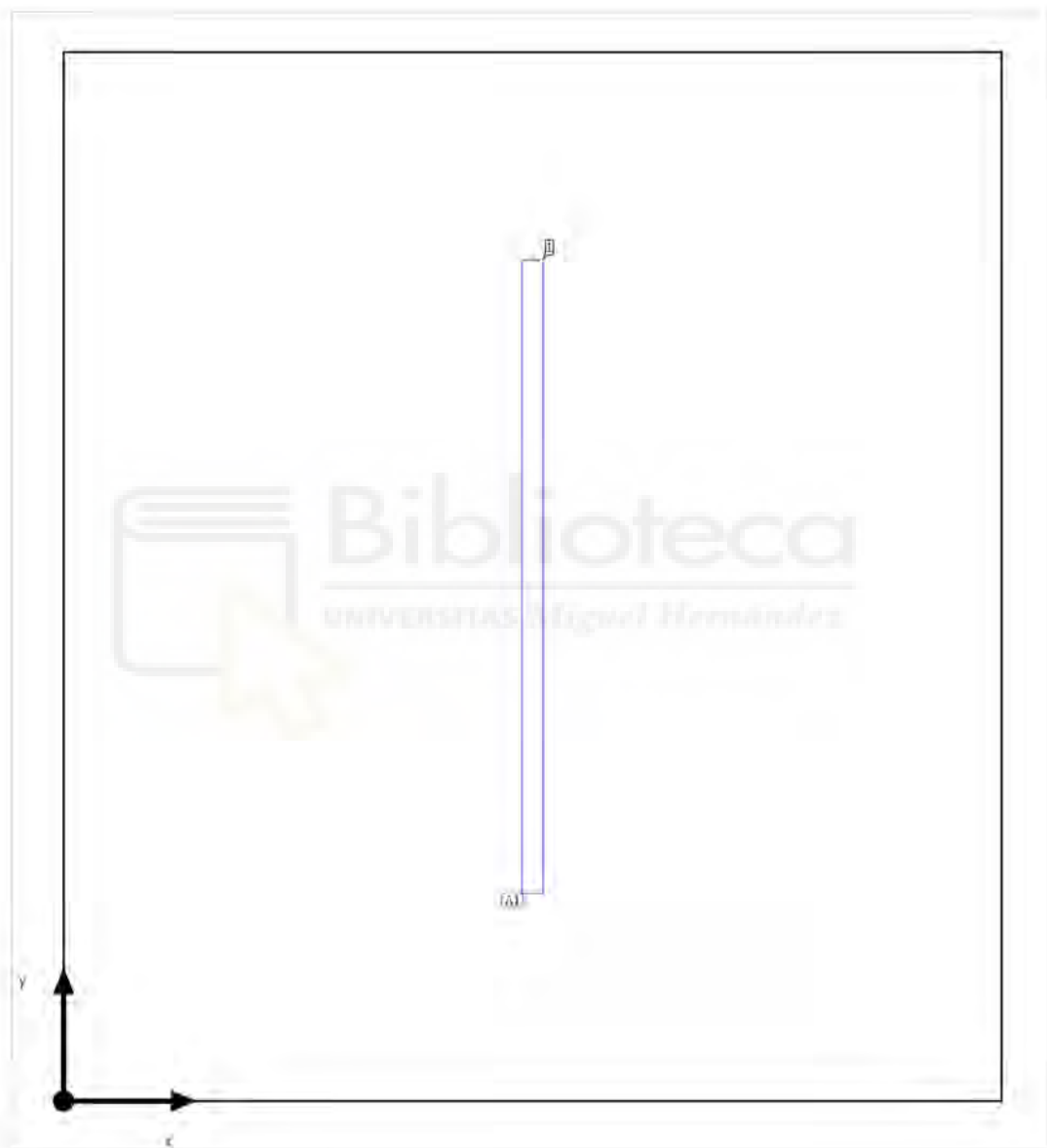
Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R _{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Endo Lighting	ERX9422S	Shelf Downlight	–	12.3 W	847 lm	68.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA

Plano de situación de luminarias



Fabricante	Endo Lighting	P	12.3 W
Nº de artículo	ERX9422S	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	847 lm
Nombre del artículo	Shelf Downlight		
Lámpara	1x Linear17_L600_4000K _Narrow		

1 x Endo Lighting Shelf Downlight

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.420 m / 0.470 m / 2.100 m	0.420 m	0.470 m	2.100 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 0.840 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 0.940 m				
Organización	A1				

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA

Lista de luminarias

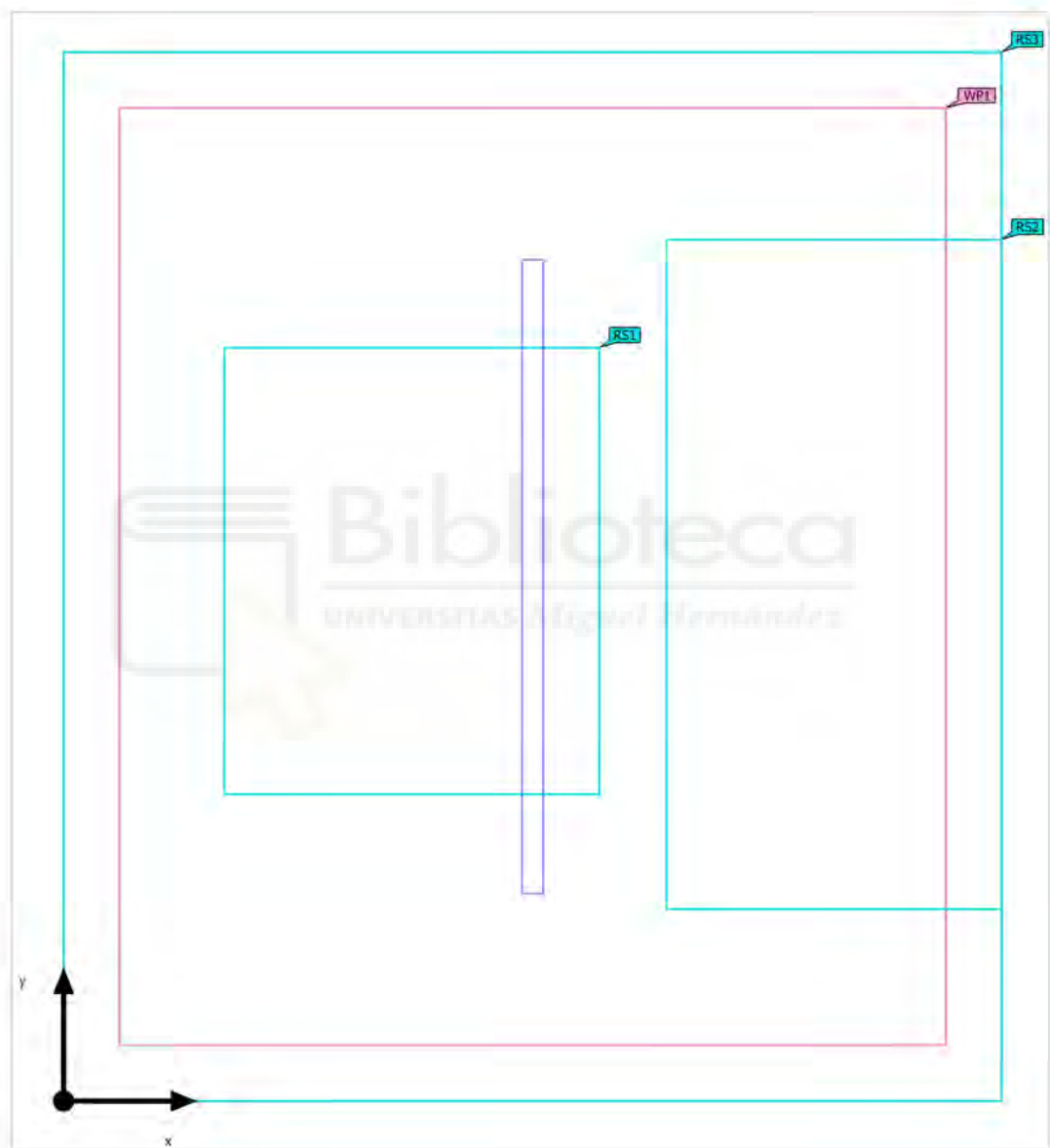
Φ_{total} 847 lm	P_{total} 12.3 W	Rendimiento lumínico 68.9 lm/W
---------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Endo Lighting	ERX9422S	Shelf Downlight	12.3 W	847 lm	68.8 lm/W



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (CABINA) Iluminancia perpendicular Altura: 1.120 m, Zona marginal: 0.050 m	548 lx (≥ 500 lx) ✓	369 lx	765 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.48	WP1

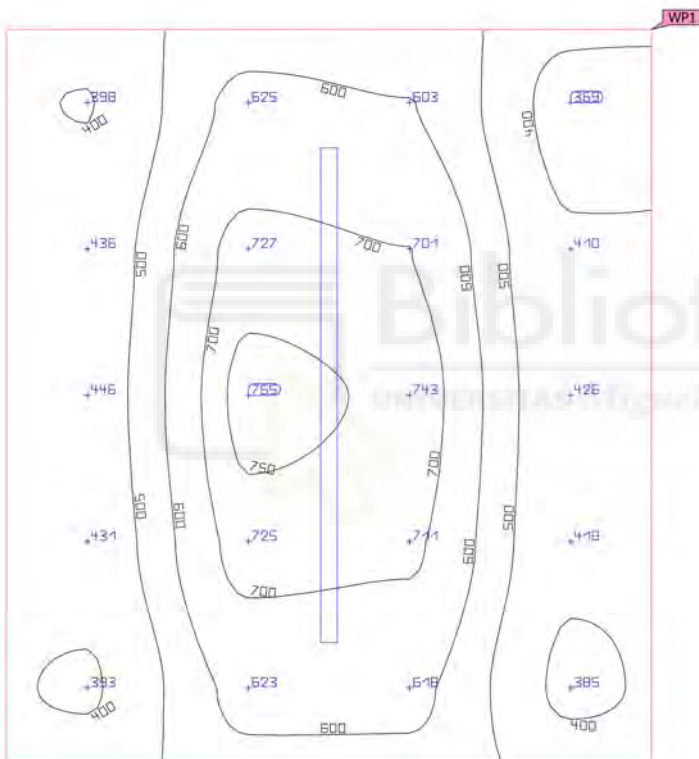
Objetos de resultado de superficies

Propiedades	$\varnothing$	mín	máx	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Mesa Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.120 m	439 lx	266 lx	676 lx	0.61	0.39	RS2
Mesa Densidad lumínica Altura: 1.120 m	69.9 cd/m ²	42.4 cd/m ²	108 cd/m ²	0.61	0.39	RS2
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	75.4 lx	0.57 lx	175 lx	0.008	0.003	RS3
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	4.80 cd/m ²	0.036 cd/m ²	11.2 cd/m ²	0.008	0.003	RS3
Taburete Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.747 m	437 lx	349 lx	481 lx	0.80	0.73	RS1
Taburete Densidad lumínica Altura: 0.747 m	69.6 cd/m ²	55.5 cd/m ²	76.6 cd/m ²	0.80	0.72	RS1

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Plano útil (CABINA)

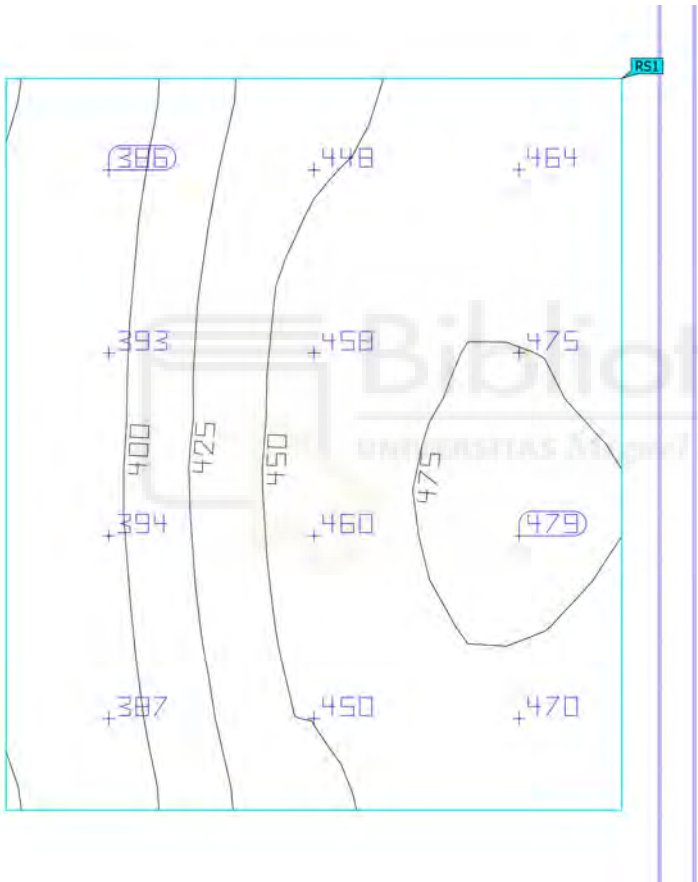
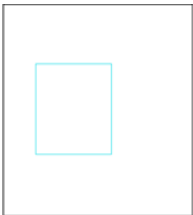


Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	E_{max}	U_o (g_1) (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (CABINA) Iluminancia perpendicular Altura: 1.120 m, Zona marginal: 0.050 m	548 lx (≥ 500 lx) ✓	369 lx	765 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.48	WP1

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Taburete

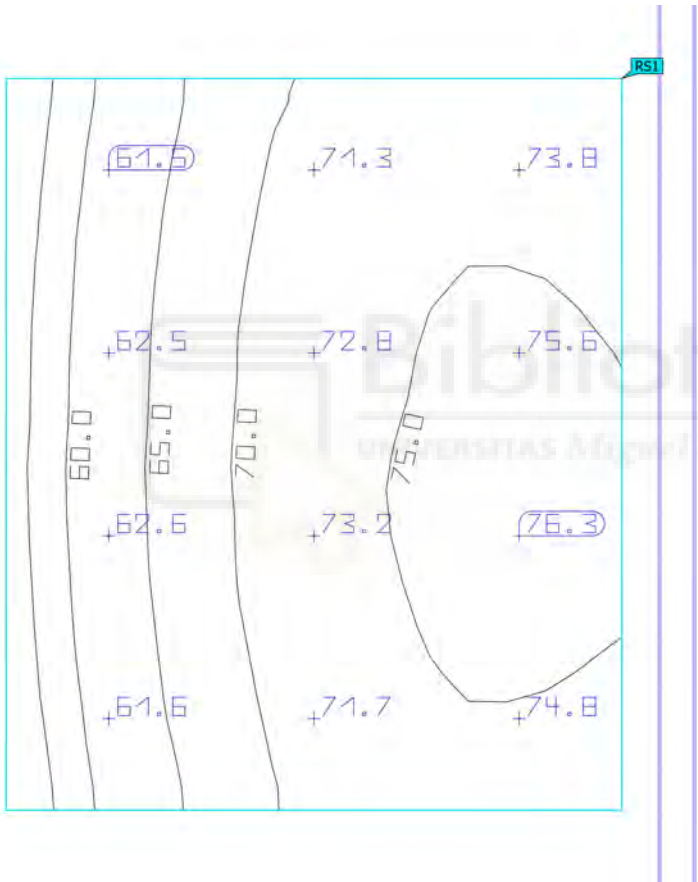
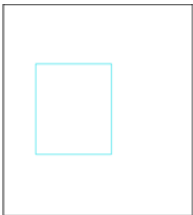


Propiedades	$\bar{E}$	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Taburete Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.747 m	437 lx	349 lx	481 lx	0.80	0.73	RS1

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Taburete

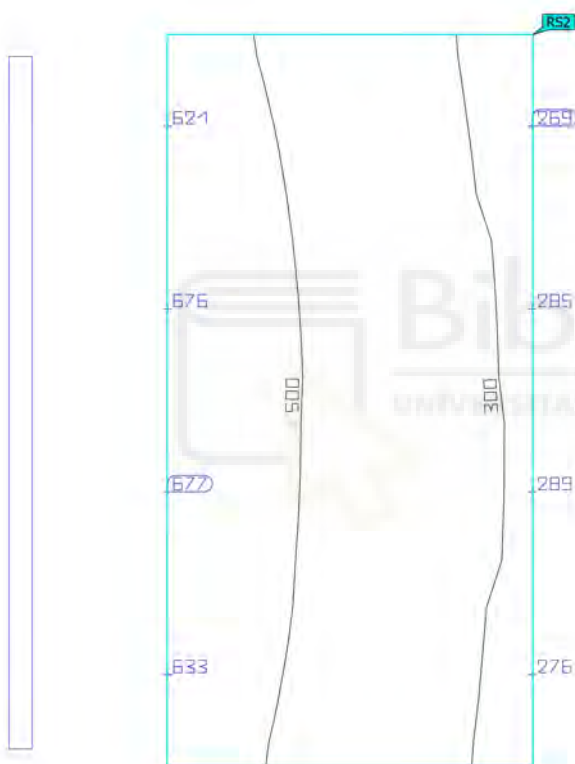
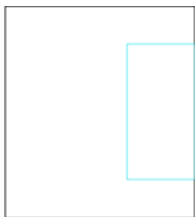


Propiedades	Ø	mín	máx	U _o (g ₁)	g ₂	Índice
Taburete	69.6 cd/m ²	55.5 cd/m ²	76.6 cd/m ²	0.80	0.72	RS1
Densidad lumínica						
Altura: 0.747 m						

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Mesa

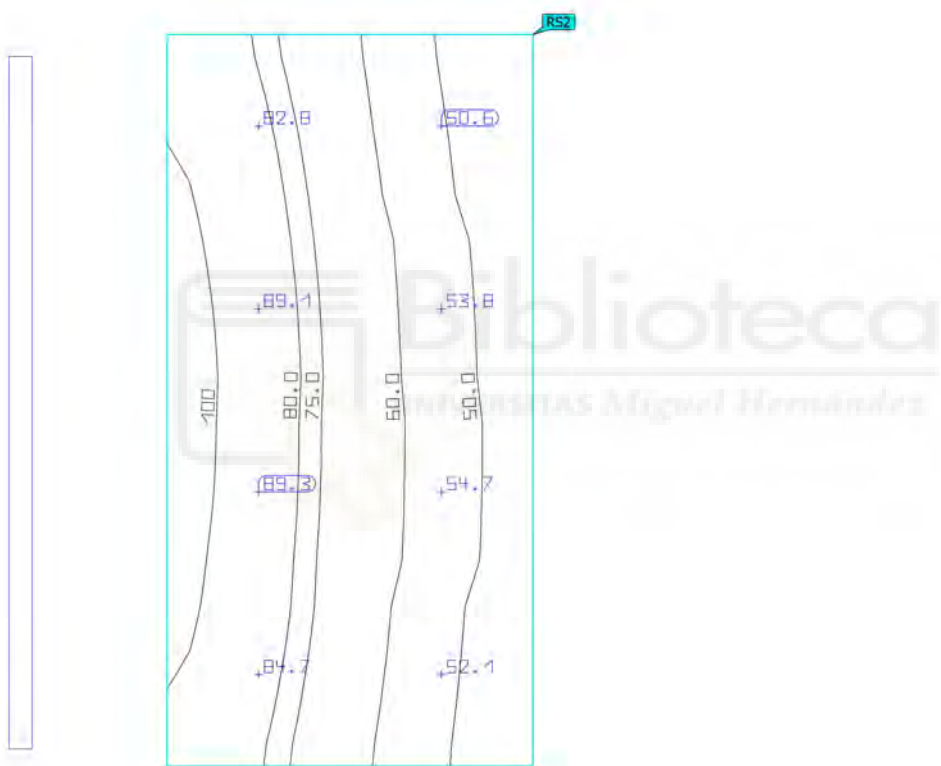
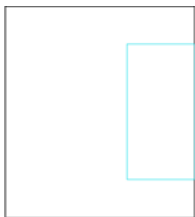


Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Mesa Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.120 m	439 lx	266 lx	676 lx	0.61	0.39	RS2

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Mesa

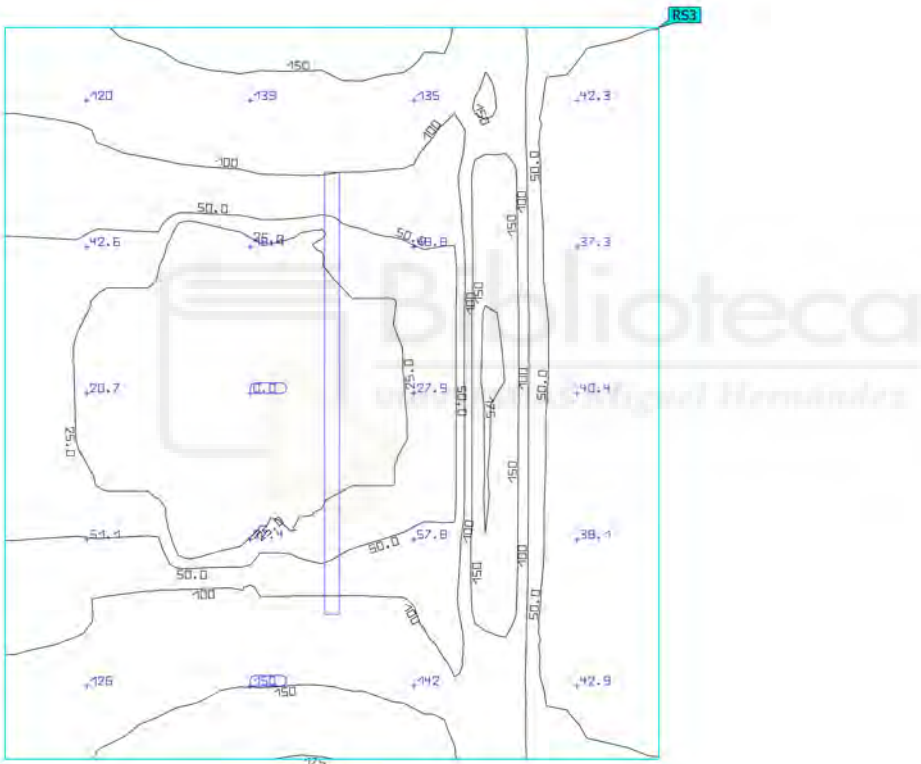


Propiedades	Ø	mín	máx	U _o (g ₁)	g ₂	Índice
Mesa	69.9 cd/m ²	42.4 cd/m ²	108 cd/m ²	0.61	0.39	RS2
Densidad lumínica						
Altura: 1.120 m						

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo)

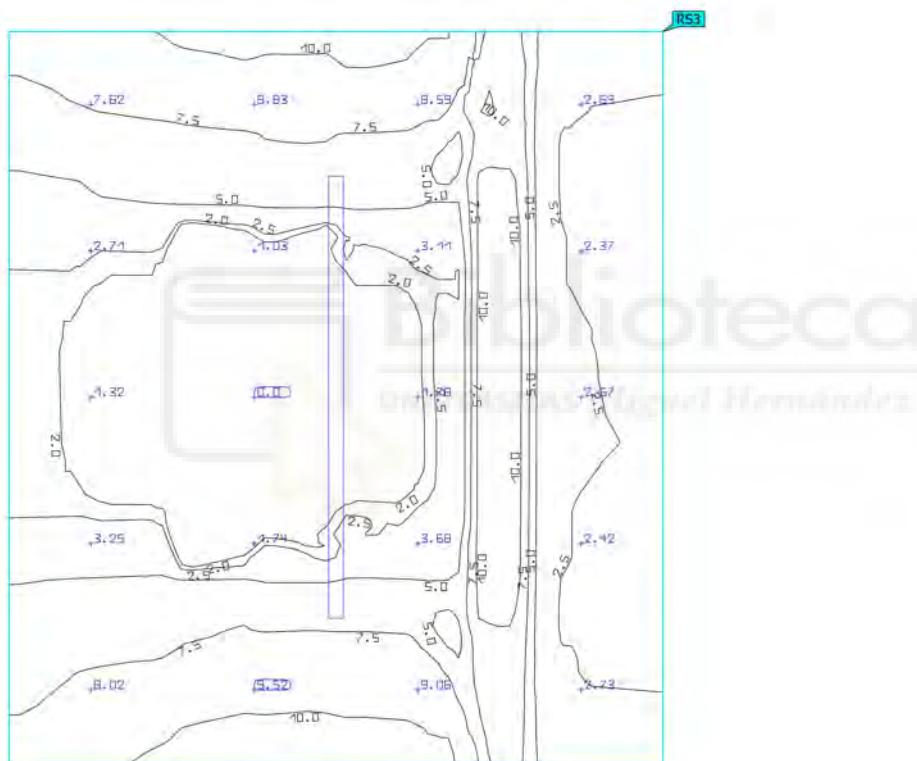
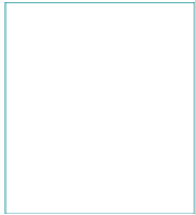


Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	75.4 lx	0.57 lx	175 lx	0.008	0.003	RS3

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CABINA (Escena de luz 1)

Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo)



Propiedades	Ø	mín	máx	U _o (g ₁)	g ₂	Índice
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo)	4.80 cd/m ²	0.036 cd/m ²	11.2 cd/m ²	0.008	0.003	RS3
Densidad lumínica						
Altura: 0.000 m						

Perfil de uso: Zonas públicas: pabellones de feria y exposición (39.1 Iluminación general)

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).
Autonomía de la luz del día	Describe qué porcentaje del tiempo de trabajo diario se cubre con la iluminación solar necesaria. La iluminancia nominal se utiliza a partir del perfil de la habitación, a diferencia de lo descrito en la norma EN 17037. El cálculo no se realiza en el centro de la habitación sino en el punto de medición del sensor colocado. Se considera que una habitación está suficientemente iluminada con luz solar si alcanza al menos un 50 % de autonomía con luz solar.

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada". Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464 -1: Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K
-----	---

Glosario

Cociente de luz diurna	Relación entre la iluminancia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto. Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %
CRI	(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995. El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de remisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).
D	
Densidad lumínica	Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir. Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m² Símbolo: L
E	
Eta (η)	(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada. Unidad: %

Glosario

Evaluación energética

Basado en un procedimiento de cálculo horario de la luz solar en espacios interiores, teniendo en cuenta la geometría del proyecto y los sistemas de control de la luz solar existentes. También se tiene en cuenta la orientación y ubicación del proyecto. El cálculo utiliza la potencia del sistema especificada de las luminarias para determinar la demanda de energía. Se asume una relación lineal entre la potencia y el flujo luminoso en el estado atenuado para las luminarias controladas por la luz solar. Los tiempos de uso y la iluminancia nominal se determinan a partir de los perfiles de uso de los espacios. Las luminarias encendidas que se excluyen explícitamente del control también tienen en cuenta los tiempos de uso especificados. Los sistemas de control de la luz solar usan una lógica de control simplificada que los cierra con una iluminancia horizontal de 27.500 lx.

El año natural 2022 se usa solo como referencia. No es una simulación de este año. El año de referencia solo se utiliza para asignar los días de la semana a los resultados calculados. No se contempla el cambio al horario de verano. El tipo de cielo de referencia utilizado es el cielo medio descrito en CIE 110 sin luz solar directa.

El método fue desarrollado junto con el Fraunhofer Institute for Building Physics y está disponible para su revisión por parte del Grupo de trabajo conjunto 1 ISO TC 274 como

F

Factor de degradación

Véase MF

Flujo luminoso

Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria.

Unidad: Lumen
Abreviatura: lm
Símbolo: Φ

G

g_1

Con frecuencia también U_o (ingl. overall uniformity)
Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E_{min} y $\bar{E}$ y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

g_2

Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E_{min} y E_{max} y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.

Grado de reflexión

El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

Glosario

Grupo de control	Un grupo de luminarias que se atenúan y controlan juntas. Para cada escena de iluminación, un grupo de control proporciona su propio valor de atenuación. Todas las luminarias dentro de un grupo de control comparten este valor de atenuación. Los grupos de control con sus luminarias los determina DIALux automáticamente en función de las escenas de iluminación creadas y sus grupos de luminarias.
I	
Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras E_h .
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras E_v .
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ, entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I
Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia. Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E

Glosario

K

k_s	El efecto de deslumbramiento de una fuente de luz puede describirse mediante la métrica del deslumbramiento k_s . Relaciona el ángulo sólido de la fuente de luz deslumbrante vista desde el punto de inmisión, la luminancia ambiental y la luminancia máxima admisible.
-------	---

L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193 Unidad: kWh/m ² año
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).
Luz molesta/Inmisión de luz	Para proteger el entorno nocturno y minimizar los problemas para los seres humanos, la flora y la fauna, es necesario limitar la luz molesta (también conocida como contaminación lumínica), que puede causar graves problemas fisiológicos y ecológicos a las personas y al medio ambiente. La inmisión lumínica se refiere a la influencia perturbadora de la luz emitida por fuentes de luz artificiales.

Glosario

M

MF

(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005

Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz.

El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$.

O

Observador RUG

Punto de cálculo en la sala, para el DIALux se determina el valor RUG. La ubicación y la altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición típica del observador (posición y nivel de los ojos del usuario).

P

P

(ingl. power)

Consumo de potencia eléctrica

Unidad: Vatio

Abreviatura: W

Plano útil

Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.

R

$R_{(UG)} \max$

(engl. rating unified glare)

Medida del deslumbramiento psicológico en espacios interiores.

Además de la luminancia de las luminarias, el valor del nivel de $R_{(UG)}$ también depende de la posición del observador, la dirección visual y la luminancia ambiental. El cálculo se realiza mediante el método de la tabla, consulte CIE 117. Entre otras cosas, EN 12464-1:2021 especifica unos valores $R_{(UG)} - R_{(UGL)}$ máximos permisibles para varios lugares de trabajo en interiores.

R_{DLO}

La relación entre el flujo luminoso emitido por debajo del plano horizontal y el flujo luminoso total de la lámpara de una luminaria o instalación de alumbrado en su posición de funcionamiento.

Glosario

R _G	El deslumbramiento provocado directamente por las luminarias de una instalación de alumbrado exterior se determina mediante el método CIE del índice de deslumbramiento (RG). Para calcularlo, se necesita la luminancia de velo equivalente del entorno. Hay cuatro opciones para determinarla: • Un cálculo exacto según CIE 112, basado en el área de la escena. • Un método simplificado según CIE 112, basado en el área de la escena. • Un método simplificado según la norma EN 12464-2, basado en el área de la escena. • Utilizar un método personalizado para determinar el área de la escena. • Utilizando un área de cálculo personalizada para determinar la luminancia equivalente del velo. • Especificando un valor fijo para facilitar la comparabilidad.
R _{UF}	relación de flujo ascendente La relación entre el flujo luminoso emitido directamente o reflejado por encima del plano horizontal y el flujo luminoso que no puede evitarse en condiciones ideales para alcanzar el nivel de iluminancia en una zona deliberadamente iluminada.
R _{UL}	relación de luz ascendente La relación entre el flujo luminoso emitido por encima del plano horizontal y el flujo luminoso de una luminaria o instalación de alumbrado en su posición de funcionamiento. En este cálculo se tiene en cuenta la eficiencia de la luminaria.
R _{ULO}	relación de potencia luminosa hacia arriba La relación entre el flujo luminoso emitido por encima del plano horizontal y el flujo luminoso total de la lámpara de una luminaria o instalación de alumbrado en su posición de funcionamiento.
Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W. Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la luminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).
RMF	(ingl. room maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
RUG (máx.)	(índice de deslumbramiento unificado) Medida para el efecto de deslumbramiento psicológico en interiores. Además de la luminancia de la luminaria, el valor RUG también depende de la posición del observador, la dirección de visión y la luminancia ambiental. Entre otras cosas, la norma EN 12464-1 especifica los valores RUG máximos admisibles para diversos lugares de trabajo en interiores.

Glosario

S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.
---	--

T

Tiempos de funcionamiento	La evaluación de la luz molesta y la inmisión de luz depende de los tiempos de funcionamiento de la instalación de alumbrado. Dependiendo de la norma, se especifican de 1 a 3 tiempos de funcionamiento diferentes. A falta de detalles específicos, puede suponerse un tiempo de funcionamiento entre las 06:00 y las 22:00.
----------------------------------	--

Z

Zona marginal	Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.
----------------------	--

Zonas medioambientales	La evaluación de la luz intrusa y la inmisión de luz depende del entorno de la instalación de alumbrado. Según la norma, se definen de 4 a 6 zonas diferentes, que van desde zonas muy protegidas en entornos naturales hasta zonas urbanas, comerciales e industriales.
-------------------------------	--

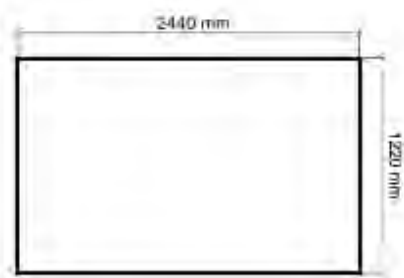
ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA

- Arnau Puchades, Higiní. Leyes Físicas que regulan el Aislamiento Acústico, el Ruido de Impacto y la Absorción Acústica en los Edificios y en el medio Urbano
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Boletín Oficial del Estado.
<https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia/rite.html>
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Boletín Oficial del Estado.
https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=326&modo=2¬a=0
- UNE-EN 1999: Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de aluminio. Madrid: AENOR.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/848>
- UNE-EN 12464-1:2022. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. Madrid: AENOR, 2022
- ISO 23351-1:2020. Acoustics — Medición del nivel de reducción del habla en mobiliarios y cerramientos — Parte 1: Método de laboratorio. Ginebra: ISO, 2020

Ficha técnica

PANEL PET

DESCRIPCIÓN



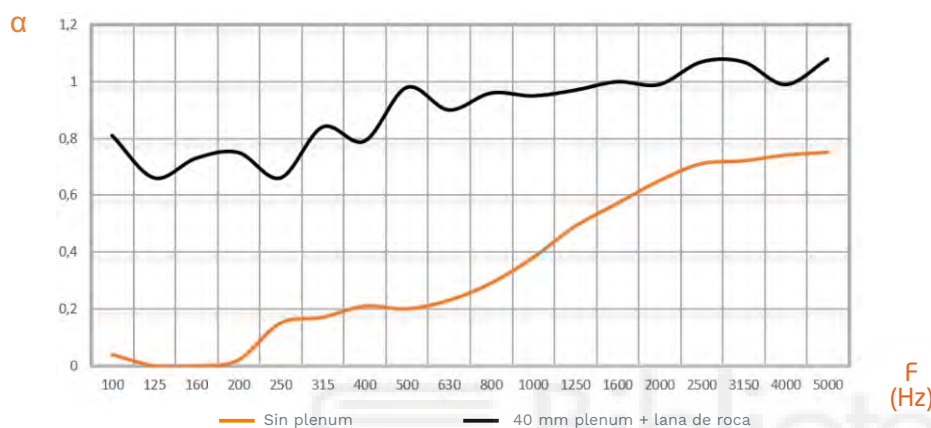
Módulos de 2440x1220 mm y espesor de 9mm.

Núcleo de fibra de poliéster reciclado.

Producto sin escuadrar.



ENSAYO ACÚSTICO



Coefficiente de absorción acústica media

$\alpha_m = 0,41$

$\alpha_m = 0,97$

Coefficiente de absorción acústica ponderado

$\alpha_w = 0,30^*$

$\alpha_w = 0,95$

Coefficiente de reducción de ruido

$NRC = 0,35$

$NRC = 0,90$

DATOS ESTUDIADOS

Dimensiones: 2440x1220 mm

Espesor: 9 mm

Peso: 2 kg/m²

Densidad:

Fibra PET: 220 kg/m³ (+/- 6%)



Esquema de ensayo con plenum.



Esquema de ensayo sin plenum.

*Material con coeficientes de absorción elevados a altas (H) frecuencias.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dimensiones	2440x1220x9 mm.
Tolerancias	Ancho: ± 3 mm ; Largo: ± 3 mm.
Hidrófugo	Consultar propiedades.
Conjunto fono-absorbente	Núcleo de fibra de poliéster reciclado
Ignífugo	UNE 13501 Fibra de poliéster: B-s1,d0

*Consultar otros materiales de soporte y dimensiones especiales.

CONSIDERACIONES DEL PRODUCTO

El material debe permanecer en el lugar de la instalación un mínimo de 24 horas antes de su montaje. Las condiciones idóneas de temperatura son de 18° a 25° y una humedad relativa del 40% al 60%. El soporte es un material fibroso, la incidencia de la luz puede generar sombras, relieves y efectos similares. Se recomienda dejar una junta entre módulos de 5 mm.

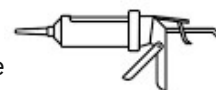
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

Producto lavable	Limpieza con bayeta húmeda. No usar agentes químicos.
Resistencia a impactos	En función del material de soporte.
Resistencia al rayado	En función del material de acabado.
Resistencia a la suciedad	Resistencia moderada a la suciedad
Reciclable	Reciclable en un 100%
Antisísmicos	Posibilidad de instalación con sistema anti-sísmico.

SISTEMA INSTALACIÓN ESTÁNDAR

Revestimientos

Mediante adhesivo de montaje



La marca de la gestión forestal responsable