



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# Diseño de lámpara de noche

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

**Alumno: Roberto Perona Carrión**

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

**Convocatoria de defensa: JULIO 2020**



- **Resumen: Diseño de lámpara de noche**

El objetivo de este trabajo es el diseño y desarrollo de una lámpara de noche de luz indirecta y de encendido táctil.

Se pretende llevar a cabo las fases de "Iniciación" y de "Diseño del producto y del proceso". En la fase de "Iniciación" se definirán los requisitos y restricciones de los diseños acordes al mercado, usos, usuario, procesos, materiales, normativa de seguridad y otros estudios específicos. Y en la fase de "Diseño del producto y del proceso" se obtendrán soluciones variables especificando formas y dimensiones; así como la selección de materiales y consideración de los métodos de producción para cada uno de los elementos componentes de los diseños propuestos.

Palabras clave:

- Lámpara de noche.
- Lámpara.
- Luminaria.

- **Abstract: Night lamp design**

The objective of this work is the design and development of an indirect light and tactile ignition night lamp.

The intention is to carry out the "Initiation" and "Product and process design" phases. In the "Initiation" phase, the requirements and restrictions of the designs according to the market, uses, user, processes, materials, security regulations and other specific studies will be defined. And in the "Product and process design" phase, variable solutions will be obtained specifying shapes and dimensions; as well as the selection of materials and consideration of production methods for each of the component elements of the proposed designs.

Keywords:

- Bedside lamp.
- Lamp.
- Luminary.

- **Resum: Disseny de llum de nit**

L'objectiu d'aquest treball és el diseny i desenvolupament d'un llum de nit de llum indirecta i d'encés táctil.

Es pretén portar a fi les fases d' "Iniciació" i de "Diseny del producte i del procés". A la fase d' "Iniciació" es definirán els requeriments i restriccions dels disenys d'acord al mercat, usos, usuari, processos, materials, normativa de seguretat i altres estudis específics. I a la fase de "Diseny del producte i del procés" s'obtindràn solucions variables

especificant formes i dimensions; així com la selecció de materials i consideració dels mètodes de producció per a cadascú dels elements components dels dissenys proposats.

Paraules clau:

- Llum de nit.
- Llum.
- Luminària.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE



**Alumno:** Roberto Perona Carrión

**Tutor:** Joaquín Pérez Fuster

**Titulación:** Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Convocatoria de defensa:** Julio 2020

**Institución:** Universitat Politècnica de València (Campus d'Alcoi)





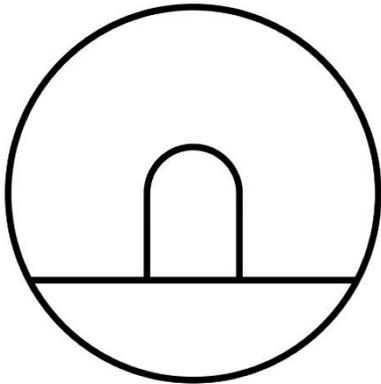
## DESCRIPCIÓN

Se trata de una lámpara de luz ambiental para la mesita de noche. La luz obtenida es indirecta, de este modo se obtiene una iluminación lo más agradable posible gracias a su superficie de reflexión cóncava.

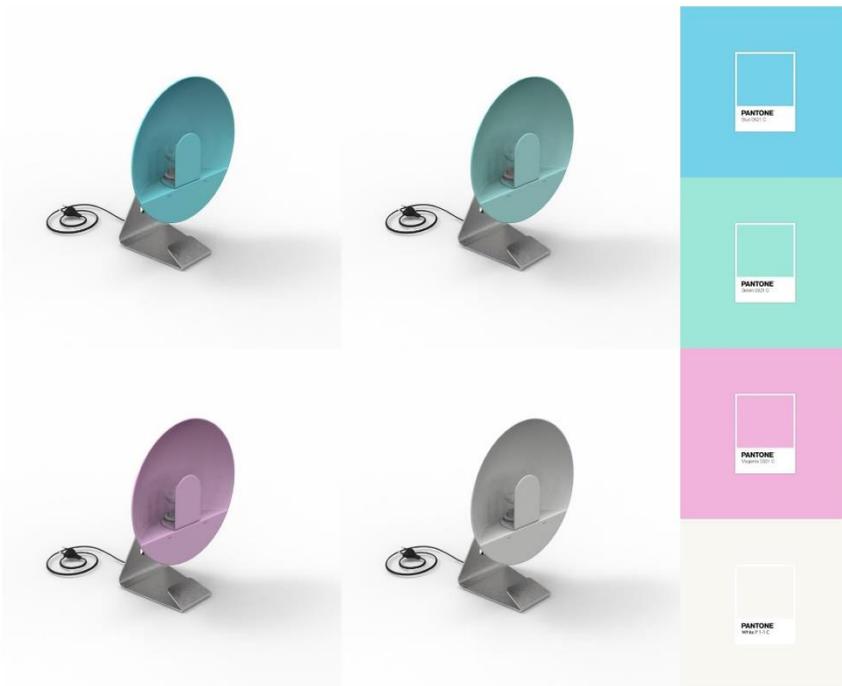
Esta cuenta en su base con un sistema de encendido táctil de intensidad regulable, tres intensidades, las cuales varían según el número de pulsaciones, una para baja intensidad, dos para intensidad media y tres para máxima intensidad.

Para que la luz refleje lo máximo posible los colores de la pantalla han de ser claros, por lo que los colores escogidos han sido tonos pastel de azul, verde, rosa y blanco.

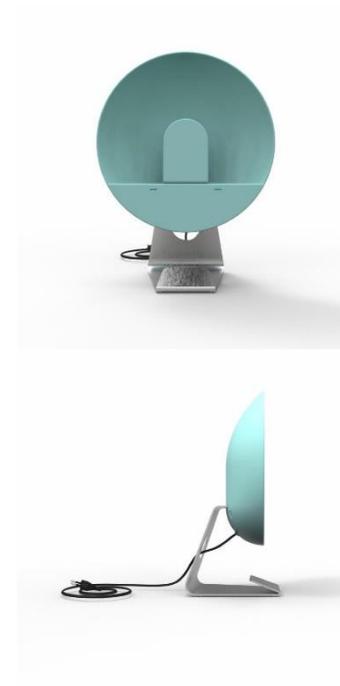
La pantalla tiene la posibilidad de girarla 15° respecto a su eje vertical para orientar la dirección de la luz. Además, la pieza que tapa la bombilla también de puede girar para cambiar la bombilla más fácilmente.



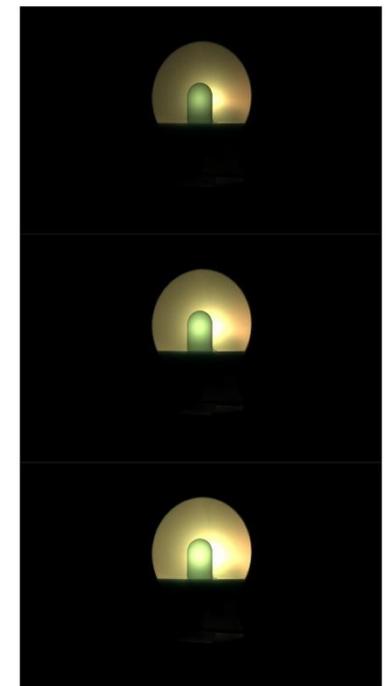
## GAMA CROMÁTICA



## ALZADO Y PERFIL



## INTENSIDADES





# ÍNDICE

I. MEMORIA .....	17
1. Objeto.....	17
2. Justificación .....	17
3. Alcance.....	18
4. Análisis de usuario .....	18
5. Antecedentes.....	21
a. Luz indirecta .....	21
b. Interruptores táctiles.....	22
c. Estudio de mercado .....	23
6. Normas y referencias .....	35
a. Normativa .....	35
b. Programas informáticos utilizados.....	35
c. Webgrafía .....	35
d. Tablas.....	37
e. Imágenes .....	38
7. Definiciones y abreviaturas .....	45
8. Requisitos de diseño .....	47
a. Descripción de las necesidades.....	47
b. Funciones del producto .....	47
c. Valoración de funciones .....	54
9. Análisis de soluciones.....	55
a. Primeras propuestas.....	55
b. Evaluación de soluciones.....	57
c. Justificación de la solución escogida .....	58
10. Resultados finales .....	59

a.	Descripción y justificación del diseño adoptado .....	59
b.	Viabilidad técnica y física .....	66
c.	Diagrama sistémico del producto.....	86
d.	Esquema de desmontaje del producto.....	90
e.	Análisis estructural .....	91
f.	Dimensionado previo.....	97
11.	Conclusiones .....	109
II.	ANEXOS .....	111
1.	Prototipado .....	111
a.	Elementos.....	111
b.	Máquinas, herramientas y útiles para la fabricación .....	140
c.	Máquinas, herramientas y útiles para el ensamblaje.....	143
d.	Construcción de los elementos.....	144
e.	Acabado superficial .....	147
2.	Otros documentos.....	148
f.	Antropometría funcional de la mano.....	148
II.	PLANOS.....	151
1.	Planos de conjunto .....	151
2.	Planos de subconjunto.....	151
3.	Planos de despiece .....	151
III.	PROTOTIPOS, MAQUETAS Y/O MODELOS.....	179
1.	Proceso de elaboración del prototipo .....	179
a.	Elementos comerciales necesarios.....	179
b.	Elementos a fabricar .....	179
2.	Proceso de montaje del prototipo .....	182
3.	Presentación del prototipo .....	185
IV.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	191

V. ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	195
---	-----



# I. MEMORIA

## 1. Objeto

El objetivo de este trabajo es el diseño y desarrollo de una lámpara de noche en la que la luz emitida proporcione el mayor confort posible y sea de fácil encendido.

Para lograrlo, en cuanto a lo que la iluminación se refiere, se propone la utilización del tipo de iluminación indirecta ya que crea un efecto más natural con cambios más sutiles y graduales. Y respecto al sistema de encendido, se propone la sustitución del interruptor mecánico convencional, que generalmente no se encuentra en el cuerpo del producto, sino que está colocado en el cable de alimentación, por un interruptor táctil. Consiguiendo de este modo un accionamiento más rápido y cómodo para el usuario dado que buscar dicho interruptor a oscuras y con la movilidad que le proporciona el cable resulta ser un inconveniente.

## 2. Justificación

Se pretende que el tipo de interruptor sea táctil lo cual condicionará en parte el diseño y los materiales de la lámpara, al menos de la base, dado que los dispositivos que hacen esto posible han de estar conectados a la parte que se desea que actúe a modo de interruptor, además esta ha de ser conductora de electricidad para que el dispositivo funcione, por lo tanto, se tratará de un material metálico.

Las lámparas existentes en el mercado que utilizan tecnología de este tipo, en su mayoría el diseño suele estar formado por una simetría de revolución entorno al eje vertical y están compuestas por dos partes, la pantalla, parte superior, donde va alojada la bombilla y la base, parte inferior, de material metálico y que en muchos casos tiene forma curvada o de gota. Pese a esto todas constan de una estructura rígida y estática.

El producto final se trata de una lámpara de noche para el dormitorio, con un diseño de estilo moderno a la vez que sencillo. Esta constará de un rediseño del tipo de base utilizada hasta ahora y para la parte superior se propone que tenga forma cóncava para que la dirección de reflexión de la luz sea en el máximo de direcciones posibles, abarcando de este modo más espacio iluminado.

### 3. Alcance

En este trabajo se pretende llevar a cabo distintas fases del proceso de diseño de una lámpara de este tipo, como pueden ser la fase de "Iniciación" y de "Diseño del producto y del proceso".

En la fase de "Iniciación" se definirán los requisitos y restricciones de los diseños acordes al mercado, usos, usuario, procesos, materiales, normativa de seguridad y otros estudios específicos. Y en la fase de "Diseño del producto y del proceso" se obtendrán soluciones viables especificando formas y dimensiones; así como la selección de materiales y consideración de los métodos de producción para cada uno de los elementos y componentes de los diseños propuestos.

Si el tiempo y la magnitud del trabajo lo permiten, se podría realizar también las fases de "Implementación" y de "Operación":

- En la fase de "Implementación" se pretenden conseguir los prototipos aplicando métodos y procesos que se realizan en la industria.
- Para la fase de "Operación" se elaborará la documentación de soporte al producto como son el catálogo, vídeos de presentación y manual de instrucciones.

### 4. Análisis de usuario

Durante la realización de este trabajo surgieron una serie de preguntas que sólo podían ser respondidas por las personas a las que va dirigido el producto, los consumidores.

Para ayudar a responderlas se realizó una encuesta para saber los gustos y preferencias de los posibles consumidores. En ella se preguntó por su edad aproximada, por si guardaba relación con sus gustos, aparentemente no, por sus preferencias respecto al sistema de encendido, su opinión sobre la posibilidad de regular la intensidad de la luz y la dirección de esta, sobre las formas que prefieren que tenga la lámpara, los colores de esta y, por último, el rango de precio que estarían dispuestos a pagar.

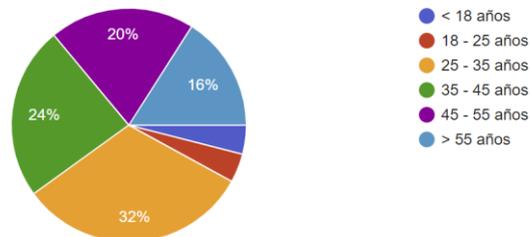
De los resultados de la encuesta se puede observar:

- La edad de la mayoría de los encuestados está comprendida entre los 25 y más de 55 años, aspecto a tener en cuenta respecto al precio ya que los jóvenes menores de 25 años no suelen tener gran poder adquisitivo.
- La mayoría de los encuestados están a favor de que el encendido de la lámpara sea táctil y de que la intensidad de la luz sea regulable.
- También la mayoría está a favor de que la dirección de la luz sea regulable pero el porcentaje de quienes no lo consideran necesario es mayor.
- Respecto a la forma, la mayoría prefiere formas curvas.
- En cuanto a los colores está muy repartido, por lo que se propondrá una gama de lámparas con distintos colores claros que favorezcan la reflexión de la luz.

- Y por último, la mayoría estaría dispuesta a pagar entre 15 y 20 € por una lámpara de este tipo.

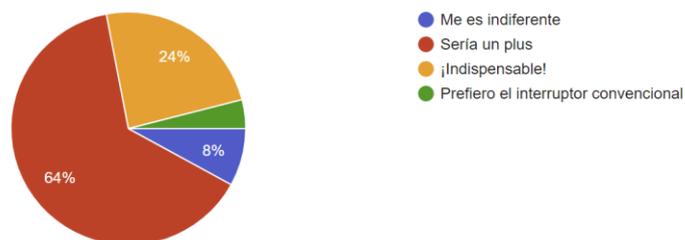
Antes de comenzar, ¿cual es tu edad?

25 respuestas



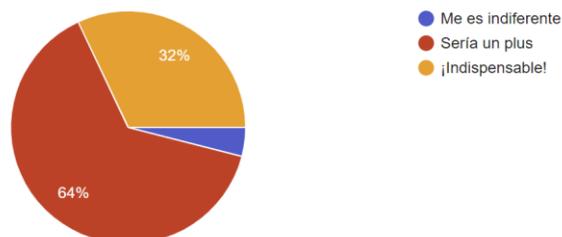
¿Que opinas acerca de que el encendido de la lámpara sea táctil?

25 respuestas



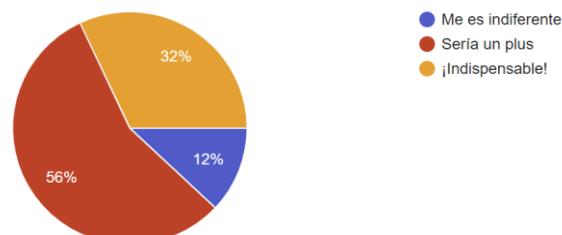
¿Que te parecería que la intensidad de la luz fuera regulable?

25 respuestas



¿Que opinas acerca de que la dirección de la luz sea variable?

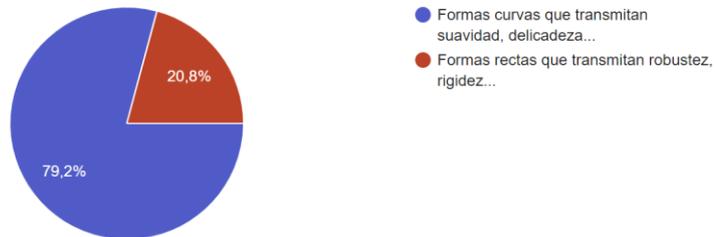
25 respuestas



## Análisis de usuario

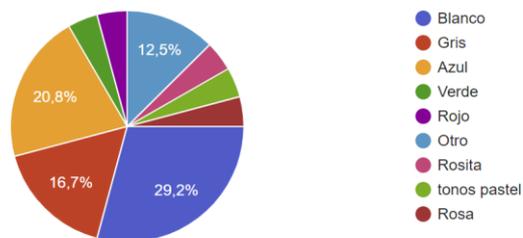
Respecto al diseño y la forma, ¿que prefieres?

24 respuestas



En cuanto a los colores de la lámpara, ¿que color o variante del mismo crees que encajaría mejor en tu dormitorio?

24 respuestas



¿Cuanto estarías dispuest@ a pagar por una lámpara de este tipo?

25 respuestas

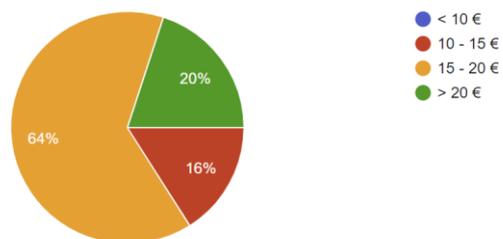


Fig. 1 Resultados de la encuesta

## 5. Antecedentes

### a. Luz indirecta

La iluminación indirecta se está volviendo popular y empieza a estar cada vez más presente en todo tipo de espacios, ya sean interiores o exteriores.

Este tipo de iluminación entre el 90% y 100% de la luz se dirige sobre la pared, el techo o el suelo. De esta forma se consigue iluminar la estancia por reflexión sobre dichas superficies.



Fig. 2 Lámpara de techo de luz indirecta



Fig. 3 Lámpara de pared de luz indirecta

En la iluminación indirecta, la fuente de luz queda oculta y la luz es más dispersa. Las pérdidas de la luminosidad por absorción son elevadas se recomienda utilizar colores claros que permitan reflejar bien la luz. Al presentar una iluminación más suave y uniforme se genera un ambiente más relajante, reduce las sombras e incrementa la sensación de amplitud en el espacio. Debido a esto y a que la visibilidad de los objetos no es tan nítida, por lo que no se recomienda para iluminar espacios de trabajo.



Fig. 4 Tipos de iluminación según el flujo de luz

## Antecedentes

Las luminarias que emplean este tipo de iluminación son extensas como por ejemplo tiras de LEDs alrededor de la estancia. En este caso se trata de una luminaria de tamaño reducido en la cual la reflexión de la luz se realiza sobre ella misma, por lo tanto, como se mencionó anteriormente, la forma que se propone para la superficie de reflexión es cóncava. Como sucede en muchos tipos de faros, como, por ejemplo, los de los automóviles.

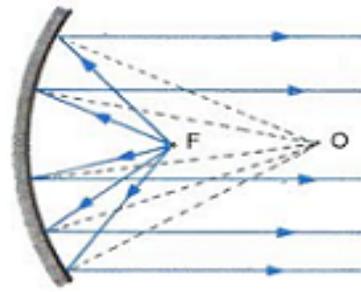


Fig. 5 Reflexión cóncava

### b. Interruptores táctiles

Hay varios tipos de interruptores táctiles, los principales son: los que se colocan en las paredes del hogar, interruptores diminutos para circuitos de bajo voltaje y dispositivos que actúan como sensores de interruptor táctil usados principalmente en este tipo de lámparas.



Fig. 6 Interruptor táctil de pared



Fig. 8 Interruptor táctil de bajo voltaje



Fig. 7 Sensor de interruptor táctil

El funcionamiento de los interruptores táctiles se da lugar gracias a un circuito integrado y a un dispositivo electrónico semiconductor que controla los estados de conducción o no conducción del circuito. Una de las conexiones de éste está conectada a un sensor que a su vez está conectado a una placa metálica ubicada en el exterior. Dicha placa es la que actuará como interruptor, la cual al ser tocada con el dedo el sensor detectará la pulsación informando de ello al circuito integrado. Éste envía una corriente al dispositivo semiconductor que actúa como interruptor, abriendo y cerrando el circuito de corriente alterna que permite el encendido de las luces.

Existen versiones que además de interruptores también actúan a modo de potenciómetro, lo cual permite regular la luz para ahorrar energía o simplemente para adaptarla y hacer que el ambiente sea más agradable.

En comparación con los interruptores convencionales, estos tienen una serie de ventajas:

- Compatibilidad con la mayoría de los sistemas de iluminación y otros equipos.
- Mayor vida útil.
- Seguro para la salud humana cuando se usa incluso con las manos mojadas.

- Funcionalidad avanzada.
- Fácil de conectar e instalar.
- Su funcionamiento es silencioso.
- Atractivo estético de la apariencia.

Al igual que con los interruptores convencionales, estos dispositivos están diseñados para funcionar a una cierta tensión y corriente, por lo que antes de elegir uno u otro se han de conocer los parámetros sobre los que se va a trabajar. En la red eléctrica doméstica de España: la tensión de corriente es alterna (AC), la tensión oscila entre 220 y 240 V, la frecuencia de 50 y 60 Hz y la intensidad máxima de corriente que admiten los enchufes por seguridad es de 16 A.

### **c. Estudio de mercado**

Antes de empezar con la fase de diseño es importante realizar un estudio de mercado principalmente para que este sirva como fuente de inspiración de productos ya existentes analizando las posibles ventajas e inconvenientes de cada uno. Y de este modo asegurar que el producto final sea lo más original posible.

A continuación, se muestran varios ejemplos de lámparas de mesa de noche, todas ellas cuentan con interruptores táctiles de los cuales algunos permiten variar la intensidad de la luz o el color de esta. El tipo de iluminación varía entre bombillas incandescentes, bombillas LED y LED RGB los cuales van acompañados por baterías recargables por USB.

En las lámparas que usan bombillas incandescentes y LED la morfología de la base suele ser más orgánica y de la pantalla de tela o cristal mientras que las que usan la tecnología LED RGB tienen formas y diseños más modernos.

## Antecedentes

- **New Dot Touch**

Tabla 1 Estudio de mercado 1

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	El Corte Inglés
Iluminación	Tipo: Bombilla incandescente de casquillo E14 Potencia máxima: 40 W Incluida: No Intensidad regulable: No
Alimentación	
Material	Base: Metal (aluminio) Pantalla: Tela
Dimensiones	15,5 x 33 cm Diámetro de la base: 11 cm Longitud del cable: 1,5 m
Peso del producto	
Precio de venta al público	19 €
Enlace	<a href="https://www.elcorteingles.es">https://www.elcorteingles.es</a>
Observaciones	



- **CHAMPI**

Tabla 2 Estudio de mercado 2

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	DUPI
Iluminación	Tipo: Bombilla incandescente de casquillo G9 Potencia máxima: 40 W Incluida: Sí Intensidad regulable: No
Alimentación	Voltaje: 230 V
Material	Base: Metal Pantalla: Cristal
Dimensiones	21 x 15 cm
Peso del producto	
Precio de venta al público	20,87 €
Enlace	<a href="https://www.latiendadeelectricidad.com">https://www.latiendadeelectricidad.com</a>
Observaciones	



## Antecedentes

- **Paulmann 77029 Pinja**

Tabla 3 Estudio de mercado 3

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	Paulmann
Iluminación	Tipo: Bombilla LED regulable de casquillo E14 Potencia máxima: 40 W Incluida: No Intensidad regulable: Sí, 3 intensidades
Alimentación	Tipo de enchufe: F – 2 pin EU Voltaje: 230 V
Material	Base: Metal Pantalla: Vidrio
Dimensiones	11 x 11 x 24 cm
Peso del producto	812 g
Precio de venta al público	18,98 €
Enlace	<a href="https://www.amazon.es">https://www.amazon.es</a>
Observaciones	



- **BKL 1087**

Tabla 4 Estudio de mercado 4

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	B. K. Licht
Iluminación	Tipo: Bombilla LED regulable de casquillo E14 Potencia máxima: 25 W Incluida: No Intensidad regulable: Sí, 3 intensidades
Alimentación	Tipo de enchufe: F – 2 pin EU Voltaje: 230 V
Material	Base: Metal Pantalla: Plástico
Dimensiones	15,7 x 15,7 x 12,6 cm Longitud del cable: 1,4 m
Peso del producto	599 g
Precio de venta al público	19,99 €
Enlace	<a href="https://www.amazon.es">https://www.amazon.es</a>
Observaciones	



## Antecedentes

- **Groupon**

Tabla 5 Estudio de mercado 5

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	Groupon Good Global GmbH
Iluminación	Tipo: Bombilla incandescente regulable de casquillo E14 Potencia máxima: 40 W Incluida: No Intensidad regulable: Sí, 3 intensidades
Alimentación	Tipo de enchufe: conversión del Reino Unido Voltaje: 230 V
Material	Base: Acero revestido de níquel Pantalla: Tejido
Dimensiones	Altura total: 29,5 cm Altura de la pantalla: 15 cm Diámetro de la lámpara: 12,5 cm
Peso del producto	
Precio de venta al público	1 Unidad: 16,99 € 2 Unidades: 20,99 €
Enlace	<a href="https://www.groupon.es">https://www.groupon.es</a>
Observaciones	



- **Conceptronic**

Tabla 6 Estudio de mercado 6

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	PcComponentes
Iluminación	Tipo: LED Incluida: Sí Intensidad regulable: Sí
Alimentación	Entrada: USB DC 5 V / 0,5 A Batería recargable: 1800 mAh
Material	
Dimensiones	95 x 95 x 122 mm
Peso del producto	
Precio de venta al público	17,54 €
Enlace	<a href="https://www.pccomponentes.com">https://www.pccomponentes.com</a>
Observaciones	Esta lámpara incorpora un altavoz Bluetooth de 3W



## Antecedentes

- **MI Bedside Lamp**

Tabla 7 Estudio de mercado 7

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	Xiaomi
Iluminación	Tipo: LED RGBW Incluida: Sí Intensidad regulable: Sí Potencia: 10 W
Alimentación	Entrada del adaptador: 100-240 V ~ 50/60 Hz 0,5 A Entrada de la lámpara: 12 V 1 A
Material	
Dimensiones	
Peso del producto	
Precio de venta al público	39 €
Enlace	<a href="https://www.pccomponentes.com">https://www.pccomponentes.com</a>
Observaciones	También es controlable a través del smartphone de forma inalámbrica por Bluetooth mediante una aplicación de Xiaomi



- **Bromose**

Tabla 8 Estudio de mercado 8

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	Bromose
Iluminación	Tipo: LED Incluida: Sí Intensidad regulable: Sí, 3 intensidades
Alimentación	Entrada: USB DC 5 V / 0,5 A Batería recargable: 1200 mAh
Material	ABS, PC, madera, revestimiento de acero
Dimensiones	19,4 x 14,2 x 3,7 cm
Peso del producto	224 g
Precio de venta al público	22,99 €
Enlace	<a href="https://www.amazon.es">https://www.amazon.es</a>
Observaciones	Se trata de una lámpara plegable multifuncional, ideal tanto para interior como exterior, con una rotación de 360° permitiendo iluminar cualquier ángulo



## Antecedentes

- **BW-LT9**

Tabla 9 Estudio de mercado 9

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	BlitzWolf
Iluminación	Tipo: LED Blanco x 14pcs / RGB x 10pcs Incluida: Sí Intensidad regulable: Sí, 3 intensidades y diversos colores Potencia máxima: 2 W
Alimentación	Entrada: USB DC 5 V / 0,5 A Batería recargable: 600 mAh
Material	Pantalla: ABS, PC
Dimensiones	12,7 x 10 x 6 cm
Peso del producto	110 g
Precio de venta al público	10,57 €
Enlace	<a href="https://www.banggood.com">https://www.banggood.com</a>
Observaciones	Recomendado para dormitorios infantiles al no suponer ningún peligro de calentamientos.



- **MATS - 599600101**

Tabla 10 Estudio de mercado 10

INFORMACIÓN	
Fabricante / Distribuidor	Trio Lightning
Iluminación	Tipo: Bombilla incandescente regulable de casquillo E14 Incluida: No Intensidad regulable: Sí, 3 intensidades Potencia máxima: 40 W
Alimentación	Tipo de enchufe: F – 2 pin EU Voltaje: 230 V
Material	Base: Metal Pantalla: Tela
Dimensiones	14 x 14 x 24 cm
Peso del producto	354 g
Precio de venta al público	23,45 €
Enlace	<a href="https://products.trio-lighting.com">https://products.trio-lighting.com</a>
Observaciones	



## Antecedentes

Para concluir el estudio de mercado cabe destacar una serie de factores que se han repetido en algunos de los modelos analizados, como pueden ser:

- Base o zona que actúa como interruptor: están hechas de material metálico como pueden ser el aluminio o el acero.
- Interruptor táctil: es regulable y cuenta con 3 intensidades.
- Sensor de interruptor táctil: todas tienen en común que la base es de gran volumen, dentro de la cual va alojado el sensor de interruptor táctil.
- Bombilla: regulable, de casquillo E14 y en la mayoría de los casos no viene incluida.
- Potencia máxima: la potencia máxima no sobrepasa los 40 W.
- Precio: el precio ronda los 20 €.
- Tipo de enchufe: el enchufe es de tipo F, de 2 pines, versión europea.
- Cable: la longitud del cable suele rondar los 1,5 m.

De estos factores se han extraído algunas funciones denominadas de productos análogos que se utilizarán más adelante en el apartado 1.2.2. de funciones del producto:

- Posibilidad de regular la intensidad de la luz.

Como conclusión, las características anteriormente mencionadas comunes a las lámparas analizadas se tendrán en cuenta para la realización del nuevo diseño.

## 6. Normas y referencias

### a. Normativa

Tabla 11 Normativa

NORMAS	
UNE-EN 16268:2016	Características de las superficies reflectantes para luminarias.
UNE-EN IEC 60238:2018/A1:2018	Portalámparas con rosca Edison. (Ratificada por AENOR en septiembre de 2018).
UNE-EN 60598-1:2015/A1:2018	Luminarias. Parte 1. Requisitos generales y ensayos.
UNE-EN 60598-2-1:1993	Luminarias. Parte 2. Reglas particulares. Sección uno: Luminarias fijas de uso general.
UNE-EN 61347-1:2016	Dispositivos de control de lámpara. Parte 1: Requisitos generales y requisitos de seguridad.
UNE-EN 61995-1:2010/A1:2018	Dispositivos de conexión para luminarias de usos doméstico y análogo. Parte 1: Requisitos generales.

Disponibles en los documentos anexos adjuntos

### b. Programas informáticos utilizados

- SolidWorks: Modelado 3D.
- AutoCAD: Modelado 3D y planos.
- Rhino 6: Modelado 3D.
- CES Edupack: Información sobre materiales.
- Ansys: Análisis estructural.
- KeyShot 9: Renderizado.
- SketchBook: Dibujos a mano.
- Moldflow: Simulación de inyección.
- Ultimaker Cura: Preparación del archivo 3D para su posterior impresión.

### c. Webgrafía

<http://www.anoche.eu/sensaciones-luminicas-del-usuario/>

15 abril, 16 abril 2020

<https://blog.ledbox.es/decoracion/luz-indirecta-ideas-para-decorar>

18 abril 2020

<https://www.bysincro.com/iluminacion-interiores-viviendas/>

18 abril, 19 abril, 21 mayo 2020

## Normas y referencias

<https://qipu.ru/es/yota/princip-raboty-sensornogo-vyklyuchatelya-sensornyi-vyklyuchatel-s-pultom.html>

19 abril 2020

<https://www.xlsemanal.com/conocer/20170316/la-vuelta-al-mundo-14-enchufes.html>

20 abril, 22 abril, 23 abril, 7 mayo 2020

[https://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad\\_dom%C3%A9stica](https://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad_dom%C3%A9stica)

9 abril, 21 abril 2020

<https://www.lamparayluz.es/todo-sobre-iluminacion/cuales-son-los-tipos-de-casquillos-en-las-lamparas>

22 mayo 2020

<https://www.lacasadellampara.com/tipos-de-bombillas/>

18 abril, 26 mayo, 11 junio 2020

<https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>

2 junio, 3 junio 2020

<https://www.lampara.es/bombillas-e14/#:~:text=Sencillamente%2C%20porque%2C%20junto%20con%20el,que%20se%20basan%20las%20bombillas.>

11 junio 2020

<https://blog.ledbox.es/informacion-led/instalacion-de-luminarias/por-que-el-regulador-no-funciona-con-las-bombillas-led-regulables>

11 junio 2020

<https://inaceros.com.pe/blog/principales-diferencias-aluminio-acero-inoxidable/#:~:text=La%20principal%20ventaja%20que%20tiene,acero%20es%20mucho%20m%C3%A1s%20fuerte.>

31 mayo, 18 junio 2020

<https://www.protolabs.es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>

15 junio, 16 junio, 18 junio, 22 junio, 23 junio 2020

## d. Tablas

Tabla 1 Estudio de mercado 1 .....	24
Tabla 2 Estudio de mercado 2 .....	25
Tabla 3 Estudio de mercado 3 .....	26
Tabla 4 Estudio de mercado 4 .....	27
Tabla 5 Estudio de mercado 5 .....	28
Tabla 6 Estudio de mercado 6 .....	29
Tabla 7 Estudio de mercado 7 .....	30
Tabla 8 Estudio de mercado 8 .....	31
Tabla 9 Estudio de mercado 9 .....	32
Tabla 10 Estudio de mercado 10 .....	33
Tabla 11 Normativa .....	35
Tabla 12 Pliego de condiciones funcionales de uso .....	52
Tabla 13 Pliego de condiciones funcionales estéticas.....	54
Tabla 14 Valoración entre funciones .....	54
Tabla 15 Valoración de funciones .....	55
Tabla 16 Orden de prioridad de los elementos.....	98
Tabla 17 Elementos: Portalámparas .....	115
Tabla 18 Elementos: Sensor.....	117
Tabla 19 Dimensiones de la arandela .....	118
Tabla 20 Dimensiones del tornillo .....	118
Tabla 21 Dimensiones de la tuerca .....	119
Tabla 22 Elementos: Tornillo, tuerca y arandela.....	122
Tabla 23 Cables eléctricos .....	122
Tabla 24 Elementos: Cable dealimentación .....	128
Tabla 25 Elementos: Regleta.....	131

## Normas y referencias

Tabla 26 Posibles materiales poliméricos.....	132
Tabla 27 Chapa de acero inoxidable frente a la de aluminio.....	136
Tabla 28 Elementos: Chapa de acero inoxidable .....	137
Tabla 29 Elementos: Tacos .....	138
Tabla 30 Elementos: Adhesivo de doble cara.....	139
Tabla 31 Características técnicas de la máquina plegadora / curvadora .....	141
Tabla 32 Características técnicas de la máquina cortadora láser .....	141
Tabla 33 Características de las máquinas de inyección .....	142
Tabla 34 Dimensiones máximas recomendables para las piezas por inyección.....	145
Tabla 35 Tipos de acabados superficiales en las piezas por inyección.....	145
Tabla 36 Valores de rugosidad .....	146
Tabla 37 Anngúlos de inclinación para el delmoldeo .....	146
Tabla 38 Grosor de la pared recomendado para el ABS .....	147
Tabla 39 Datos de fabricación y ensamblaje.....	194
Tabla 40 Mediciones y presupuesto .....	195

## e. Imágenes

Fig. 1 Resultados de la encuesta.....	20
Fig. 2 Lámpara de techo de luz indirecta .....	21
Fig. 3 Lámpara de pared de luz indirecta .....	21
Fig. 4 Tipos de iluminación según el flujo de luz .....	21
Fig. 5 Reflexión cóncava .....	22
Fig. 6 Interruptor táctil de pared.....	22
Fig. 7 Sensor de interruptor táctil.....	22
Fig. 8 Interruptor táctil de bajo voltaje .....	22
Fig. 9 Propuesta de diseño 1 .....	56

Fig. 10 Propuesta de diseño 2.....	56
Fig. 11 Pantalla de forma ovalada .....	57
Fig. 12 Pantalla de forma circular .....	57
Fig. 13 Detalle de unión de las piezas .....	58
Fig. 14 Perfil de la lámpara .....	59
Fig. 15 Colores PANTONE utilizados.....	61
Fig. 16 Colores de la lámpara .....	61
Fig. 17 Renders de la lámpara.....	64
Fig. 18 Distintas intensidades de luz .....	65
Fig. 19 Ensamblaje de la base con los tacos .....	66
Fig. 20 Ensamblaje del cable de alimentación con el protector del cable.....	66
Fig. 21 Ensamblaje del portalámparas con su cable y su tapa .....	67
Fig. 22 Ensamblaje del sensor con el adhesivo.....	67
Fig. 23 Ensamblaje del sensor, portalámparas y el cable de alimentación con la regleta .....	68
Fig. 24 Ensamblaje del circuito eléctrico con la base .....	68
Fig. 25 Ensamblaje de la pantalla y el brazo de la pantalla con la base.....	69
Fig. 26 Ensamblaje de la tapa inferior con la pantalla.....	69
Fig. 27 Método de unión de la pantalla con la tapa inferior .....	70
Fig. 28 Limitación del giro de la pantalla.....	70
Fig. 29 Hendidura de la pantalla .....	71
Fig. 30 Giro resultante de la pantalla .....	71
Fig. 31 Giro del brazo de la pantalla para facilitar el acceso a la bombilla .....	71
Fig. 32 Proceso de apertura del molde del brazo de la pantalla.....	72
Fig. 33 Molde del brazo de la pantalla .....	73
Fig. 34 Zona más óptima para el punto de inyección del brazo de la pantalla.....	73

## Normas y referencias

Fig. 35 Tiempo de llenado del brazo de la pantalla .....	74
Fig. 36 Llenado del brazo de la pantalla .....	74
Fig. 37 Rechupes del brazo de la pantalla .....	74
Fig. 38 Costes de fabricación del elemento 1.3.....	75
Fig. 39 Proceso de apertura del molde de la tapa inferior .....	76
Fig. 40 Molde de la tapa inferior.....	76
Fig. 41 Zona más óptima para el punto de inyección de la tapa inferior .....	77
Fig. 42 Tiempo de llenado del brazo de la tapa inferior .....	77
Fig. 43 Llenado de la tapa inferior .....	78
Fig. 44 Rechupes de la tapa inferior .....	78
Fig. 45 Costes de fabricación del elemento 2.....	79
Fig. 46 Proceso de apertura de la pantalla .....	80
Fig. 47 Molde de la pantalla.....	80
Fig. 48 Zona más óptima para el punto de inyección de la pantalla.....	81
Fig. 49 Tiempo de llenado del brazo de la pantalla .....	81
Fig. 50 Llenado de la pantalla .....	82
Fig. 51 Rechupes de la pantalla .....	82
Fig. 52 Costes de fabricación del elemento 1.2.....	83
Fig. 53 Patronaje de la base sobre la lámina de acero inoxidable.....	83
Fig. 54 Ángulo de cada pliegue .....	84
Fig. 55 Distancia de cada pliegue .....	84
Fig. 56 Segundo pliegue.....	84
Fig. 57 Tercer pliegue.....	84
Fig. 58 Primer pliegue .....	84
Fig. 59 Ubicación del centro de masas .....	91
Fig. 60 Ángulos de vuelco delantero y trasero.....	92

Fig. 61 Ángulos de vuelco lateral .....	92
Fig. 62 Espesores más utilizados en chapas metálicas .....	93
Fig. 63 Deformación de la base con chapa de acero inoxidable 1 mm de espesor .....	94
Fig. 64 Deformación de la base con chapa de aluminio de 1 mm de espesor .....	94
Fig. 65 Deformación de la base con chapa de acero inoxidable 1,25 mm de espesor .....	95
Fig. 66 Deformación de la base con chapa de aluminio de 1,25 mm de espesor .....	95
Fig. 67 Factor de seguridad en chapa de acero inoxidable de 2 mm de espesor .....	96
Fig. 68 Factor de seguridad en chapa de acero inoxidable de 2,5 mm de espesor .....	96
Fig. 69 Factor de seguridad en chapa de acero inoxidable de 3 mm de espesor .....	97
Fig. 70 Detalle de unión de la pantalla con la tapa .....	99
Fig. 71 Dimensionado previo de la base.....	101
Fig. 72 Dimensionado previo de la pantalla .....	103
Fig. 73 Dimensionado previo de la tapa .....	105
Fig. 74 Dimensionado previo del brazo de la pantalla .....	107
Fig. 75 Comparación de los distintos tipos de bombillas .....	113
Fig. 76 Bombilla LED regulable .....	114
Fig. 77 Dimensiones de las bombillas.....	114
Fig. 78 Tipo de portalámparas escogido.....	115
Fig. 79 Piezas del portalámparas .....	115
Fig. 80 Detalle de inserción de los cables .....	115
Fig. 81 Tuerca adicional portalámparas .....	115
Fig. 82 Esquema eléctrico del sensor de interruptor táctil .....	116
Fig. 83 Sensor de interruptor táctil escogido.....	117
Fig. 84 Diámetro del terminal del cable amarillo .....	118
Fig. 85 Arandela DIN 9021 .....	119
Fig. 86 Tornillo DIN 7985.....	120

## Normas y referencias

Fig. 87 Tuerca DIN 934.....	121
Fig. 88 Enchufes de tipo A y B.....	125
Fig. 89 Enchufes de tipo C, E, F, J y K.....	126
Fig. 90 Enchufe de tipo D .....	126
Fig. 91 Enchufes de tipo G, H y I.....	127
Fig. 92 Enchufes de tipo L, O y N.....	127
Fig. 93 Cable con enchufe escogido.....	128
Fig. 94 Designación del cable .....	129
Fig. 95 Tope cable alimentación .....	129
Fig. 96 Regleta de conexión .....	129
Fig. 97 Croquis del cableado de la lámpara.....	130
Fig. 98 Funcionamiento de las regletas de conexión.....	130
Fig. 99 Regleta de conexión CH-3.....	131
Fig. 100 Características del ABS.....	135
Fig. 101 Acabado cepillado del acero inoxidable.....	136
Fig. 102 Acabado brillante del acero inoxidable .....	136
Fig. 103 Acabado cepillado del aluminio .....	136
Fig. 104 Acabado natural del aluminio .....	136
Fig. 105 Acabado natural del acero inoxidable.....	136
Fig. 106 Presupuesto de las láminas de acero inoxidable .....	137
Fig. 107 Almohadillas autoadhesivas y antideslizantes .....	139
Fig. 108 Espuma adhesiva de doble cara .....	140
Fig. 109 Plegadora hidráulica MP3003 CNC.....	140
Fig. 110 Máquina de corte láser MAXIMO .....	142
Fig. 111 Herramientas pelacables .....	143
Fig. 112 Destornillador de punta de estrella PH2 .....	144

Fig. 113 Llave fija métrica 7.....	144
Fig. 114 Orificio para facilitar la extracción de la pieza librando las contrasalidas....	147
Fig. 115 Diferentes posturas de la mano y la muñeca .....	148
Fig. 116 Ángulos de confort a flexión y dorsiflexión de la mano.....	149
Fig. 117 Ángulo límite de flexión de la palma y dorsiflexión de la muñeca .....	149
Fig. 118 Elementos comerciales necesarios para la realización del prototipo.....	179
Fig. 119 Elementos a fabricar .....	180
Fig. 120 Vista previa al programa de impresión 3D .....	180
Fig. 121 Proceso de impresión 3D.....	181
Fig. 122 Plantilla de la base.....	181
Fig. 123 chapa cortada .....	182
Fig. 124 Montaje paso 1.....	182
Fig. 125 Montaje paso 2.....	183
Fig. 126 Montaje paso 3.....	183
Fig. 127 Montaje paso 4.....	183
Fig. 128 Montaje paso 5.....	184
Fig. 129 Montaje paso 6.....	184
Fig. 130 Montaje paso 7.....	184
Fig. 131 Distintas intensidades del prototipo.....	185
Fig. 132 Vistas del prototipo .....	188
Fig. 133 Distintas intensidades del prototipo.....	189
Fig. 134 Contexto de uso.....	190

[https://www.google.com/search?q=lampara+luz+indirecta&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjU-pC00aLpAhWPD2MBHU11B9IQ\\_AUoAXoECAwQAw&biw=1186&bih=923#imgrc=TZ\\_mNI4gDSL5qM](https://www.google.com/search?q=lampara+luz+indirecta&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjU-pC00aLpAhWPD2MBHU11B9IQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1186&bih=923#imgrc=TZ_mNI4gDSL5qM)

## Normas y referencias

<https://www.bysincro.com/iluminacion-interiores-viviendas/>

<http://rsefalicante.umh.es/LaboratorioOpticaGeometrica/Reflexion/Reflexion.htm>

[https://www.google.com/search?q=interruptor+tactil+tipos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwioiLq-8PnoAhVKTBoKHRrMDkwQ\\_AUoAXoECAsQAw&biw=1920&bih=888#imgsrc=cjZyr5H3M2qjBM](https://www.google.com/search?q=interruptor+tactil+tipos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwioiLq-8PnoAhVKTBoKHRrMDkwQ_AUoAXoECAsQAw&biw=1920&bih=888#imgsrc=cjZyr5H3M2qjBM)

<https://www.luisllamas.es/interruptor-touchless-con-arduino-y-sensor-capacitivo/>

[https://www.amazon.es/Kungfu-Mall-Interruptor-Intensidad-Escritorio/dp/B07W3M941P/ref=sr\\_1\\_38?\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=interruptor+tactil&qid=1587486109&sr=8-38](https://www.amazon.es/Kungfu-Mall-Interruptor-Intensidad-Escritorio/dp/B07W3M941P/ref=sr_1_38?_mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=interruptor+tactil&qid=1587486109&sr=8-38)

[https://www.google.com/search?q=casquillos+lamparas&hl=es&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi0savSkcfpAhXu1uAKHYXqBnoQ\\_AUoAXoECA4QAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=rlnDuvOp-ZpkAM](https://www.google.com/search?q=casquillos+lamparas&hl=es&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi0savSkcfpAhXu1uAKHYXqBnoQ_AUoAXoECA4QAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=rlnDuvOp-ZpkAM)

<https://www.lacasadelalampara.com/tipos-de-bombillas/>

<https://arcashop.es/bombillas-led-y-flourescentes/436-bombilla-led-standard-vela-grande-chica-lumens-luz-calida-fria-neutra-comprar.html>

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/vintage-plastic-bulb-lamp-holder-e14-ce-cqc-60779869404.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.29ff4275RFQ9X1&s=p>

<https://www.xlsemanal.com/conocer/20170316/la-vuelta-al-mundo-14-enchufes.html>

[https://www.google.com/search?q=pelacables&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj8z--btvXpAhULohQKHSExDVsQ\\_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=0ewiPk66mgUuLM&imgdii=\\_lwRjhsOfk2JeM](https://www.google.com/search?q=pelacables&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj8z--btvXpAhULohQKHSExDVsQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=0ewiPk66mgUuLM&imgdii=_lwRjhsOfk2JeM)

<https://comunidad.leroymerlin.es/t5/Foro-Iluminaci%C3%B3n-y-Electricidad/Bombillas-regulables/td-p/423801>

[https://www.google.com/search?q=destornillador+de+punta+de+estrella+PH2&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=76E-KThvLljEbM%253A%252Cv\\_RK3rUsBCBFJM%252C\\_&vet=1&usq=AI4\\_kT7E1AXi\\_1CYHgb1J3BWz9y2Y95Bw&sa=X&ved=2ahUKEwj53rDPyP7pAhXQBGMbHbwmDOoQ9QEwAnoECAcQFQ&biw=1920&bih=937#imgsrc=76E-KThvLljEbM:](https://www.google.com/search?q=destornillador+de+punta+de+estrella+PH2&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=76E-KThvLljEbM%253A%252Cv_RK3rUsBCBFJM%252C_&vet=1&usq=AI4_kT7E1AXi_1CYHgb1J3BWz9y2Y95Bw&sa=X&ved=2ahUKEwj53rDPyP7pAhXQBGMbHbwmDOoQ9QEwAnoECAcQFQ&biw=1920&bih=937#imgsrc=76E-KThvLljEbM:)

[https://www.google.com/search?q=llave+fija+metrica+7&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiPmumuyf7pAhW3BGMbHX36CcoQ\\_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=LMt4nc1Tu90j2M](https://www.google.com/search?q=llave+fija+metrica+7&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiPmumuyf7pAhW3BGMbHX36CcoQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=LMt4nc1Tu90j2M)

<https://www.google.com/search?q=espesores+de+chapa+&tbm=isch&ved=2ahUKEwIqj5en2ojqAhUSphQKHxzMDP4Q2->

[cCegQIABAA&oq=espesores+de+chapa+&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgQIABBDMgQIABBDMgIIADICCAyAggAUJIUWJIUYKceaABwAHgAgAGIAYgBiAGSAQMwLjGYAQcGqAQGqAQtdnd3Mtd2l6LWltZw&scient=img&ei=FPnpXqq1EZLMUvzMs\\_AP&bih=852&biw=1745#imgrc=eZF2RDKWTLJw8M](https://www.laserboost.com/materiales)

<https://www.laserboost.com/materiales>

<https://www.protolabs.es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>

## 7. Definiciones y abreviaturas

Durante el desarrollo de este trabajo se han utilizado una serie de siglas, abreviaturas y palabras técnicas, que es posible que por su uso específico no se conozca bien su significado, a continuación, se recogen y definen para una mejor comprensión:

- Tensión eléctrica: También llamada diferencia de potencial o voltaje es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el voltio [V].
- Potencia eléctrica: Es la cantidad de energía generada o absorbida por un elemento en un momento determinado. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio [W].
- Corriente eléctrica: Es el flujo de carga eléctrica en el interior de un material debido al movimiento de los electrones. A la cantidad de carga por unidad de tiempo se le denomina intensidad de corriente eléctrica, representada comúnmente con la letra *I*. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el amperio [A].
- Corriente Alterna: Simbolizada con CA en español y AC en inglés, es la corriente eléctrica cuya magnitud y sentido varía con una determinada frecuencia, la forma de la onda generada es de tipo senoidal. Es el tipo de corriente que llega a los hogares dado que presenta menos pérdidas durante el transporte de esta.
- Corriente Continua: Simbolizada con CC en español y DC en inglés, es la corriente eléctrica cuya magnitud y sentido no varían con el tiempo. Este tipo de corriente se utiliza normalmente en circuitos de bajo voltaje.
- Frecuencia: Es el número de ciclos por segundo de una onda sinusoidal de corriente alterna (CA). Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el hercio [Hz].
- Potenciómetro: Es uno de los dos usos que posee la resistencia variable la cual cuenta con un cursor y al menos tres terminales. Los potenciómetros limitan el paso de la corriente eléctrica provocando una caída de tensión, estos valores se pueden variar solo con cambiar el valor de la resistencia mediante el cursor.

## Definiciones y abreviaturas

- Cónico: En geometría, la concavidad hace referencia a la zona interior de una circunferencia (2D) o esfera (3D) cuya parte hundida está enfocada hacia el observador. Este concepto es complementario al de convexidad.
- Bombilla incandescente: Es un elemento que produce luz mediante el calentamiento de un filamento de tungsteno mediante el paso de corriente eléctrica. Este tipo de tecnología se considera poco eficiente dado que el 80 % de la corriente se transforma en calor y solo el 20 % en luz.
- Bombilla LED: La fuente lumínica son agrupaciones de leds, debido a que la luz que estos son capaces de emitir individualmente no es muy intensa, de este modo se consigue llegar a una intensidad luminosa similar a la de las incandescentes. Presenta una serie de ventajas frente a la incandescente como su elevado ahorro energético, arranque instantáneo, aguante de encendidos y apagados continuos y una mayor vida útil, pero también inconvenientes como su mayor coste inicial.
- LED: Siglas en inglés de *light-emitting diode* o en español diodo emisor de luz el cual está hecho de un material semiconductor que cuando recibe tensión genera luz. Funcionan con corriente continua y solo permiten el paso de electrones en un único sentido.
- LED RGB: Estos consisten en una agrupación de un led rojo, uno azul y otro verde. Ajustando independientemente cada uno de ellos, los ledes RGB son capaces de producir una amplia gama de colores. A diferencia de los dedicados a un solo color, los ledes RGB producen longitudes de onda puras.
- USB: Siglas en inglés de *Universal Serial Bus* o en español Bus Universal en serie, es un bus de comunicaciones que sirve para comunicar y proveer de alimentación eléctrica a dispositivos electrónicos.
- mAh: El amperio hora es la unidad de medida de la carga eléctrica [Ah]. En las baterías se suele utilizar los miliamperios hora [mAh] para indicar la carga eléctrica máxima que es capaz de almacenar la batería. Cuanta más carga posea la batería esta tardará más tiempo en descargarse.
- ABS: Siglas en inglés *Acrylonitrile Butadiene Styrene* o en español acrilonitrilo butadieno estireno. Es un termoplástico amorfo muy resistente a los golpes y de amplio uso como en el sector de la automoción, industrial o doméstico.
- PC: Se trata de un polímero perteneciente al grupo de los termoplásticos, fácil de trabajar, moldear y termoformar, y es utilizado ampliamente en la manufactura moderna.
- TMFA: Siglas de tasa media de fallos. Se trata de una frecuencia de fallos, un valor dimensional, que expresa el número de fallos que hay por unidad de tiempo,

normalmente en horas. El comportamiento de la TMFA con el tiempo es revelador de la causa que provoca el fallo.

- Lumen: Es la unidad en el Sistema Internacional de Medidas que mide el flujo luminoso emitido por una fuente emisora de luz [lm]. Es la cantidad de luz visible emitida, cuanto mayor sea el número de lúmenes, más cantidad de brillo proporcionara el objeto emisor de luz.
- Dimmer: interruptor / regulador de intensidad.

## **8. Requisitos de diseño**

### **a. Descripción de las necesidades**

A continuación, se procede con el listado de las necesidades o condiciones iniciales que ha de tener el producto y sus respectivas descripciones:

- Que la fuente de luz quede oculta: Para conseguir el tipo de iluminación directa.
- Forma cóncava en la pantalla: Para conseguir una mayor reflexión de la luz.
- La base ha de ser de material metálico: Para que el encendido táctil pueda funcionar.
- Que la iluminación sea regulable: Para proporcionar el mayor confort posible.
- Los colores de la pantalla han de ser claros: Para que permitan reflejar bien la luz.
- Sensor de interruptor táctil: La lámpara ha de disponer de un hueco lo suficientemente amplio para alojar este dispositivo.

### **b. Funciones del producto**

La lámpara deberá de cumplir una serie de funciones de uso, de acuerdo con las condiciones iniciales dadas.

#### **1. Funciones de uso**

##### **1.1. Funciones principales de uso**

Las funciones principales de uso indicadas en el pliego de condiciones iniciales (P.C.I.) de la lámpara son:

- Se trata de definir una lámpara para adultos.
- Cuyo uso va a ser para la mesa de noche del dormitorio.
- Encendido táctil.

## **1.2. Funciones complementarias de uso o servicio**

La lista siguiente muestra las funciones derivadas del uso, así como las funciones derivadas de productos análogos según el estudio de mercado realizado y otras funciones complementarias de uso.

### **1.2.1. Funciones derivadas del uso**

Teniendo en cuenta la utilización del producto, estas serán las funciones derivadas de uso:

- El cambio de la bombilla no debe presentar dificultades.
- Ser rígido.
- Ser de fácil limpiar.
- Ser ergonómico.

### **1.2.2. Funciones de productos análogos**

Tras realizar el estudio de mercado, se decide que estas sean las funciones que el producto tiene que cumplir:

- Posibilidad de regular la intensidad de la luz.
- La lámpara ha de disponer de un hueco lo suficientemente amplio como para alojar el sensor de interruptor táctil.

### **1.2.3. Otras funciones complementarias de uso**

No se ha propuesto ninguna función complementaria de uso.

## **1.3. Funciones restrictivas o exigencias**

A continuación, se exponen las funciones restrictivas para que el producto pueda utilizarse sin peligro y para el cumplimiento de las condiciones del proceso industrial.

### **1.3.1. Funciones de seguridad en el uso**

Deberá cumplir con las normativas relativas a la seguridad relacionadas con las luminarias que se exponen a continuación:

- UNE 20324/1M:2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 62471:2009 Seguridad fotobiológica de lámparas y de los aparatos que utilizan lámparas.

### **1.3.2. Funciones de garantía de uso**

#### **1.3.2.1. Vida útil del producto**

Se estima que el producto y de sus componentes deben de tener una vida útil aproximadamente de 10 años.

### 1.3.2.2. Fiabilidad

Se espera que los elementos de la lámpara no se rompan (según un uso adecuado) antes del cumplimiento de la vida útil del producto.

### 1.3.2.3. Utilización tras un periodo de reposo

Siendo que el producto incorpora elementos electrónicos los cuales no necesitan de la utilización de grasas o aceites lubricantes, no se espera ningún fallo tras un periodo sin uso.

## 1.3.3. Funciones reductoras de impactos negativos en el uso del producto

### 1.3.3.1. Acciones del medio hacia el producto

- Los materiales y recubrimiento de los elementos deben resistir la acción de los productos de limpieza.

### 1.3.3.2. Acciones del producto sobre el medio

- La lámpara debe contener el mayor número posible de elementos reciclables.
- El arrastre de la lámpara no debe rayar la superficie de la mesa.

### 1.3.3.3. Acciones del producto sobre el usuario

- La forma y dimensiones de la base que actuará como interruptor deberán cumplir los aspectos ergonómicos más restrictivos de la población de uso, en este caso un adulto de percentil 50.

### 1.3.3.4. Acciones del usuario sobre el producto

- La parte de la base que actúa a modo de interruptor deberá resistir el roce de las manos sin que se raye ni desgaste.

## 1.3.4. Funciones industriales y comerciales

A continuación, se exponen las funciones derivadas de procesos de producción y fabricación, así como las relativas a todas las fases de logística del proceso como son el envase y embalaje, transporte o la distribución, hasta la retirada del producto.

### 1.3.4.1. Fabricación

Se consideran los criterios de diseño para la fabricación (dfM):

- Utilización preferente de materiales semielaborados.
- Utilización del menor número de máquinas y herramientas distintas.
- Utilización del mayor número de piezas iguales.
- Poderse fabricar en las instalaciones del productor.

### 1.3.4.2. Ensamblaje

## Requisitos de diseño

Se consideran los criterios de diseño para el ensamblaje (dfA):

- Simplicidad
  - Minimizar:
    - número de piezas
    - variedad de piezas
    - secuencias de ensamblaje
    - número de herramientas
  - Facilidad de manejo e inserción de piezas
- Uso de elementos normalizados
- Uso de tolerancias amplias
- Materiales adaptables a la función y a la producción
- Minimizar operaciones:
  - Eliminar acabados excesivos
  - Uniones y fijaciones eficientes
- Diseño a prueba y error:
  - Piezas que solo ensamblen en una posición
- Facilitar la manipulación
  - Piezas simétricas
  - Auto-orientables
  - Facilidad de amarre
  - Movimiento descendente
  - Comenzar el ensamblaje desde el componente de mayor masa
- Diseñar para el proceso:
  - Evitar diseños con esquinas afiladas o puntas

### 1.3.4.3. Envase

Aspectos a tener en cuenta para el envase:

- Se estima que el producto irá montado o parcialmente desmontado envasado en cajas de cartón individuales.

### 1.3.4.4. Embalaje

Aspectos a tener en cuenta para el embalaje:

- Se considera suficiente el embalaje del producto mediante una caja de mayor tamaño que contenga diversas unidades envasadas. Las dimensiones del embalaje y consecuentemente del producto envasado dentro del mismo vendrán condicionadas por las medidas del "palet" europeo de 1200 x 800 x 145 mm.

### 1.3.4.5. Almacenaje

Aspectos a tener en cuenta para el almacenaje:

- Para el almacenaje se debe considerar la mayor o menor apilación de las cajas formando "palets"

#### **1.3.4.6. Transporte**

Aspectos a tener en cuenta para el transporte:

- Para el transporte del producto se debe considerar la agrupación de estos en "palets" normalizados y estos a su vez en el contenedor sobre el que se vayan a transportar.

#### **1.3.4.7. Exposición**

No se contempla ningún criterio para esta función.

#### **1.3.4.8. Desensamblaje**

No se espera ninguna atención especial para el desembalaje.

#### **1.3.4.9. Montaje por el usuario**

Cabe la posibilidad que la lámpara se comercialice total o parcialmente desmontada. Se tendrán en cuenta las siguientes funciones:

- Utilización de herramientas sencillas.
- Utilización del menor número de herramientas distintas.

○ en todo caso suministrar las herramientas necesarias.

#### **1.3.4.10. Utilización**

No se considera ninguna función más que las expuestas en los apartados correspondientes a las funciones de uso.

#### **1.3.4.11. Mantenimiento**

Aspectos a tener en cuenta en el mantenimiento:

- Los materiales y recubrimiento de los elementos y componentes del producto deben resistir la acción de productos de limpieza.
- En el caso de que la bombilla necesite ser reemplazada, la lámpara deberá tener un fácil acceso a esta.

#### **1.3.4.12. Reparación**

Aspectos a tener en cuenta para la reparación:

- Para facilitar la reparación, es conveniente la utilización del número de elementos normalizados comercialmente asequibles.

#### **1.3.4.13. Retirada**

## Requisitos de diseño

Una de las funciones principales es la de desmontaje para su reciclaje, se consideran los criterios de diseño para el medio ambiente (Desmontaje) (dfE):

- Desmontaje sencillo:
  - Utilizar elementos de sujeción fáciles de separar.
  - Reducir al mínimo la cantidad de elementos de sujeción.
  - Utilizar los mismos elementos de sujeción en muchos lugares del producto.
  - Facilitar el acceso para desunir, romper o cortar.
  - Centrar los componentes sobre una pieza base.
  - Uso de tornillos en lugar de adhesivos.
  - Uso de tornillos similares.
  - Usar diseño modular.
  - Evitar el uso de inserciones metálicas en piezas de plástico.
- Desmontaje selectivo:
  - Minimizar la variedad de materiales.
  - Marcar los plásticos.
  - Usar componentes fabricados con materiales conocidos.
  - Disponer de lugares para identificar los materiales que se van a separar.
  - Emplear piezas y subconjuntos normalizados.
- Facilidad en el tratamiento de recuperación:
  - Evitar acabados superficiales secundarios.
  - Evitar pintar las partes reciclables. Poner etiquetas.
  - Evitar piezas y materiales que puedan dañar las máquinas de recuperación.

## 2. Funciones estéticas

### 2.1. Funciones emocionales

- La lámpara de mesa de noche debe transmitir calma.

### 2.2. Funciones simbólicas

- La lámpara va dirigida a adultos entre los 18 y 30 años aproximadamente.
- La lámpara debe tener un estilo moderno.

## • Pliego de condiciones funcionales

Las funciones anteriormente relacionadas quedan reunidas en las siguientes tablas que conforman el P.C.F. de Uso y Estético.

Tabla 12 Pliego de condiciones funcionales de uso

1. PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES DE USO						
FUNCIONES		CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES				
Nº ORDEN	DESIGNACIÓN	CRITERIO	NIVEL	FLEXIBILIDAD		VI
				RESTRICCIÓN	F	
1.1. FUNCIONES PRINCIPALES DE USO						

1.1.1.	Ser utilizable por adultos	Edad	+25 años	+30	2	1
1.1.2.	Ser utilizable en la mesa de noche	-	-	-	0	5
1.1.3.	Ser de fácil encendido	Interruptor táctil	-	-	0	5
2.1. FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO O SERVICIO						
1.2.1. FUNCIONES DERIVADAS DEL USO						
1.2.1.1.	Fácil de manipular	Manipulación Inserción	- -	- -	2 1	2 1
1.2.1.2.	Ser rígido	Peso	kg	-	3	2
1.2.1.3.	Fácil de limpiar	Acceso protección de las piezas Formas simples	- -	- -	2 1	1 1
1.2.1.4.	Ser de fácil encendido	Forma	-	-	0	5
1.2.2. FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS						
1.2.2.1.	Intensidad regulable	Sensor de interruptor táctil	-	-	1	4
1.2.2.2.	Tener espacio para colocar el sensor de interruptor táctil	Forma	-	-	0	5
1.2.3. OTRAS FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO						
-	-	-	-	-	-	-
3.1. FUNCIONES RESTRICTIVAS O EXIGENCIAS						
1.3.1. FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL USO						
1.3.1.1.	Cumplir Norma UNE 20324/1M:2000	Legislación	-	-	0	5
1.3.1.2.	Cumplir Norma UNE-EN 62471:2009	Legislación	-	-	0	5
1.3.2. FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO						
1.3.2.1.	Ser duradero	Tiempo	±10 años	+2	2	2
1.3.2.2.	Ser fiable	TMFA	-	-	0	3
1.3.2.3.	Poder utilizarse tras un periodo de uso	-	-	-	1	4
1.3.3. FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS EN EL USO DEL PRODUCTO						
1.3.3.1. Acciones del medio hacia el producto						
1.3.3.1.1.	Ser resistente a los productos de limpieza	Aspecto	-	-	2	3
1.3.3.2. Acciones del producto sobre el medio						
1.3.3.2.1.	Elementos reciclables	Ecología	-	-	2	3
1.3.3.2.2.	No dañar la superficie de la mesa	Aspecto	-	-	0	5
1.3.3.3. Acciones del producto sobre el usuario						
1.3.3.3.1.	Forma y dimensiones de la base adecuadas al usuario	Forma Dimensiones	- mm	- -	3 3	2 2
1.3.3.4. Acciones del usuario sobre el producto						
1.3.3.4.1.	Resistir el roce de las manos	Material	-	-	2	1
1.3.4. FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIAALES						
1.3.4.1. Fabricación						
1.3.4.1.1.	Cumplir criterios de diseño dfM	Normalización	-	-	1	5
1.3.4.2. Ensamblaje						
1.3.4.2.1.	Cumplir criterios de diseño dfA	Simplicidad	-	-	1	5
1.3.4.3. Envase						
1.3.4.3.1.	Condicionadas por el tamaño del producto	Dimensiones	mm	-	3	1
1.3.4.4. Embalaje						
1.3.4.4.1.	Condicionadas por el Europalet	Dimensiones	1200 x 800 x 145 mm	-	2	5
1.3.4.5. Almacenaje						
1.3.4.5.1.	Apilación en cajas	Dimensiones Peso	mm kg	- -	3 3	2 2
1.3.4.6. Transporte						
1.3.4.6.1.	Utilizar palet normalizado	dimensiones	mm	-	2	4
1.3.4.7. Exposición						
-	-	-	-	-	-	-

## Requisitos de diseño

1.3.4.8. Desembalaje						
-	-	-	-	-	-	-
1.3.4.9. Montaje por el usuario						
1.3.4.9.1.	Herramientas sencillas	Simplificación	-	-	1	5
1.3.4.9.2.	Uso de pocas herramientas	Simplificación	-	-	1	5
1.3.4.10. Utilización						
-	-	-	-	-	-	-
1.3.4.11. Mantenimiento						
1.3.4.11.1.	Resistir productos de limpieza	Aspecto	-	-	1	2
1.3.4.11.2.	Fácil acceso a la bombilla	Forma	-	-	1	3
1.3.4.12. Reparación						
1.3.4.12.1.	Fácil reparación	Normalización	-	-	1	2
1.3.4.13. Retirada						
1.3.4.13.1.	Cumplir criterios de diseño dFE	Materiales	-	-	1	5

Tabla 13 Pliego de condiciones funcionales estéticas

2. PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES ESTÉTICAS						
FUNCIONES		CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES				
Nº ORDEN	DESIGNACIÓN	CRITERIO	NIVEL	FLEXIBILIDAD		VI
				RESTRICCIÓN	F	
2.1. FUNCIONES EMOCIONALES						
1.1.1.	Transmitir calma	Forma	Formas curvas	-	1	3
		Color	Armonía suave	-	0	5
		Textura	Suave	-	2	2
		Material	-	-	3	1
2.1. FUNCIONES SIMBÓLICAS						
1.2.1.	Representar un estilo moderno	Forma	-	-	1	5
		Color	-	-	0	3
		Textura	-	-	2	2
		Material	-	-	3	1

### c. Valoración de funciones

- Valoración entre funciones

Tabla 14 Valoración entre funciones

CLASE F	FLEXIBILIDAD	NIVEL DE NEGOCIACIÓN
0	Nula	Imperativo
1	Poca	Poco negociable
2	Buena	Negociable
3	Alta	Muy negociable

- **Tabla de valoración de funciones**

*Tabla 15 Valoración de funciones*

VI	IMPORTANCIA DE LA FUNCIÓN
1	Útil
2	Necesaria
3	Importante
4	Muy importante
5	Vital

## 9. Análisis de soluciones

### a. Primeras propuestas

Las soluciones propuestas en este apartado no se refieren a las medidas o al diseño definitivo, son orientativas, puesto que durante el proceso de diseño pueden surgir inconvenientes o mejoras que hagan variar el diseño final.

Partiendo de la información previa y las condiciones impuestas, a continuación, se exponen una serie de posibles soluciones respecto al diseño de la lámpara.

- **Propuesta de diseño 1**

Tomando como referencia las siguientes condiciones de diseño:

- Pantalla de forma cóncava.
- Fuente de iluminación oculta.
- Base metálica.
- Hueco para el sensor de interruptor táctil.

Surge esta propuesta en la cual se plantea una base hecha de una lámina metálica cortada mediante laser y curvada. La parte superior se plantea que esté hecha de un material polimérico inyectado, está formada por 3 piezas principales: la pantalla, la lámina que oculta la bombilla, y la parte inferior que es una tapa donde irá alojado el casquillo de la bombilla y el sensor de interruptor táctil. La unión entre la parte superior y la base permite cierta rotación para orientar la dirección de la luz reflejada.

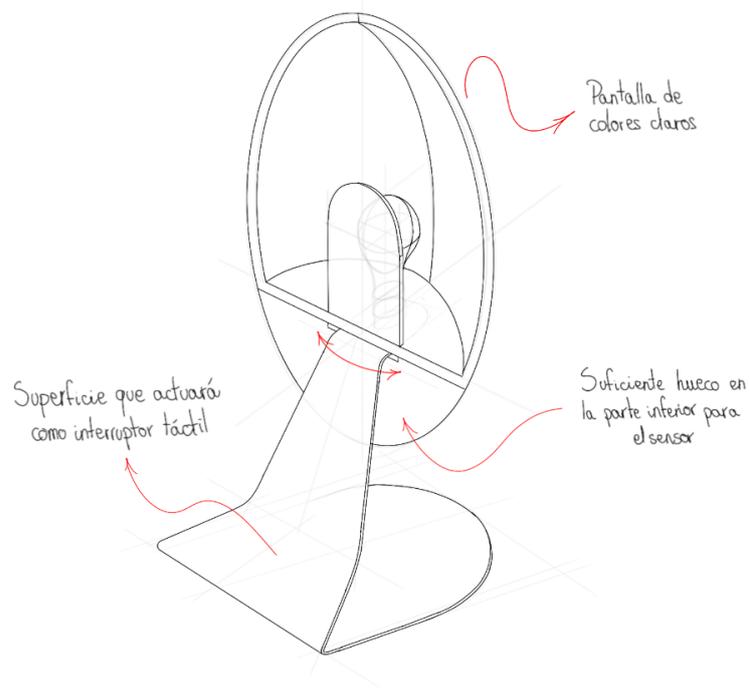


Fig. 9 Propuesta de diseño 1

- **Propuesta de diseño 2**

Esta propuesta es prácticamente igual a la anterior, sólo que varía la forma de la base, la cual está unida por detrás de la pantalla dejando la articulación oculta.

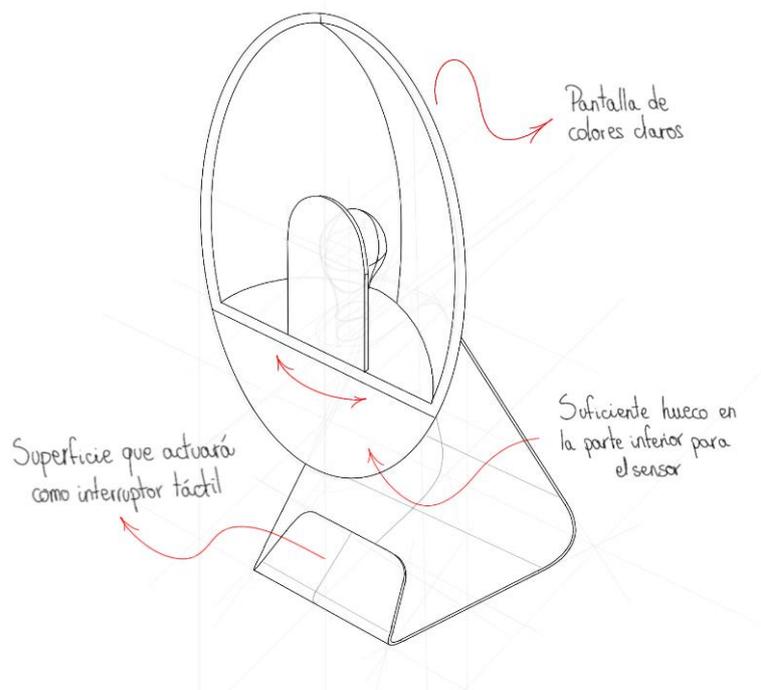
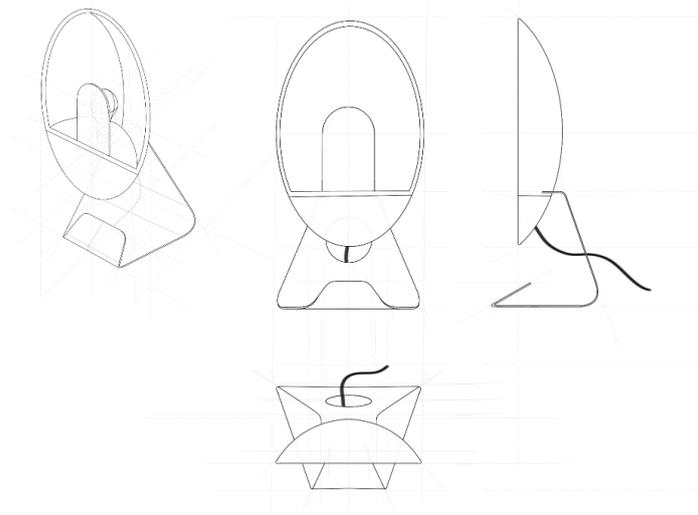


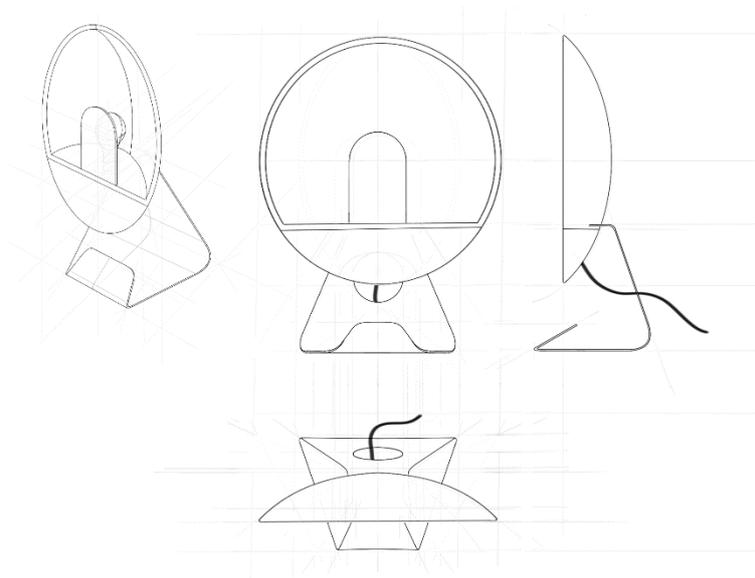
Fig. 10 Propuesta de diseño 2

## b. Evaluación de soluciones

Para la evaluación de las propuestas anteriores se ha partido de la Propuesta de diseño 2, para hacerse una idea de cómo serían las proporciones de la lámpara se ha dibujado las vistas de esta. Además, se ha variado las proporciones de la pantalla para ver cuál sería la más adecuada.



*Fig. 11 Pantalla de forma ovalada*



*Fig. 12 Pantalla de forma circular*

A continuación, se muestra un detalle de como irían unidas la mayoría de las piezas, mediante el portalámparas o socket, además de una aproximación de como iría colocado el sensor del interruptor táctil:

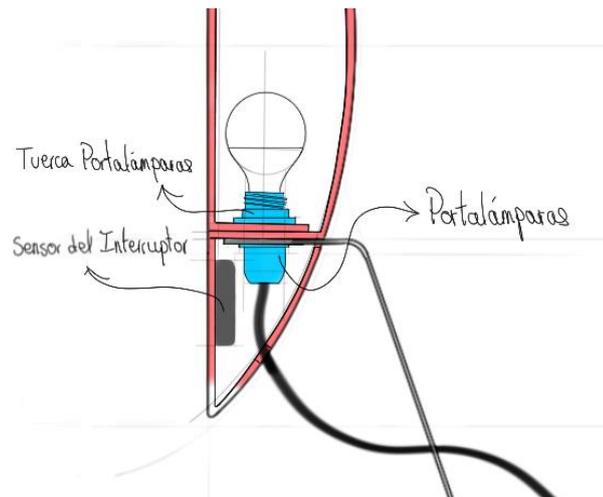


Fig. 13 Detalle de unión de las piezas

### c. Justificación de la solución escogida

Tras comparar las propuestas y realizar una evaluación de las posibles variaciones de esta, la solución escogida es la Propuesta de diseño 2. Ya que se ha considerado que la Propuesta de diseño 1 estéticamente no es muy agradable a la vista puesto que la articulación queda visible y la forma de la base queda por delante dando sensación de espacio desaprovechado. Y respecto a la pantalla, ambas se consideran válidas, pero se ha escogido la de forma circular ya que tiene curvas más suaves y puede transmitir más calma, además, en la parte inferior donde tiene que ir alojado el sensor del interruptor táctil hay más espacio disponible.

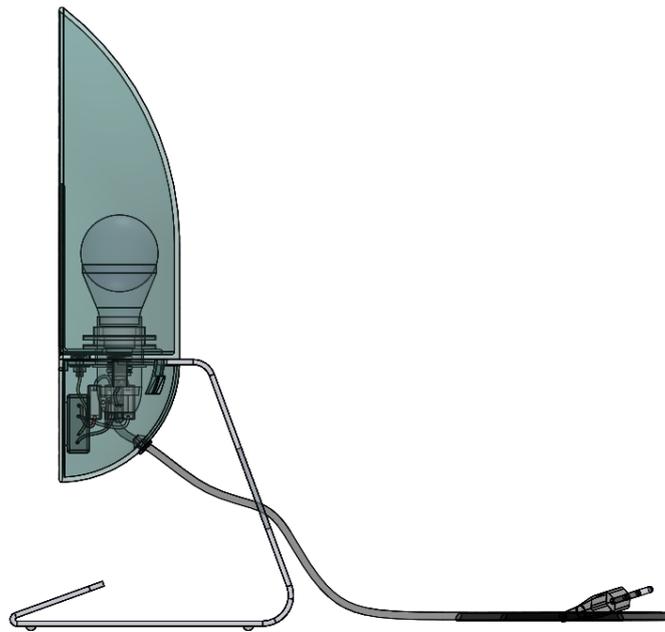
## 10. Resultados finales

### a. Descripción y justificación del diseño adoptado

- **Diseño**

La realización de este diseño se ha basado en las ideas iniciales y las preferencias de usuario. Obteniendo como resultado una lámpara: de estilo moderno y minimalista con pocas piezas, con formas curvas sencillas, cuenta con un sistema de encendido táctil sencillo, con intensidad regulable, con la posibilidad de orientar la dirección de la luz en el eje vertical un total de 15° y una gama de colores básicos.

Este diseño final se ha conseguido tomando como base la Propuesta de diseño 2 con la pantalla circular variando un poco su curva de perfil, como se puede apreciar en la siguiente imagen, ya que estando formada por un único arco circular el espacio generado para el portalámparas, el sensor y la bombilla era insuficiente.



*Fig. 14 Perfil de la lámpara*

- **Iluminación**

Se ha conseguido el tipo de iluminación indirecta que se buscaba, quedando oculta la fuente de luz, la cual proporciona un efecto más natural en la luz, con cambios más sutiles y graduales debido a la reflexión de la luz. Además, el acabado de la pantalla será rugoso en lugar de brillante, con lo cual los cambios de luz serán más graduales proporcionando una luz lo más agradable posible. Empleando para ello la forma cóncava de la pantalla para que la luz reflejada sea la máxima posible.

## Resultados finales

En cuanto a la bombilla, debido al sensor de interruptor táctil ha de ser halógena, de 40 W como máximo, ya que las bombillas fluocompactas y las LED no son compatibles con este tipo de dispositivos y podrían llegar incluso a romperse.

Para poder regular las bombillas LED estas han de indicar en su envase que son capaces de hacerlo o en su defecto utilizar reguladores específicos para bombillas LED los cuales son demasiado caros como para utilizarlos en una lámpara de este tipo.

- **Elementos**

La mayoría de los elementos son comerciales o normalizados, lo que supone una simplificación en el proceso de fabricación y una reducción significativa en los costes para tiradas pequeñas, este proyecto se ha basado en una primera tirada de 10000 unidades.

Siendo el número de elementos a fabricar 4, 3 piezas de inyección, la pantalla, el brazo de la pantalla y la tapa inferior. Y la pieza restante la base, obtenida de un corte laser múltiple de las láminas de acero inoxidable y posteriormente se curvan sus 3 pliegues mediante la plegadora / curvadora hidráulica

- **Materiales**

Los materiales escogidos por sus propiedades para formar el exterior de la lámpara son, el polímero termoplástico ABS y acero inoxidable.

El ABS para las piezas de inyección, lo cual condiciona que las paredes de las piezas tengan un espesor máximo de 3 mm para evitar hundimientos, con dicho espesor se consigue que la lámpara sea lo suficientemente sólida y que al incidir la luz de la bombilla sea totalmente opaca ya que si fuera más fino la luz podría traspasar generando zonas clareadas.

Y para la base metálica láminas de acero inoxidable satinado / cepillado, para no dejar huellas, de 3 mm de espesor las cuales proporcionen mayor seguridad.

- **Colores**

De la encuesta del análisis de usuario se concluyó que cada usuario tiene unas preferencias distintas en cuanto a lo que colores se refiere, por lo que emplear un único modelo de lámpara no dejaría conforme a la mayoría de posibles consumidores.

Para ello se propone una gama de 4 lámparas cada una con un color distinto. Los colores han de ser claros para favorecer la reflexión de la luz y además de la sensación de calma, por lo que se apostará por los colores PANTONE pastel azul 0821 C, verde 0921 C, rosa 0521 C y blanco P 1-1 C.



Fig. 15 Colores PANTONE utilizados

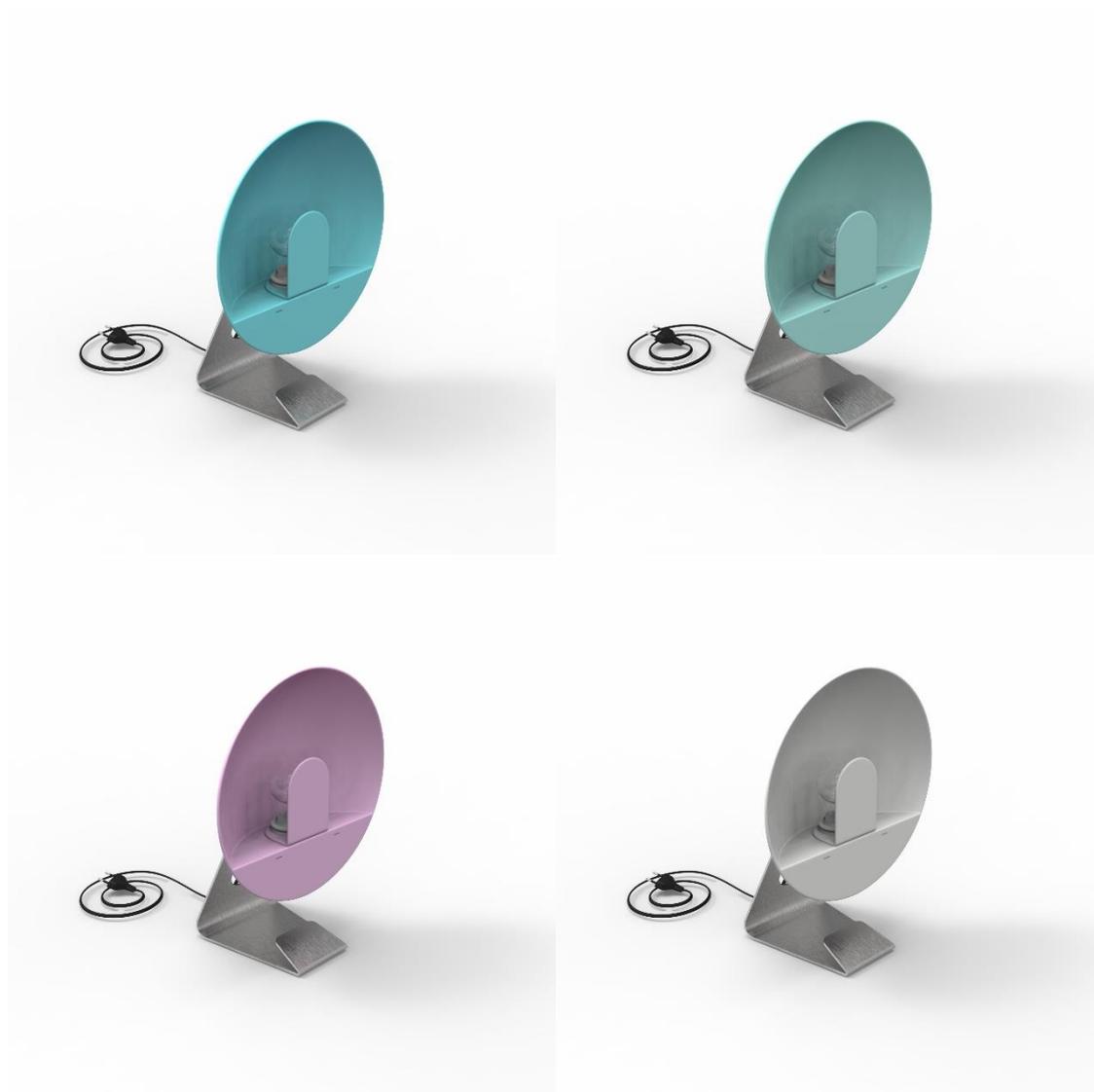


Fig. 16 Colores de la lámpara

Resultados finales

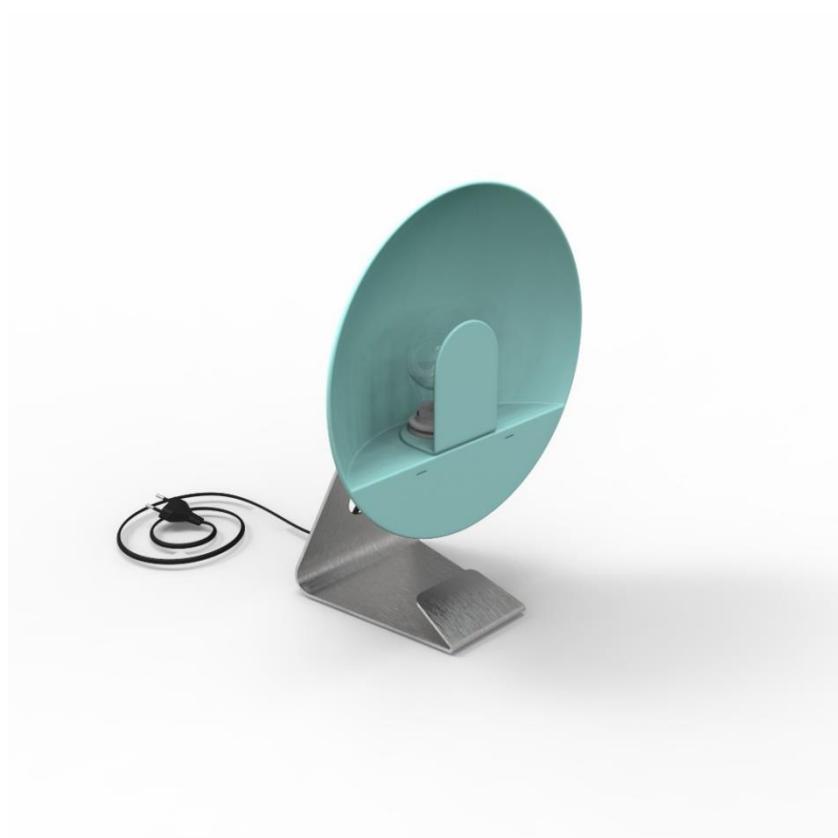
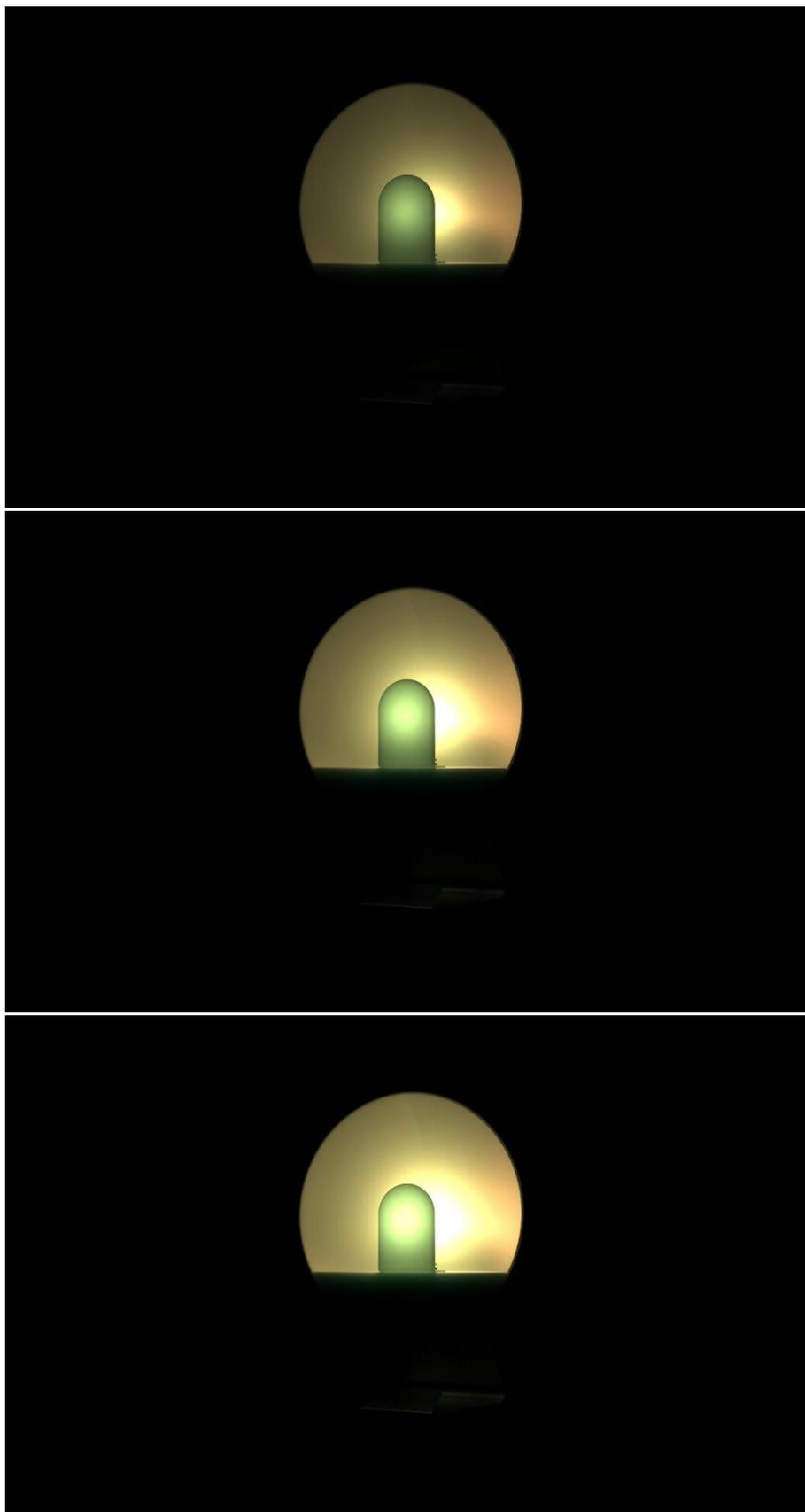






Fig. 17 Renders de la lámpara



*Fig. 18 Distintas intensidades de luz*

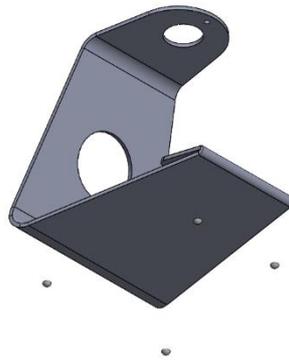
## b. Viabilidad técnica y física

### • Ensamblaje de los componentes

A continuación, se describe el proceso de ensamblaje de los componentes del producto:

#### 1. Ensamblaje del elemento 1.1.2.1 con el elemento 1.1.2.2

El elemento 1.1.2.1 se une al elemento 1.1.2.2 a mano mediante el adhesivo de este último, con ayuda de unas guías para colocarlo a 5 mm de cada borde.

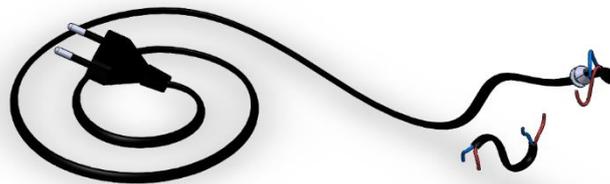


*Fig. 19 Ensamblaje de la base con los tacos*

#### 2. Ensamblaje del elemento 1.1.1.4.1 con el elemento 1.1.1.4.2

Antes se ha de obtener el elemento 1.1.1.1.2 a través del elemento 1.1.1.4.1 mediante el corte de este último con una longitud de 10 cm aproximadamente, haciendo uso de una guía para facilitararlo, se pelan los extremos de los elementos resultantes con ayuda de un pelacables dejando el cobre al descubierto.

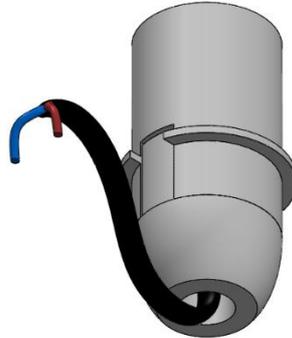
Una vez se ha obtenido el elemento 1.1.1.1.2 se procede con el ensamblaje del elemento 1.1.1.4.1 con el elemento 1.1.1.4.2, para ello, se coge el elemento 1.1.1.4.2, se y se introduce a mano a través del elemento 1.1.1.4.1.



*Fig. 20 Ensamblaje del cable de alimentación con el protector del cable*

#### 3. Ensamblaje del elemento 1.1.1.1.1 con los elementos 1.1.1.1.2 y 1.1.1.1.2

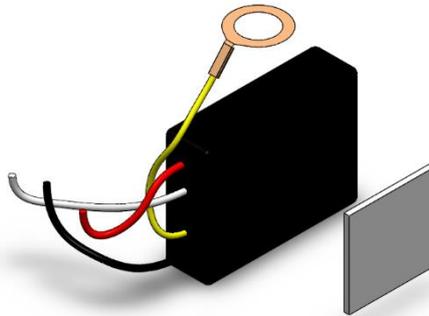
Este ensamblaje se realiza a mano, primero se coge el elemento 1.1.1.1.2 y se introducen a presión los dos cables de uno de sus extremos en los orificios inferiores del elemento 1.1.1.1.1. A continuación, se coge el elemento 1.1.1.1.2 y se introduce el elemento 1.1.1.1.2 a través de su orificio y por último se encaja también a presión el elemento 1.1.1.1.2 con el elemento 1.1.1.1.1.



*Fig. 21 Ensamblaje del portalámparas con su cable y su tapa*

#### **4. Ensamblaje del elemento 1.1.1.2.1 con el elemento 1.1.1.2.2**

Para en el ensamblaje de estos elementos primero hay que despegar el elemento 1.1.1.2.2 de la lámina que los agrupa y luego pegarlo en el elemento 1.1.1.2.1 por la cara opuesta a la cara que tiene grabado el esquema eléctrico.



*Fig. 22 Ensamblaje del sensor con el adhesivo*

#### **5. Ensamblaje del elemento 1.1.1.3 con los elementos 1.1.1.1, 1.1.1.2 y 1.1.1.4**

Para realizar este ensamblaje se coge el elemento 1.1.1.3 y presionando sobre la pinza que hay en cada canal se van conectando en él el resto de los elementos siguiendo el esquema eléctrico descrito en el apartado de anexos sobre la conexión entre cables.

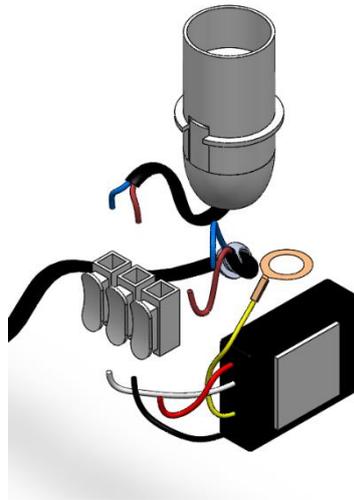


Fig. 23 Ensamblaje del sensor, portalámparas y el cable de alimentación con la regleta

#### 6. Ensamblaje del elemento 1.1.2 con los elementos 1.1.1 a través de los elementos 1.1.3, 1.1.4 y 1.1.5

Para que este ensamblaje se realice de manera más sencilla, se hará uso de un destornillador de punta de estrella y de una llave fija de métrica 7.

El procedimiento es el siguiente, primero se introduce el extremo del elemento 1.1.1.4.1 por el orificio más grande del elemento 1.1.2.1. A continuación, se introduce el elemento 1.1.3 en el orificio más pequeño del elemento 1.1.2.1, después, el terminal del elemento 1.1.1.2.1, el elemento 1.1.4 y 1.1.5 a través del elemento 1.1.3. Por último, se sujeta el elemento 1.1.5 con la llave fija y mientras se aprieta el elemento 1.1.3 con el destornillador.

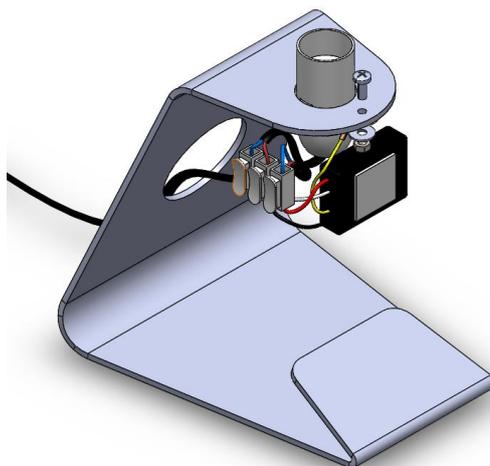
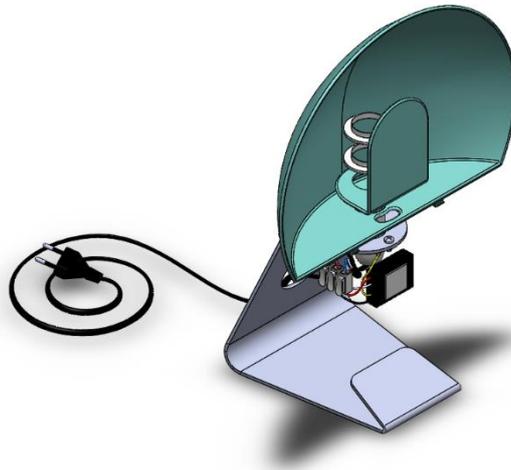


Fig. 24 Ensamblaje del circuito eléctrico con la base

#### 7. Ensamblaje del elemento 1.1 con los elementos 1.2, 1.3 a través de los elementos 1.4 y 1.5

Este ensamblaje se realiza a mano, para ello, primero se introduce el elemento 1.1.1.1.1 a través del orificio mediano del elemento 1.1.2.1 y a su vez sobre el primero los elementos 1.2 y 1.3, a continuación, el elemento 1.4 y se aprieta con giros horarios, por último, el elemento 1.5 y se aprieta igual que el 1.4.



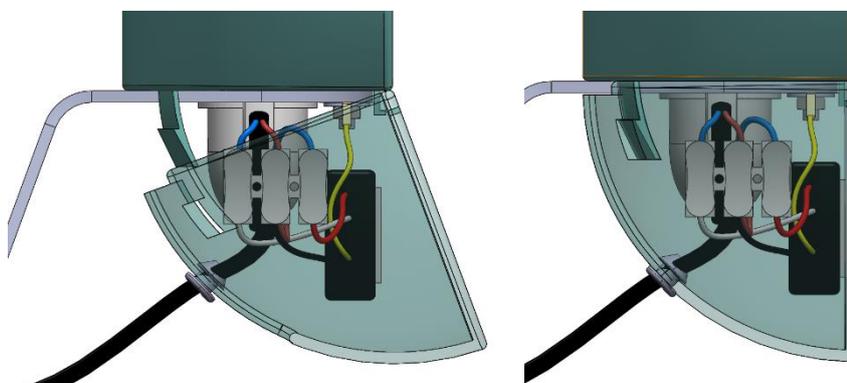
*Fig. 25 Ensamblaje de la pantalla y el brazo de la pantalla con la base*

## 8. Ensamblaje del elemento 2 con el elemento 1

El ensamblaje de estos elementos se realiza a mano aplicando algo de presión.

Primero se han de unir el elemento 1.1.1.2 con el elemento 2, para ello se despegan la lámina del adhesivo del elemento 1.1.1.2 y se pega por el interior de la cara plana del elemento 2. A continuación, se tiene que colocar el elemento 1.1.1.4.2 a través de la ranura del elemento 2.

Una vez hecho esto, se procede con el ensamblaje del elemento 2 con el elemento 1, para ello se colocan las aristas rectas de maneta que sean coincidentes de ambos elementos y se gira el elemento 2 en sentido horario (visto desde su perfil izquierdo, antihorario si es sobre el derecho) hasta que las pestañas del elemento 1.2 encajen correctamente con el elemento 2.



*Fig. 26 Ensamblaje de la tapa inferior con la pantalla*

## Resultados finales

El sistema de unión de estos elementos se realiza a través de las pestañas mostradas a continuación, alrededor de las cuales hay un espaciado para que la inserción de estas piezas se produzca sin problemas

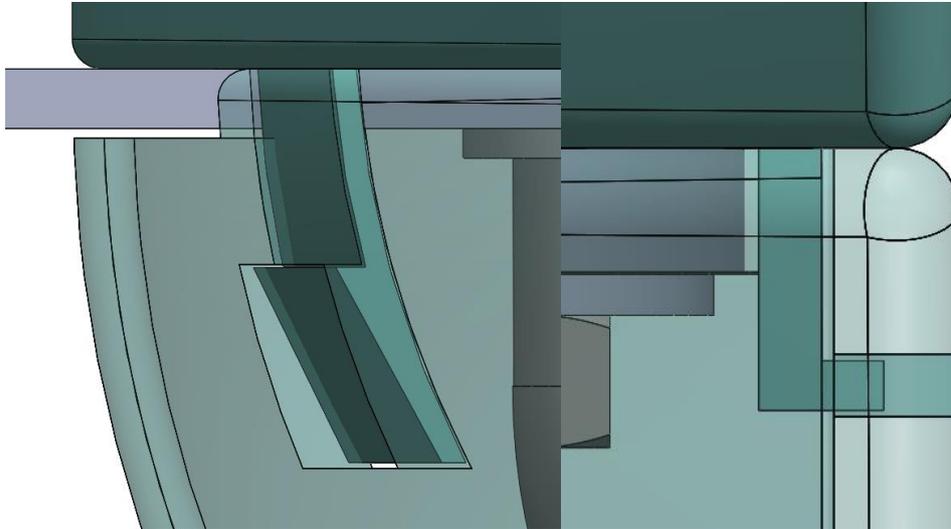


Fig. 27 Método de unión de la pantalla con la tapa inferior

- **Movilidad**

Este apartado se centrará en el estudio de las piezas que permiten cierta movilidad, como pueden ser el giro de la pantalla para orientar la dirección de reflexión de la luz o el del brazo de la pantalla el cual facilitará la inserción y retirada de la bombilla.

Cabe destacar que debido a los giros se ha añadido al portalámparas una tuerca adicional ya que al llevar solo una esta se podría aflojar.

Respecto al giro de la pantalla, este está limitado por la hendidura en la tapa inferior, el cual proporciona un giro de  $7,5^\circ$  hacia cada lado, haciendo un total de  $15^\circ$ .

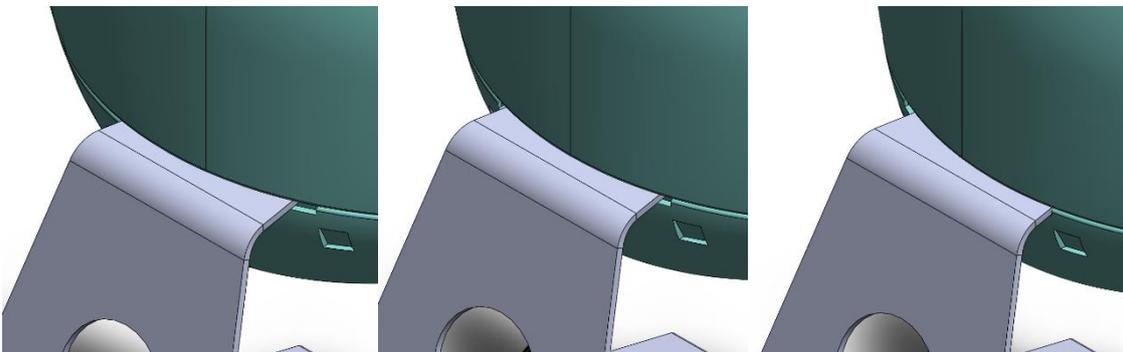


Fig. 28 Limitación del giro de la pantalla

Además, debido al tornillo, en la pantalla se ha de realizar una hendidura la cual permita el movimiento sin chocar con el tornillo.

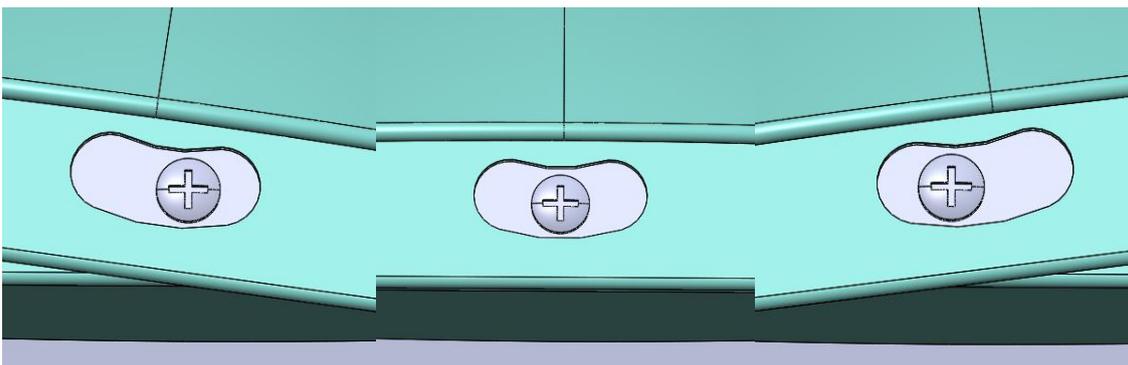


Fig. 29 Hendidura de la pantalla

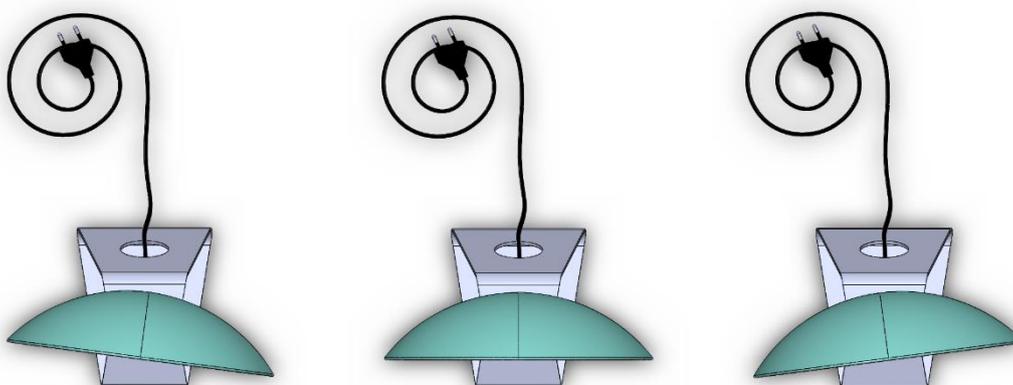


Fig. 30 Giro resultante de la pantalla

Y en cuanto al giro del brazo de la pantalla, es posible que la cabeza del tornillo sea más alta que 3 mm, en el caso de no serlo el giro permitido es hasta que esta pieza colisione con la pantalla, por lo que se ha practicado una hendidura por la parte de debajo de dicha pieza la cual permite un giro de 45° hacia cada lado, haciendo un total de 90°.

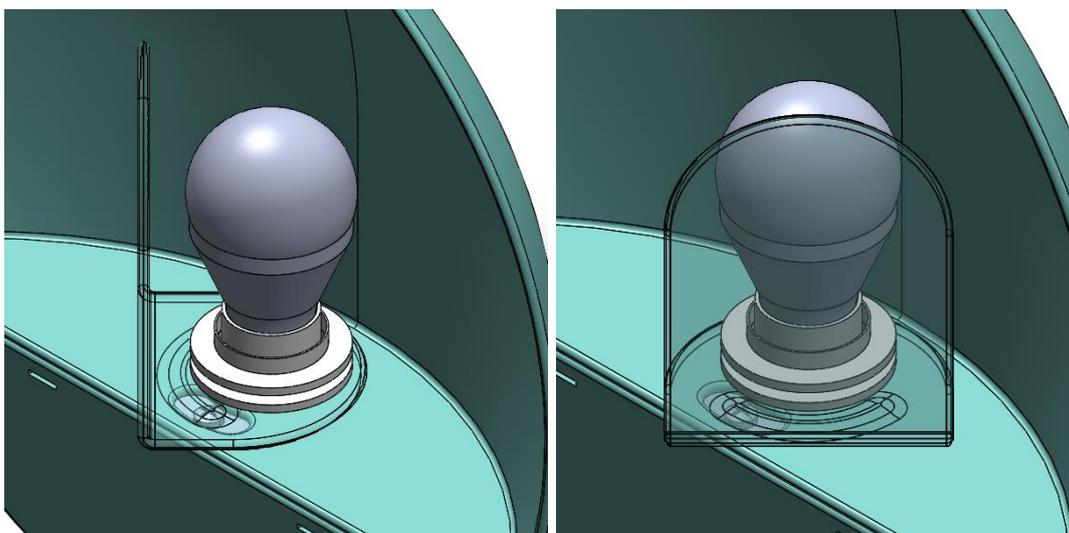


Fig. 31 Giro del brazo de la pantalla para facilitar el acceso a la bombilla

- **Moldes y análisis de llenado**

El análisis de los moldes es vital, ya que nos indicará si será posible fabricar la pieza o no y dará una idea aproximada de cuánto costará cada molde.

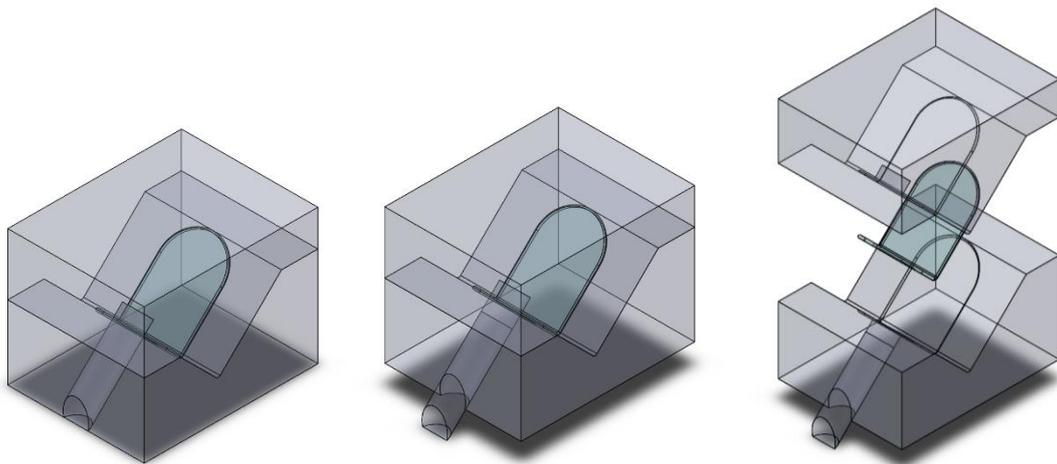
Los moldes pueden ser sencillos o complejos. Los sencillos constan de 2 partes además de machos extraíbles para la generación de cavidades y su coste está comprendido entre los 6000 y 12000 €. Los complejos están formados por más partes necesarias para la extracción del molde, además de correderas, su coste asciende a más de 20000 €.

Estimación de los moldes:

**1. Brazo de la pantalla**

- Molde:

Se trata de un molde sencillo compuesto de 2 partes y 1 macho extraíble, además cuenta con formas simples. Coste estimado de 9000 €.



*Fig. 32 Proceso de apertura del molde del brazo de la pantalla*

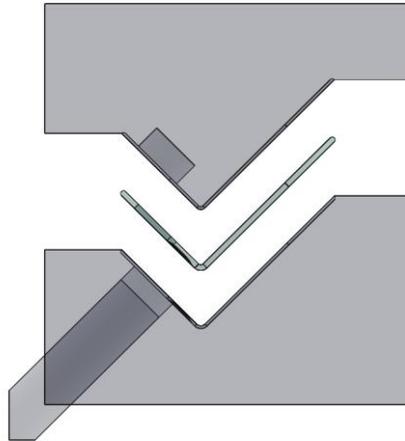


Fig. 33 Molde del brazo de la pantalla

○ Análisis de llenado:

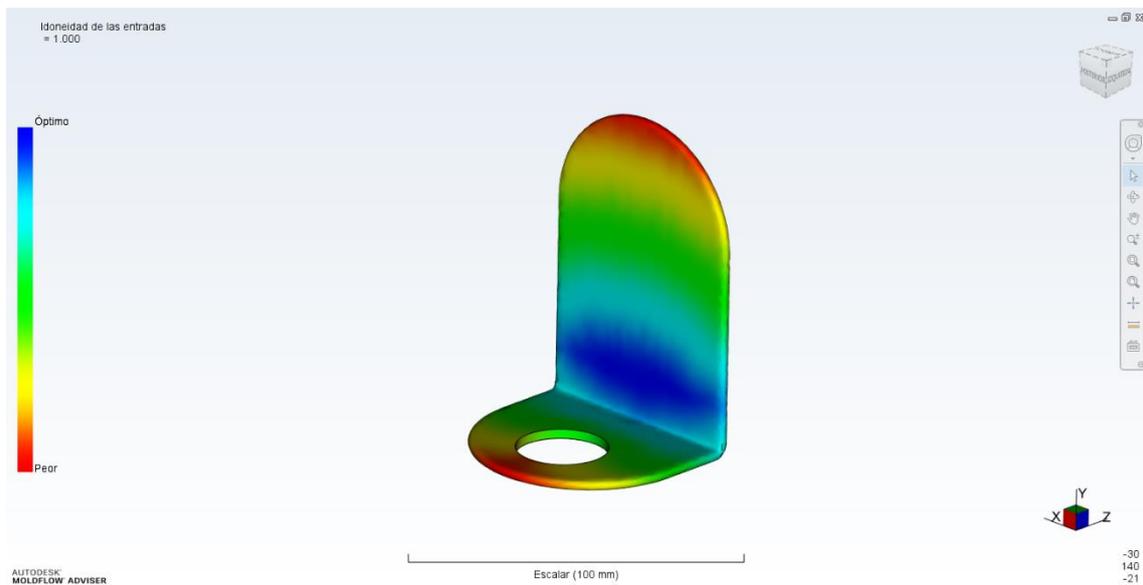


Fig. 34 Zona más óptima para el punto de inyección del brazo de la pantalla

## Resultados finales

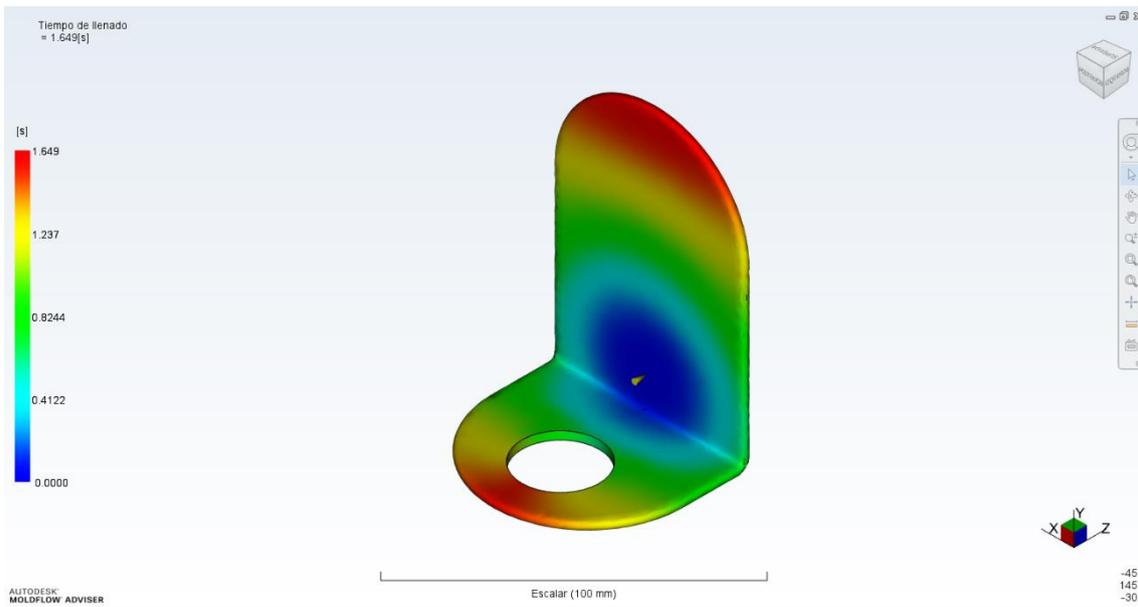


Fig. 35 Tiempo de llenado del brazo de la pantalla

Tiempo real de llenado	1.65 (s)
Presión real de inyección	4.263 (MPa)
Área de fuerza de cierre	65.9576 (cm <sup>2</sup> )
Fuerza de cierre máx. durante el llenado	1.537 (tonelada)
Conmutación de velocidad/presión a % volumen	99.06 (%)
Conmutación de velocidad/presión en tiempo	1.63 (s)
Tiempo estimado del ciclo	35.77 (s)
Peso total de la pieza	26.025 (g)
Volumen de inyectada	26.8594 (cm <sup>3</sup> )

Cálculo de fuerza de cierre durante la compactación mediante:	
20% de la presión de inyección	0.573 (tonelada)
80% de la presión de inyección	2.293 (tonelada)
120% de la presión de inyección	3.440 (tonelada)

Anomalía de tiempo de ciclo	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Llenado (hasta conmutación) (1.63s)</li> <li>□ Compactación y refrigeración calculados (29.14s)</li> <li>□ Molde abierto (5.00s)</li> </ul>
Tiempo del ciclo 35.77s	

Fig. 36 Llenado del brazo de la pantalla

Profundidad del rechupe	0.02 (mm)
Profundidad media del rechupe	0.02 (mm)
Porcentaje del modelo con propensión a rechupes	0.17 (%)

Fig. 37 Rechupes del brazo de la pantalla

Coste total		Coste total por inyectada	
Coste total del material	710.28 (€)	Coste del material por inyectada	0.07 (€)
Coste total del molde	9000.00 (€)	Coste del molde por inyectada	0.90 (€)
Coste total de uso de la máquina	2056.78 (€)	Coste de moldeado por inyectada	0.21 (€)
Coste total del postmoldeado	0.00 (€)	Coste de postmoldeado por inyectada	0.00 (€)

Coste del material	
Total de inyectadas que se producirán	10000
Índice de rechazos	0.00 (%)
Producción calculada incluidos los rechazos	10000
Volumen de la cavidad	26.8594 (cm <sup>3</sup> )
Reciclaje máximo permitido	0.00 (%)
Material total necesario	284.111 (kg)
Coste del material	2.50 (€) / 1.000 (kg)
Coste del material para la producción total	710.28 (€)
Coste del material por inyectada	0.07 (€)
Coste del material usado por inyectada	0.07 (€)

Coste del molde	
Coste de construcción del molde	9000.00 (€)
Total de inyectadas por ciclo de vida del molde	1000000
Coste de mantenimiento del molde por inyectadas	0.05 (€)
Total de moldes necesarios	1
Coste total del molde	9000.00 (€)
Coste del molde por inyectada	0.90 (€)

Coste de moldeado	
Tiempo del ciclo	35.77 (s)
Coste de la máquina por horas	18.00 (€)
Tiempo de inactividad	15.00 (%)
Coste total de uso de la máquina	2056.78 (€)
Coste de moldeado por inyectada	0.21 (€)



Fig. 38 Costes de fabricación del elemento 1.3

## 2. Tapa inferior

- Molde:

Se trata de un molde sencillo compuesto de 2 partes y 4 machos extraíbles. Coste estimado de 9000 €.

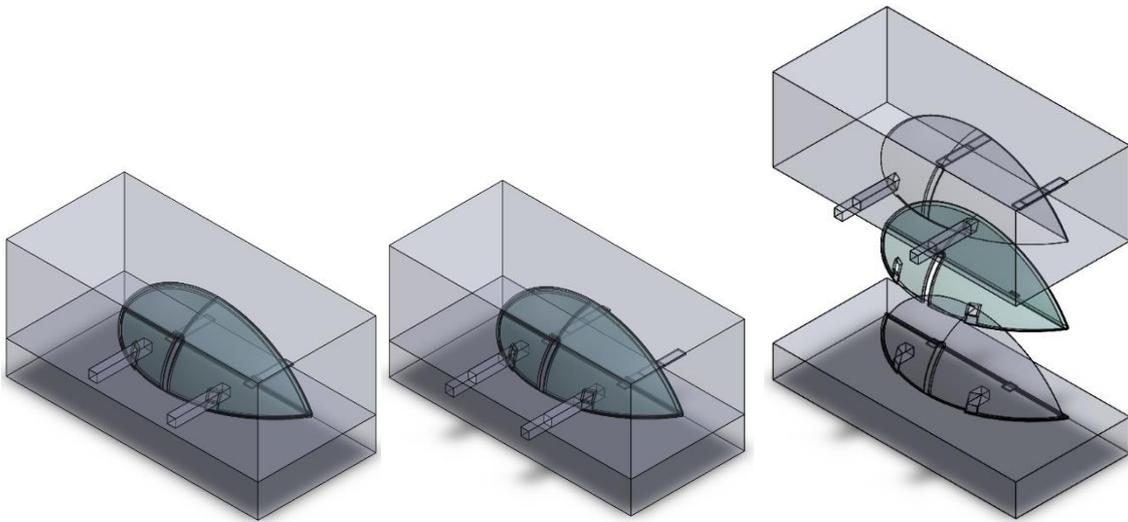


Fig. 39 Proceso de apertura del molde de la tapa inferior

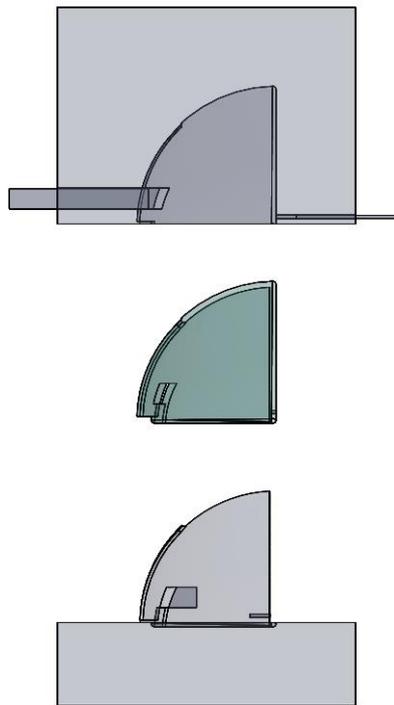


Fig. 40 Molde de la tapa inferior

- Análisis de llenado:

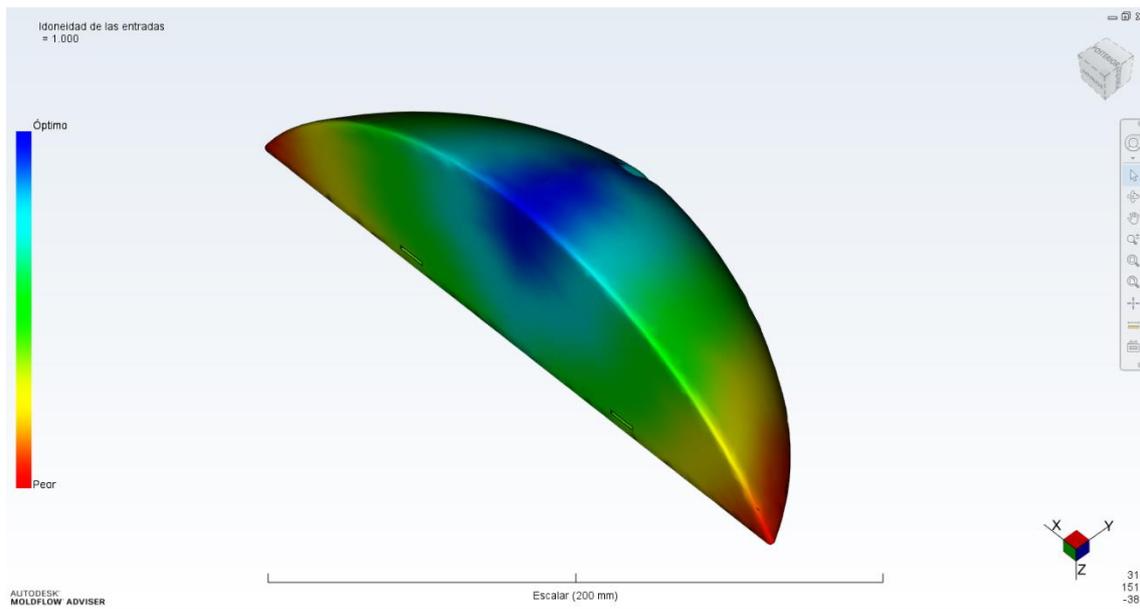


Fig. 41 Zona más óptima para el punto de inyección de la tapa inferior

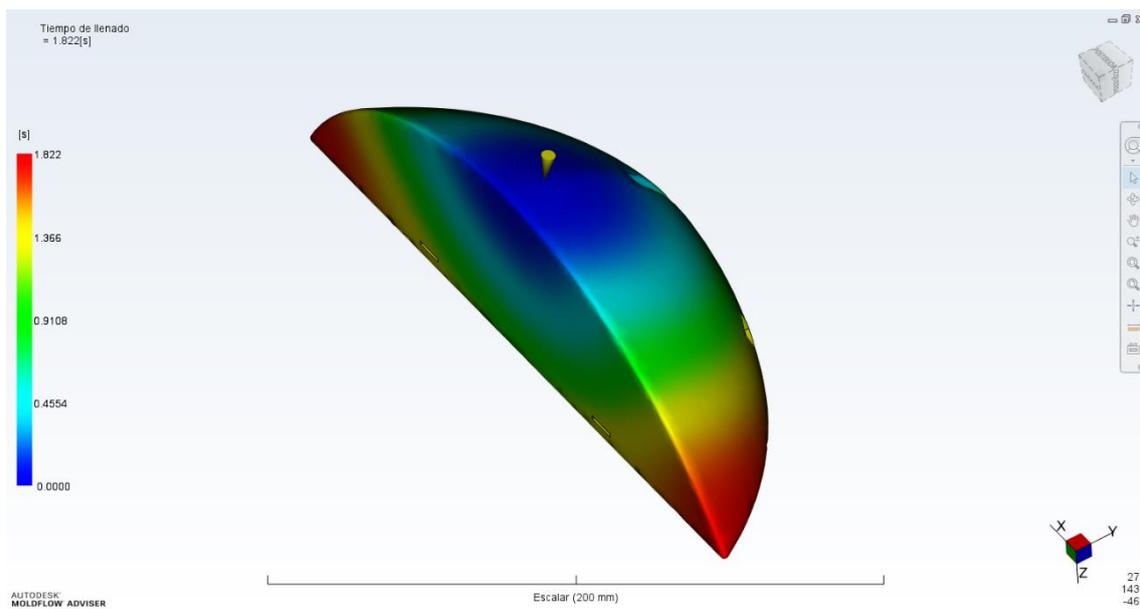


Fig. 42 Tiempo de llenado del brazo de la tapa inferior

## Resultados finales

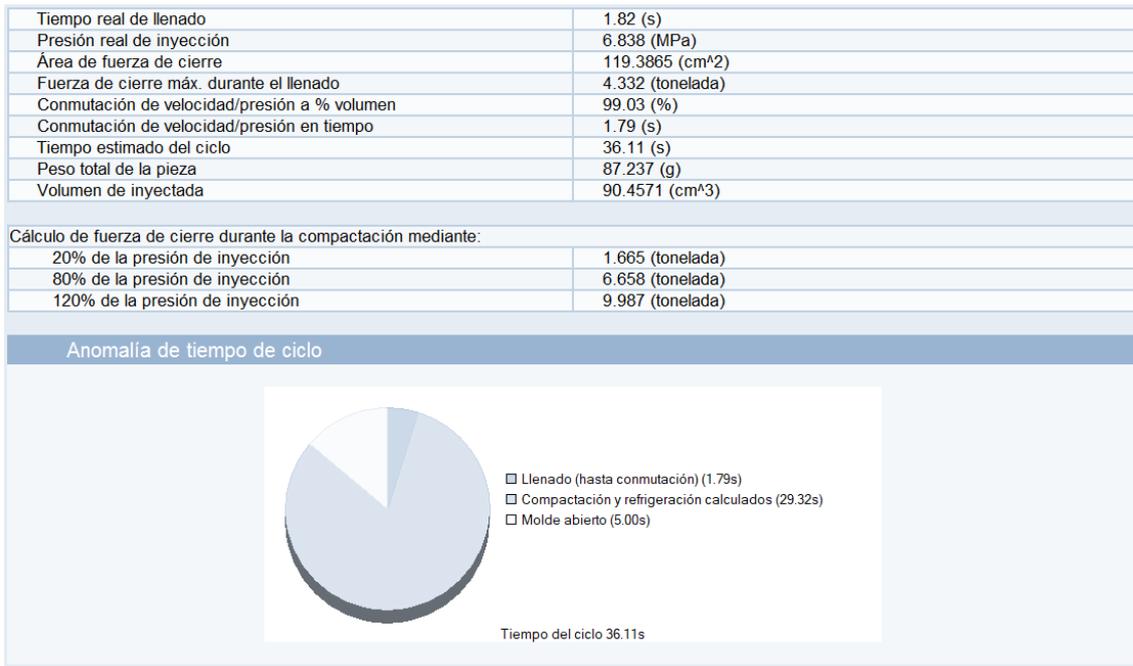


Fig. 43 Llenado de la tapa inferior

Profundidad del rechupe	0.02 (mm)
Profundidad media del rechupe	0.01 (mm)
Porcentaje del modelo con propensión a rechupes	0.39 (%)

Fig. 44 Rechupes de la tapa inferior

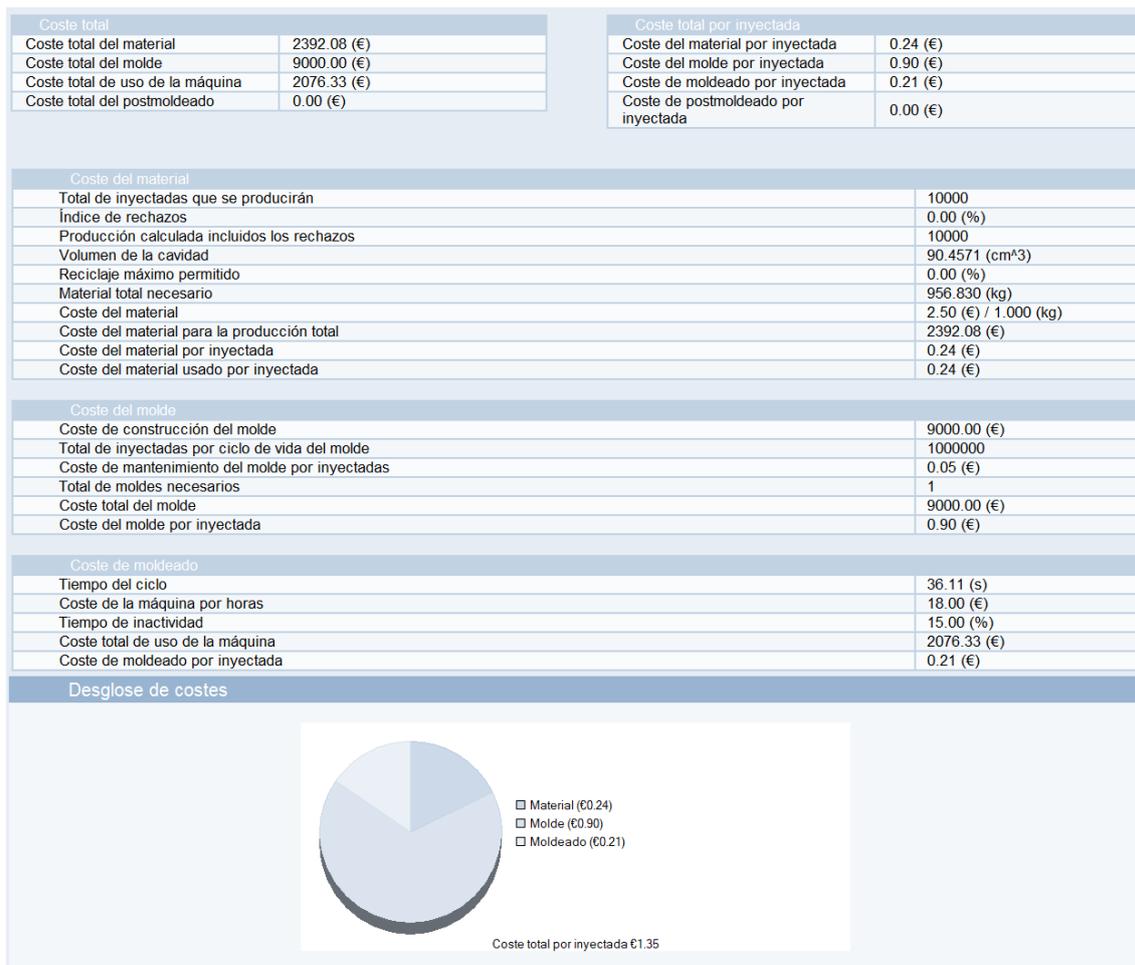


Fig. 45 Costes de fabricación del elemento 2

### 3. Pantalla

- Molde:

Este molde está formado por 2 partes, 2 machos extraíbles además de 2 correderas, por lo tanto, se trata de un molde complejo. Coste estimado de 25000 €.

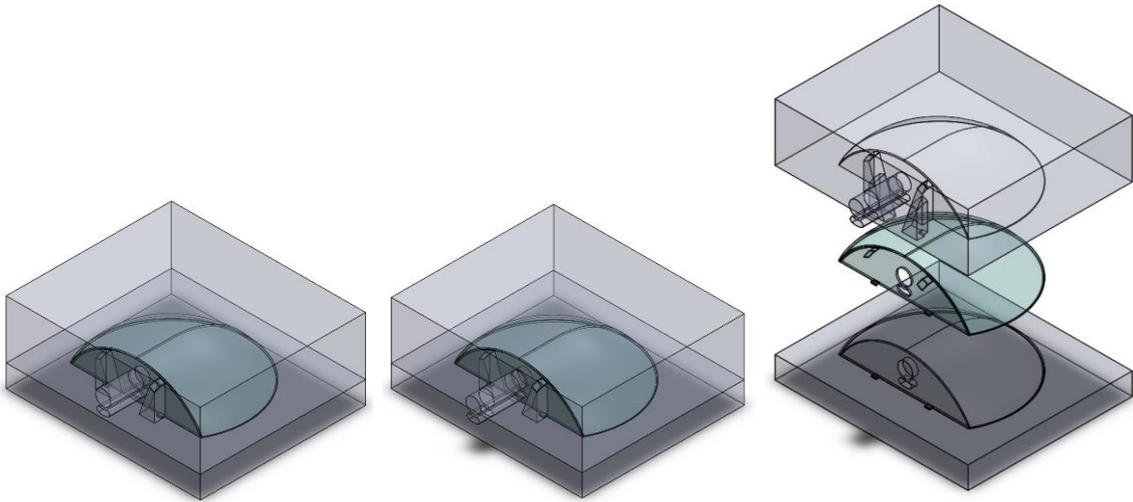


Fig. 46 Proceso de apertura de la pantalla

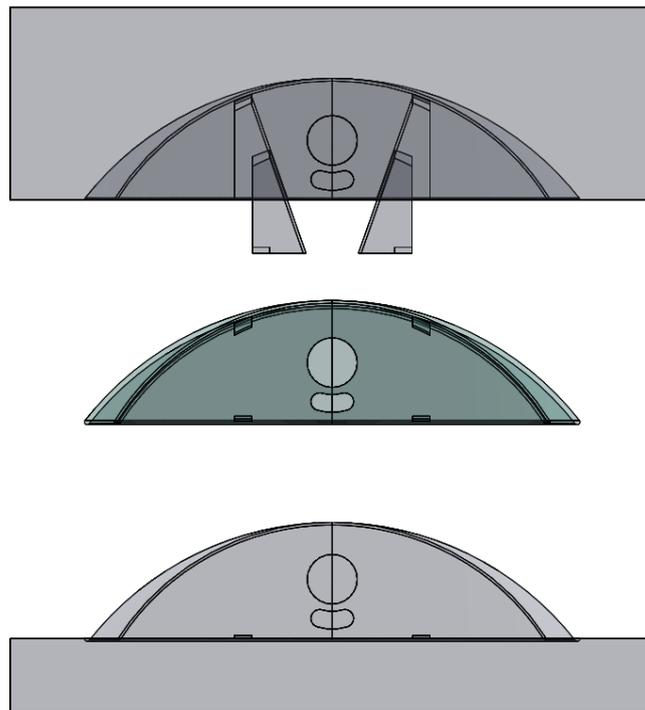


Fig. 47 Molde de la pantalla

- Análisis de llenado:

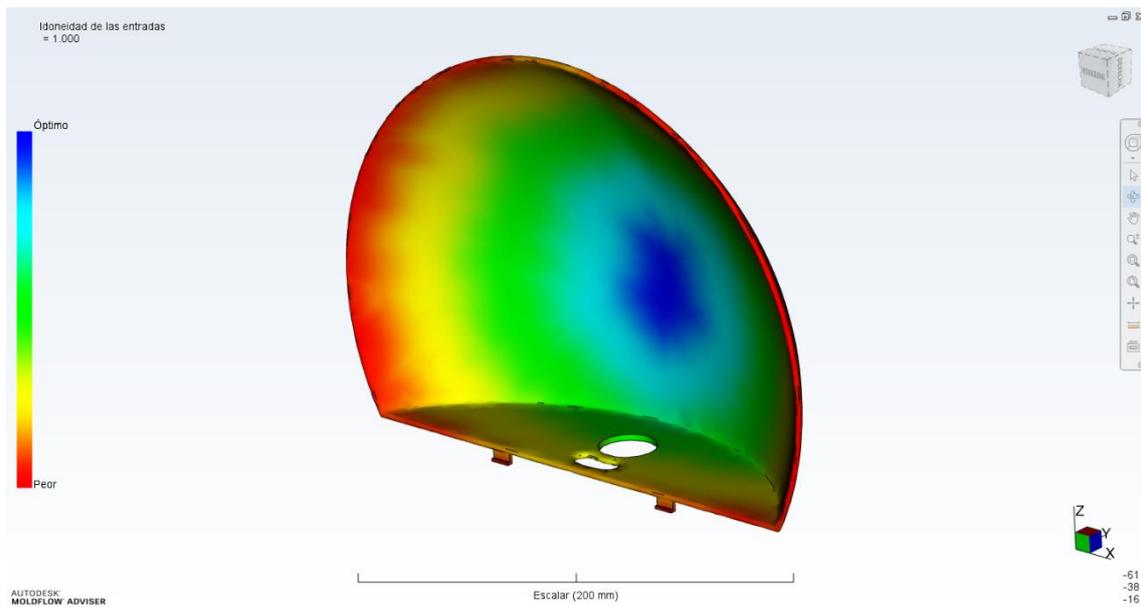


Fig. 48 Zona más óptima para el punto de inyección de la pantalla

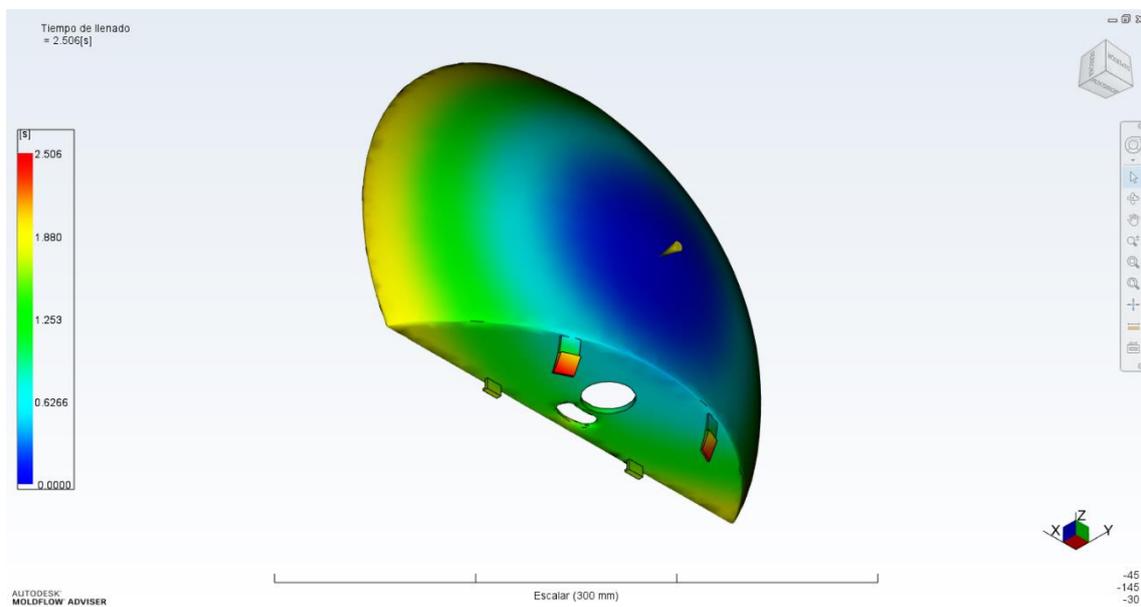


Fig. 49 Tiempo de llenado del brazo de la pantalla

## Resultados finales

Tiempo real de llenado	2.51 (s)
Presión real de inyección	8.872 (MPa)
Área de fuerza de cierre	257.2117 (cm <sup>2</sup> )
Fuerza de cierre máx. durante el llenado	18.138 (tonelada)
Conmutación de velocidad/presión a % volumen	99.14 (%)
Conmutación de velocidad/presión en tiempo	1.99 (s)
Tiempo estimado del ciclo	37.25 (s)
Peso total de la pieza	199.766 (g)
Volumen de inyectada	204.9641 (cm <sup>3</sup> )

Cálculo de fuerza de cierre durante la compactación mediante:	
20% de la presión de inyección	4.653 (tonelada)
80% de la presión de inyección	18.611 (tonelada)
120% de la presión de inyección	27.916 (tonelada)

Anomalía de tiempo de ciclo	
-----------------------------	--

Tiempo del ciclo 37.25s

- Llenado (hasta conmutación) (1.99s)
- Compactación y refrigeración calculados (30.26s)
- Molde abierto (5.00s)

Fig. 50 Llenado de la pantalla

Profundidad del rechupe	0.02 (mm)
Profundidad media del rechupe	0.02 (mm)
Porcentaje del modelo con propensión a rechupes	0.10 (%)

Fig. 51 Rechupes de la pantalla

Coste total		Coste total por inyectada	
Coste total del material	5420.13 (€)	Coste del material por inyectada	0.54 (€)
Coste total del molde	25000.00 (€)	Coste del molde por inyectada	2.50 (€)
Coste total de uso de la máquina	2141.88 (€)	Coste de moldeado por inyectada	0.21 (€)
Coste total del postmoldeado	0.00 (€)	Coste de postmoldeado por inyectada	0.00 (€)

Coste del material	
Total de inyectadas que se producirán	10000
Índice de rechazos	0.00 (%)
Producción calculada incluidos los rechazos	10000
Volumen de la cavidad	204.9641 (cm <sup>3</sup> )
Reciclaje máximo permitido	0.00 (%)
Material total necesario	2168.053 (kg)
Coste del material	2.50 (€) / 1.000 (kg)
Coste del material para la producción total	5420.13 (€)
Coste del material por inyectada	0.54 (€)
Coste del material usado por inyectada	0.54 (€)

Coste del molde	
Coste de construcción del molde	25000.00 (€)
Total de inyectadas por ciclo de vida del molde	1000000
Coste de mantenimiento del molde por inyectadas	0.05 (€)
Total de moldes necesarios	1
Coste total del molde	25000.00 (€)
Coste del molde por inyectada	2.50 (€)

Coste de moldeado	
Tiempo del ciclo	37.25 (s)
Coste de la máquina por horas	18.00 (€)
Tiempo de inactividad	15.00 (%)
Coste total de uso de la máquina	2141.88 (€)
Coste de moldeado por inyectada	0.21 (€)



Fig. 52 Costes de fabricación del elemento 1.2

## • Procesos de fabricación

### 1. Pieza 1.1.2.1

- 1ª Operación: Corte laser:

Antes de producir el corte laser se ha de hacer un patronaje con la distribución más óptima acorde con el tamaño de la lámina escogida, 2000 x 1000 x 3 mm y que respete los espaciados mínimos permitidos en el corte laser. El resultado obtenido es el siguiente, del cual se obtienen 32 unidades.

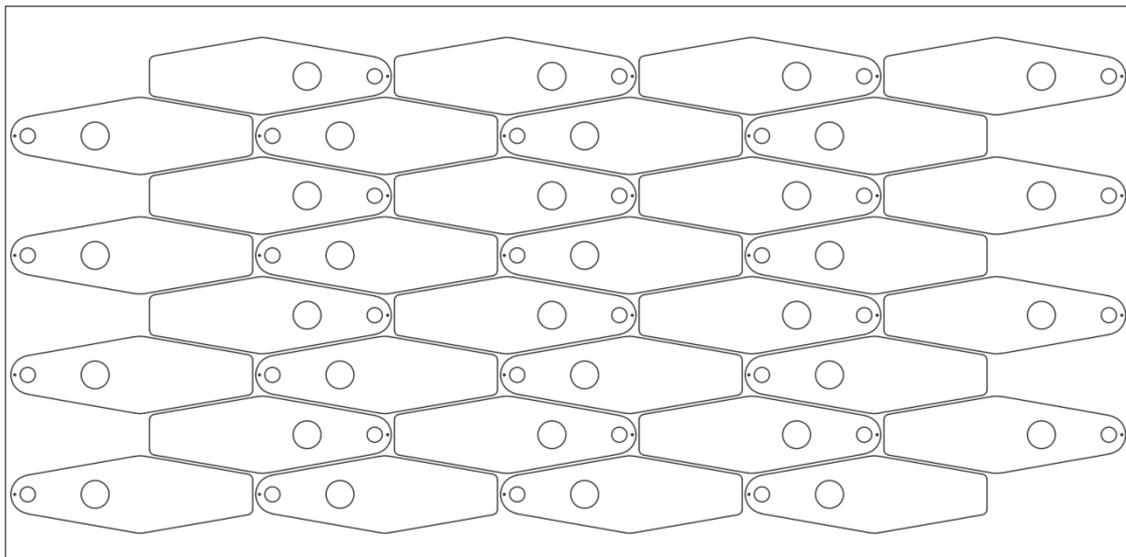


Fig. 53 Patronaje de la base sobre la lámina de acero inoxidable

- 2ª Operación: Realizar los 3 pliegues:

Primero se ha de saber cada radio, ángulo y a que distancia se ha de realizar cada pliegue.

Para la realización de estos pliegues se hará uso de la plegadora / curvadora hidráulica.

Resultados finales

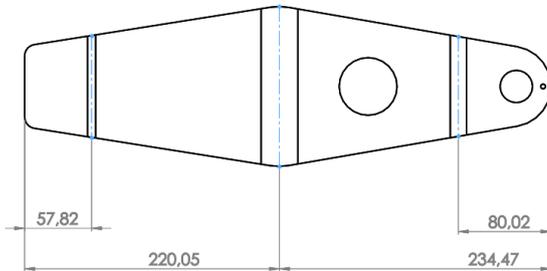


Fig. 55 Distancia de cada pliegue

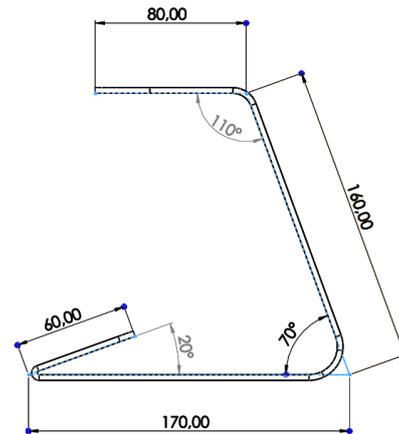


Fig. 54 Ángulo de cada pliegue

Por lo tanto:

SECUENCIA DE PLEGADO		
Primer pliegue	Radio	1 mm
	Distancia al borde más cercano	57,82 mm
	Ángulo	20°
Segundo pliegue	Radio	10 mm
	Distancia al borde más cercano	80,02 mm
	Ángulo	110°
Tercer pliegue	Radio	15 mm
	Distancia al borde más cercano	220,05 mm
	Ángulo	70°

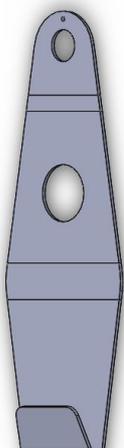


Fig. 58 Primer pliegue



Fig. 56 Segundo pliegue

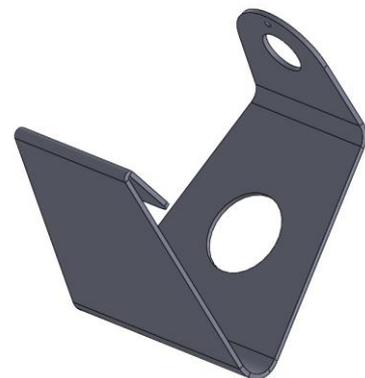


Fig. 57 Tercer pliegue

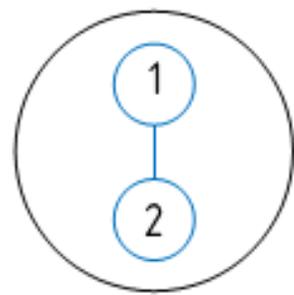
## 2. Piezas 1.2, 1.3 y 2

- 1ª Operación: Inyección de cada pieza

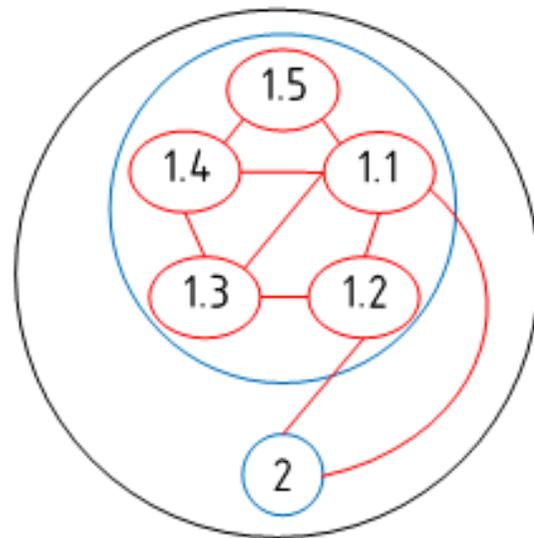
El ciclo de inyección está compuesto de varias fases:

- Cierre del molde.
- Inyección.
- Enfriamiento.
- Apertura del molde y expulsión de la pieza.

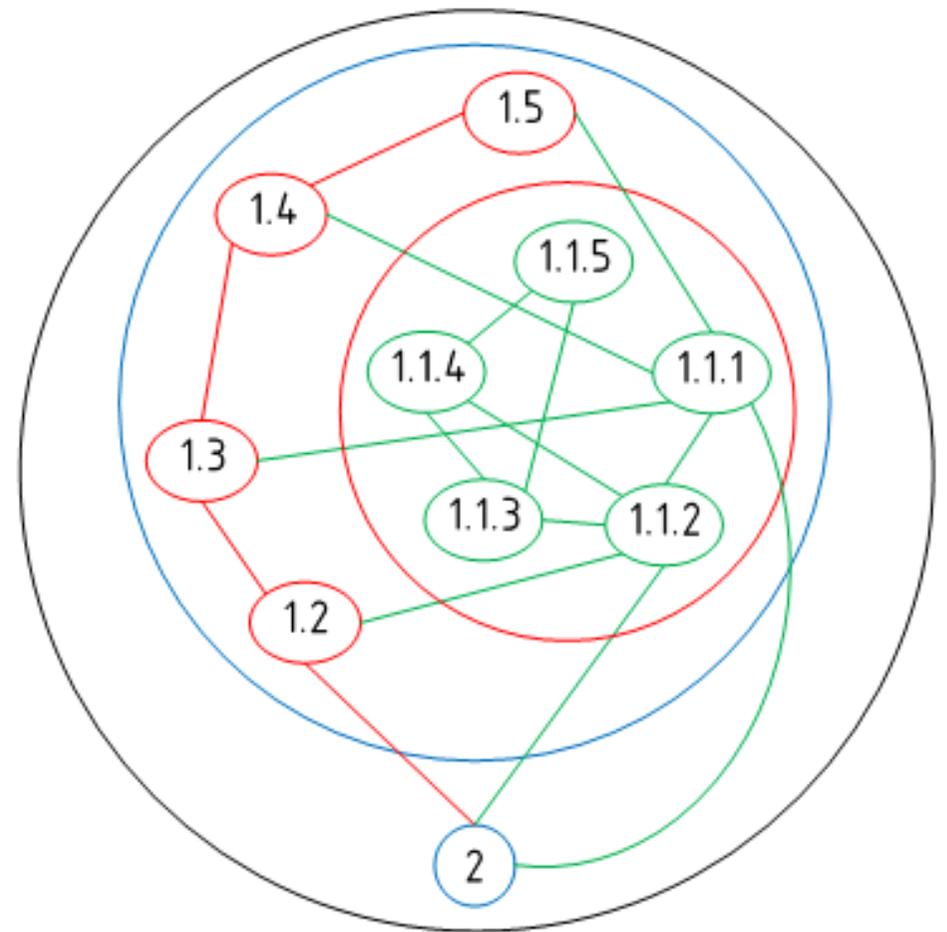
c. Diagrama sistémico del producto



Secuencia 1

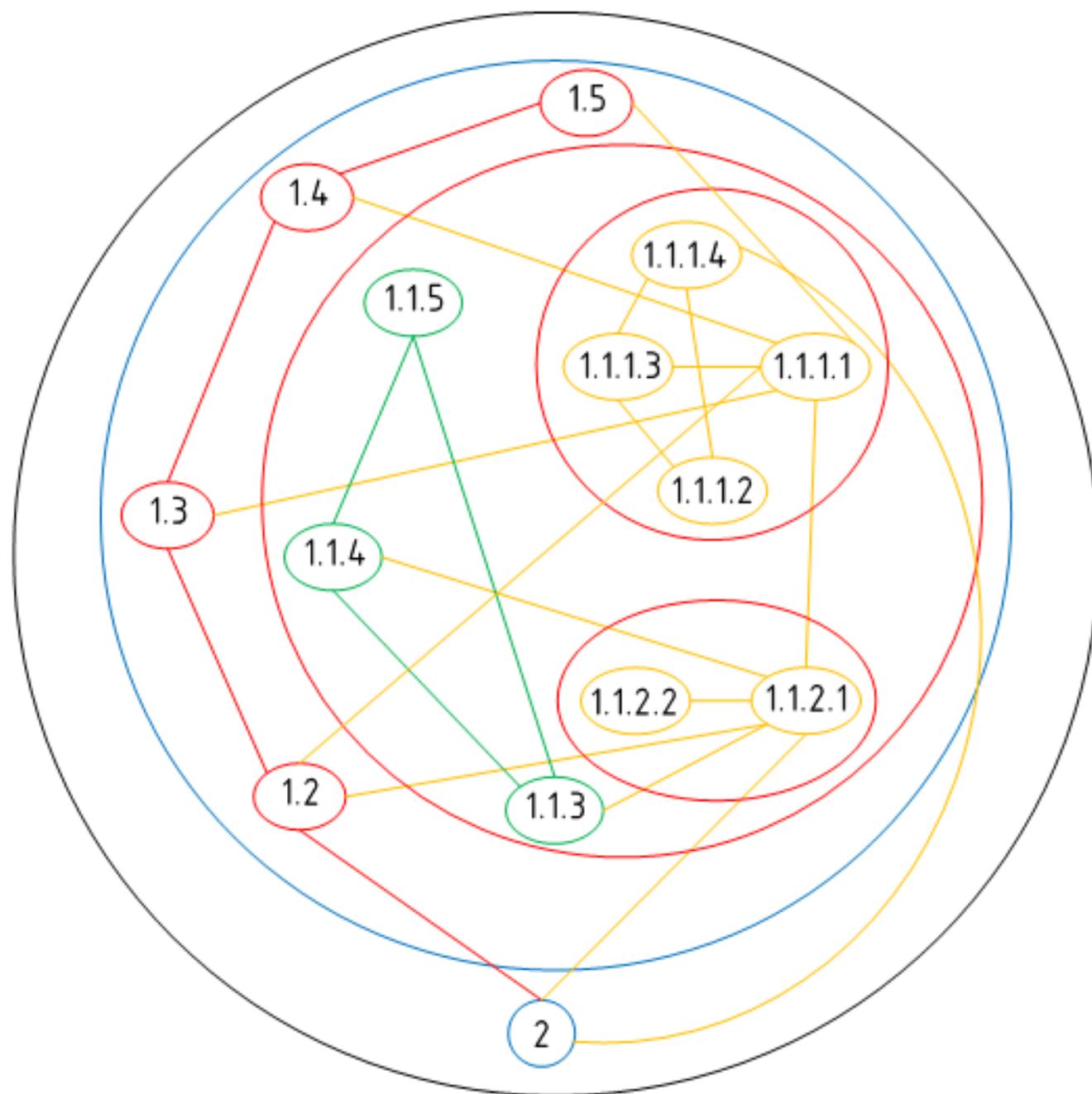


Secuencia 2

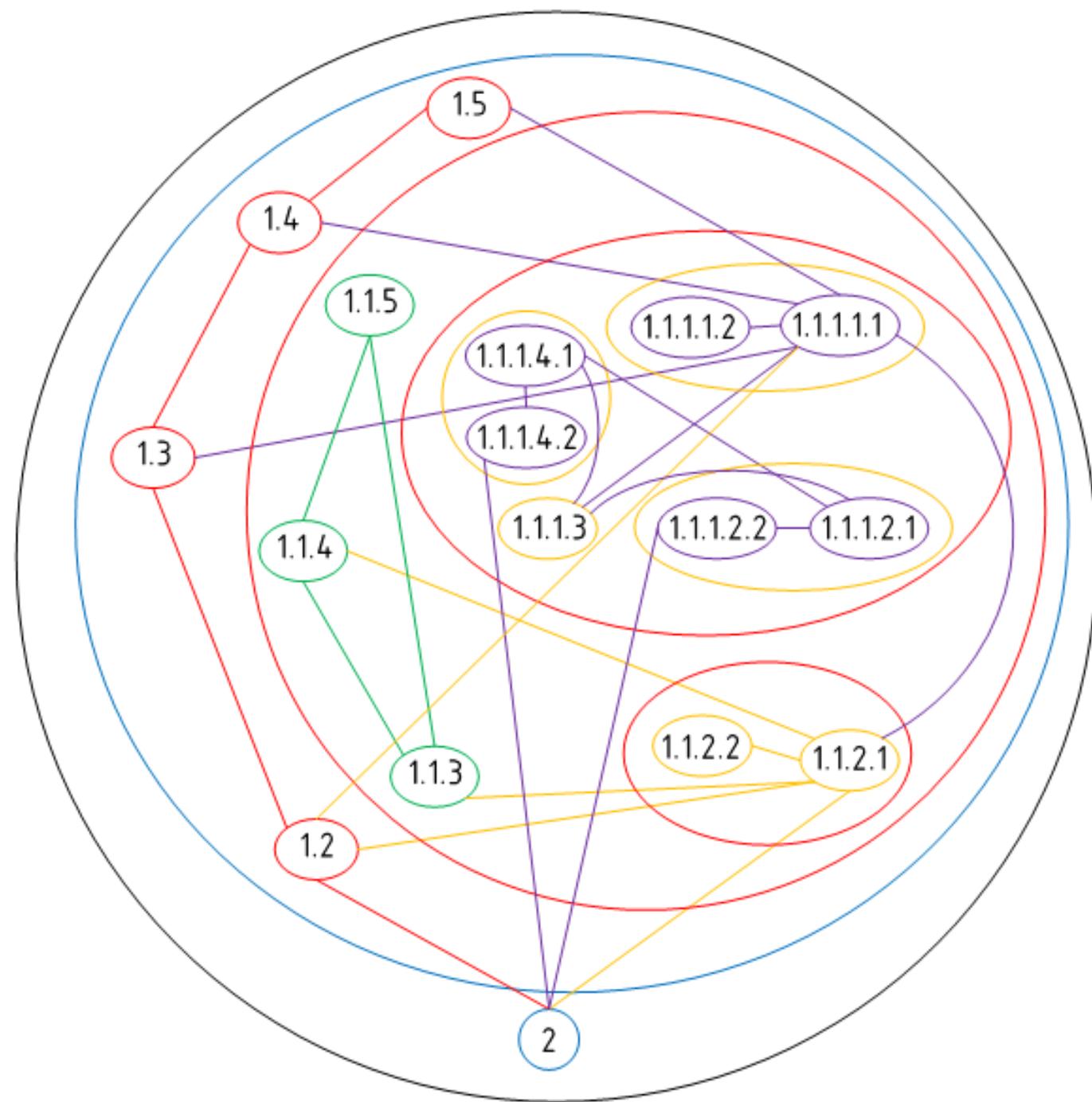


Secuencia 3

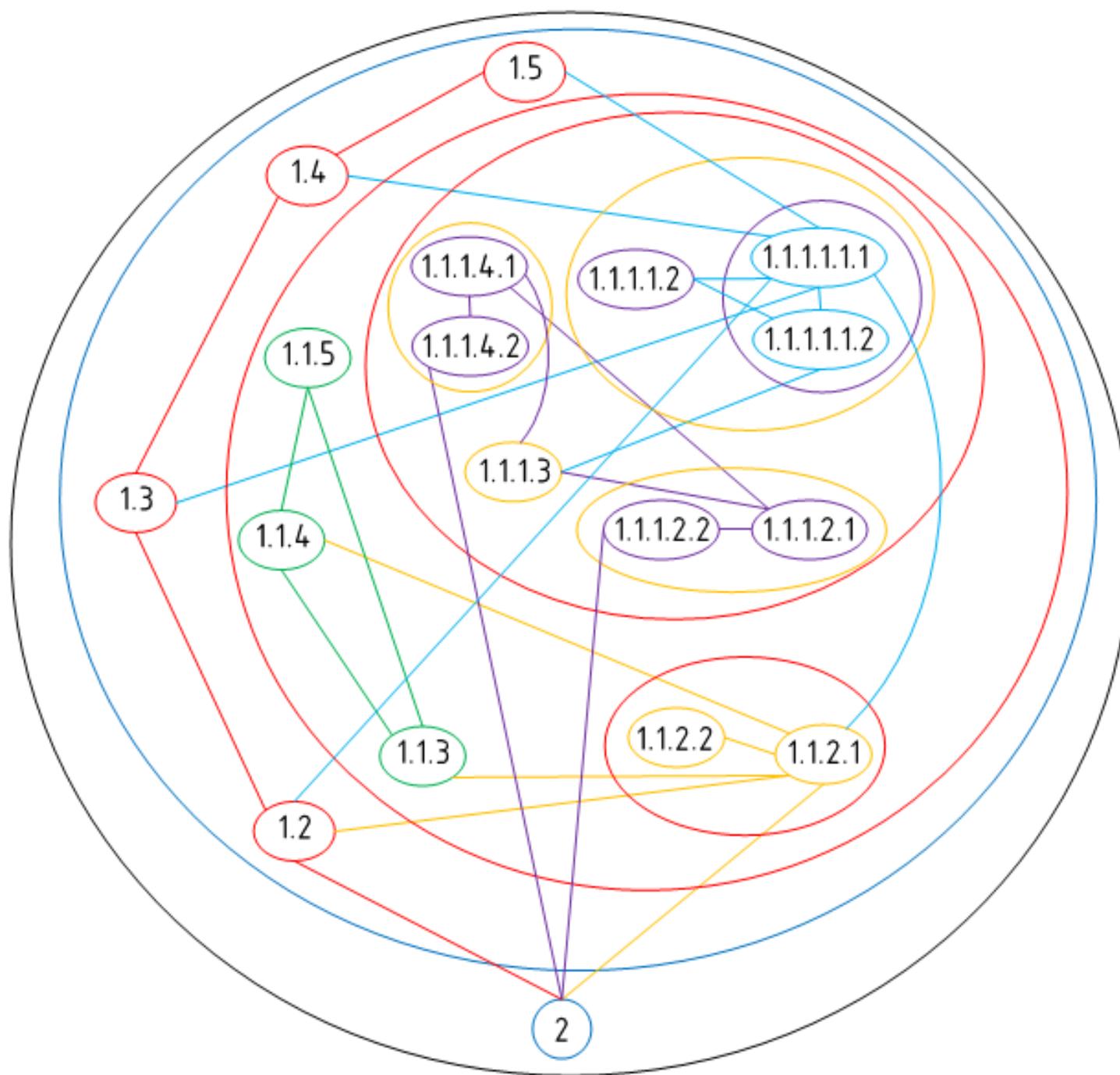
Secuencia 4



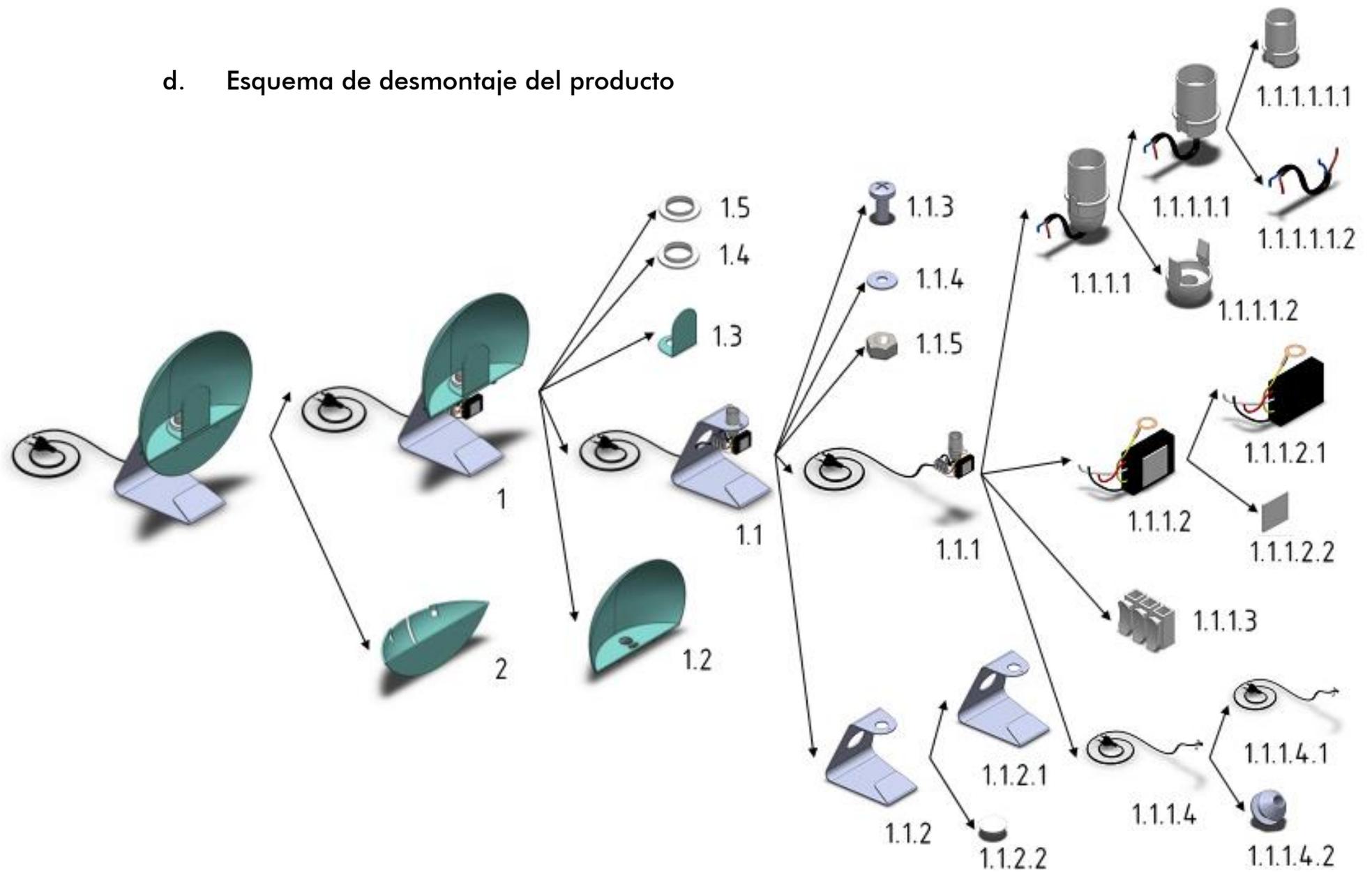
Secuencia 5



Secuencia 6



d. Esquema de desmontaje del producto



## e. Análisis estructural

### • Estabilidad

Primero se ha de conocer donde está ubicado el centro de masas, para ello se ha utilizado el programa SolidWorks, en el cual asignando a cada pieza sus correspondientes materiales y densidades devuelve la ubicación del centro de masas del conjunto. El peso del conjunto aproximado es de 1,4 kg ubicado 76,36 mm a la izquierda de los tacos delanteros y a 93,85 mm de altura, como el conjunto es simétrico la tercera componente es 0. Al quedar el centro de masas dentro del área de la base, la lámpara permanece estable sin volcar.

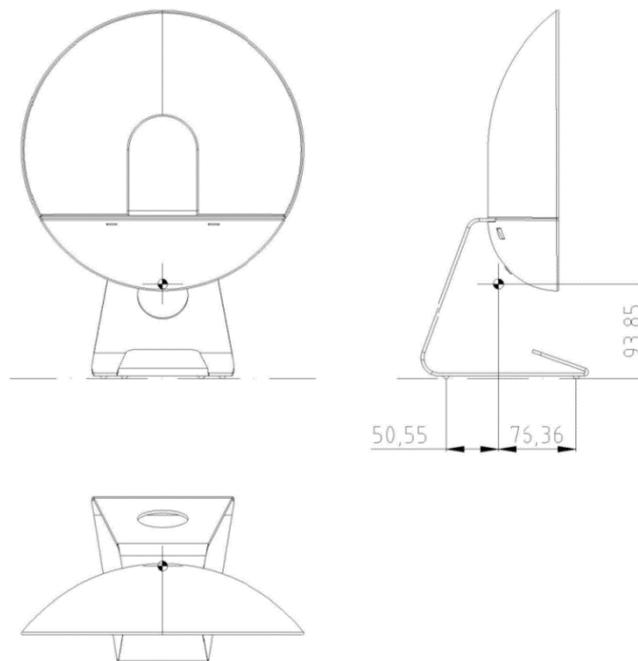


Fig. 59 Ubicación del centro de masas

Una vez hallado el centro de masas, se realiza una simulación de inclinaciones de la lámpara hasta que el centro de masas salga del área de apoyo para obtener los ángulos máximos que se podría inclinar sin volcarse. Además, como la lámpara está elevada por los tacos, la base limita la inclinación hasta que esta toque la superficie sobre la que permanece. En las siguientes imágenes se muestran los ángulos máximos permitidos para los vuelcos delantero, trasero y lateral, y como se puede apreciar, en ninguno de estos casos el centro de masas rebasa el área de apoyo por lo que no volcaría.

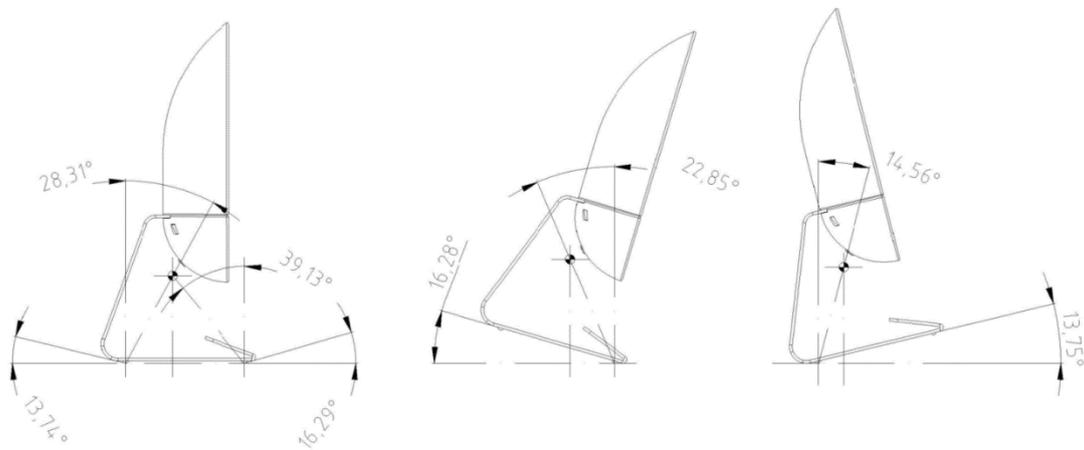


Fig. 60 Ángulos de vuelco delantero y trasero

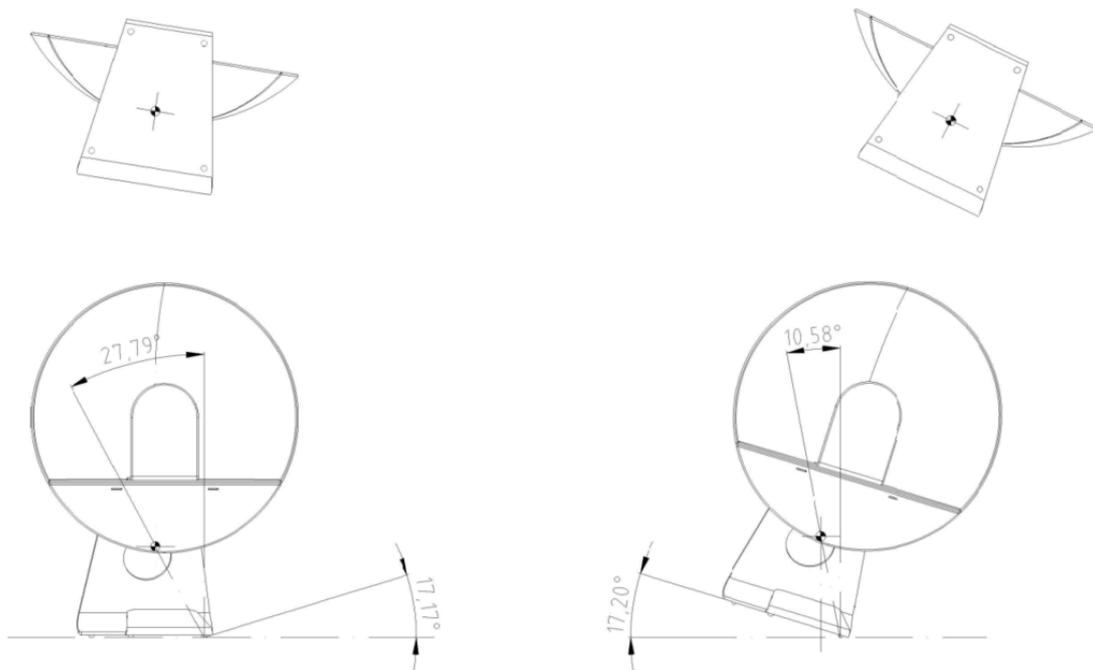


Fig. 61 Ángulos de vuelco lateral

- **Resistencia**

El análisis de resistencia es de vital importancia a la hora de diseñar un producto ya que ayudará a la selección de un material u otro dependiendo del esfuerzo al que estén sometidos, mostrará fallos en el diseño o incluso si se romperá o se deformará permanentemente.

Como se muestra en el anexo respectivo a la chapa metálica, se están variando dos opciones según sus características, que la chapa sea de acero inoxidable o de aluminio y además cual será el espesor más idóneo sin que sea demasiado grueso ya que se ha

de cortar mediante láser ya que los espesores superiores a 30 mm no es posible cortarlos mediante láser.

Para ello se hará uso del software Ansys, el cual se trata de un software de ingeniería avanzada para la simulación del comportamiento de los productos manufacturados y procesos industriales.

Antes de realizar la simulación de la chapa metálica que formará la base de la lámpara se ha de saber a cuanto peso está sometida de forma continua. A partir de los datos mostrados en el anexo elementos se ha realizado una estimación del peso al que está sometida, 0,5 kg aproximadamente. En la simulación se aplicará una fuerza de 5 N lo que equivale a algo más de 0,5 kg.

Lo siguiente es saber que espesores utilizar, de los mostrados en la siguiente imagen, el objetivo es escoger el más óptimo con el que la deformación sea apenas imperceptible.

CHAPA ACERO			CHAPA ALUMINIO		CHAPA INOXIDABLE	
PULG	MILIMETRO	PESO POR M2	MILIMETRO	PESO POR M2	MILIMETRO	PESO POR M2
Nº 26	0,45	3,56	0,2	0,54	0,2	1,6
Nº 24	0,56	4,35	0,25	0,68	0,25	2
Nº 22	0,7	5,54	0,3	0,81	0,3	2,4
Nº 20	0,9	7,12	0,4	1,08	0,4	3,2
Nº 18	1,25	9,9	0,5	1,35	0,5	4
Nº 16	1,6	12,6	0,6	1,62	0,6	4,8
Nº 14	2	15,84	0,7	1,89	0,7	5,6
Nº 12	2,5	19,8	0,7	1,89	0,8	6,4
1/8 pulg.	3,2	25,12	0,8	2,16	0,9	7,2
3/16 pulg.	4,75	37,7	0,9	2,43	1	8
1/4 pulg.	6,35	50,24	1	2,7	1,25	10
5/16 pulg.	8	62,8	1,25	3,38	1,5	12
3/8 pulg.	9,5	75,36	1,5	4,05	1,75	14
1/2 pulg.	12,7	100,5	1,75	4,73	2	16
5/8 pulg.	15,8	125,6	2	5,4	2,25	18
3/4 pulg.	19,05	150,7	2,25	6,08	2,5	20
7/8 pulg.	22,2	175,85	2,5	6,75	3	24
1 pulg.	25,4	201	3	8,1	3,5	28
1 1/4 pulg.	31,7	251,2	3,5	9,45	4	32
1 1/2 pulg.	38,1	301,44	4	10,8	4,5	36
1 3/4 pulg.	44,4	351,7	4,5	12,15	5	40
2 pulg.	50,8	402	5	13,5	5,5	44
2 1/2 pulg.	63,5	503	5,5	14,85	6	48
3 pulg.	76,2	603,5	6	16,2	6,5	52
3 1/2 pulg.	88,9	704	6,5	17,55	7	56
4 pulg.	101,5	804,7	7	18,9	7,5	60
5 pulg.	127	1.005,85	7,5	20,25	8	64
6 pulg.	152	1.207,00	8	21,6	8,5	68

Fig. 62 Espesores más utilizados en chapas metálicas

Para empezar, se analizará la base formada por una chapa de 1 mm de espesor y se compararán ambos materiales:

## Resultados finales

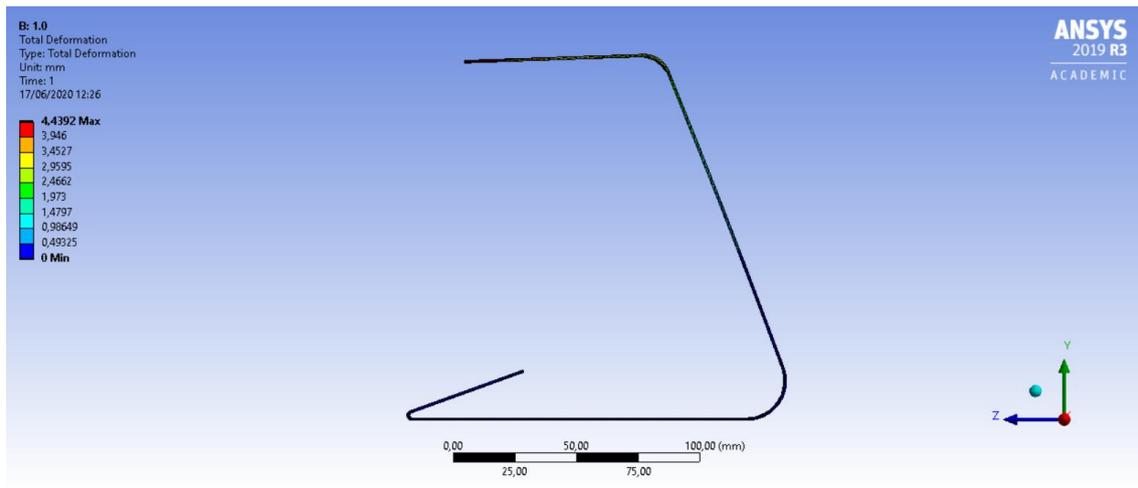


Fig. 63 Deformación de la base con chapa de acero inoxidable 1 mm de espesor

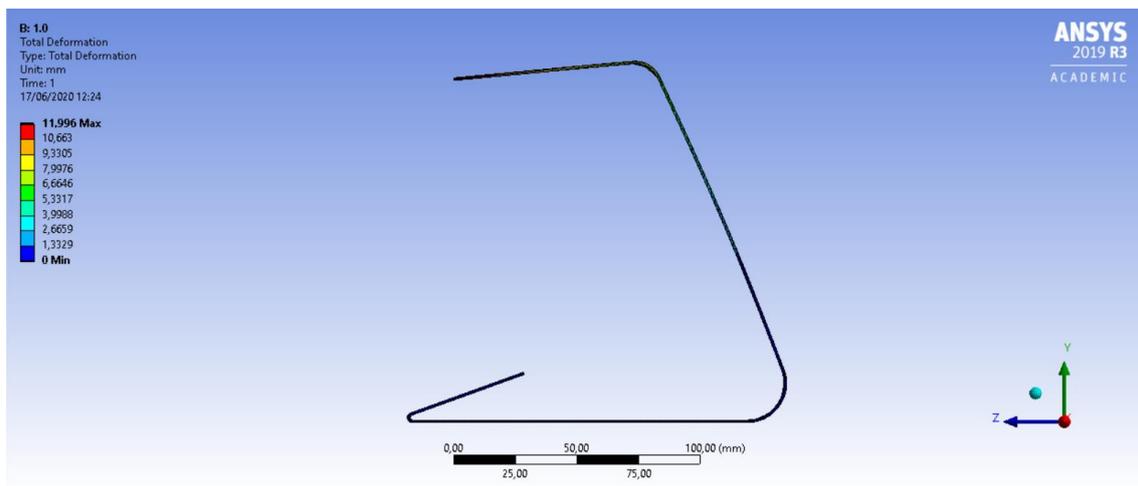


Fig. 64 Deformación de la base con chapa de aluminio de 1 mm de espesor

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, la deformación máxima en el acero inoxidable es de 4,4392 mm y en el aluminio de 11,996 mm. En ambos casos la deformación es elevada, mucho más en el aluminio.

El siguiente espesor en la tabla es de 1,25 mm. A continuación, se realizará dicho análisis.

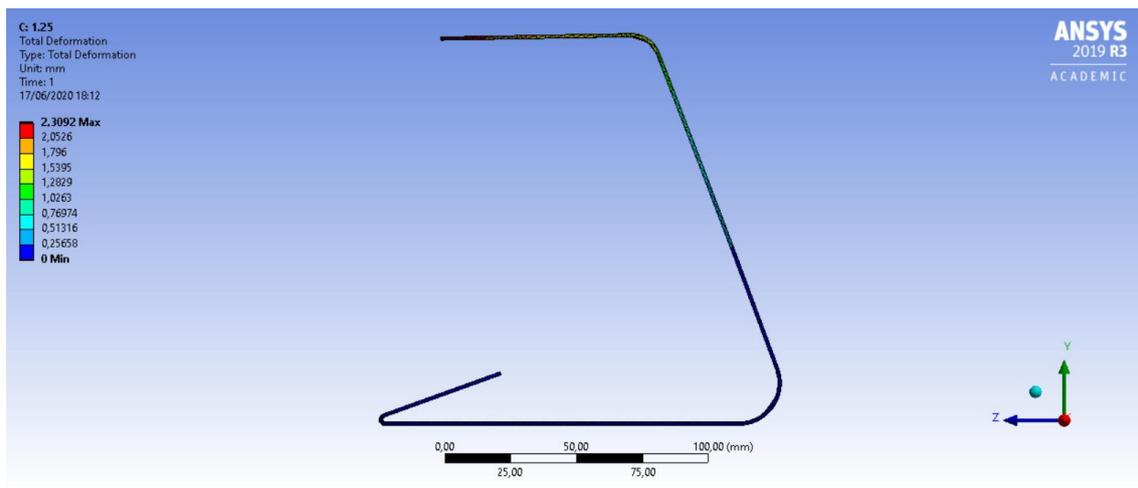


Fig. 65 Deformación de la base con chapa de acero inoxidable 1,25 mm de espesor

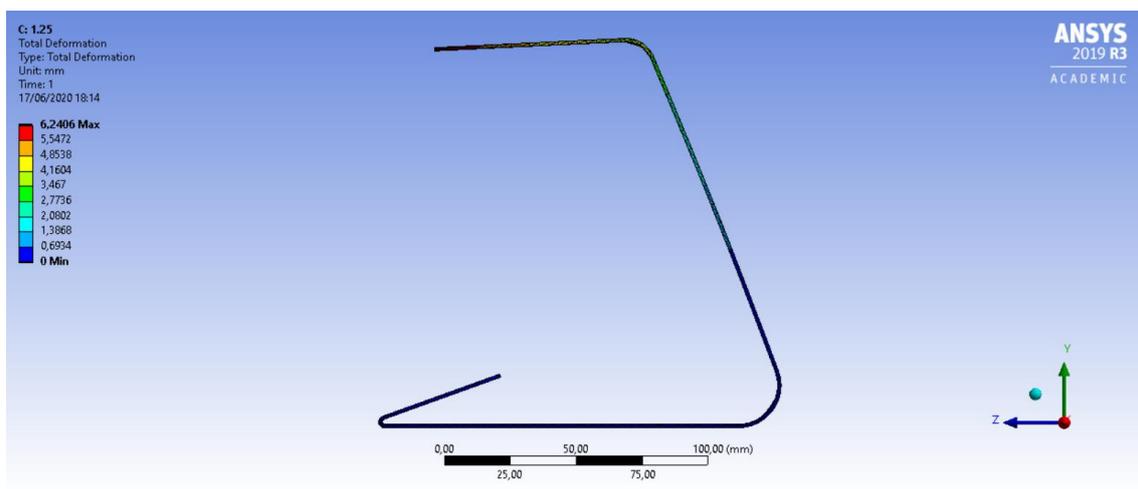


Fig. 66 Deformación de la base con chapa de aluminio de 1,25 mm de espesor

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, la deformación máxima en el acero inoxidable es de 2,3092 mm y en el aluminio de 6,2406 mm. En ambos materiales se reduce a la mitad la deformación máxima comparada con las chapas anteriores de 1 mm.

En el caso del Aluminio, la deformación sigue siendo muy elevada con lo cual sigue sin ser viable, mientras que en la de acero inoxidable es prácticamente inapreciable.

Se considera que la chapa de acero inoxidable de 1,25 mm puede ser una opción óptima, ya que para el peso de la propia lámpara la deformación es reducida. Pero no se puede optar por este espesor, ya que solo se ha tenido en cuenta el peso de la lámpara, además, para que el análisis estructural sea seguro, se han de tener en cuenta los apoyos puntuales

## Resultados finales

accidentales los cuales generan una fuerza de 25 kg o 250 N. Por lo tanto, el factor de seguridad ha de ser mayor que 1 para que la pieza no se deforme plásticamente.

Una vez analizado con el peso de la propia lámpara y encontrado el material y el espesor óptimos, hay que encontrar el espesor más seguro. Para ello se analizarán distintos espesores llegando al de 3 mm que en muchos casos es el espesor límite de los proveedores.

Para un espesor de 2 mm el factor de seguridad es 0,44, menor que 1, y por lo tanto existe deformación permanente, la zona afectada por esta deformación es muy amplia.



Fig. 67 Factor de seguridad en chapa de acero inoxidable de 2 mm de espesor

Para un espesor de 2,5 mm el factor de seguridad es 0,71, menor que 1, y por lo tanto también existe deformación permanente, la zona afectada por esta deformación es más reducida que en el caso anterior.

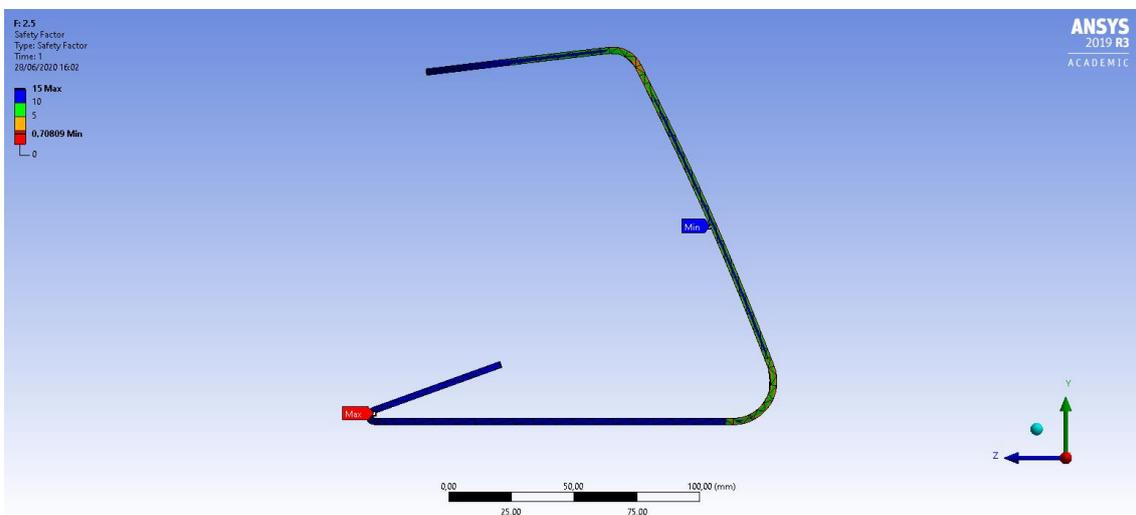


Fig. 68 Factor de seguridad en chapa de acero inoxidable de 2,5 mm de espesor

Para un espesor de 3 mm el factor de seguridad es 1,03, mayor que 1, y por lo tanto no existe deformación permanente. El factor de seguridad mínimo roza el 1 pero ya que muchos proveedores no disponen de espesores mayores de 3 mm se escogerá este espesor para el desarrollo de este proyecto.

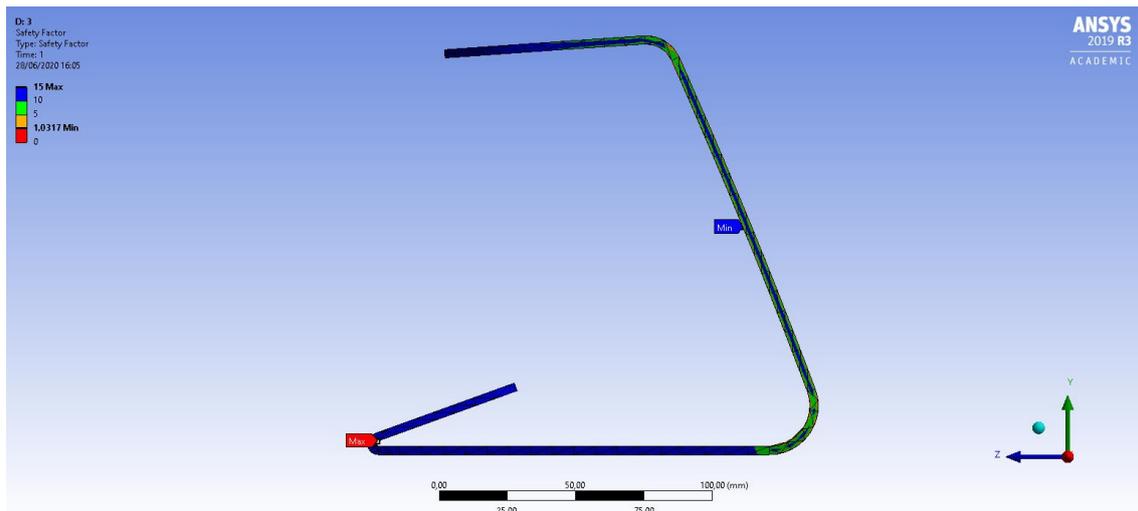


Fig. 69 Factor de seguridad en chapa de acero inoxidable de 3 mm de espesor

## f. Dimensionado previo

Para la realización del dimensionado previo de los elementos se basará en el orden de prioridad de elementos, obtenido a partir del esquema de desmontaje y el grafo sistémico.

Las medidas de los elementos a fabricar han sido asignadas en función de las medidas de los elementos comerciales y normalizados.

- **Orden de prioridad de elementos**

Tabla 16 Orden de prioridad de los elementos

MARCA	DENOMINACIÓN	TIPO	Nº RELACIONES	ORDEN
1.1.1.1.1.1	Portalámparas	Comercial	7	1°
1.1.2.1	Base	A fabricar	6	2°
1.2	Pantalla	A fabricar	4	3°
2	Tapa	A fabricar	4	4°
1.1.3	Tornillo	Normalizado	3	5°
1.1.4	Arandela	Normalizado	3	6°
1.1.1.2.1	Sensor	Comercial	3	7°
1.1.1.3	Regleta	Comercial	3	8°
1.1.1.4.1	Cable alimentación	Comercial	3	9°
1.3	Brazo de la pantalla	A fabricar	3	10°
1.1.5	Tuerca	Normalizado	2	11°
1.1.1.1.1.2	Cabe portalámparas	Comercial	2	12°
1.1.1.1.2	Tapa portalámparas	Comercial	2	13°
1.1.1.2.2	Adhesivo sensor	Comercial	2	14°
1.1.1.4.2	Protector del cable	Comercial	2	15°
1.4	Tuerca portalámparas	Comercial	2	16°
1.5	Tuerca portalámparas	Comercial	2	17°
1.1.2.2	Taco	Comercial	1	18°

- **Elementos a fabricar**

- 1.2 / 2 – Unión pantalla y tapa

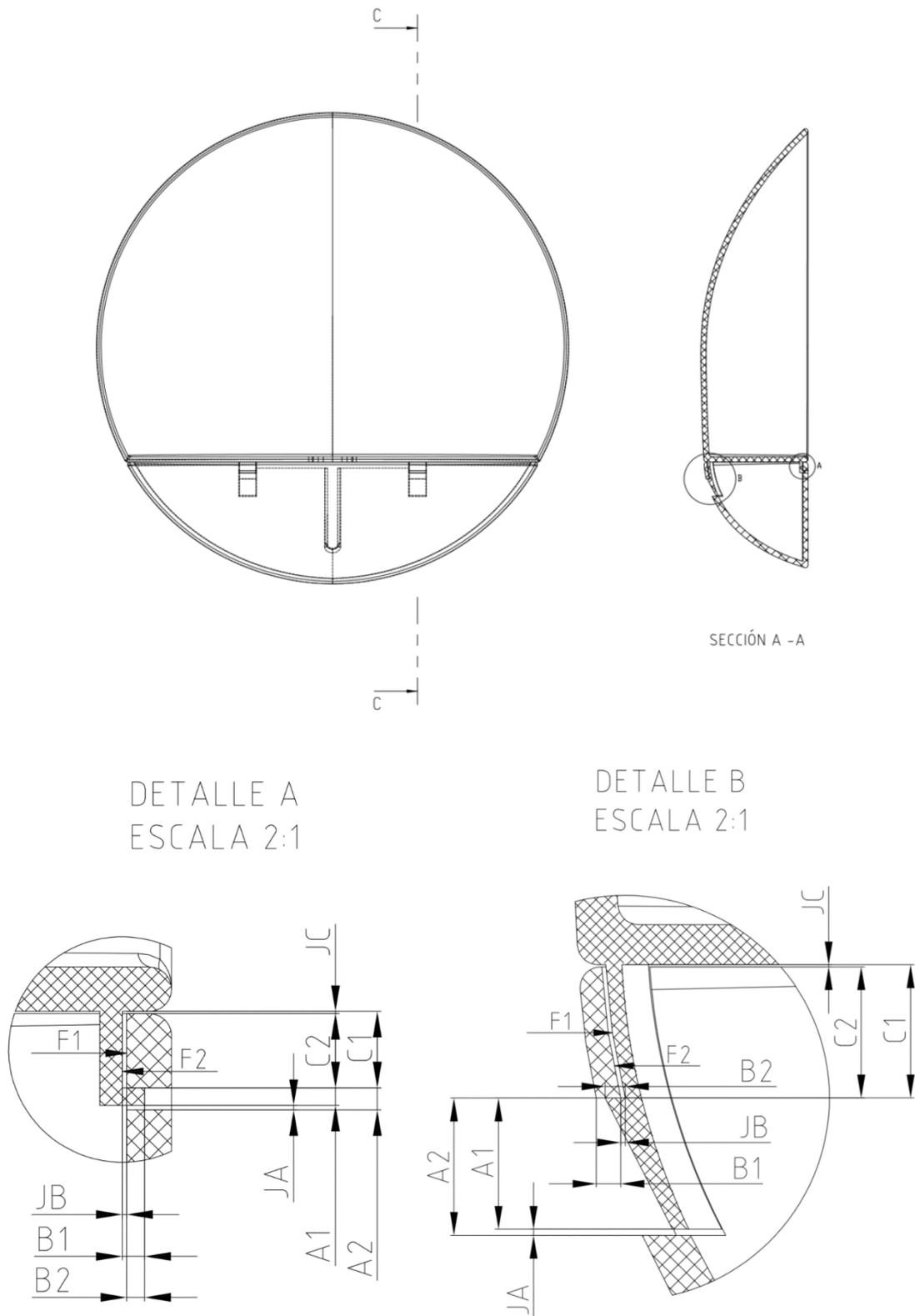


Fig. 70 Detalle de unión de la pantalla con la tapa

## Resultados finales

### - Detalle A:

JA: La espiga de la pantalla ha de poder penetrar en la ranura de la tapa, lo que implica el juego JA.

$$JA = A2 - A1 = 3,00 - 2,40 = 0,60 \text{ mm}$$

JB: La cara F1 no ha de estar en contacto con la F2, lo que implica el juego JB.

$$JB = B1 - B2 = 3,00 - 2,40 = 0,60 \text{ mm}$$

JC: La parte superior de la tapa no ha de estar en contacto con la pantalla, lo que supone el juego JC.

$$JC = C1 - C2 = 10,30 - 10,00 = 0,30 \text{ mm}$$

### - Detalle B:

JA: La espiga de la pantalla ha de poder penetrar en la ranura de la tapa, lo que implica el juego JA.

$$JA = A2 - A1 = 10,30 - 9,85 = 0,45 \text{ mm}$$

JB: La cara F1 no ha de estar en contacto con la F2, lo que implica el juego JB.

$$JB = B1 - B2 = 1,85 - 1,50 = 0,35 \text{ mm}$$

JC: La parte superior de la tapa no ha de estar en contacto con la pantalla, lo que supone el juego JC.

$$JC = C1 - C2 = 10,30 - 10 = 0,30 \text{ mm}$$

## ○ 1.1.2.1 – Base

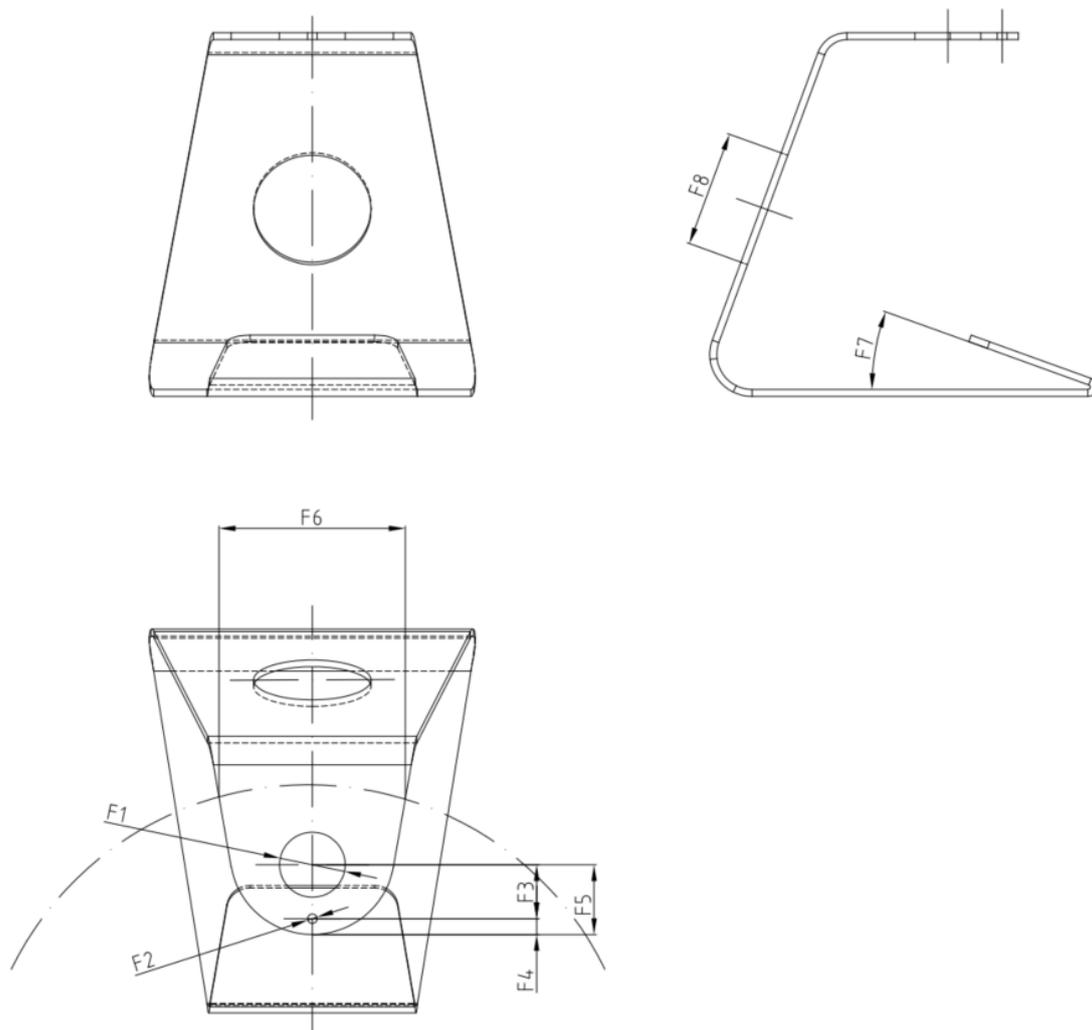


Fig. 71 Dimensionado previo de la base

- F1: Diámetro del orificio por el que ha de pasar el portalámparas, por lo que tendrá que ser mayor que 27,5 mm.

$$F1 = 28 \text{ mm}$$

- F2: Diámetro del orificio por el que ha de pasar el tornillo, por lo que ha de ser superior a su diámetro exterior de 3,9 mm.

$$F2 = 4,1 \text{ mm}$$

- F3: Distancia entre los orificios, ha de ser lo suficientemente grande como para que no chochen entre sí el portalámparas con la tuerca y la arandela.

$$F3 = 23,13 \text{ mm}$$

## Resultados finales

- F4: Distancia del centro del orificio del tornillo al borde de la chapa.

$$F4 = 6,88 \text{ mm}$$

- F5: Distancia del dentro del orificio del portalámparas al borde de la chapa. Ha de ser inferior a la mitad del ancho de la pantalla, 35 mm, menos sus 3 mm de espesor.

$$F5 = 30 \text{ mm}$$

- F6: Distancia que coincide con el exterior de la pantalla, esta ha de ser inferior a la distancia interior entre las espigas, 89,90 mm, para que haya giro. en este caso con esa distancia el giro permitido es de 15°.

$$F6 = 79,23 \text{ mm}$$

- F7: Ángulo de inclinación de la zona que hará de interruptor. Ha de ser inferior al ángulo máximo de confort de extensión de la muñeca, 25°

$$F7 = 20^\circ$$

- F8: Diámetro del orificio por el que ha de pasar el cable de alimentación junto con su enchufe, por lo que ha de ser mayor a la anchura de este, 35 mm aproximadamente.

$$F8 = 50 \text{ mm}$$

## ○ 1.2 – Pantalla

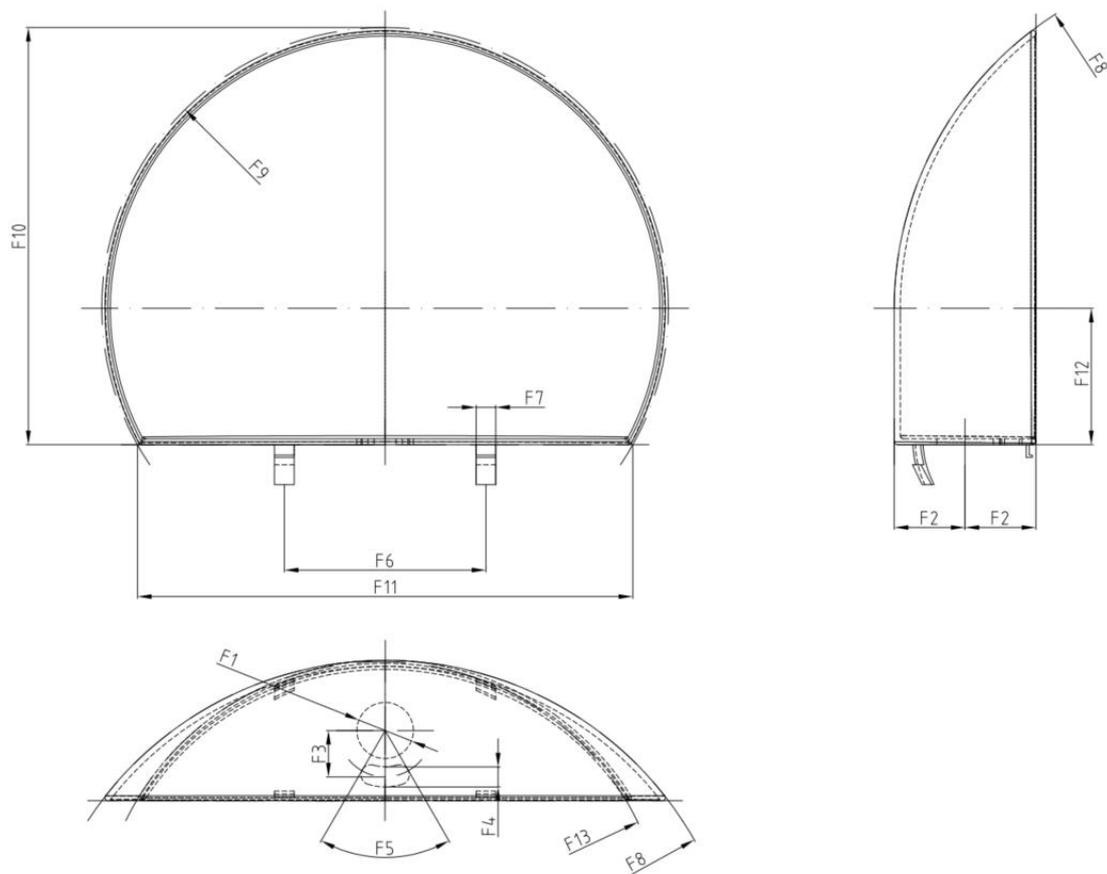


Fig. 72 Dimensionado previo de la pantalla

- F1: Diámetro del orificio por el que tiene que pasar el portalámparas, por lo que tendrá que ser mayor que 27,5 mm.

$$F1 = 28 \text{ mm}$$

- F2: Ubicación lateral del centro del orificio por el que pasará el portalámparas. Está ubicado en el centro del lado el cual ha de medir más de los 50 mm de diámetro que tienen las bombillas con casquillo E14 y ha de tener espacio de sobra para disipar el calor y poder colocar la bombilla cómodamente.

$$F2 = 35 \text{ mm}$$

- F3: Distancia entre el centro del orificio por el que pasará el portalámparas y del orificio por el que pasará el tornillo.

$$F3 = 23,12 \text{ mm}$$

## Resultados finales

- F4: Ancho de la ranura que permitirá el giro de la pantalla haciendo que el tornillo no choque con esta. Esta ha de ser mayor que el diámetro de la cabeza del tornillo, 8 mm aprox.

$$F4 = 10 \text{ mm}$$

- F5: El ángulo máximo que girará la pantalla son  $15^\circ$ , por lo que será conveniente que el ángulo de la ranura sea mayor.

$$F5 = 60^\circ$$

- F6: La distancia entre los centros de las espigas, el hueco que quede entre estas limitará el ángulo de giro de la pantalla a  $15^\circ$ .

$$F6 = 100 \text{ mm}$$

- F7: Ancho de las espigas, este ha de ser inferior al hueco en el que se han de introducir.

$$F7 = 9,70 \text{ mm}$$

- F8: Radio del casquete de la parte superior.

$$F8 = 174,95 \text{ mm}$$

- F9: Radio del frontal de la pantalla.

$$F9 = 140 \text{ mm}$$

- F10: Altura de la pantalla, esta menos el diámetro de 280 mm dará la altura de la tapa.

$$F10 = 208 \text{ mm}$$

- F11: Arista frontal que ha de coincidir con la de la tapa.

$$F11 = 244,75 \text{ mm}$$

- F12: Altura del tramo recto del perfil de la pantalla.

$$F12 = 68 \text{ mm}$$

- F13: Radio del arco inferior que estará en contacto con la tapa.

$$F13 = 140 \text{ mm}$$

## ○ 2 – Tapa

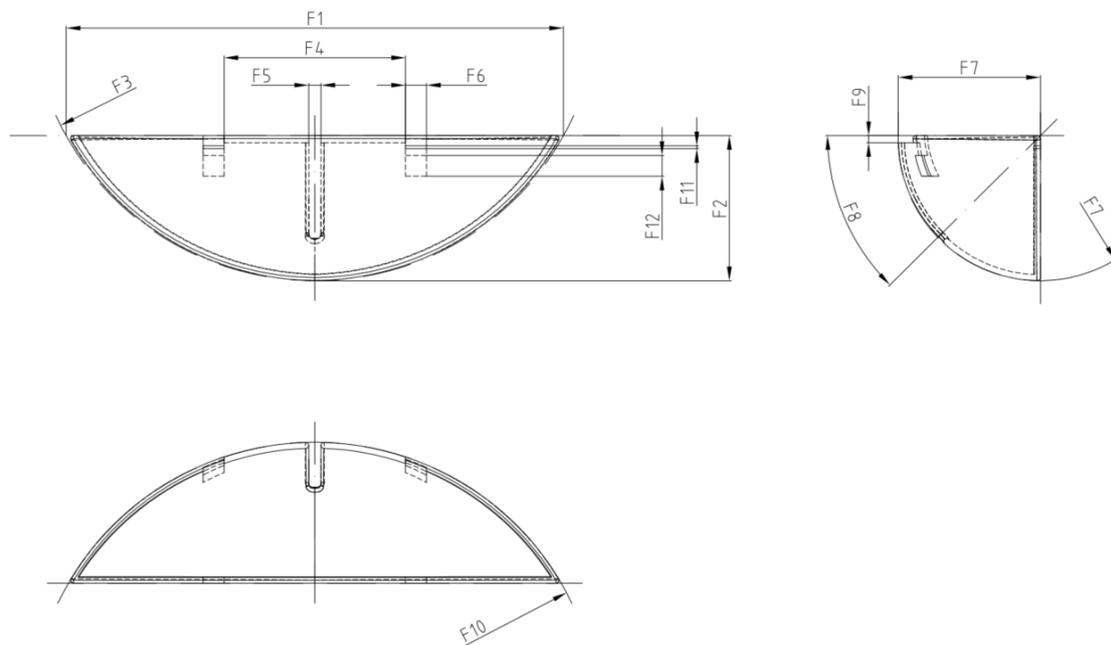


Fig. 73 Dimensionado previo de la tapa

- F1: Arista frontal que ha de coincidir con la de la pantalla.

$$F1 = 244,75 \text{ mm}$$

- F2: Altura de la tapa, esta menos el diámetro frontal, 280 mm, ha de dar la altura de la pantalla.

$$F2 = 72 \text{ mm}$$

- F3: Radio del frontal de la tapa.

$$F3 = 140 \text{ mm}$$

- F4: Distancia interior de las espigas, la cual limita el giro.

$$F4 = 89,30 \text{ mm}$$

- F5: Ancho de la ranura por la que se hade introducir el cable junto con su protector flexible.

$$F5 = 6 \text{ mm}$$

- F6: Ancho del orificio de donde irán alojadas las espigas, estos han de ser más anchos que las espigas.

$$F6 = 10,30 \text{ mm}$$

## Resultados finales

- F7: Ancho de la tapa, ha de coincidir con el ancho de la pantalla.

$$F7 = 70 \text{ mm}$$

- F8: Ángulo que indica la profundidad de la ranura para el cable, como se trata de un cuarto de circunferencia esta abarcará hasta la mitad de este.

$$F8 = 45^\circ$$

- F9: Por esa zona pasará la base, por lo que ha de ser mayor a 3 mm para que gire sin problemas.

$$F9 = 3,50 \text{ mm}$$

- F10: Radio superior de la tapa, ha de coincidir con el inferior de la pantalla.

$$F10 = 140 \text{ mm}$$

- F11: Altura del hueco de las espigas delanteras, ha de ser mayor que la altura de las espigas.

$$F11 = 1,50 \text{ mm}$$

- F12: Altura del hueco de las espigas traseras, ha de ser mayor que la altura de las espigas.

$$F12 = 10,30 \text{ mm}$$

○ 1.3 – Brazo de la pantalla

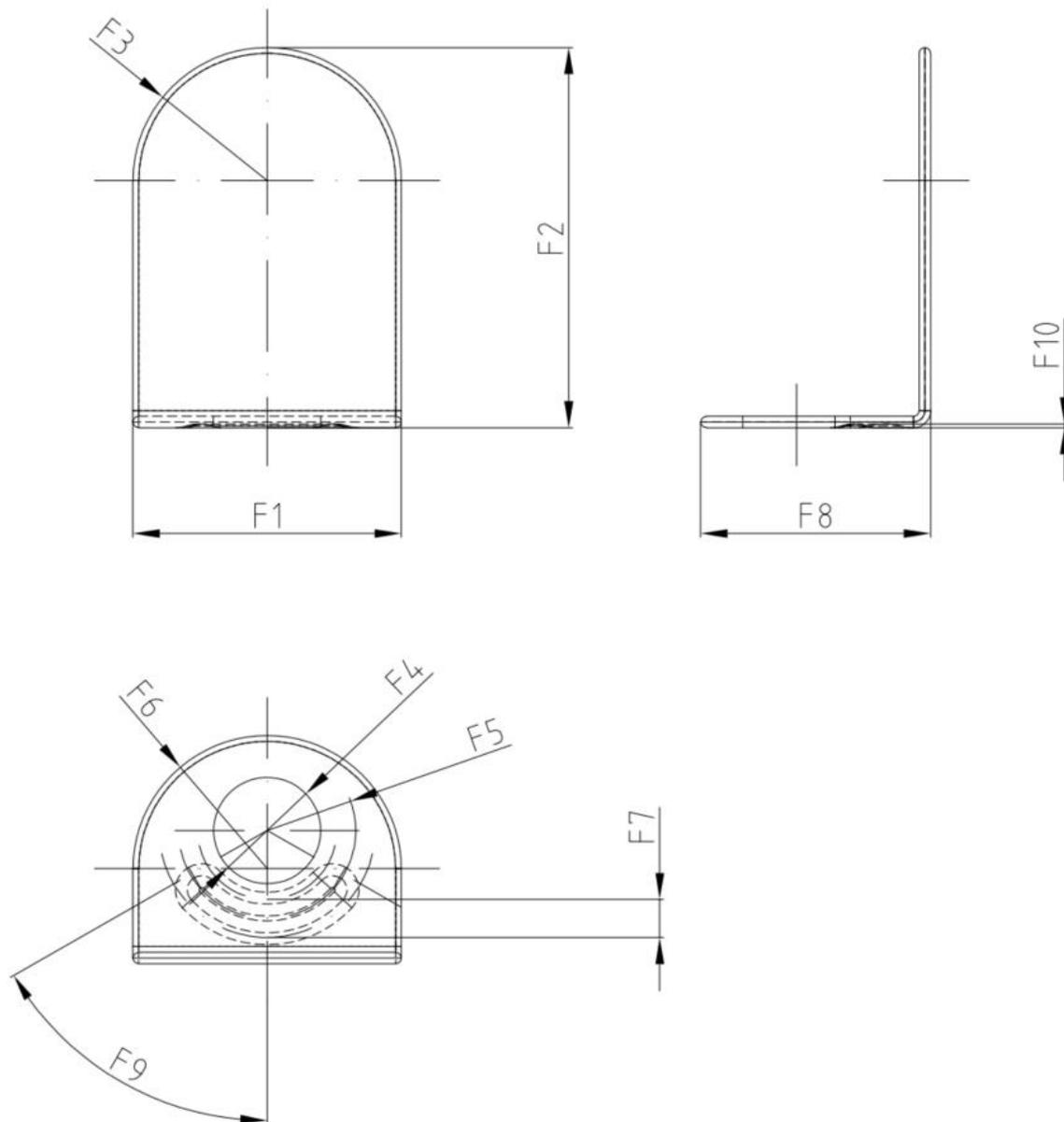


Fig. 74 Dimensionado previo del brazo de la pantalla

- F1: Anchura del brazo de la pantalla, ha de ser mayor a los 50 mm de diámetro que tienen las bombillas E14 para poder ocultarla.

F1: 70 mm

- F2: Altura del brazo de la pantalla, ha de ser lo suficientemente alta como para ocultar la bombilla que tiene como máximo 75 mm de altura además

## Resultados finales

de tener en cuenta el espesor de 3 mm de la pieza y la altura que proporciona el portalámparas.

$$F2: 100 \text{ mm}$$

- F3: Radio frontal del portalámparas, será tangente por lo que estará ubicado a la mitad de su ancho, además, el centro de este radio coincide con el centro de la circunferencia frontal de la lámpara.

$$F3 = 35 \text{ mm}$$

- F4: Diámetro del orificio por el que tiene que pasar el portalámparas, por lo que tendrá que ser mayor que 27,5 mm.

$$F4 = 28 \text{ mm}$$

- F5: Radio a la que está ubicada la ranura para que no roce el tornillo.

$$F5 = 23,13 \text{ mm}$$

- F6: Radio lo suficientemente grande como para que se pueda girar el brazo de la pantalla para que sea más cómodo introducir y extraer la bombilla.

$$F6 = 35 \text{ mm}$$

- F7: Anchura de la ranura sin tener en cuenta sus redondeos, ha de ser más ancha que la cabeza del tornillo.

$$F7 = 10 \text{ mm}$$

- F8: Profundidad del brazo de la pantalla, ha de ser inferior a la profundidad de la pantalla menos su espesor, 3 mm, y algo de holgura para poder realizar el giro.

$$F8 = 60 \text{ mm}$$

- F9: Ángulo de giro, hacia un lado, lo suficiente como para girar el brazo de la pantalla y cambiar la bombilla cómodamente.

$$F9 = 60^\circ$$

- F10: Profundidad de la ranura, en el caso de que la cabeza del tornillo tenga una altura mayor a 3 mm.

$$F10 = 1 \text{ mm}$$

## 11. Conclusiones

Como conclusión, se ha conseguido cumplir las condiciones impuestas de realizar un diseño sencillo a la par que moderno que sea respetuoso con el medio ambiente ya que utiliza elementos reciclables y su desmontaje es sencillo. Se ha conseguido incorporar el encendido táctil simplificando el diseño de la base como el utilizado en las lámparas de este tipo.

El mayor inconveniente ha sido la imposibilidad de utilizar bombillas LED ya que no son compatibles, de serlo serían la mejor opción ya que proporcionarían gran cantidad de luz comparado con su bajo consumo, no se calientan y la luz puede ser cálida o blanca.

En cuanto al precio de la lámpara, el precio de venta al público es de 22,11 €, superando por poco los 20 € de máximo que la mayoría estaba dispuesta a pagar en la encuesta.

Además, hay que decir que el que el diseño de la lámpara está abierto a posibles mejoras. Ya que no se ha conseguido realizar con éxito un análisis térmico y las piezas de plástico podrían necesitar estar más alejadas de la bombilla.

## Conclusiones

## II. ANEXOS

### 1. Prototipado

#### a. Elementos

- Tipos de casquillos de las bombillas

Se denomina casquillo a la parte exterior metálica de las bombillas, donde está la rosca.



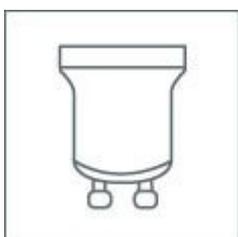
- Casquillo E27

El E27 es el más común, también se le conoce por rosca grande, de 27 mm con la que la bombilla se enrosca en una lámpara. Esta bombilla es de 230 V, pueden ser: incandescentes, de bajo consumo, halógenas, y LED.



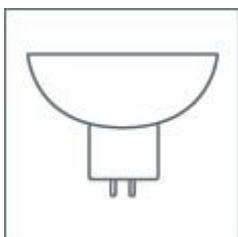
- Casquillo E14

El E14 es más pequeño que el de E27, también se le conoce de rosca pequeña, de 14 mm con la que la bombilla se enrosca en una lámpara. Esta bombilla es de 230 V, pueden ser: incandescentes, de bajo consumo, halógenas, y LED.



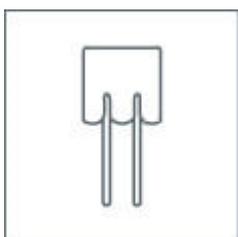
- Casquillo GU10

El GU10 tiene una conexión de 2 pines con una separación entre ellos de 10 mm, estos se encajan en los focos y se da un cuarto de vuelta para asegurarlos. Se usan tanto en el hogar como en negocios y va directa a 230 V.



- Casquillo GU5.3

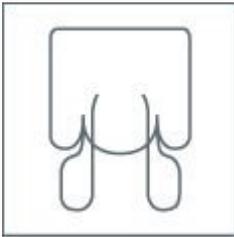
El GU5.3 tiene una conexión de dos pines separados a 5.3 mm de tipo aguja los cuales se encajan apretando. Se usan en baños, cocinas y en el exterior. Funcionan a 12 V, un voltaje seguro en áreas mojadas y necesitan un transformador.



- Casquillo G4

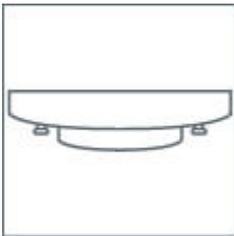
El G4 tiene una conexión de dos pines separados a 4 mm de tipo aguja los cuales se encajan apretando. Al ser tan compacta se usa en lámparas de oficina, de pie o de mesa. Funcionan a 12 V, por lo que necesitan un transformador.

## Prototipado



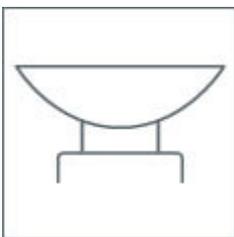
- Casquillo G9

El G9 tiene una conexión de dos lengüetas, tipo alambre doblado, separadas a 9 mm, las cuales se encajan apretando. Se suelen usar en apliques o plafones.



- Casquillo GX53

El GX53 es como el GU10, de forma, pero más plana, las cuales se encajan y se giran un cuarto de vuelta para asegurarlas. Se suelen utilizar en lámparas compactas, como focos de suelo y plafones, funcionan a 230 V.

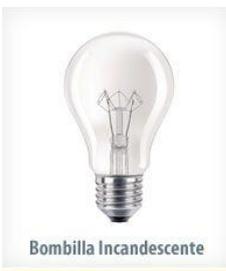


- Casquillo G53

Sólo las bombillas AR111 tienen este casquillo, las cuales tienen un diámetro de 111 mm, se encajan con abrazaderas a las bombillas y se usan en focos grandes o empotrados, para negocios. Funcionan a 12 V, necesitan transformador.

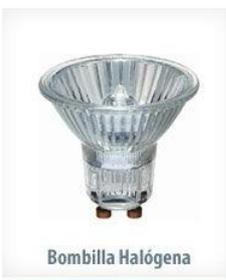
## • Tipos de bombillas

Los tipos de bombillas se pueden agrupar en 4 grupos principalmente:



- Bombillas Incandescentes

Son el tipo de bombillas que más energía consumen ya que el 80% de esta se pierde a modo de calor mientras que sólo el 20% se transforma en luz. Se han dejado de fabricar y se han ido sustituyendo por modelos más eficientes. Los nuevos modelos tienen una vida útil mayor y no producen calor.



- Bombillas Halógenas ECO

La luz que produce esta bombilla es similar a la luz natural. Su encendido es instantáneo y su vida útil de aproximadamente 2000 h. Su consumo es un 30 % menor que las incandescentes. Estas producen calor.



- Bombillas Fluocompactas

Son las denominadas bombillas de bajo consumo. Ofrecen un consumo un 80 % menos que las incandescentes. Su vida útil oscila entre las 6000 y 10000 h. Su encendido no es instantáneo, sino progresivo, por lo que no se recomienda colocarlas en zonas de paso.



- Bombillas LED

Tienen buenas prestaciones. Sus características principales son: no emiten CO<sub>2</sub> como otras, no tienen mercurio, larga vida útil unas 50000 h, tienen un elevado ahorro en el consumo, no desprenden calor por lo que la mayoría de la energía se transforma en luz, encendido instantáneo y son reciclables.

Por lo tanto, el cambio a las bombillas LED puede llegar a suponer un ahorro del consumo de la factura de la luz de un 80 %. Tienen un inconveniente y es que su precio es algo elevado, pero a la larga son amortizadas.

En la imagen siguiente se puede apreciar una comparación entre los tipos de bombillas y la potencia que consumen para llegar a cierto número de lúmenes. En el caso de la bombilla halógena convencional de 30 W que genera 400 lm en comparación de una LED que sólo necesita 6 W para alcanzar el mismo número de lúmenes incluso más.

Incandescente*	Halógena	Fluocompacta	LED
25W	18W (217 Lúmenes)	7W (229 Lúmenes)	4W (249 Lúmenes)
40W	30W (410 Lúmenes)	9W (432 Lúmenes)	6W (470 Lúmenes)
60W	46W (702 Lúmenes)	12W (741 Lúmenes)	9W (806 Lúmenes)
100W	77W (1.326 Lúmenes)	23W (1.398 Lúmenes)	15W (1.520 Lúmenes)

Fig. 75 Comparación de los distintos tipos de bombillas

Independientemente de lo descrito anteriormente, la bombilla ha de cumplir un requisito fundamental, que sea regulable mediante el atenuador escogido. Ya que las bombillas fluocompactas no son regulables y en el caso de las LED hay que fijarse en los detalles del producto, si tienen el símbolo que aparece en la siguiente imagen, ya que la mayoría no lo son y en el caso de serlo, también hay que tener en cuenta que los reguladores de intensidad por pulsos o dimmer no son compatibles con las bombillas LED ya que el LED funciona con corriente continua y estos con alterna. Estas parpadean y no bajan la intensidad de luz, estos reguladores por pulsos pueden llegar a dañar el driver / controlador interno de las bombillas LED incluso rompiéndolas al poco tiempo de ser

instaladas. En cambio, las bombillas incandescentes y las halógenas son todas regulables, las incandescentes ya no se fabrican, por lo que las halógenas resultan ser la mejor opción a pesar de tener un elevado consumo en comparación con las LED.



Fig. 76 Bombilla LED regulable

- **Dimensiones de las bombillas**

Como se ha podido comprobar en el estudio de mercado, el casquillo E14 es el más utilizado en este tipo de lámparas, también es el que se usará en este caso, este tiene las mismas prestaciones que el E27 y la rosca más pequeña, lo cual favorece al diseño al ser de rosca más pequeña.

Las bombillas E14 tienen distintos tamaños, los cuales pueden variar entre los 50 mm y los 120 mm de longitud



Fig. 77 Dimensiones de las bombillas

- **Portalámparas o Sockets**

Este elemento, como hemos visto en la Fig. 12 *Detalle de unión de las piezas* es vital puesto que se encarga de mantener unidas la mayoría de las piezas estas piezas, además de su principal función de sostener la bobilla y proveerle electricidad.



Fig. 78 Tipo de portalámparas escogido

El portalámparas, como se puede apreciar en la siguiente imagen, consta de 3 piezas: el cuerpo, la tapa inferior y la tuerca. Su funcionamiento es sencillo, el cuerpo y la tapa inferior se separan, por la parte de debajo de la tapa inferior se introduce el cable de alimentación y es por la parte interior del cuerpo por donde se fijan los extremos del cable de alimentación mediante presión gracias a un sistema de tipo piza, posteriormente se vuelven a unir estas piezas. La sujeción de este puede ser de dos tipos, que el cable de alimentación vaya introducido en un tubo de rosca exterior el cual encaja con la rosca de la tapa inferior o bien mediante la tuerca y el tope del cuerpo.



Fig. 79 Piezas del portalámparas



Fig. 80 Detalle de inserción de los cables



Fig. 81 Tuerca adicional portalámparas

Además, se ha de añadir una tuerca adicional al portalámparas debido a que los giros para orientar la dirección de la luz y para facilitar la inserción de la bombilla aflojarían la tuerca. De este modo, al haber 2 tuercas juntas permiten los giros mencionados y además no aflojan la tuerca.

Para una supuesta primera tirada de 10000 unidades se ha realizado una búsqueda de portalámparas de este tipo y se ha encontrado un proveedor en la web *alibaba.com*, con las siguientes especificaciones, y en *electricidadabajocoste.com* la tuerca adicional:

Tabla 17 Elementos: Portalámparas

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	YACHT E14 CE CQC

Alimentación	Voltaje: 250 V / 2 A
Material	LCP
Color	Blanco
Peso	Unidad: $13,2 + 7,0 + (3,1 \times 2) \text{ g} = 26,4 \text{ g}$ Paquete: 1000 unidades x10 Total: 264 kg
Precio total	Por unidad portalámparas: 0,1 US\$ Envío marítimo: 850 € (aproximadamente) Coste de 10000 unidades portalámparas: 1000 US\$ - 900,5 €
	Por unidad tuerca: 0,14 € Coste 10000 unidades tuercas: 1400 €
	Coste total: $1800 + 1400 = \mathbf{3200 \text{ €}}$
Lugar de origen	Guangdong, China
Certificado	CE y VDE
Enlace	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/vintage-plastic-bulb-lamp-holder-e14-ce-cgc-60779869404.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.29ff4275RFQ9X1&amp;s=p">https://spanish.alibaba.com/product-detail/vintage-plastic-bulb-lamp-holder-e14-ce-cgc-60779869404.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.29ff4275RFQ9X1&amp;s=p</a> <a href="https://www.electricidadabajocoste.com/Tuerca-Portalampara-Todo-Rosca-d324_92910.htm?tab=description">https://www.electricidadabajocoste.com/Tuerca-Portalampara-Todo-Rosca-d324_92910.htm?tab=description</a>
Observaciones	

- **Sensor de interruptor táctil**

Para entender el funcionamiento y el montaje del sensor de interruptor táctil, en la siguiente imagen se muestra un esquema de como iría conectado este dispositivo a la red eléctrica.

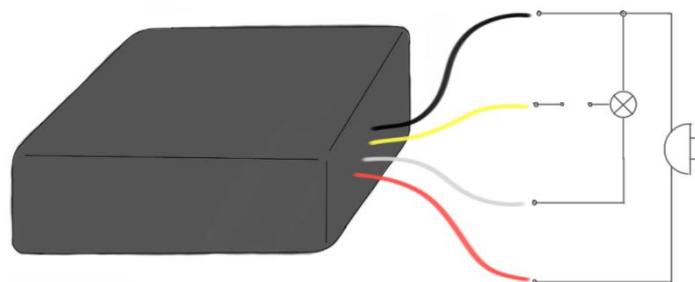


Fig. 82 Esquema eléctrico del sensor de interruptor táctil

De este esquema se deduce que de la bombilla (círculo con una cruz) salen dos cables, uno conectado al cable blanco y otro al negro este último a su vez está conectado con uno de los cables que van directos al enchufe (símbolo de la derecha). El otro cable del enchufe va conectado con el cable rojo, por último, el cable amarillo que tiene la anilla es el que tiene que estar en contacto con la superficie metálica para que de este modo actúe como un interruptor al tocar dicha parte.

Una vez instalado, el funcionamiento es el siguiente, un toque en la placa metálica para encender, modo de intensidad baja, un segundo toque para intensidad media, un tercer toque para alta intensidad y, por último, con un cuarto toque se apaga la lámpara.

El mayor inconveniente de los dispositivos de este tipo es que no funciona con las bombillas fluocompactas y las LED convencionales, ya que producen parpadeos y una mala regulación. Por lo tanto, se tienen que usar bombillas halógenas ya que todas estas son regulables.

Para una supuesta primera tirada de 10000 unidades se ha realizado una búsqueda de proveedores de este tipo de dispositivos, cabe destacar que apenas se han encontrado proveedores que vendan al por mayor este tipo de productos. El proveedor que se ha encontrado ha sido en la página *es.dhgate.com* con las siguientes especificaciones:



Fig. 83 Sensor de interruptor táctil escogido

Tabla 18 Elementos: Sensor

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	Superseller - 26115
Iluminación	Intensidad regulable: Sí, 3 posiciones Potencia: 251 - 300 W
Alimentación	Voltaje: 220 V / 50 Hz Cable: 9 cm
Dimensiones	4,4 x 3,4 x 1,3 cm
Peso por unidad	13 g
Precio	Por lotes de 5 unidades: 6,93 US\$ Costes de envío de 10000 unidades: 7174,49 € Coste total de 10000 unidades: <b>21034,49 €</b>
Enlace	<a href="https://es.dhgate.com/product/consumer-electronics-shop-shipping-5pcs-lot/374214465.html?d1_page_num=1&amp;dspm=pces.sp.list.29.4OTX0GFcl2pQDzDvuKtV&amp;resource_id=374214465#s1-28-1;sear 0145047263:29">https://es.dhgate.com/product/consumer-electronics-shop-shipping-5pcs-lot/374214465.html?d1_page_num=1&amp;dspm=pces.sp.list.29.4OTX0GFcl2pQDzDvuKtV&amp;resource_id=374214465#s1-28-1;sear 0145047263:29</a>
Observaciones	

- **Tornillo, tuerca y arandela**

Lo ideal sería que el terminal del cable amarillo del sensor de interruptor táctil fuese de gran diámetro, de este modo se podría unir mediante el portalámparas como el resto de las piezas. Pero como se puede apreciar en la siguiente imagen, el diámetro de este terminal es de 10 mm.



Fig. 84 Diámetro del terminal del cable amarillo

Además, no existen terminales de un diámetro tan elevado, con lo cual, para seguir con este método se tendría que fabricar un terminal con dichas especificaciones, lo cual complicaría el proceso de fabricación e incrementaría los costes. O se podría optar por otra solución, como la de añadir un orificio en la parte de la base que queda oculta y mediante un tornillo, una tuerca y una arandela mantener unido el terminal a la chapa sin necesidad de modificarlo.

El documento anexo adjunto *Catálogo tornillería* ha servido como guía para la elección del tornillo, tuerca y arandela. Las características que deben cumplir son:

- Que el tornillo sea lo suficientemente largo, pero no en exceso, como para contener el espesor de la chapa, del terminal del cable, la arandela y la tuerca.
- El diámetro de la arandela debe de ser mayor de 10 mm para que el terminal no se salga.

Elección final:

- Arandela: DIN 9021 Arandela Plana Diámetro Exterior=3X Diámetro Nominal de Rosca

Tabla 19 Dimensiones de la arandela

M	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> max.	h
4	4,3	12	1

- Tornillo: DIN 7985 Tornillo Cabeza Alomada con Mortaja Cruzada H – Phillips

Tabla 20 Dimensiones del tornillo

d	L	d <sub>k</sub>	k	N° H
---	---	----------------	---	------

M-4	10	8	3,1	2
-----	----	---	-----	---

- Tuerca: DIN 934 Tuerca Hexagonal

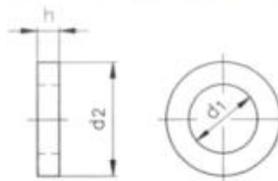
Tabla 21 Dimensiones de la tuerca

d	s	e	m
M-4	7	7,66	3,2

A2/A4 - DIN 9021

DIN EN ISO 7093-1

**ARANDELA PLANA**  
**DIÁMETRO EXTERIOR=3X DIÁMETRO NOMINAL DE ROSCA**



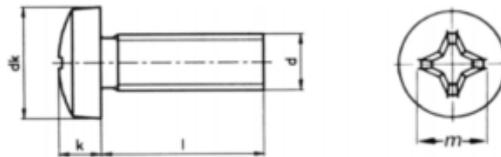
M	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> max.	h
2	2.2	7	0.8
2,5	2.7	8	0.8
3	3.2	9	0.8
3,5	3.7	11	0.8
4	4.3	12	1
5	5.3	15	1.2
6	6.4	18	1.6
7	7.4	22	2
8	8.4	24	2
10	10.5	30	2.5
12	13	37	3
14	15	44	3
16	17	50	3
18	19	56	4
20	21	60	4
24	25	72	5

Fig. 85 Arandela DIN 9021

A2/A4 - DIN 7985

DIN EN ISO 7045

**TORNILLO CABEZA ALOMADA CON MORTAJA CRUZADA  
H-PHILLIPS  
(TAMBIÉN DISPONIBLE EN TORX®)**



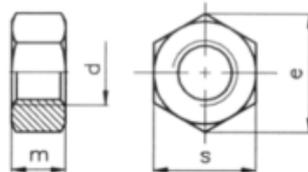
<b>dk max.</b>	3,2	4	5	6	8	10	12	16
<b>k</b>	1,3	1,6	2	2,4	3,1	3,8	4,6	6
<b>Nº H</b>	1	1	1	1	2	2	3	4

<b>L \ d</b>	M-1,6	M-2	M-2,5	M-3	M-4	M-5	M-6	M-8
4	*	*	*					
5	*	*	*	*				
6	*	*	*	*	*	*		
8	*	*	*	*	*	*		
10	*	*	*	*	*	*	*	
12	*	*	*	*	*	*	*	*
14		*	*	*	*	*	*	
16		*	*	*	*	*	*	*
18		*	*	*	*	*	*	
20		*	*	*	*	*	*	*
22				*	*	*	*	
25				*	*	*	*	*
30				*	*	*	*	*
35				*	*	*	*	*
40				*	*	*	*	*
45				*	*	*	*	*
50				*	*	*	*	*
60					*	*	*	*
70						*	*	*
80						*	*	*

Fig. 86 Tornillo DIN 7985

A2/A4 - DIN 934  
DIN EN ISO 4032

**TUERCA HEXAGONAL**



d	s	e	m
M-1,6	3,2	3,48	1,3
M-2	4	4,38	1,6
M-2,5	5	5,45	2
M-3	5,5	6,01	2,4
M-3,5	6	6,58	2,8
M-4	7	7,66	3,2
M-5	8	8,79	4
M-6	10	11,05	5
M-7	11	12,12	5,5
M-8	13	14,38	6,5
M-10	17	18,9	8
M-12	19	21,1	10
M-14	22	24,49	11
M-16	24	26,75	13
M-18	27	29,56	15
M-20	30	32,95	16
M-22	32	35,03	18
M-24	36	39,55	19
M-27	41	45,2	22
M-30	46	50,85	24
M-33	50	55,37	26
M-36	55	60,79	29
M-39	60	66,44	31
M-42	65	72,09	34
M-45	70	76,95	36
M-48	75	82,6	38
M-52	80	88,25	42

- 66 -

Fig. 87 Tuerca DIN 934

## Prototipado

El proveedor que se ha encontrado para estos elementos ha sido en la web [ferreteriasindustriales.es](http://ferreteriasindustriales.es). Para una tirada de 10000 unidades del producto el precio es el siguiente:

Tabla 22 Elementos: Tornillo, tuerca y arandela

ESPECIFICACIONES		
Arandela DIN 9021	Marca / Referencia	FONTANA FASTENERS S.A. 113347
	Dimensiones	M-04
	Precio	Por lotes de 2000 unidades: 8,75 € Coste total de 10000 unidades: <b>43,75 €</b>
Tornillo DIN 7985	Marca / Referencia	FONTANA FASTENERS S.A. 112044
	Dimensiones	M-04 x 10 mm
	Precio	Por lotes de 500 unidades: 11,41 € Coste total de 10000 unidades: <b>228,2 €</b>
Tuerca DIN 934	Marca / Referencia	FONTANA FASTENERS S.A. 113571
	Dimensiones	M-04
	Precio	Por lotes de 500 unidades: 1,79 € Coste total de 10000 unidades: <b>35,8 €</b>
COSTES TOTALES		<b>307,75 €</b>

- **Cables**

Los cables eléctricos constan con una gran variedad de medidas, las cuales se suelen categorizar en calibres si se habla del sistema AWG (American Wire Gauge) o en mm<sup>2</sup> dependiendo del diámetro de su sección cuando se habla del sistema métrico decimal.

Tabla 23 Cables eléctricos

IMAGEN	AWG	SECCIÓN	CONSUMO	EJEMPLOS
	4	25 mm <sup>2</sup>	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales, instalación 240 V
	6	16 mm <sup>2</sup>	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica
	8	10 mm <sup>2</sup>	Medio – alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana

	10	6 mm <sup>2</sup>	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casa y oficinas
	12	4 mm <sup>2</sup>	Medio – bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas
	14	2,5 mm <sup>2</sup>	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas
	16	1,5 mm <sup>2</sup>	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad

Cada cable tiene una designación propia según una norma. Esta denominación está formada por un conjunto de letras y números, cada uno con su respectivo significado.

El objetivo de esta designación es dejar a cada cable completamente definido ya que cada cable tiene unas características concretas definidas por el uso final que se le va a dar a este.

Hay muchos tipos de cables, pero para este caso en concreto se centrará en los cables de baja tensión hasta 750 V. La designación de estos está compuesta por diversas partes:

1) Nombre del fabricante y marca comercial:

El nombre del fabricante y la marca comercial es lo primero que aparece en el cable, a continuación, el código de números y letras que hace referencia a su normalización, tensión nominal, a los recubrimientos, revestimientos metálicos, a la clase de los conductores y a la composición del cable entre otros.

2) Símbolo de normalización:

- H: Significa que el cable ha sido diseñado y construido según normativa.

3) Tensión asignada:

- 01: 100 / 100 V.
- 03: 300 / 300 V.
- 05: 300 / 500 V.
- 07: 450 / 750 V.

4) Aislamiento:

- B: Goma de etileno-propileno (EPR).
- G: Copolímero etileno-acetato de vinilo (EVA).
- N2: Mezcla especial de policloropreno.
- R: Goma natural (NR) o goma de estireno-butadieno (SBR).
- S: Goma de silicona.
- V: Policloruro de vinilo (PVC).
- V2: Mezcla de PVC (servicio de 90°).
- V3: Mezcla de PVC (servicio baja temperatura).
- V4: Policloruro de vinilo (reticulado).

## Prototipado

- Z: Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos.
  - Z1: Mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos.
- 5) Revestimientos metálicos:
- C4: Pantalla de cobre en forma de trenza, sobre los conductores aislados reunidos.
- 6) Cubierta exterior:
- B: Goma de etileno-propileno (EPR).
  - G: Copolímero etileno-acetato de vinilo (EVA).
  - J: Trenza de fibra de vidrio.
  - N: Policloropreno (o producto equivalente).
  - N4: Polietileno clorosulfonado (CM).
  - N8: Policloropreno especial, resistente al agua.
  - Q: Poliuretano (TPU).
  - R: Goma natural (NR) o goma de estireno-butadieno (SBR).
  - S: Goma de silicona.
  - T: Trenza textil, impregnada o no, sobre los conductores aislados.
  - V: Policloruro de vinilo (PVC).
  - V2: Mezcla de PVC (servicio de 90°).
  - V3: Mezcla de PVC (servicio baja temperatura).
  - V4: Policloruro de vinilo (reticulado).
  - V5: Mezcla de PVC (resistente al aceite).
  - Z: Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos.
  - Z1: Mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos.
- 7) Elementos constitutivos y construcciones especiales:
- Ninguno: Cable cilíndrico.
  - D3: Componentes (metálicos o textiles) situados en el centro de un cable o repartidos en el interior de un cable plano.
  - H: Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados pueden separarse.
  - H2: Cables planos cuyos conductores aislados pueden separarse.
  - H6: Cables planos comprendiendo tres conductores aislados o más.
  - H7: Doble capa de aislamiento extruida.
  - H8: Cable extensible.
- 8) Conductor:
- -D: Flexible para cables de máquinas de soldar.
  - -E: Muy flexible para uso en máquinas de soldar.
  - -F: Flexible de cobre para servicios móviles (clase 5 de UNE 21022).
  - -H: Extra flexible (clase 6 UNE 21022).
  - -K: Flexible de cobre para instalaciones fijas (clase 5 UNE 21022).
  - -R: Rígido, de sección circular, de varios alambres cableados.
  - -U: Rígido, de sección circular, de un solo alambre.
  - -Y: Formado por cintas de cobre arrolladas en hélice alrededor de un soporte textil (Oropel).

- 9) Número de conductores, símbolo y sección:
- nGS: número y sección de los conductores, en mm<sup>2</sup>, con conductor amarillo / verde.
  - nxS: número y sección de los conductores, en mm<sup>2</sup>, sin conductor amarillo / verde.
- 10) Certificación:  
Este apartado significa que el producto está sujeto a un examen regular de su fabricación por parte de un organismo externo, con el certificado correspondiente.
- 11) Otros:
- CE: Mercado CE, obligatorio para la comercialización del producto en la Unión Europea.
  - Fecha de fabricación: (AAMMDD) esta se usa para saber quién, cuándo y dónde ha realizado cada fase del proceso.

## • Tipos de enchufes

También es importante conocer el lugar donde se va a comercializar el producto, porque en este caso, no todos los países utilizan los mismos enchufes ni la misma corriente eléctrica, la tensión y la intensidad.

- Tipos A y B

Son compatibles respecto a la tensión y son muy parecidos. El tipo B se distingue del A en que tiene una tercera clavija. Estos enchufes se utilizan en los países de América del Centro y del Norte.

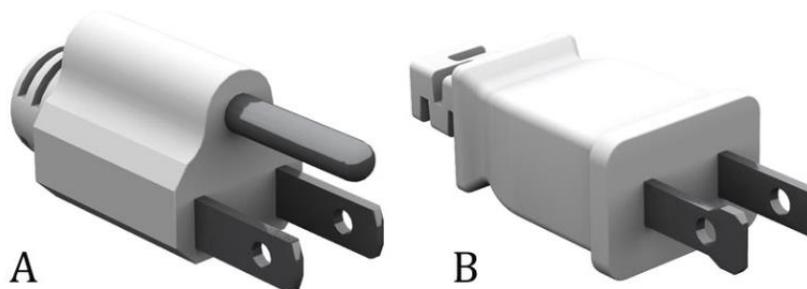


Fig. 88 Enchufes de tipo A y B

- Tipos C, E, F, J, K

Estos enchufes son los que se utilizan en España, en la mayor parte de Europa, África y otros países como Chile, Perú y Uruguay. El C es el más utilizado del mundo. El F, también denominado Schuko, se utiliza en circuitos con tensiones comprendidas entre 220 y 240 V. El tipo J se utiliza en Suiza y Lichtenstein, es como el tipo C, compatible en tensión, la diferencia es que el J tiene una tercera clavija desalineada. El tipo K se usa en Dinamarca y Groenlandia, se diferencia del F en la clavija inferior.

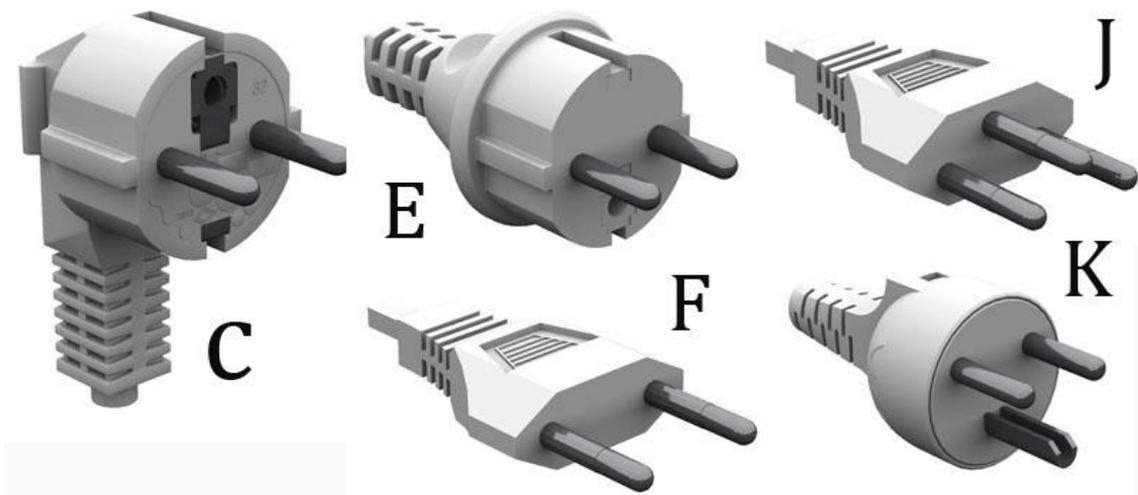


Fig. 89 Enchufes de tipo C, E, F, J y K

- Tipo D

El enchufe de tipo D se usa en la India y hasta el 1947 se usaba también en Inglaterra.

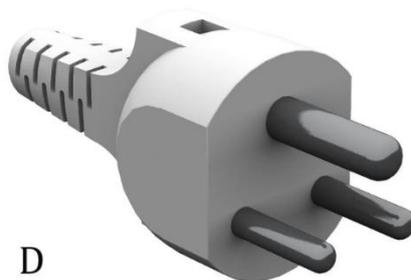


Fig. 90 Enchufe de tipo D

- Tipos G, H, I

El tipo G es el enchufe que se usa en Inglaterra, es considerado uno de los enchufes más seguros. El H se usa exclusivamente en Israel, tiene tres clavijas planas situadas en círculo. El tipo I se utiliza en Australia y Nueva Zelanda, puede tener tres o dos clavijas en forma de lámina.

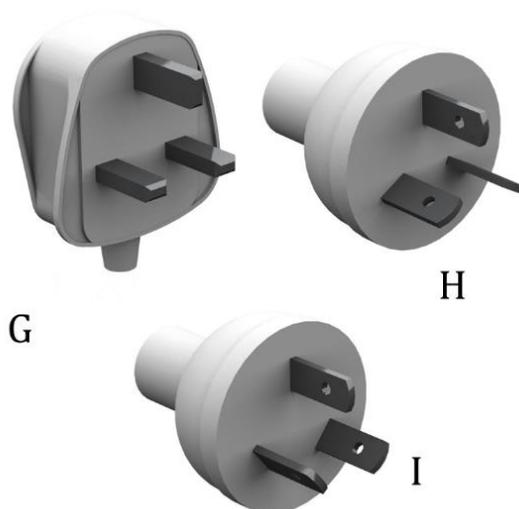


Fig. 91 Enchufes de tipo G, H y I

o Tipos L, N y O

El tipo L se utiliza en Italia, en Chile y en África del Norte, sus tres clavijas son simétricas. El N se usa en Brasil y el O solo en Tailandia.

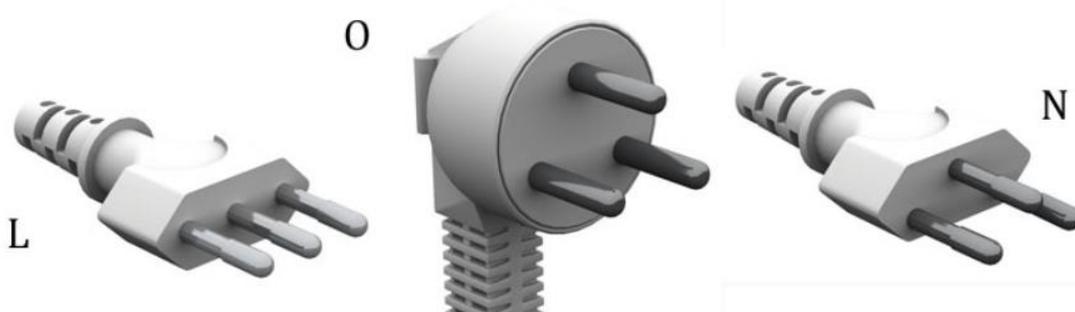


Fig. 92 Enchufes de tipo L, O y N

Como conclusión, cabe destacar que, de todos estos tipos de enchufes, sólo los tipos C, E y F son los que se usan en la mayoría de la Unión Europea, siendo el primero el más usado del mundo. Para un mercado centrado principalmente en España y con posibilidad de exportar por la Unión Europea habrá que escoger de entre estos tipos. Como se pudo ver en el estudio de mercado, el tipo de enchufe más utilizado en las lámparas es el tipo F, por lo tanto, es el que se elegirá.

Con respecto al apartado de cables y puesto que la mayoría de los enchufes no son desmontables, se ha considerado la posibilidad de contactar con un proveedor que proporcione cables del tipo y longitud requeridos y que además en uno de sus extremos ya tenga instalado el enchufe. De este modo se ahorrarán costes de producción y se simplificará el proceso de fabricación o montaje. El proveedor se ha encontrado en la página [es.aliexpress.com](http://es.aliexpress.com) con las siguientes especificaciones:

## Prototipado

Tabla 24 Elementos: Cable dealimentación

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	DelightFire
Alimentación	Voltaje: 250 V
Material	Conductor: Cobre Aislamiento: PVC
Longitud	1,5 m
Calibre	0,75 mm <sup>2</sup> x 2
Peso por unidad	
Precio	Por unidad: 0,72 € Costes de envío estimados de 10000 unidades: 5000 € Coste total de 10000 unidades: <b>11771,74 €</b>
Enlace	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32839125279.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.3de74b31AWbW5C&amp;algo_pvid=ae5868f8-a9dc-498f-bdb1-e803819aed08&amp;algo_expid=ae5868f8-a9dc-498f-bdb1-e803819aed08-46&amp;btid=0be3743b15911182026343170ed62f&amp;ws_ab_test=searchweb0_0_searchweb201602_searchweb201603">https://es.aliexpress.com/item/32839125279.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.3de74b31AWbW5C&amp;algo_pvid=ae5868f8-a9dc-498f-bdb1-e803819aed08&amp;algo_expid=ae5868f8-a9dc-498f-bdb1-e803819aed08-46&amp;btid=0be3743b15911182026343170ed62f&amp;ws_ab_test=searchweb0_0_searchweb201602_searchweb201603</a>
Observaciones	

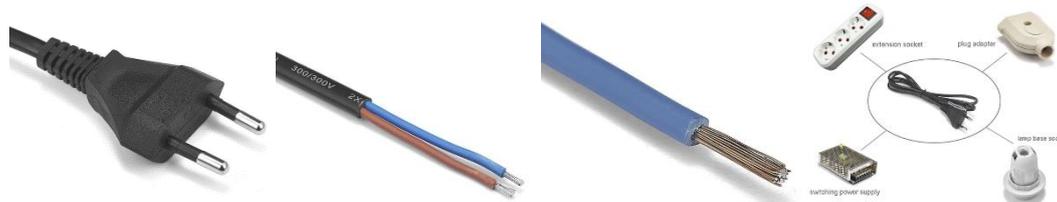


Fig. 93 Cable con enchufe escogido

De la imagen siguiente se puede extraer información adicional sobre el cable, como puede ser:

- Símbolo de normalización H: El cable ha sido diseñado y construido según normativa.
- Tensión asignada O3: 300 / 300 V.
- Aislamiento V: Policloruro de vinilo (PVC).
- Sin revestimiento metálico.
- Cubierta exterior V: Policloruro de vinilo (PVC).
- Elementos constitutivos y construcciones especiales H2: Cables planos cuyos conductores aislados no pueden separarse.
- Conductor -F: Flexible de cobre para servicios móviles (clase 5 de UNE 21022).
- Número de conductores, símbolo y sección nXS: 2 conductores de 0,75 mm<sup>2</sup>, sin conductor amarillo/verde.



Fig. 94 Designación del cable

Para que el cable no se dañe al estirarlo desde fuera y haya riesgo de desconexión se añadirá un tope flexible entre el cable y la tapa inferior.



Fig. 95 Tope cable alimentación

El proveedor se ha encontrado en [decoracioneiluminacion.com](https://www.decoracioneiluminacion.com) con un precio por unidad de 0,21 €, haciendo un total de **2100 €** para una tirada de 10000 unidades.

( <https://www.decoracioneiluminacion.com/tope-transparente-para-fijar-cables-p-4790.html> )

- **Conexión entre los cables**

Dado que el cableado de la lámpara no es directo, sino que está por medio el sensor de interruptor táctil, hay que plantearse la forma de mantener unidos los cables.

Cabe la posibilidad de que el sensor de interruptor táctil se estropee, con lo cual, lo conveniente sería que la unión de los cables no fuera mediante soldadura, sino desmontable para que permita la sustitución de dicho sensor por el usuario.



Fig. 96 Regleta de conexión

Una manera de lograr esto es con las regletas de conexión de cables como la de la imagen de al lado. Pero como podemos apreciar en el croquis mostrado a continuación, las regletas necesarias han de ser de dimensión CH-3 (3 canales para cables). Por lo tanto, lo ideal sería encontrar un proveedor que las distribuya con este tamaño.

## Prototipado

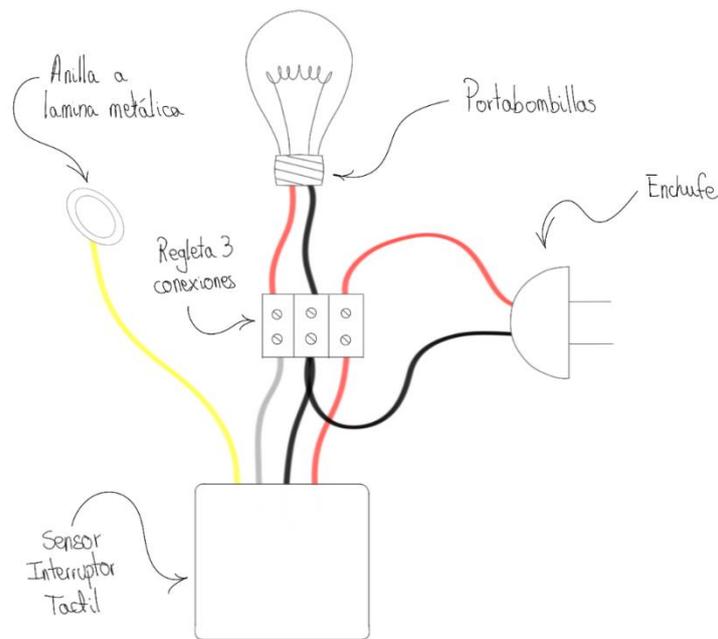


Fig. 97 Croquis del cableado de la lámpara

Además, como se puede observar en el esquema eléctrico anterior se necesitan dos cables más, los cuales van desde la regleta al portalámparas. Para solucionar esto, se propone cortar aproximadamente 10 cm del cable de alimentación de 1,5 m y eliminar el recubrimiento exterior en los extremos de los cables para facilitar su conexión.

Se ha realizado una búsqueda de proveedores acorde con las indicaciones mostradas anteriormente y se han encontrado varios que comercializan este tipo de elementos, pero no son exactamente igual que los comunes como el anterior. Estos para introducir y extraer el cable no es necesario de la utilización de un destornillador, sino que con un sistema tipo pinza mantiene al cable sujeto permitiendo un montaje y desmontaje más sencillo por parte del usuario y dado que el producto va a permanecer estático no hay peligro de desconexión de los cables.

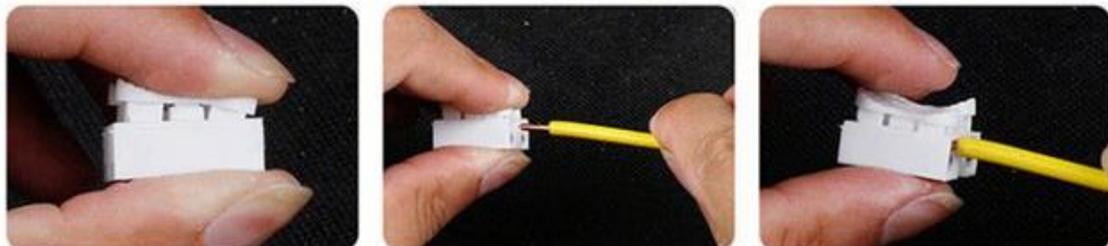


Fig. 98 Funcionamiento de las regletas de conexión

El proveedor escogido se ha encontrado en la web *alibaba.com* con las siguientes especificaciones:

Tabla 25 Elementos: Regleta

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	YSMAX CH-3
Alimentación	Tensión nominal de corriente: 380 V / 6 A / 10 A / 20 A
Calibre	0,5 – 3,5 mm <sup>2</sup>
Material	Carcasa: PP / PC Contactos: Acero
Rango Temperatura	-40°C - 100°C
Dimensiones	19,5 x 17,5 x 13,5 mm
Precio	Por unidad: 0,11 US\$ Costes de envío de 10000 unidades: 400,54 US\$ Coste total de 10000 unidades: 1500,54 US\$ - <b>1322,73 €</b>
Enlace	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/ysmax-ch-3-3-ways-wire-terminal-block-spring-push-type-quick-connecting-power-connector-1600058767728.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7e8060e1yl6E7O">https://spanish.alibaba.com/product-detail/ysmax-ch-3-3-ways-wire-terminal-block-spring-push-type-quick-connecting-power-connector-1600058767728.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7e8060e1yl6E7O</a>
Observaciones	

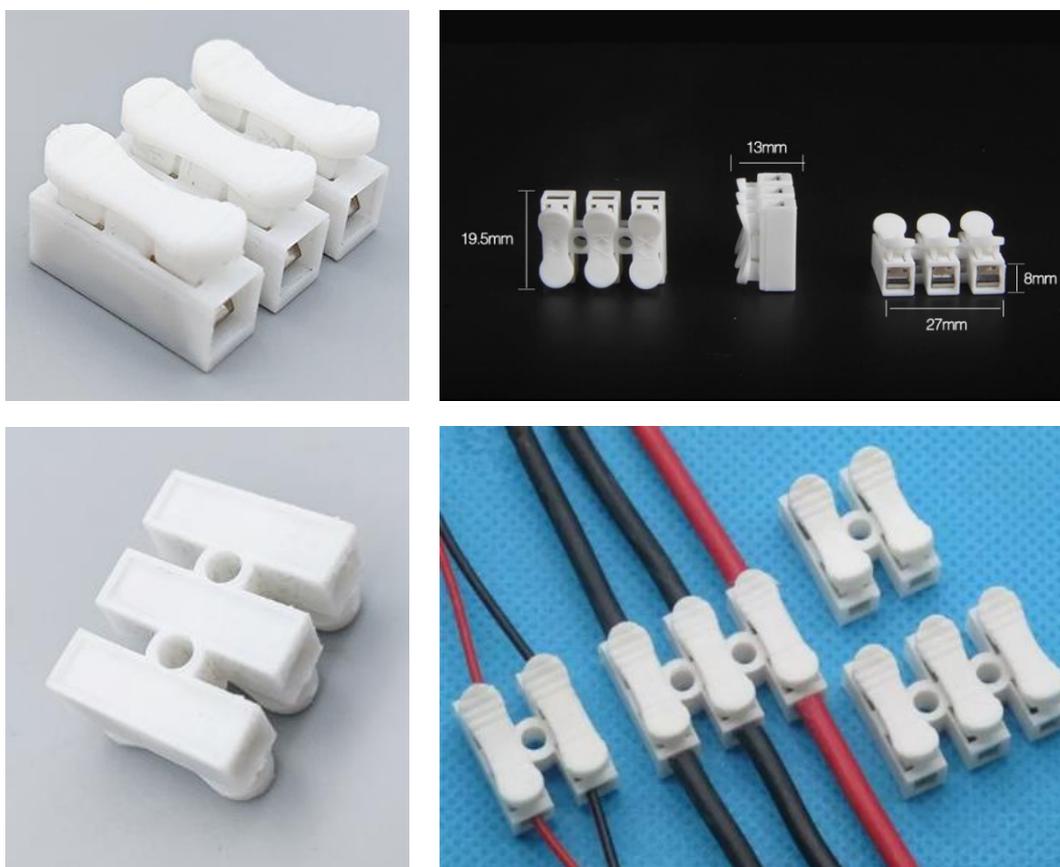


Fig. 99 Regleta de conexión CH-3

- **Material polimérico**

El cuerpo de la lámpara se va a fabricar mediante inyección, por lo que el material tendrá que ser polimérico.

Para facilitar la elección de este material, se hará uso del software *CES EduPack*, se trata de un software que consta de una base de datos de información sobre materiales y procesos los cuales se pueden filtrar según las características y propiedades requeridas.

Antes de realizar la búsqueda del material se deben tener claras las características que ha de tener dicho material:

- El material ha de ser opaco, para que no deje pasar la luz a través de él y ésta se refleje lo máximo posible.
- Ha de ser reciclable, por lo que tendrá que pertenecer al grupo de los termoplásticos.
- El acabado superficial ha de ser el mejor posible.
- Lo más ligero posible.
- El precio ha de ser lo más asequible posible.

Introduciendo estas características, el programa devuelve 3 posibles materiales:

- Acrylonitrile butadiene styrene o Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).
- Polyetheretherketone o Polieteretercetona (PEEK).
- Polyoxymethylene, Poliacetal o Polioximetileno (Acetal, POM).

Entre ellos, cabe destacar que el precio del PEEK es extremadamente caro, 78,6 €/kg, con lo cual este material no resulta nada factible.

A continuación, se realizará una comparación entre el ABS y el POM para su posterior elección.

Tabla 26 Posibles materiales poliméricos

ABS	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es duro y resistente a los impactos muy utilizado en los sectores industriales.</li><li>• Gran capacidad de mantener sus dimensiones y apenas encoge.</li><li>• Buena resistencia a ácidos y bases.</li><li>• Buena elección para aparatos portátiles destinados al consumidor.</li><li>• Relativamente barato.</li></ul>
Usos	piezas decorativas, aparatos portátiles, carcasas, mandos a distancia, ordenadores, componentes electrónicos.
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las piezas de ABS mostrarán líneas de punto y podrían tener hundimientos y vacíos en las zonas gruesas que</li></ul>

	superen su espesor máximo de 3mm. Se puede lograr una reducción de estos defectos mezclando el ABS con PC.
<b>POM</b>	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran solidez, rigidez, dureza y resistencia.</li> <li>• Buena lubricidad y resistencia a hidrocarburos y disolventes.</li> <li>• Buena elasticidad y es deslizante, por lo que es adecuado para engranajes y rodamientos.</li> </ul>
Usos	engranajes, bombas y sus rotores, dispensadores de jabón, aspas de ventiladores y turbinas, conmutadores para automoción, componentes de interruptores eléctricos.
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debido a la contracción, se tiene que realizar un diseño específico para Acetal con grosor uniforme en las paredes.</li> <li>• Dada la lubricidad del Acetal resulta difícil pintar o revestir las piezas.</li> <li>• Es difícil conseguir un buen acabado estético de calidad.</li> </ul>

El objetivo de este proyecto es realizar una lámpara cuya fabricación sea lo más sencilla posible y respetuosa con el medio ambiente. Debido a las contracciones y a que necesita un molde específico, el POM no resulta muy buena opción. Por otro lado, el ABS sí ya que es ampliamente utilizado como carcasas cuyo uso es parecido al que se le quiere dar en este proyecto.

También cabe la posibilidad de mezclar el ABS con PC mejorando sus propiedades y reduciendo el hundimiento, pero de este modo se complica el proceso de reciclaje, por lo tanto, se utilizará solo ABS con un espesor máximo en las paredes de 3 mm.

A continuación se muestran las características del ABS proporcionadas por el software *CES EduPack*:

## Description

### Image



### Caption

1. ABS pellets. © Shutterstock 2. ABS allows detailed moldings, accepts color well, and is non-toxic and tough enough to survive the worst that children can do to it. © Gettyimages

### The material

ABS (Acrylonitrile-butadiene-styrene) is tough, resilient, and easily molded. It is usually opaque, although some grades can now be transparent, and it can be given vivid colors. ABS-PVC alloys are tougher than standard ABS and, in self-extinguishing grades, are used for the casings of power tools.

### Composition (summary) ⓘ

Block terpolymer of acrylonitrile (15-35%), butadiene (5-30%), and styrene (40-60%).

### General properties

Density	ⓘ	1,03e3	-	1,06e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	ⓘ	* 2,31	-	2,78	EUR/kg

### Mechanical properties

Young's modulus	ⓘ	2,08	-	2,75	GPa
Yield strength (elastic limit)	ⓘ	34,5	-	49,6	MPa
Tensile strength	ⓘ	37,8	-	51,8	MPa
Elongation	ⓘ	5	-	60	% strain
Hardness - Vickers	ⓘ	* 10	-	14,9	HV
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	ⓘ	* 15,1	-	20,7	MPa
Fracture toughness	ⓘ	* 1,47	-	4,29	MPa.m <sup>0.5</sup>

**Thermal properties**

Maximum service temperature	(i)	62,9	-	76,9	°C
Thermal conductor or insulator?	(i)	Good insulator			
Thermal conductivity	(i)	* 0,253	-	0,263	W/m.°C
Specific heat capacity	(i)	* 1,69e3	-	1,76e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	(i)	74	-	123	µstrain/°C

**Electrical properties**

Electrical conductor or insulator?	(i)	Good insulator			
------------------------------------	-----	----------------	--	--	--

**Optical properties**

Transparency	(i)	Opaque			
--------------	-----	--------	--	--	--

**Eco properties**

Embodied energy, primary production	(i)	87,7	-	96,7	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	(i)	3,27	-	3,61	kg/kg
Recycle	(i)	✓			
<b>Recycle mark</b>	(i)				

**Supporting information****Typical uses**

Safety helmets, camper tops, automotive instrument panels and other interior components, pipe fittings, home-security devices and housings for small appliances, communications equipment, business machines, plumbing hardware, automobile grilles, wheel covers, mirror housings, refrigerator liners, luggage shells, tote trays, mower shrouds, boat hulls, large components for recreational vehicles, weather seals, glass beading, refrigerator breaker strips, conduit, pipe for drain-waste-vent (DWV) systems.

Fig. 100 Características del ABS

- **Chapa metálica**

Como se ha descrito en diversas ocasiones, el material de la base estará formado por una chapa metálica cortada mediante laser y curvada, ha de ser metálica para que el interruptor táctil funcione.

El problema que tienen la mayoría de los metales es que se oxidan estropeando su acabado superficial. Como el objetivo de la base es actuar a modo de interruptor táctil, para evitar problemas de funcionamiento y posibles complicaciones en el reciclaje, esta chapa no llevará ningún recubrimiento ni irá pintada, por lo tanto, dicho metal ha de ser inoxidable.

Las opciones más comunes respecto a chapas inoxidables en cuanto a calidad precio se refiere, son el acero inoxidable y el aluminio. A continuación, se realizará una comparación entre dichos materiales.

Tabla 27 Chapa de acero inoxidable frente a la de aluminio

ACERO INOXIDABLE Vs. ALUMINIO	
Peso	El aluminio no es tan resistente como el acero ya que es más denso, pero es 3 veces más ligero
Durabilidad	El aluminio es un material duradero, pero en los casos que requieren cierto nivel de resistencia optan por el acero
Corrosión	Ambos materiales destacan por sus propiedades anticorrosivas, aun así, el acero es menos susceptible a la corrosión
Coste	El aluminio suele resultar más accesible económicamente. Ambos pueden comprarse con precios asequibles ya que son materiales muy reciclables y respetuosos con el medio ambiente
Propiedades térmicas	El acero se puede utilizar a temperaturas muy elevadas
Soldadura	La soldadura en el aluminio resulta ser mucho más complicada que en el acero
Efecto en la comida	El acero inoxidable es más utilizado en la cocina ya que no afecta al sabor de las comidas, debido a su composición química
Practicidad	El aluminio es muy maleable, mientras que el acero es más complicado manipularlo debido a su resistencia

En las siguientes imágenes se muestran los posibles acabados que pueden tener las chapas de acero inoxidable y el aluminio. El acabado natural no resulta muy bueno estéticamente mientras que los otros sí, en el acabado brillante se notan mucho las huellas mientras que en el acabado cepillado no son tan apreciables. Como esta parte de la lámpara va a ser la que con más frecuencia se toque el acabado cepillado resulta la mejor opción.



Fig. 105 Acabado natural del acero inoxidable



Fig. 101 Acabado cepillado del acero inoxidable



Fig. 102 Acabado brillante del acero inoxidable



Fig. 104 Acabado natural del aluminio

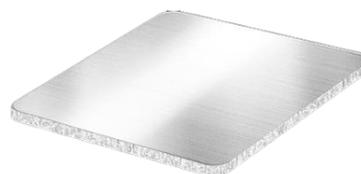


Fig. 103 Acabado cepillado del aluminio

Como se ha comprobado en el apartado de análisis estructural, la opción más segura resulta ser la chapa de acero inoxidable de 3 mm. El siguiente paso es encontrar un proveedor de productos de este tipo que encajen lo mejor posible.

Se ha encontrado un proveedor en la web *alibaba.com* el cual comercializa láminas de acero inoxidable con distintos acabados, espesores y medidas. Se ha contactado con él y ha facilitado un presupuesto, se puede apreciar un extracto de este en la siguiente imagen, estará completo en los documentos anexos adjuntos. Antes de realizar el presupuesto se han de saber las medidas que ha de tener cada lámina, para ello y como se verá en la hoja de patronaje del apartado planos, se ha de encontrar la distribución más optima de bases dentro de una lámina.

Item	Size(mm)	U.W (KG/PC)	Qty (pcs)	Weight (Ton)	FOB Price (\$/PC)	Amount (USD)
304 stainless steel sheet	3*1000*2000	47.58	313	6.207	83.52	26,141.76
<b>Total</b>			<b>313</b>	<b>6.207</b>		<b>26,141.76</b>
<b>MORE OR LESS FIVE PCT IN QUANTITY OR WEIGHT ALLOWED</b>						
<b>SAY: US TWENTY SIX THOUSAND ONE HUNDRED FORTY ONE DOLLARS CENT SEVENTY SIX ONLY</b>						

Fig. 106 Presupuesto de las láminas de acero inoxidable

Siendo las láminas más comunes las de 1000 x 2000 mm, se ha dado con una distribución que respete las dimensiones mínimas de separación en el corte laser, para espesores comprendidos entre 0,6 y 6,35 mm una separación mínima entre pieza y pieza de 5 mm y separación mínima entre pieza y borde de lámina de 5 mm, las cuales se pueden apreciar en el documento anexo adjunto *instructivo corte laser acero csw*. Esta distribución cuenta con 32 unidades de cada base de 140 x 430 mm aproximadamente, pudiendo llegar a 36 unidades por lámina si el ancho fuese de 1010 mm como mínimo. Para una primera tirada de 10000 unidades serían necesarias 312,5 láminas, por lo tanto, el pedido será de 313 láminas de acero inoxidable satinado.

El peso final de cada base es de 1,0107 kg.

Tabla 28 Elementos: Chapa de acero inoxidable

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	BAOSTEEL
Material	Acero inoxidable satinado/cepillado serie 304
Dimensiones	Personalizadas: 2000 x 1000 x 3 mm Tolerancia: $\pm 1\%$
Precio	Láminas totales: 26141,76 US\$ - 23237,15 € Coste de envío por tonelada: 1695 US\$ - 1510,22 € Costes de envío totales: 1510,22 x 6,207 = 9373,94 € Costes totales: <b>32611,7 €</b>

Enlace	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/Top-quality-304-stainless-steel-clad-60731420092.html?spm=a2700.12243863.0.0.506a5e2c6A5qyl">https://spanish.alibaba.com/product-detail/Top-quality-304-stainless-steel-clad-60731420092.html?spm=a2700.12243863.0.0.506a5e2c6A5qyl</a>
--------	---

- **Tacos**

Una de las condiciones que debía de cumplir la lámpara es la de no dañar la superficie de la mesa de noche. La base va a estar formada por una lámina metálica cuya superficie tiene poca adherencia y dañaría la superficie de la mesa.

Para evitar esto, se propone colocar sobre la parte de la base que esté en contacto con la mesa 4 almohadillas de silicona autoadhesivas y antideslizantes. Como el producto no tiene un peso excesivo y permanecerá estático la mayor parte del tiempo se han elegido unas almohadillas de tamaño reducido, de 6 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor.

Para una primera tirada de 10000 unidades de lámparas serían necesarias 40000 almohadillas. El proveedor que se ha encontrado ha sido en la página es *aliexpress.com* con las siguientes especificaciones:

Tabla 29 Elementos: Tacos

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	Shida
Dimensiones	6 mm diámetro x 2,5 mm espesor
Material	Silicona transparente
Peso por unidad	
Adhesivo	Pegamento 3M9448
Precio	Por lotes de 500 unidades: 8,12 € - 7,72 € Coste total de 40000 unidades: <b>617,57 €</b>
Enlace	<a href="https://es.aliexpress.com/item/32600594443.html?spm=a2g0o.detail.100009.1.21bf7a246lOWo&amp;qps-id=pcDetailLeftTopSell&amp;scm=1007.13482.95643.0&amp;scm_id=1007.13482.95643.0&amp;scm-url=1007.13482.95643.0&amp;pvid=a26ee880-c26b-4c0a-b66a-58c1c8ad01d1&amp;_t=gps-id:pcDetailLeftTopSell.scm-url:1007.13482.95643.0.pvid:a26ee880-c26b-4c0a-b66a-58c1c8ad01d1.tpp_buckets:668%230%23131923%2320_668%23808%234093%23876_668%23888%233325%234_668%232846%238109%23291_668%232717%237561%23351">https://es.aliexpress.com/item/32600594443.html?spm=a2g0o.detail.100009.1.21bf7a246lOWo&amp;qps-id=pcDetailLeftTopSell&amp;scm=1007.13482.95643.0&amp;scm_id=1007.13482.95643.0&amp;scm-url=1007.13482.95643.0&amp;pvid=a26ee880-c26b-4c0a-b66a-58c1c8ad01d1&amp;_t=gps-id:pcDetailLeftTopSell.scm-url:1007.13482.95643.0.pvid:a26ee880-c26b-4c0a-b66a-58c1c8ad01d1.tpp_buckets:668%230%23131923%2320_668%23808%234093%23876_668%23888%233325%234_668%232846%238109%23291_668%232717%237561%23351</a>
Observaciones	



Fig. 107 Almohadillas autoadhesivas y antideslizantes

- **Adhesivo de doble cara**

Se está planteando la posibilidad de fijar el sensor de interruptor táctil dentro de la parte inferior de la pantalla para que no se mueva, de golpes y pueda, soltarse sus conexiones.

Para ello, una manera sería incorporar unas pestañas a la parte de debajo de la pantalla que sujeten el sensor, pero esto incrementaría el coste y la dificultad del molde. Además, si por algún casual el sensor se estropease y el usuario quisiera sustituirlo, las medidas puede que varíen y estas pestañas queden inservibles.

Otra opción es la de pegar el sensor mediante un adhesivo de doble cara a la parte inferior de la pantalla, permitiendo de este modo su fijación y su posible sustitución. Un inconveniente de este método sería que, a la hora de su desmontaje y posterior reciclaje se complicaría un poco el proceso dado que este tipo de adhesivos dejan residuos que se tendrían que eliminar previamente con disolventes.

Se ha encontrado un proveedor de adhesivos de este tipo en la web *alibaba.com*, el cual los comercializa en láminas de 20 x 5 unidades, con lo cual, para su uso habría que ir despegándolos por el lado que están pegados a estas láminas y pegándolos por una de las caras de 44 x 34 mm del sensor, sobre la cara opuesta a la que contiene el esquema eléctrico, y el otro lado del adhesivo dejarlo intacto hasta el momento de su montaje. Este proveedor da la opción de elegir las dimensiones de los adhesivos, estos son de 12 x 12 mm, el sensor pesa alrededor de 10 - 15 g, por lo tanto, estas dimensiones podrían ser insuficientes dado el tamaño del sensor, con lo cual se solicitará presupuesto de adhesivos cuyas dimensiones rondan los 25 x 25 mm aproximadamente.

Tabla 30 Elementos: Adhesivo de doble cara

ESPECIFICACIONES	
Marca / Modelo	3 M 9080 / 9448A
Dimensiones	Superficie: 12 x 12 mm o personalizado (forma y tamaño) Espesor: 1,5 mm
Material	Ubber EVA
Peso por unidad	
Adhesivo	Acrílico
Precio	Por unidad: 0,01 US\$ Costes de envío: 1000 US\$ Coste total de 10000 unidades: 1100 US\$ - <b>976,08€</b>
Enlace	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/3m-9080-9448a-double-sided-adhesive-foam-tape-3m-adhesive-sticker-60652880332.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7a8e15baONnLiT">https://spanish.alibaba.com/product-detail/3m-9080-9448a-double-sided-adhesive-foam-tape-3m-adhesive-sticker-60652880332.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7a8e15baONnLiT</a>
Observaciones	



Fig. 108 Espuma adhesiva de doble cara

## b. Máquinas, herramientas y útiles para la fabricación

- **Máquina plegadora / curvadora hidráulica**

La utilización de una máquina de este tipo es necesaria ya que se pretenden hacer una o varias tiradas de grandes cantidades del producto, consiguiendo de este modo una mayor precisión y eficiencia que si la realizara un operario con una curvadora manual.



Fig. 109 Plegadora hidráulica MP3003 CNC

La plegadora hidráulica seleccionadas es la MP3003 CNC de [nargesa.com](http://nargesa.com). Esta máquina es capaz de ofrecer un nivel de precisión y eficiencia excelentes.

Está equipada con un control CNC de altas prestaciones, resultando sencillo e intuitivo el manejo de máquinas tan complejas como esta. Su interfaz táctil y su potente CPU hacen posible que los plegados más complejos se procesen sin problemas.

En su web aparece un enlace con un vídeo donde explica su funcionamiento:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=328&v=\\_5AHOBM9ipA&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=328&v=_5AHOBM9ipA&feature=emb_logo)

En los documentos anexos adjuntos aparece un manual de instrucciones de la máquina, un catálogo y un ejemplo de tabla de plegado según la matriz utilizada.

A continuación, se muestran las características técnicas de la máquina.

Tabla 31 Características técnicas de la máquina plegadora / curvadora

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MP3003 CNC	
Velocidad de trabajo del punzón	6,7 mm/s
Velocidad de retroceso del punzón	43,4 mm/s
Velocidad de bajada del punzón	26,8 mm/s
Recorrido máximo del punzón	160 mm
Longitud de plegado entre montantes	2700 mm
Longitud de plegado total	3125 mm
Recorrido tope trasero	600 mm
Escote	320 mm
Potencia de motor	9,5 KW / 12 CV (HP)
Dimensiones	3720 x 1630 x 2800
Peso	9100 kg

- **Máquina cortadora láser**

La tecnología láser una gran calidad de corte y productividad en una amplia variedad de materiales. Tiene aplicaciones diversas, desde cortes de precisión a cortes de calidad en chapas de acero de 30 mm de espesor.

Tabla 32 Características técnicas de la máquina cortadora láser

CARACTERÍSTICAS DEL CORTE LÁSER	
Calidad del corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Excelente angulosidad</li> <li>○ Zona reducida afectada térmicamente</li> <li>○ Cortes estrechos muy exactos</li> <li>○ Buen acabado superficial</li> </ul>
Velocidad del corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rápido para materiales delgados</li> <li>○ Requiere más tiempo en los materiales gruesos</li> </ul>
Flexibilidad del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Amplia variedad de materiales aptos</li> <li>○ Se trata del mejor sistema de corte para el acero al carbono delgado</li> <li>○ Con una sola pasada produce cortes finales</li> <li>○ Fácil automatización</li> </ul>

## Prototipado

- En los materiales reflectantes se ha de cubrir la superficie del material

La máquina de corte láser a utilizar es la MAXIMO de Prima Power, en el documento anexo adjunto Spa2011 se muestran sus características técnicas, se trata de una máquina precisa y veloz, de tamaño reducido, pero con gran área de trabajo. Durante el proceso de corte la chapa permanece inmóvil, mientras que la máquina se va moviendo.

Su área de trabajo es flexible dependiendo del tamaño de las chapas a cortar, pudiendo ser ampliada hasta chapas de 36 m, pueden ser: local, para chapas de tamaño reducido hasta 3000 x 1500 mm, de larga distancia, combinando el movimiento de los ejes  $Y_1$  e  $Y_2$ , y múltiple, permite recargar chapas sin interrupciones mientras se está realizando el corte en otra chapa. Cuenta con una velocidad de corte de 140 mm/s.

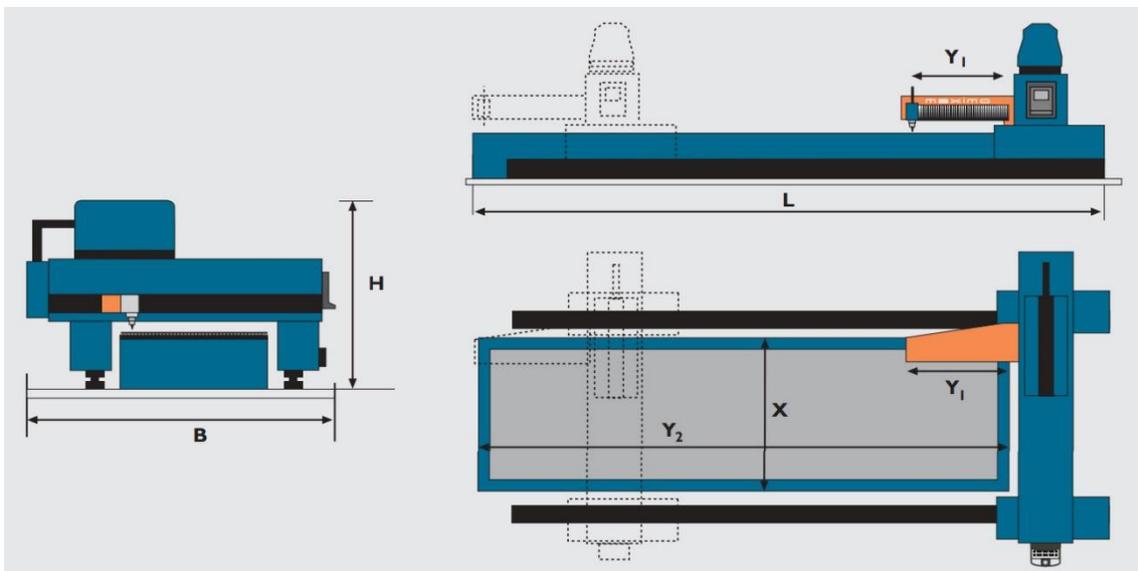


Fig. 110 Máquina de corte láser MAXIMO

- **Máquina de inyección**

Las máquinas de inyección de polímero termoplástico se suelen dividir en 3 tamaños en función de la presión que ejercen para el cerrado del molde:

Tabla 33 Características de las máquinas de inyección

TAMAÑOS DE MÁQUINAS DE INYECCIÓN		
Pequeña	Presión de cerrado	$\leq 75$ Tn
	Coste por hora	18 € / h
	Tiempo estimado del ciclo	20 – 25 s
Mediana	Presión de cerrado	75 – 250 Tn

	Coste por hora	25 € / h
	Tiempo estimado del ciclo	40 s
Grande	Presión de cerrado	$\geq 250$ Tn
	Coste por hora	40 € / h
	Tiempo estimado del ciclo	> 60 s

La elección de un tamaño u otro será vital ya que ahorrará muchos costes dependiendo del consumo de dicha máquina. Como se pudo observar en las imágenes respectivas a las simulaciones de llenado de las piezas, el caso más extremo contaba con una presión de cierre de 27,916 Tn, inferior a las 75 Tn, por lo tanto, la máquina que mejor se adapta a estas características es la de tamaño pequeño la cual cuenta con un coste de 18 € por hora de inyección.

### c. Máquinas, herramientas y útiles para el ensamblaje

- **Herramienta pelacables**

Esta herramienta sirve para pelar cables de distintos calibres y cortarlos, tiene un precio que ronda los 4 €.

Se trata de una herramienta muy útil para el montaje en serie ya que facilita el proceso. Habrá que cortar aproximadamente 10 cm del extremo del cable de alimentación y pelar todos los extremos resultantes, dado que el trozo que se ha cortado se utilizará para conectar el portalámparas a la regleta de conexiones y el cable de alimentación a la regleta también, los cables del sensor que se tienen que conectar a la regleta ya vienen pelados.

En el caso de que el usuario tenga que hacer este proceso, no es necesario que posea esta herramienta, ya que pelar los cables no es muy complicado, es para facilitararlo.



Fig. 111 Herramientas pelacables

Prototipado

- **Destornillador de punta de estrella PH2**

Esta herramienta es necesaria para el ensamblaje, sirve fijar a la chapa el terminal del cable amarillo del sensor. Apretando el tornillo.

Se trata de una herramienta común, por si se diese el caso de que el usuario tenga que cambiar el sensor o montar la lámpara pueda hacerlo sin problemas.



Fig. 112 Destornillador de punta de estrella PH2

- **Llave fija de métrica 7**

Esta herramienta es necesaria para el ensamblaje, sirve para fijar a la chapa el terminal del cable amarillo del sensor. Sujutando la tuerca.

Se trata de una herramienta común, por si se diese el caso de que el usuario tenga que cambiar el sensor o montar la lámpara pueda hacerlo sin problemas.

La métrica de la tuerca se ha comprobado midiendo la distancia entre sus caras planas, dado como resultado 7 mm.



Fig. 113 Llave fija métrica 7

#### **d. Construcción de los elementos**

Los elementos a construir son de dos tipos, los que parten de elementos intermedios o semielaborados y los que han de ser fabricados por la empresa.

Cuanto a los elementos intermedios sólo se encuentra uno, la base, para la fabricación de esta pieza se parte del elemento comercial lámina de acero inoxidable de 2000 x 1000 mm y se corta mediante la máquina de corte por láser, posteriormente se realizan cada uno de sus tres pliegues (20°, 70° y 110°) a la distancia especificada mediante la máquina plegadora / curvadora hidráulica.

Los elementos que han de ser fabricados desde 0 por la empresa son las 3 piezas de inyección de plástico, hay una serie de normas y consideraciones que se han de tener en

cuenta en el diseño para moldeo por inyección de plástico como, en este caso los datos se han extraído de la web de *PROTOLABS*:

- **Tamaños máximos**

A continuación, se muestran una serie de tamaños máximos recomendables.

*Tabla 34 Dimensiones máximas recomendables para las piezas por inyección*

TAMAÑO	450 x 700 mm
VOLUMEN	950000 mm <sup>3</sup>
PROFUNDIDAD	100 mm desde la línea de apertura (ángulo de inclinación 3°)
ÁREA DE PROYECCIÓN DEL MOLDE	110000 mm <sup>2</sup>

- **Tolerancias**

Ofrecen una tolerancia de  $\pm 0,08$  mm para el molde y con una tolerancia para la resina que puede llegar a tener una precisión de 0,002 mm/mm la cual depende del material seleccionado.

El ABS cuenta con un índice de encogimiento bajo, entre 0,4 y 0,7 %.

- **Acabados superficiales**

A continuación, se muestran los posibles acabados superficiales con los que puede tener la pieza:

*Tabla 35 Tipos de acabados superficiales en las piezas por inyección*

ACABADO	DESCRIPCIÓN
PM-F0	No estético, predeterminado
PM-F1	Bajo estético, la mayoría de las marcas de las herramientas han sido eliminadas
SPI-C1	Piedra arenisca 600, 10 – 12 Ra
PM-T1	SPI-C1 + granallado ligero

## Prototipado

PM-T2	SPI-C1 + granallado medio
SPI-B1	Papel de lija 600, 2 – 3 Ra
SPI-A2	Pulido con diamante de grado nº2, 1– 2 Ra

Tabla 36 Valores de rugosidad

VALORES DE RUGOSIDAD Ra		NÚMEROS DE GRADOS DE RUGOSIDAD
$\mu\text{m}$	$\mu''$	
50	2000	N 12
25	1000	N 11
12,5	500	N 10
6,3	250	N 9
3,2	125	N 8
1,6	63	N 7
0,8	32	N 6
0,4	16	N 5
0,2	8	N 4
0,1	4	N 3
0,05	2	N 2
0,025	1	N 1

- **Ángulos de inclinación**

En las piezas fabricadas mediante moldeo por inyección resulta esencial ya que facilitan la extracción de la pieza entre otros y sin ellos la pieza podría quedar atrapada llegando incluso a romperse o dañar el molde además de generar contratiempos y consecuentemente pérdidas económicas.

Tabla 37 Anngúlos de inclinación para el delmoldeo

CARAS VERTICALES	0,5°
MAYOR PARTE DE LAS SITUACIONES	1-2°
MÍNIMO PARA EL CIERRE	3°
MÍNIMO PARA LA TEXTURA LIGERA (PM-T1)	3°
MÍNIMO PARA LA TEXTURA LIGERA (PM-T2)	+5°

- **Contrasalidas**

Dimensiones laterales máximas:

ANCHURA	ALTURA	PROFUNDIDAD
$\leq 213$ mm	$\leq 60$ mm	$\leq 73$ mm

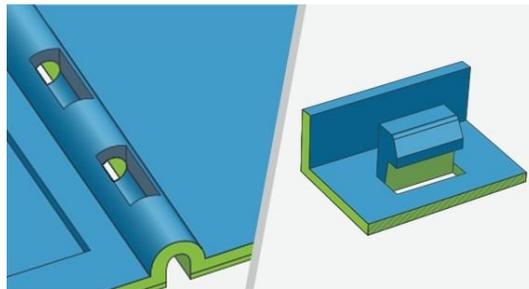


Fig. 114 Orificio para facilitar la extracción de la pieza liberando las contrasalidas

- **Grosor de la pared**

Según el material utilizado necesitará un espesor u otro, para este caso:

Tabla 38 Grosor de la pared recomendado para el ABS

MATERIAL	GROSOR DE LA PARED RECOMENDADO
ABS	1,143 – 3,556 mm

- **Radios**

Durante la fabricación del molde las esquinas no son completamente rectas, esto es debido al proceso de fresado, sino que tienen un cierto ángulo el cual ha de ser identificado antes de realizar este proceso.

**e. Acabado superficial**

En cuanto al acabado superficial de la lámpara, sólo hay dos tipos de piezas visibles. La base de acero inoxidable, que como se ha expuesto anteriormente es un elemento ajeno a la empresa y su acabado será cepillado o satinado para que de este modo se noten menos las huellas de las manos. Y la otra serían las piezas de inyección, una de las ventajas de las piezas fabricadas en plástico es que no necesitan de un acabado

superficial ya que no se oxidan y pueden ser de cualquier color, además de tener superficie rugosa o brillante según convenga. Además, hay materiales que se pueden cromar o pintar, como es el caso del PC, ABS, PP o PA.

En las piezas plásticas, acabado brillante o espejo resulta más costoso ya que lleva más tiempo fabricar el molde porque se tiene que pulir a mano, en cambio el rugoso no.

En cuanto al acabado necesario para este caso, se optará por el rugoso, ya que, además, la luz reflejada ofrece cambios más graduales y transmite mayor sensación de calma, a diferencia del acabado brillante que tiene cambios más bruscos.

Para conseguir este acabado, también denominado piedra o mate, es necesario realizar un proceso básico de pulido para que la pieza resultante pueda ser expulsada del molde sin problemas. Para ello se utiliza una piedra abrasiva de distintos tamaños. En este caso el SPI-C1 con piedra arenisca de grano en 600 con una rugosidad de 10 – 12 Ra.

## 2. Otros documentos

### f. Antropometría funcional de la mano

En los documentos anexos adjuntados *Antropometría funcional ángulos de confort* y *Antropometría de la mano*, se describen: rangos de movimiento de las partes del cuerpo, alcances, medidas de las trayectorias y otros movimientos.

Con el fin de detectar y evitar posturas inadecuadas ya que puedan llegar a producir lesiones, para ello serán de ayuda los conceptos de *Ángulos límites* y *Ángulos de confort*.

En el caso de esta lámpara, la mayor interacción que tiene el usuario con la lámpara es a la hora de encenderla / variar la intensidad / apagarla. Dado que se trata de una lámpara de mesita de noche su mayor uso se dará lugar durante la noche, cuando el usuario esté en la cama.

En este caso, se deberán tener en cuenta los movimientos necesarios del usuario para acceder a la lámpara. Para ello, el usuario tiene que alargar el brazo hacia la mesa de noche y tocar la zona de la base metálica que actuará a modo de interruptor, esta tiene cierta inclinación, por lo que en la mano se producirá un movimiento de extensión.

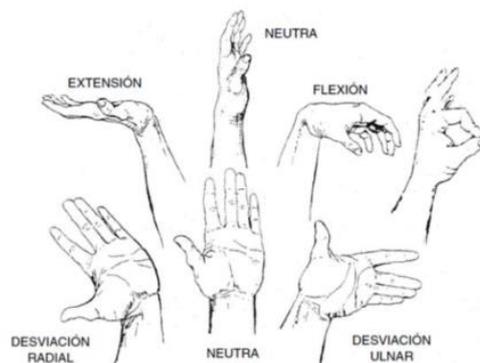


Fig. 115 Diferentes posturas de la mano y la muñeca

En cuanto a la evaluación de esta acción, se considera como una postura dinámica ya que ésta realiza una postura determinada durante un breve periodo de tiempo, inferior a 4 segundos, y retorna a su posición inicial. Y respecto al riesgo, se considera aceptable dado que el riesgo para la salud es bajo o insignificante para todos los adultos sanos y la frecuencia de esta acción es baja ya que este tipo de lámparas se accionan poco durante el día.

Para realizar un correcto diseño de la base de la lámpara en este caso, se deberán tener en cuenta los ángulos de confort y los ángulos límite, ya que el ángulo de inclinación de la parte de la base que actuará como interruptor será condicionado por dichos valores.

Los ángulos límites son los ángulos máximos fuera de los cuales no se puede llevar ninguna de las articulaciones. Los ángulos de confort son los ángulos dentro de los cuales se considera una postura como cómoda y significan un menor riesgo para el sistema musculoesquelético ya que están sometidas a una mínima tensión.

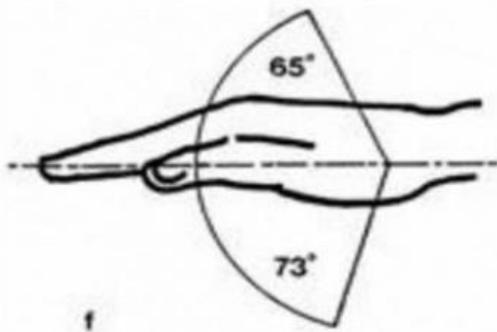


Fig. 117 Ángulo límite de flexión de la palma y dorsiflexión de la muñeca

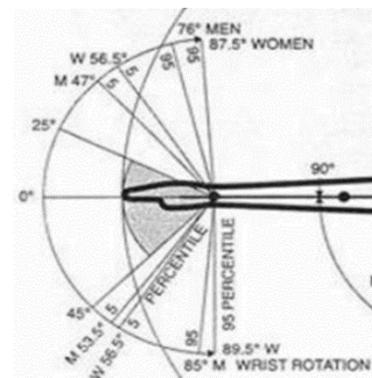


Fig. 116 Ángulos de confort a flexión y dorsiflexión de la mano

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, el ángulo límite a flexión de la mano es 65°, por lo tanto, bajo ningún concepto se podrá superar este ángulo durante el diseño. Y en cuanto al ángulo máximo de confort de la mano a flexión es de 25°. Con lo cual, el ángulo de inclinación máximo que ha de tener la parte de la base que actúa como interruptor será 25°, en este caso se ha optado por 20° para tener más margen, ya que estos ángulos varían en función de las personas.

Otros documentos

## **II. PLANOS**

### **1. Planos de conjunto**

- Hoja 1
- Hoja 2

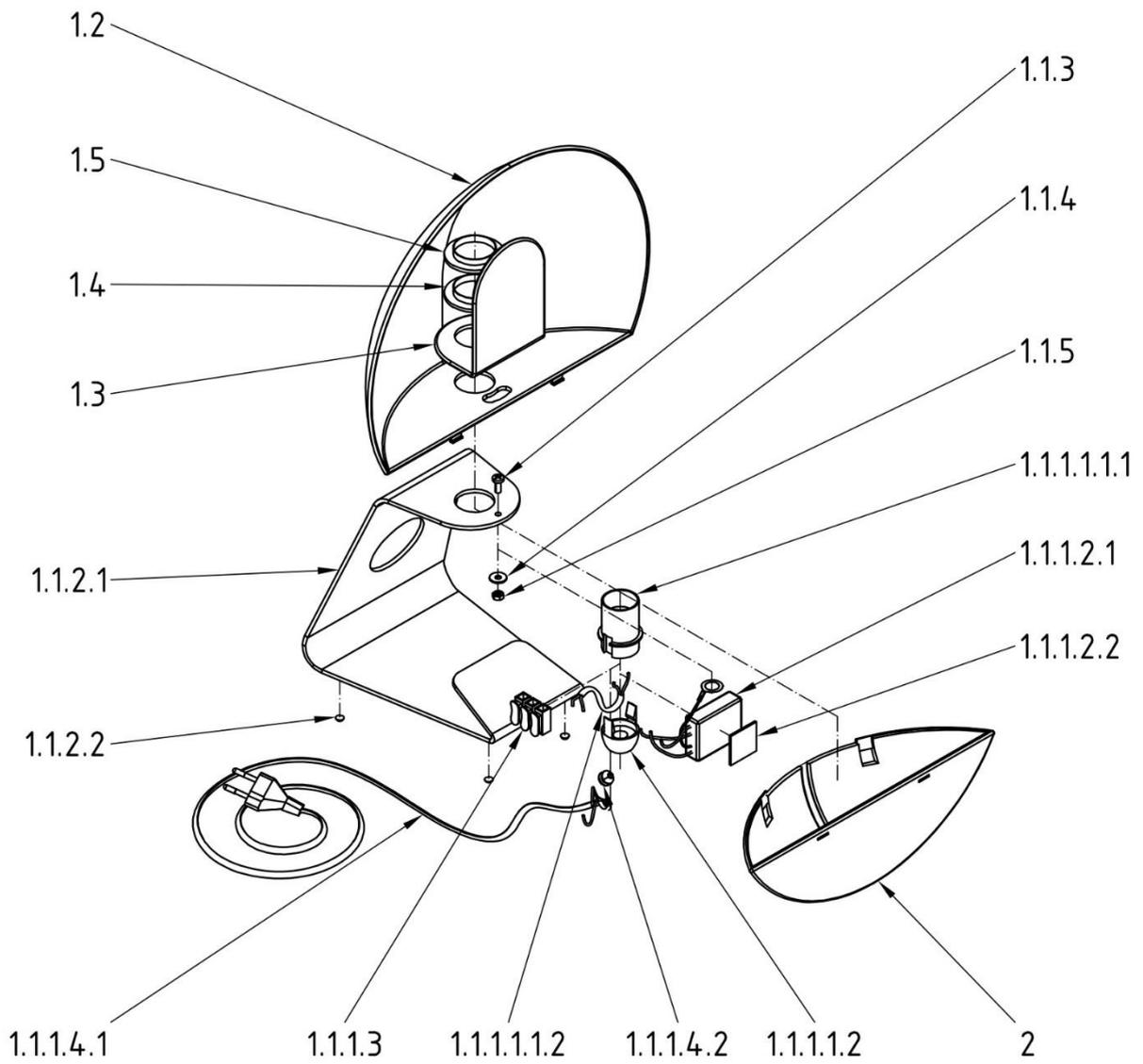
### **2. Planos de subconjunto**

- Hoja 3
- Hoja 4
- Hoja 5

### **3. Planos de despiece**

- Hoja 6
- Hoja 7
- Hoja 8
- Hoja 9
- Hoja 10
- Hoja 11
- Hoja 12





TÍTULO DEL TRABAJO:

"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"

TÍTULO DEL DIBUJO:

VISTA EXPLOSIONADA

REVISION Nº:

Unidad:

PROPIEDAD:

Nº de registro:

FECHA:

ESCALA:

Realizado por:

HOJA: 1

FECHA: 16-7-20

1:5

PERONA CARRIÓN, Roberto

REVISION:

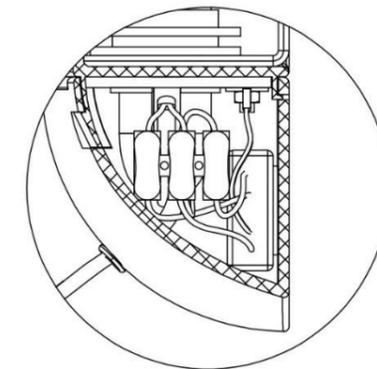
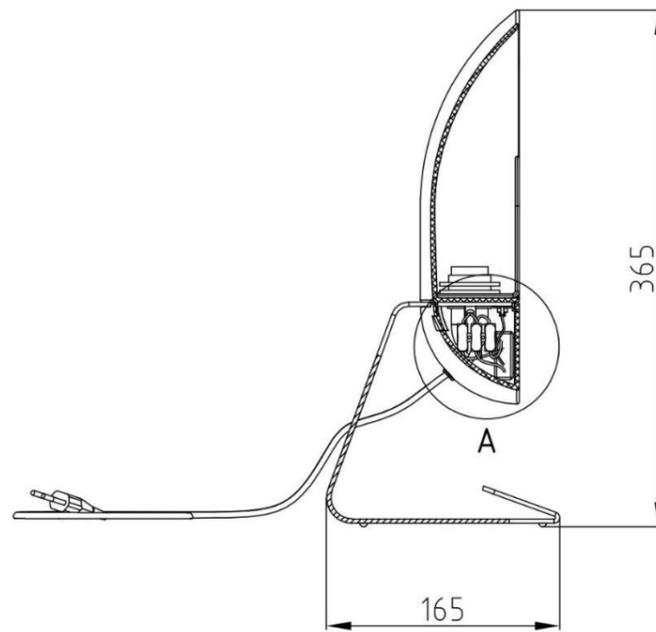
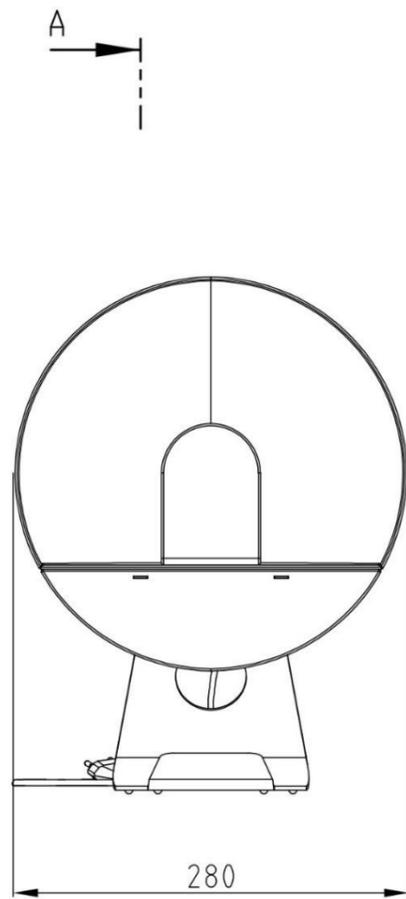
FORMATO:





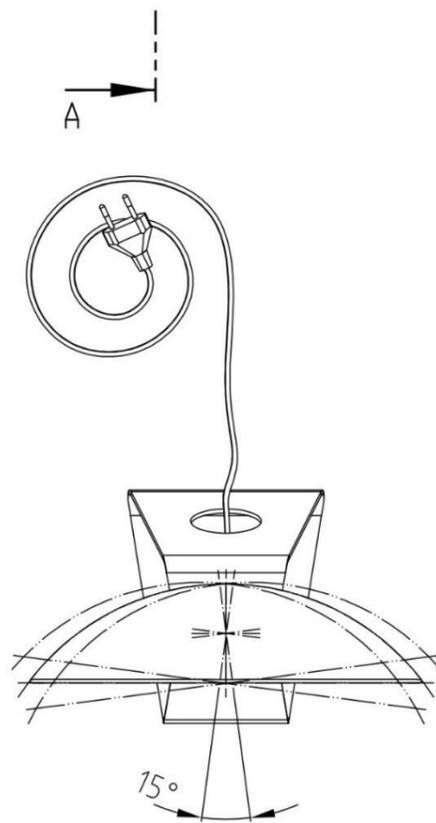
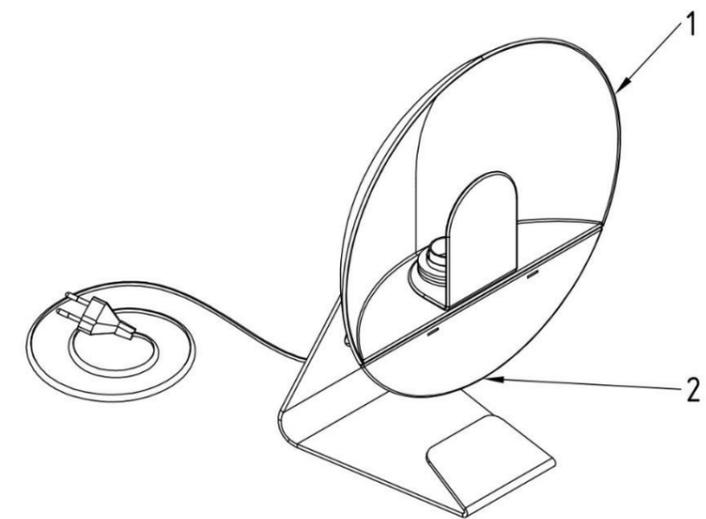






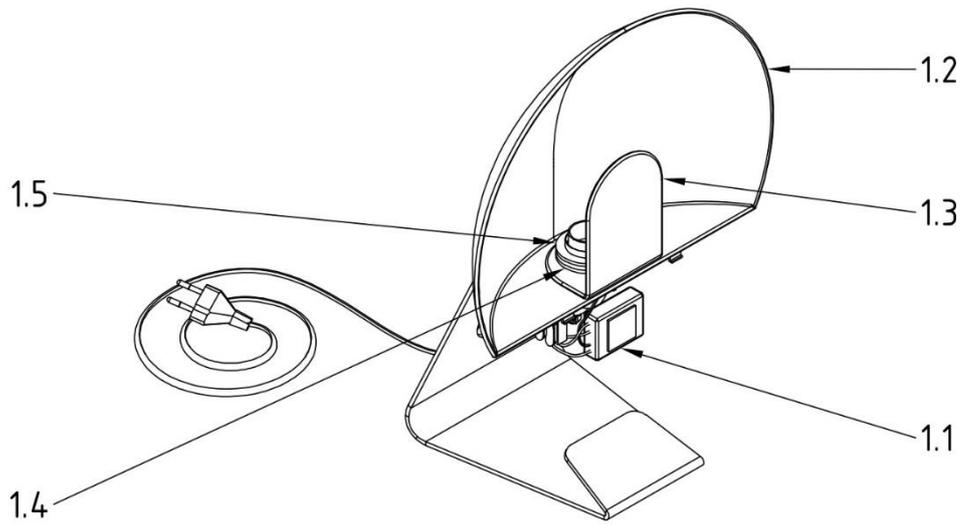
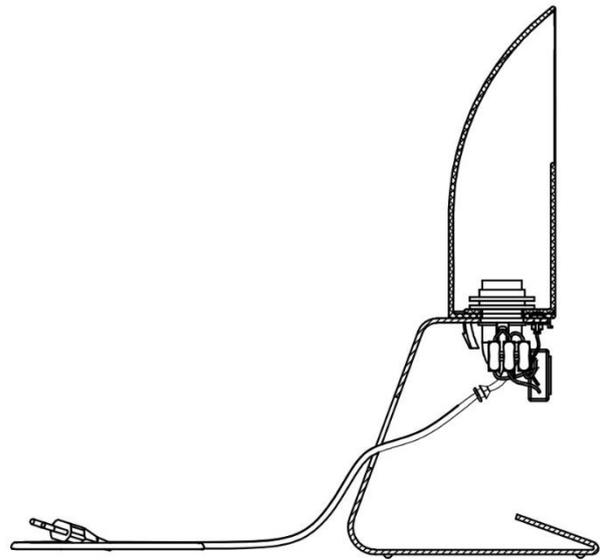
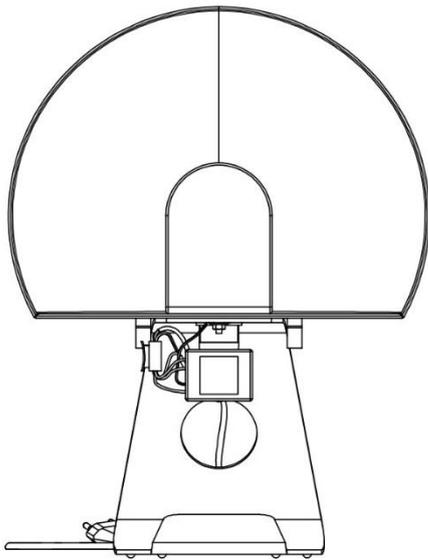
DETALLE A  
ESCALA 1:2

CORTE A-A



2	TAPA	1		ABS
1	SUBCONJUNTO	1		
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
		TÍTULO DEL TRABAJO:		
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"		
		TÍTULO DEL DIBUJO:		
		CONJUNTO GENERAL		
REVISION N°:	Unidad:	PROPIEDAD:		N° de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:		HOJA: 2
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto		REVISION:
FORMATO:				



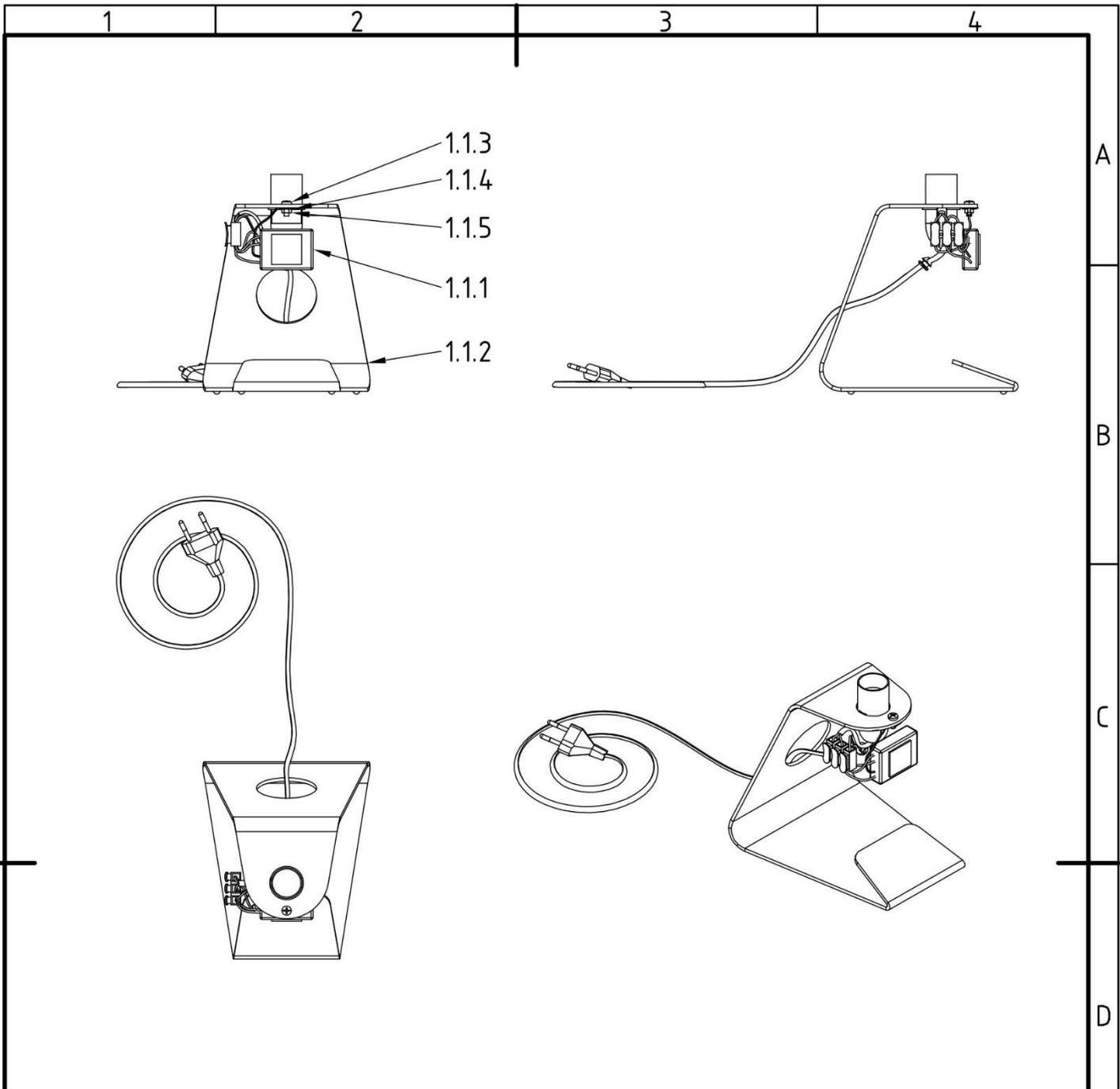


1.4 = 1.5	TUERCA PORTALAMPARAS	2		PLASTICO
1.3	BASE	1		ABS
1.2	PANTALLA	1		ABS
1.1	SUBCONJUNTO	1		
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL

		TÍTULO DEL TRABAJO:		
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"		
		TÍTULO DEL DIBUJO:		
		SUBCONJUNTO 1		

REVISION Nº:	Unidad:	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 3
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			





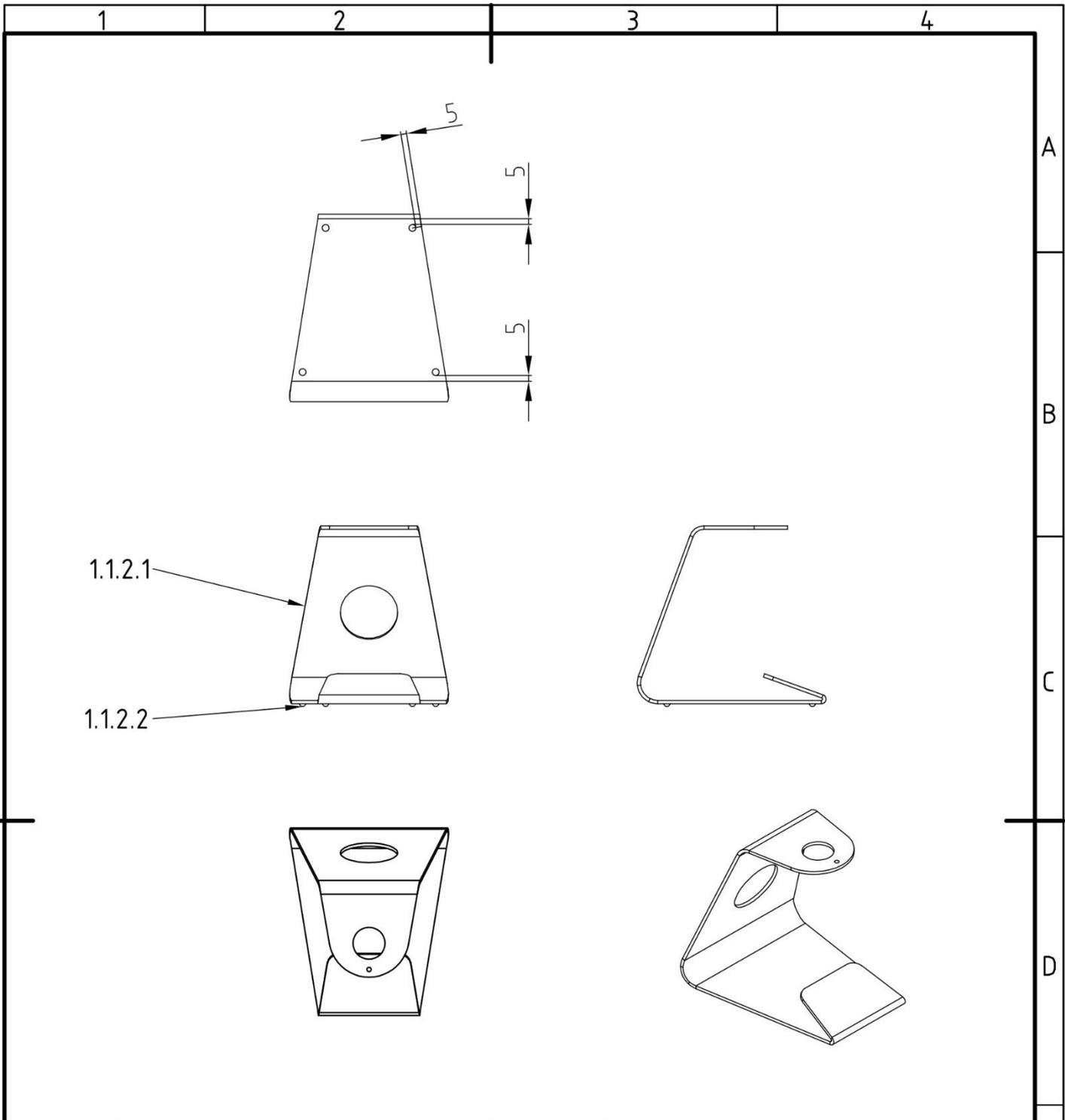
1.1.5	TUERCA	1		ACERO
1.1.4	ARANDELA	1		ACERO
1.1.3	TORNILLO	1		ACERO
1.1.2	SUBCONJUNTO	1		
1.1.1	SUBCONJUNTO	1		

MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
-------	--------------	----------	------------	----------

		TÍTULO DEL TRABAJO:  "DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"		
		TÍTULO DEL DIBUJO: SUBCONJUNTO 1.1		

REVISION Nº:	Unidad:	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 4
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			



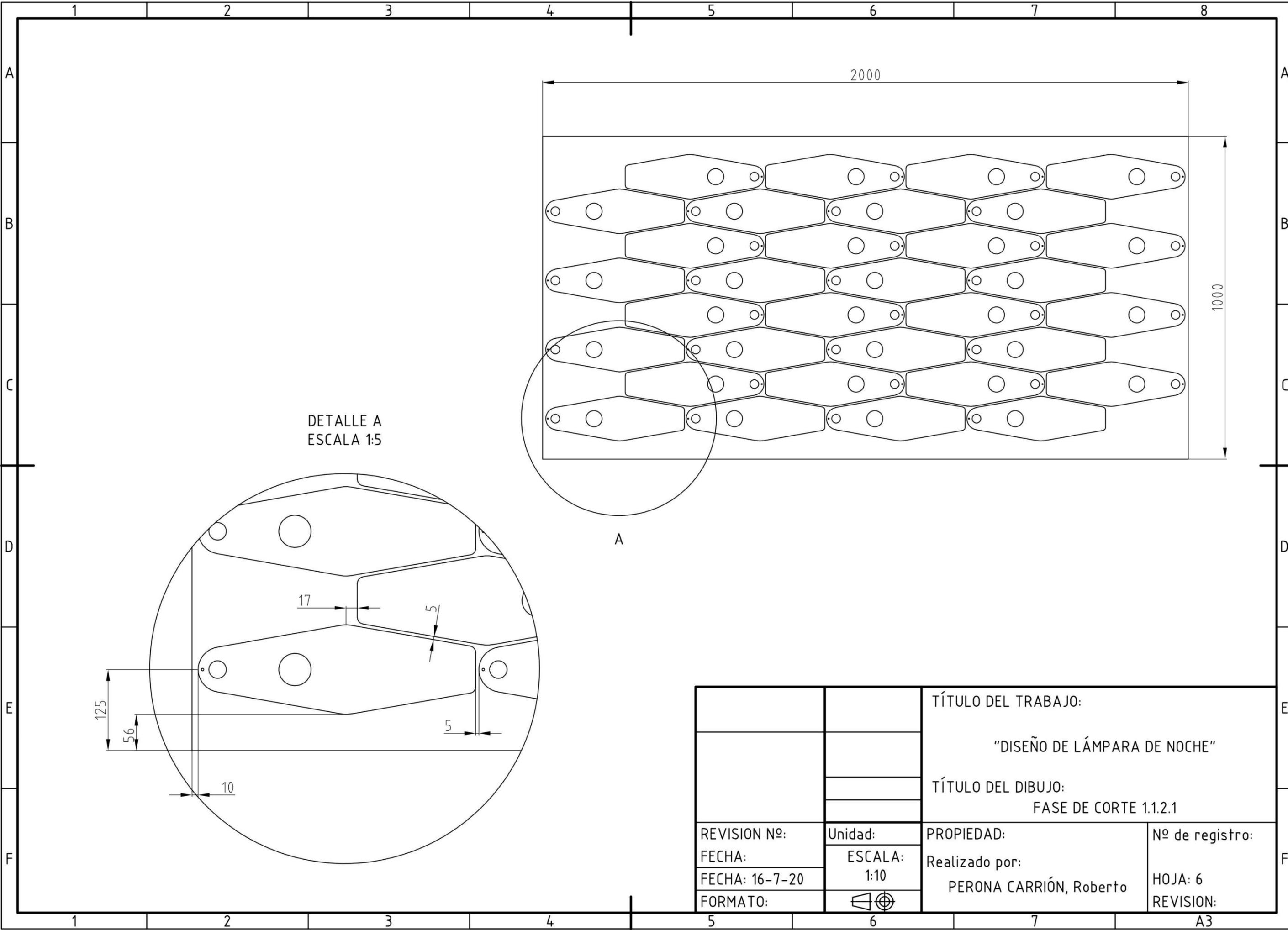


1.1.2.2	TACO	4		SILICONA
1.1.2.1	BASE	1		ACERO INOXIDABLE
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL

		TÍTULO DEL TRABAJO:		
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"		
		TÍTULO DEL DIBUJO:		
		SUBCONJUNTO 1.1.2		

REVISION Nº:	Unidad:	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 5
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			



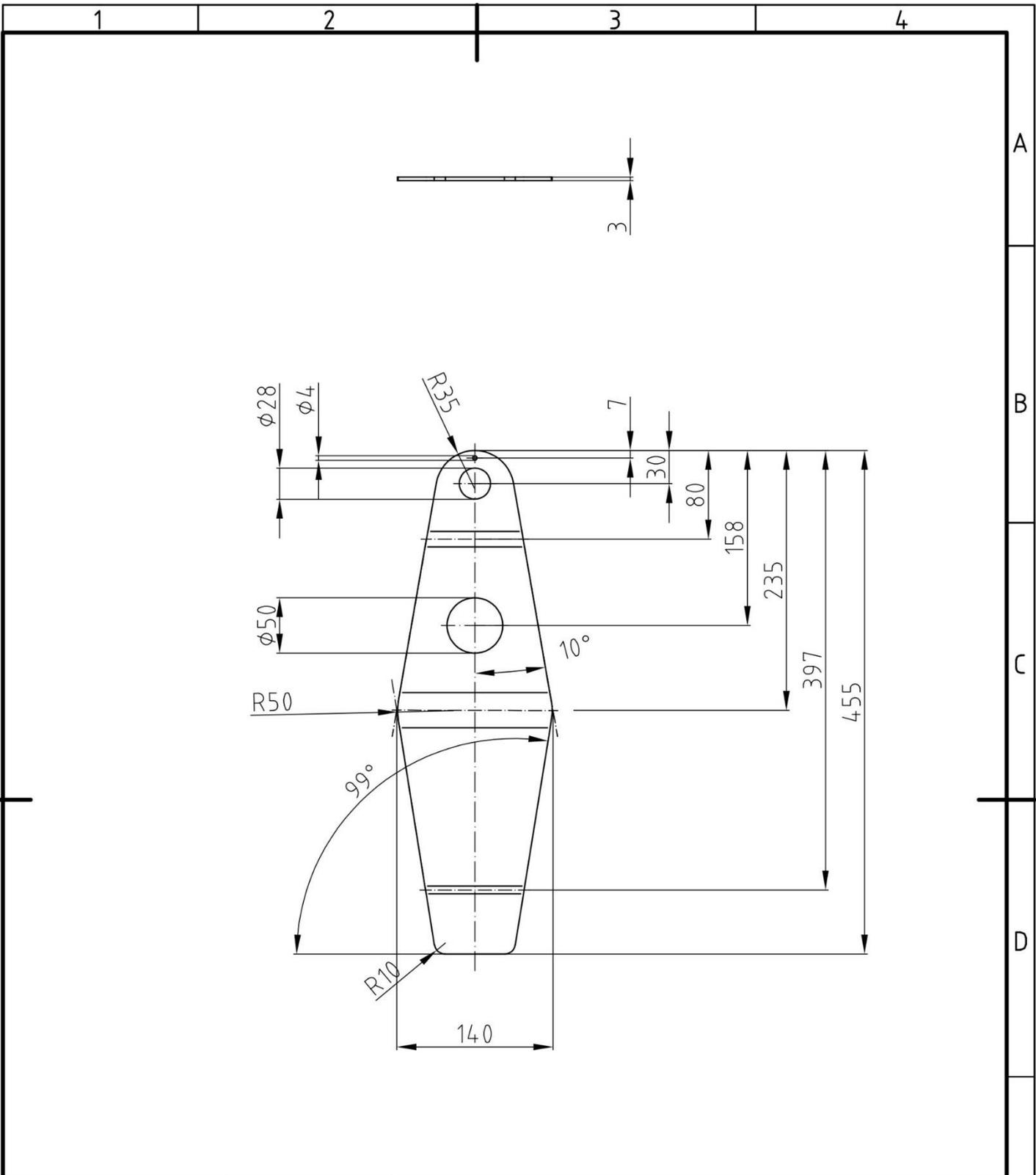


DETALLE A  
ESCALA 1:5

A

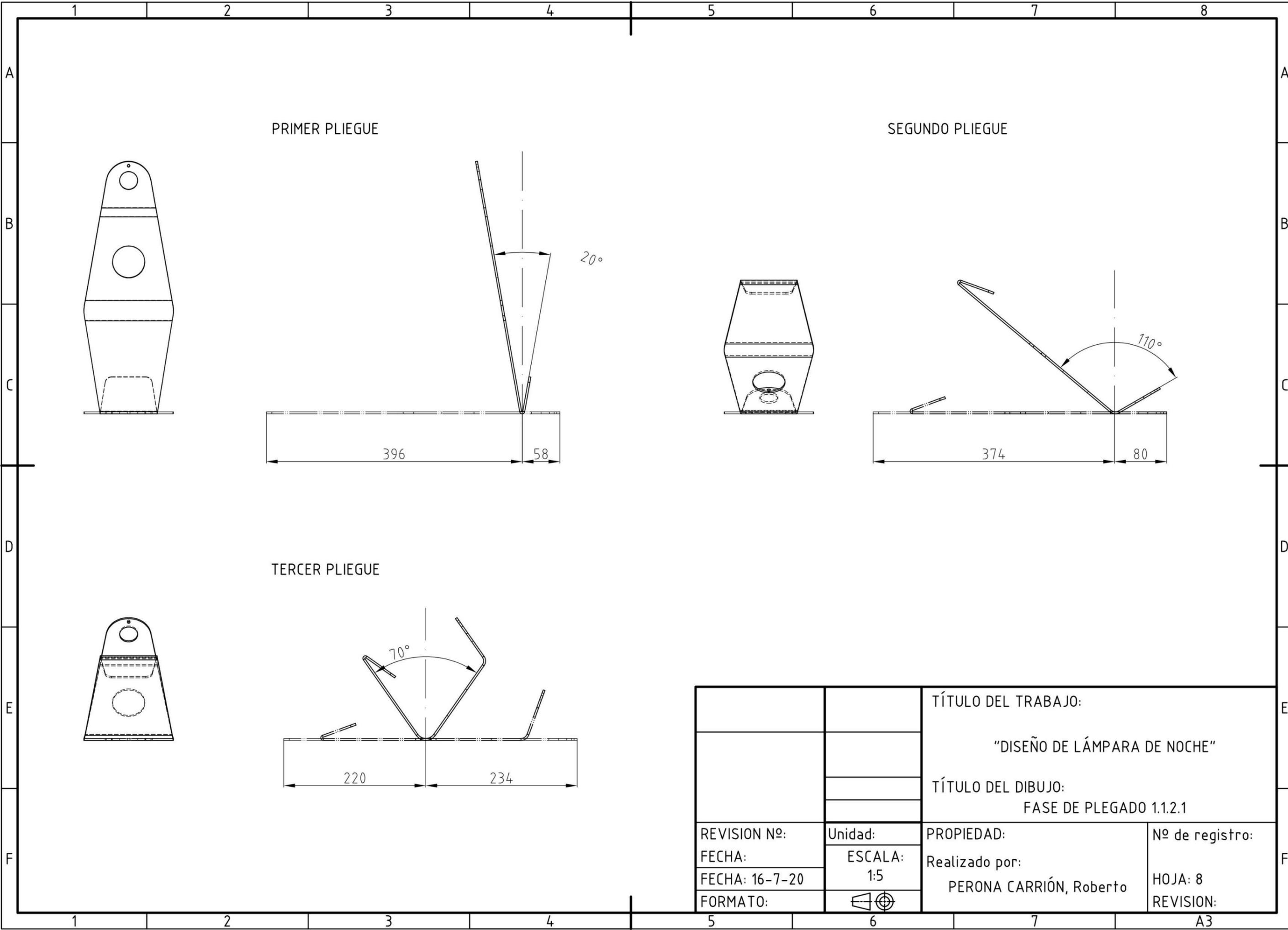
		TÍTULO DEL TRABAJO:	
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"	
		TÍTULO DEL DIBUJO:	
		FASE DE CORTE 1.1.2.1	
REVISION N°:	Unidad:	PROPIEDAD:	N° de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 6
FECHA: 16-7-20	1:10	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			





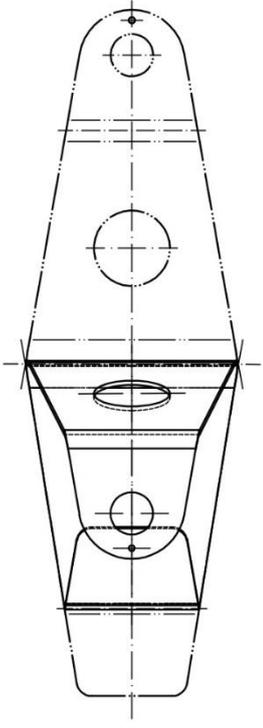
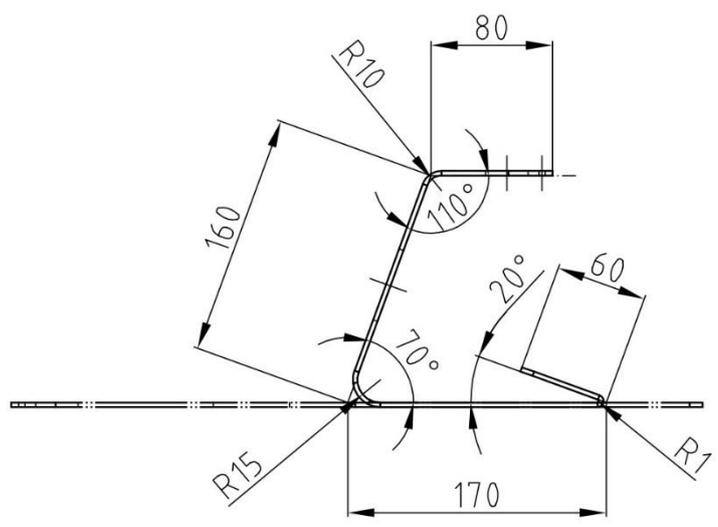
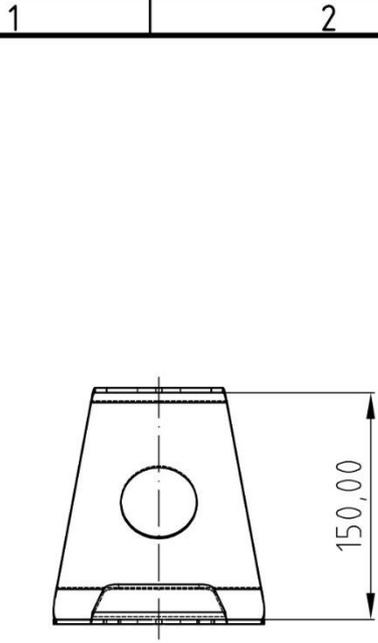
		TÍTULO DEL TRABAJO:	
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"	
		TÍTULO DEL DIBUJO:	
		PERFIL CORTADO 1.1.2.1	
REVISION Nº:	Unidad:	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 7
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			





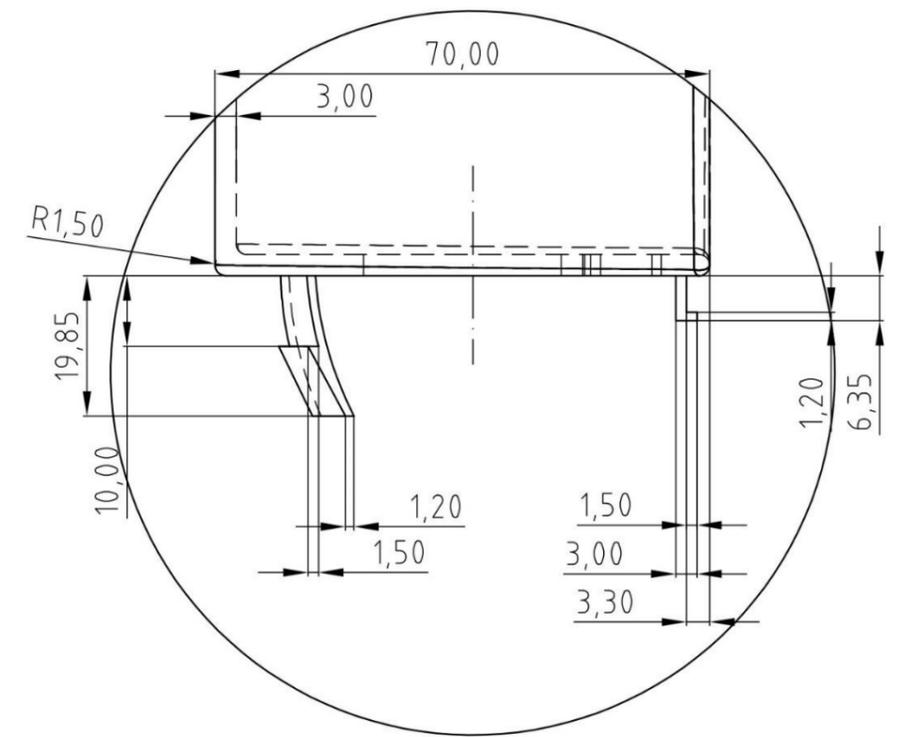
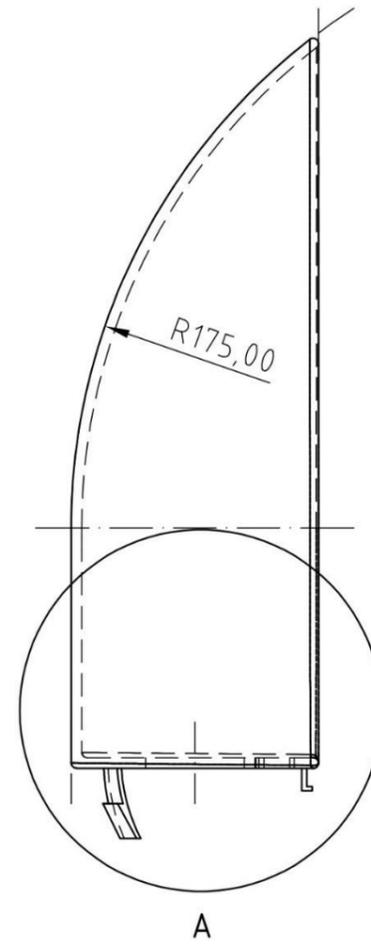
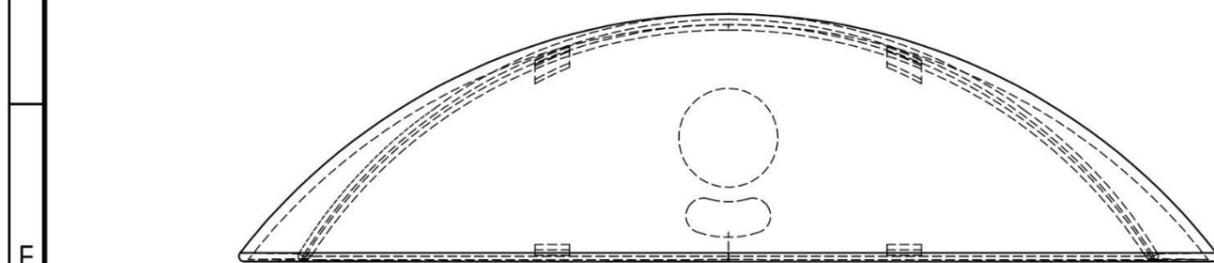
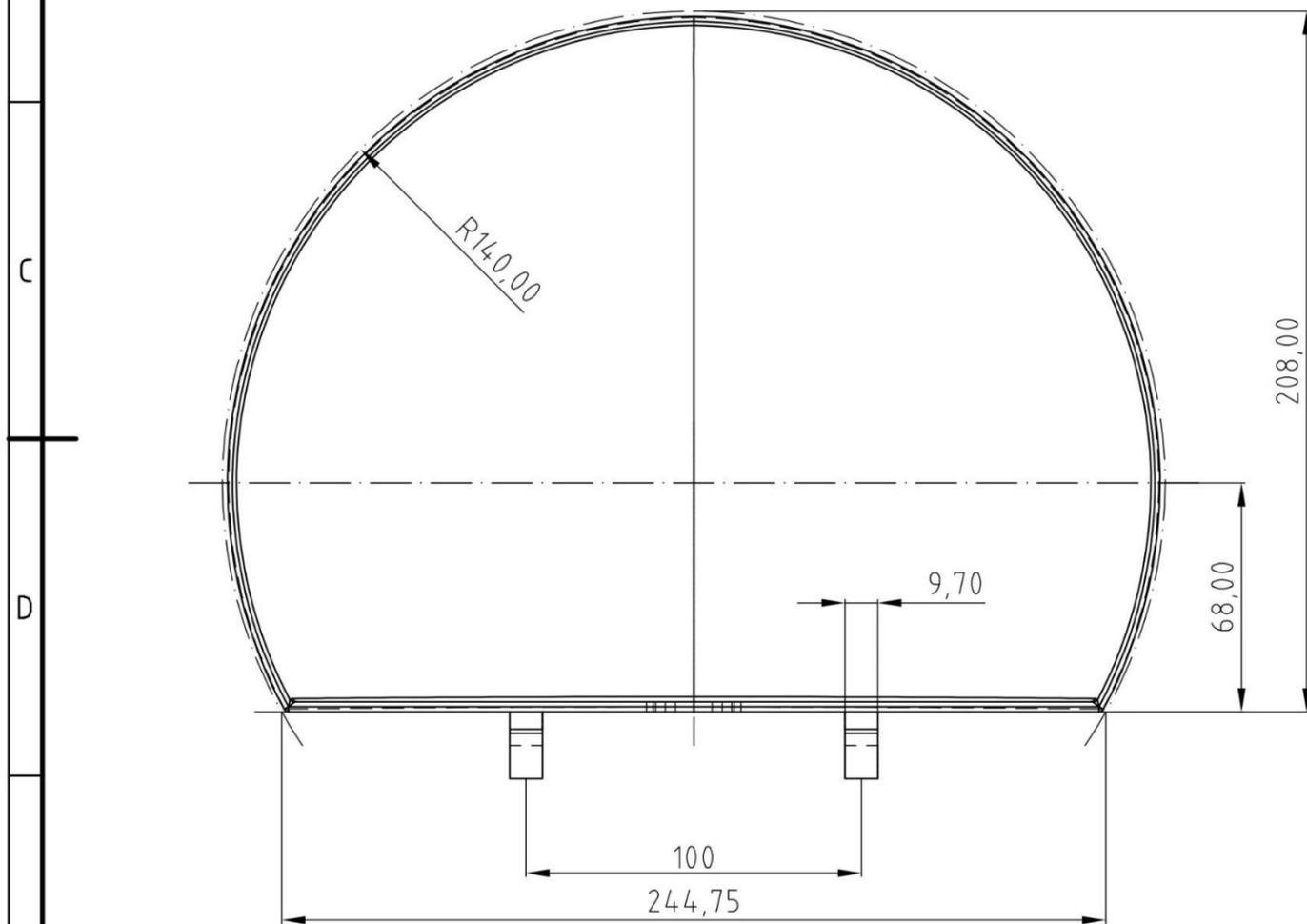
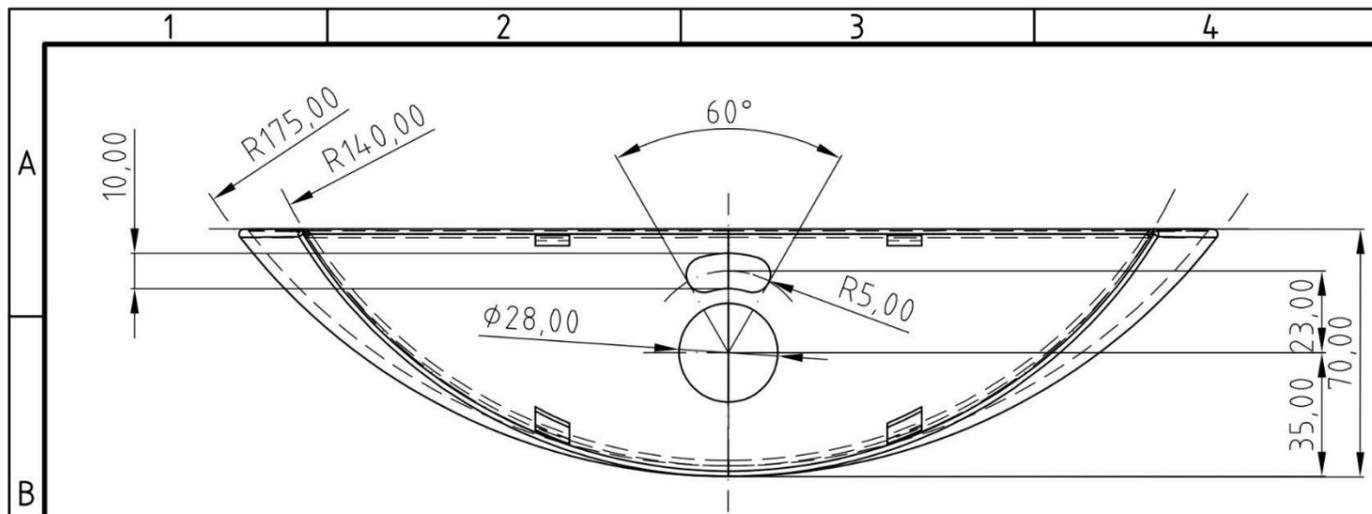
TÍTULO DEL TRABAJO:		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"	
TÍTULO DEL DIBUJO:		FASE DE PLEGADO 1.1.2.1	
REVISION N°:	Unidad:	PROPIEDAD:	N° de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 8
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			





		TÍTULO DEL TRABAJO:	
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"	
		TÍTULO DEL DIBUJO:	
		PLANO ÚNICO 1.1.2.1	
REVISION Nº:	Unidad:	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 9
FECHA: 16-7-20	1:5	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			

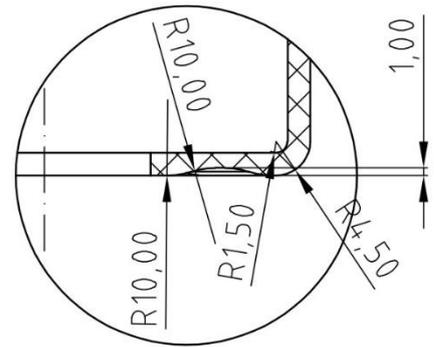
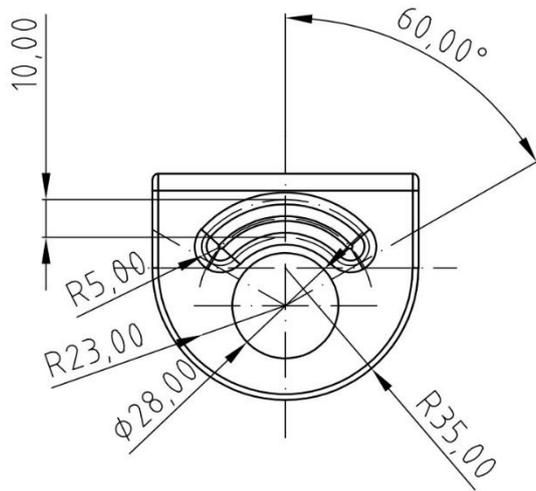




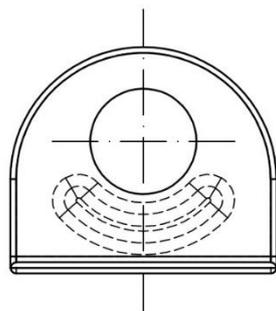
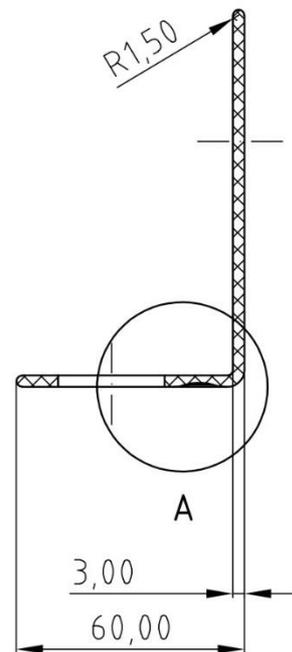
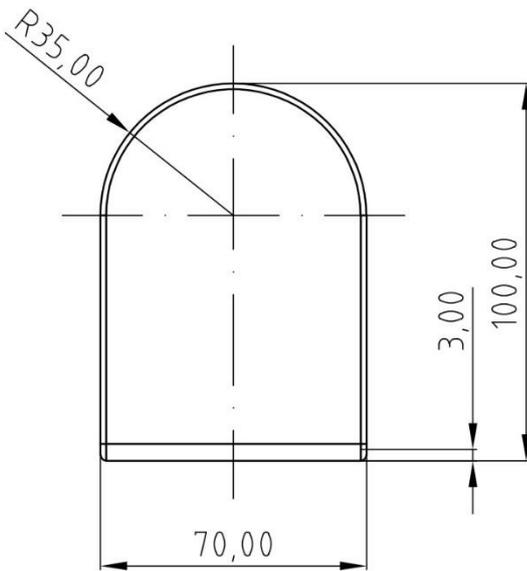
DETALLE A  
ESCALA 1:1

		TÍTULO DEL TRABAJO:	
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"	
		TÍTULO DEL DIBUJO:	
		1.2	
REVISION N°:	Unidad:	PROPIEDAD:	N° de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 10
FECHA: 16-7-20	1:2	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			





DETALLE A  
ESCALA 1:1



TÍTULO DEL TRABAJO:

"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"

TÍTULO DEL DIBUJO:

1.3

REVISION Nº:

Unidad:

PROPIEDAD:

Nº de registro:

FECHA:

ESCALA:

Realizado por:

HOJA: 11

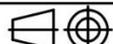
FECHA: 16-7-20

1:2

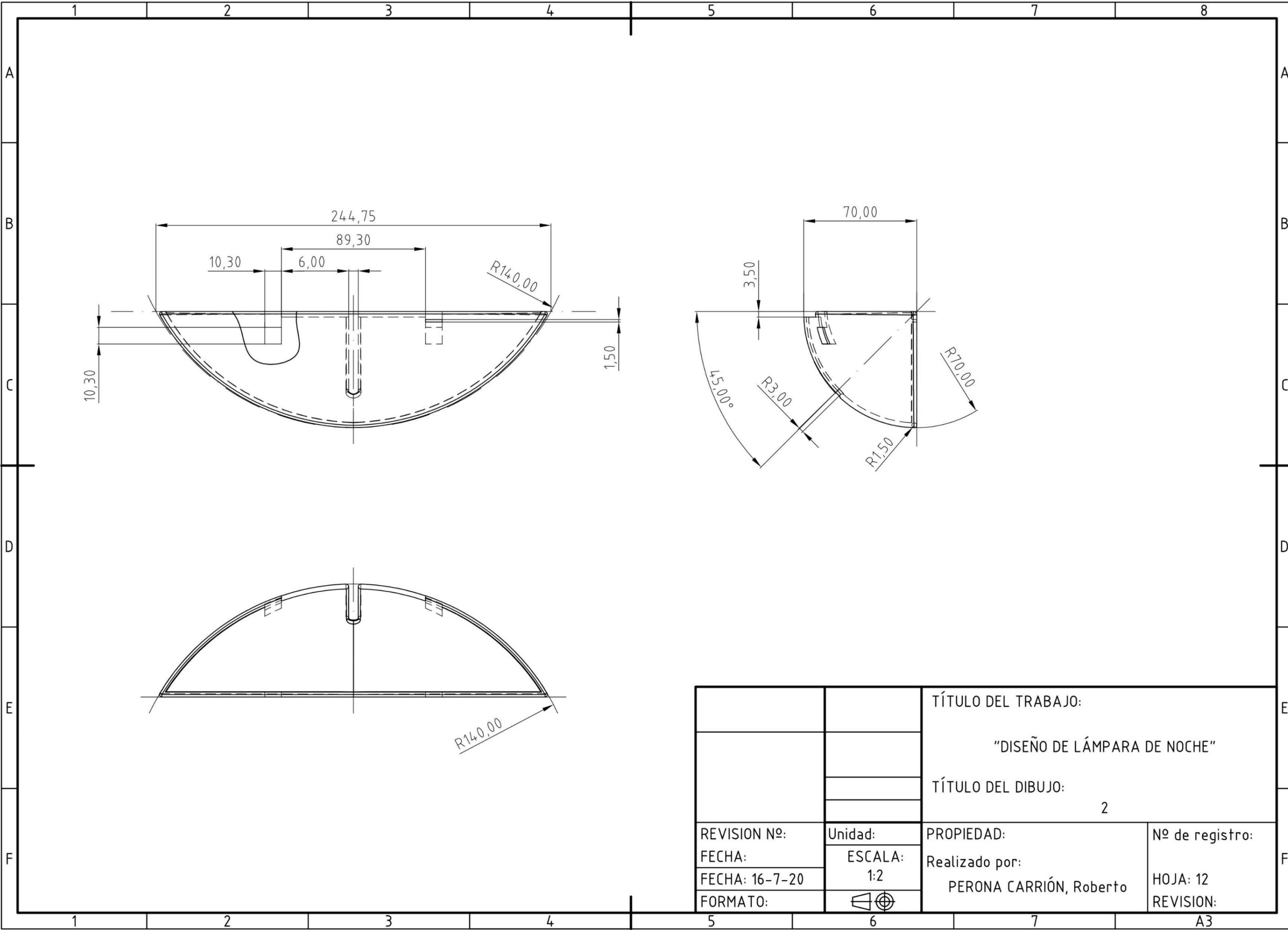
PERONA CARRIÓN, Roberto

REVISION:

FORMATO:







		TÍTULO DEL TRABAJO:	
		"DISEÑO DE LÁMPARA DE NOCHE"	
		TÍTULO DEL DIBUJO:	
		2	
REVISION N°:	Unidad:	PROPIEDAD:	N° de registro:
FECHA:	ESCALA:	Realizado por:	HOJA: 12
FECHA: 16-7-20	1:2	PERONA CARRIÓN, Roberto	REVISION:
FORMATO:			



### III. PROTOTIPOS, MAQUETAS Y/O MODELOS

#### 1. Proceso de elaboración del prototipo

Debido a la reciente situación de confinamiento, los recursos para la realización de un prototipo han sido escasos y se ha realizado de modo "casero".

Para la realización de este prototipo a escala real ha sido necesario comprar los elementos comerciales que han sido necesarios y fabricar las piezas restantes.

##### a. Elementos comerciales necesarios

- Portalámparas de rosca E14.
- Tornillo, tuerca y arandela.
- Cable de alimentación.
- Sensor de interruptor táctil.
- Regleta CH3.
- Tacos adhesivos antideslizantes.

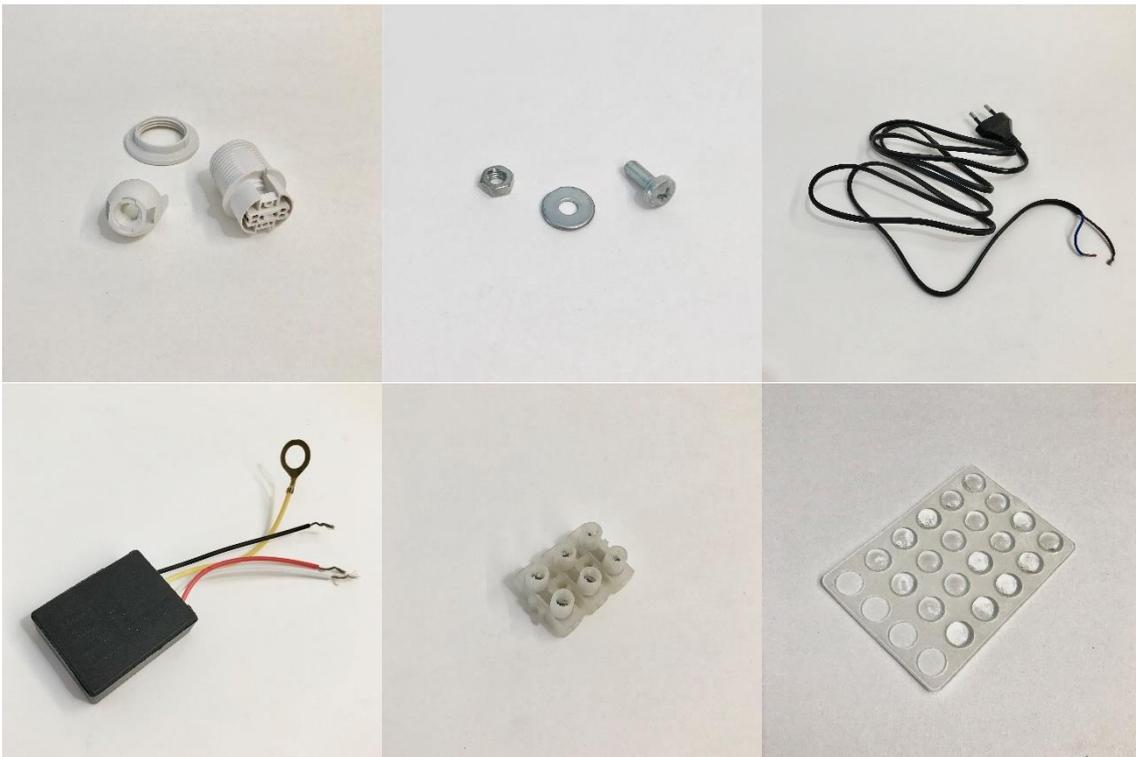


Fig. 118 Elementos comerciales necesarios para la realización del prototipo

##### b. Elementos a fabricar

- Las piezas que serían por inyección de plástico, la pantalla, tapa inferior y el brazo de la pantalla.
- La base metálica.

## Proceso de elaboración del prototipo

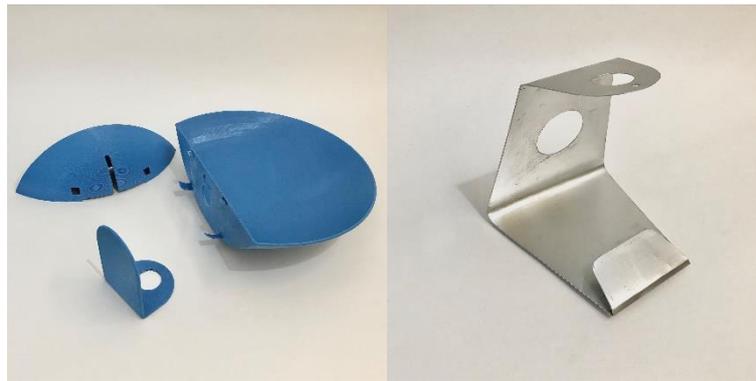


Fig. 119 Elementos a fabricar

- **Fabricación de las piezas que serían por inyección**

En teoría estas piezas se realizarán por inyección de polímero termoplástico a través de un molde, pero para la elaboración de un prototipo resulta ser un método muy lento y costoso, por lo que se han de buscar técnicas de prototipado rápido donde se ahорren tiempo y costes, como puede ser la técnica de impresión 3D FDM (Fused Deposition Modelling o modelado por deposición fundida). El alumno dispone de una máquina de este tipo, por lo que se hizo uso de ella para realizar dichas piezas.

El proceso de esta técnica de prototipado es sencillo, se parte del fichero CAD de la pieza que se desea imprimir, esta se exporta en formato STL el cual es necesario para que el software de impresión 3D funcione. Una vez ha sido generado el fichero STL se importa en el software que se encarga de configurar la pieza acorde con la máquina de impresión 3D y con las características que se deseen obtener, en este caso se ha utilizado el programa *Ultimaker Cura*. Una vez ha sido configurada la pieza en el programa de impresión 3D, esta se exporta en formato *gcode*, este es el formato que leen las impresoras 3D. Por último, se ejecuta la orden en la máquina y se espera hasta que acabe.

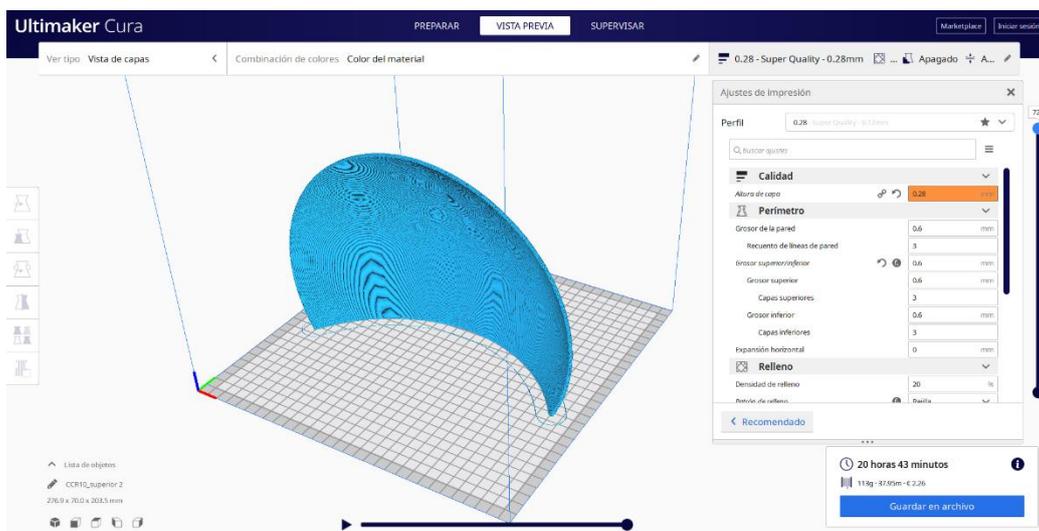


Fig. 120 Vista previa al programa de impresión 3D

El material utilizado para la impresión 3D es filamento de PLA (Ácido poliláctico). En el caso de la pantalla, debido a su tamaño y complejidad, se cortó el fichero CAD y la impresión 3D se realizó en 2 partes para ahorrar tiempo y material debido a la excesiva generación de soportes. Después se pegaron las dos partes con pegamento compuesto por cianocrilato ya que da buen resultado en este tipo de material.

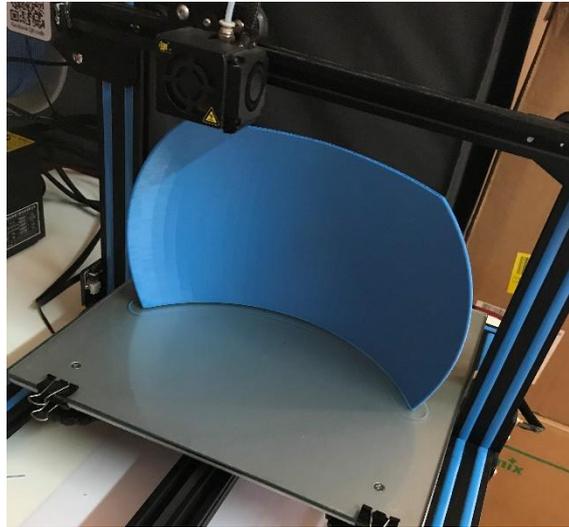


Fig. 121 Proceso de impresión 3D

- **Fabricación de la base metálica**

El principal problema para la elaboración de esta pieza es que no se dispone de plegadora / curvadora de ningún tipo, por lo que se ha de curvar a mano además de cortarla.

El alumno dispone de chapa de aluminio de 0,5 mm de espesor y de acero de 1 mm de espesor. En este caso se optó por la de aluminio ya que el proceso de corte y conformado es menos dificultoso a pesar de que resulta ser muy blanda.

El primer paso para la elaboración de la base es imprimir una plantilla como la de la siguiente imagen y dibujarla sobre la chapa de aluminio.

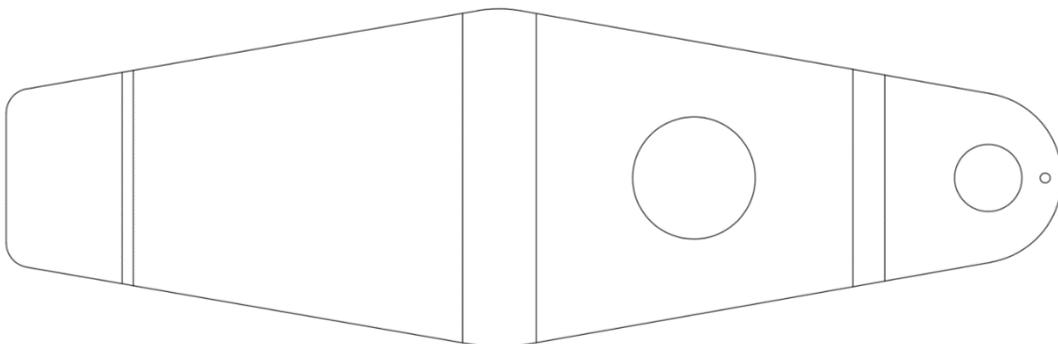


Fig. 122 Plantilla de la base

## Proceso de montaje del prototipo

Una vez se tiene dibujado el contorno sobre la chapa hay que cortarla, para ello se utilizó una radial y limas para eliminar el exceso de material y las rebabas. El resultado obtenido debería de ser como el de la imagen siguiente.

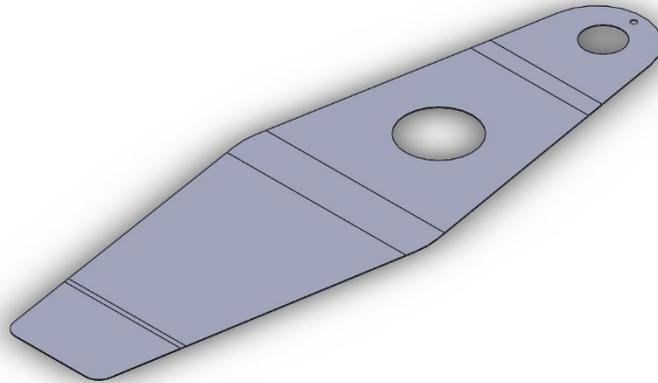


Fig. 123 chapa cortada

Por último, hay que realizar los 3 pliegues uno a uno sujetando la chapa y utilizando otra plantilla con su vista lateral para que resulte más fácil. Los pliegues al ser realizados a mano sus radios no se corresponden al 100 % con los teóricos.

## 2. Proceso de montaje del prototipo

Una vez ya se han fabricado las piezas que faltaban ya se puede proceder con el montaje de la lámpara:

1. Pegar los tacos antideslizantes en la parte inferior de la base a 5 mm de cada borde.

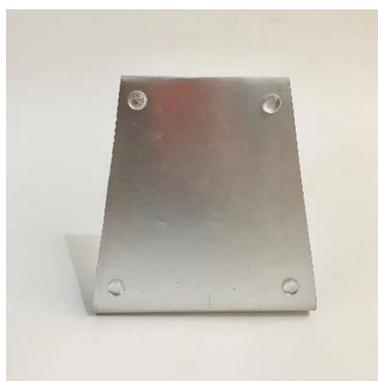


Fig. 124 Montaje paso 1

2. Cortar del extremo del cable de alimentación un trozo de unos 10 cm y pelar todos los extremos.



Fig. 125 Montaje paso 2

3. Desmontar el portalámparas e introducir a presión un extremo del cable que acaba de ser cortado, posteriormente se vuelve a colocar la tapa del portalámparas.



Fig. 126 Montaje paso 3

4. Conectar todos los cables de acuerdo con los esquemas vistos anteriormente. La regleta utilizada en el prototipo no es igual a la escogida, por lo que hará falta un destornillador de punta plana y fina.

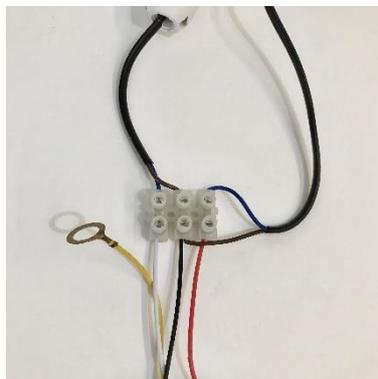


Fig. 127 Montaje paso 4

5. Una vez están todos los cables conectados se atornilla el terminal del cable amarillo a la base, con ayuda de un destornillador de punta de estrella. Y se pasa el cable de alimentación a través del orificio más grande de la base.

## Proceso de montaje del prototipo



Fig. 128 Montaje paso 5

6. Después, se introduce el portalámparas en el orificio mediano de la base y a su vez sobre él se introducen la pantalla y el brazo de la pantalla, luego se coloca la rosca del portalámparas.

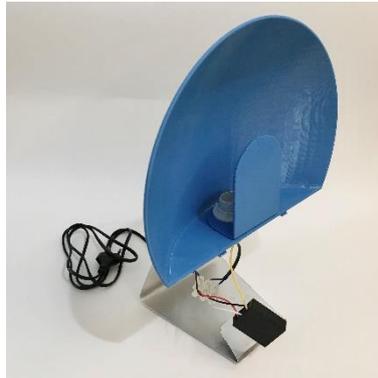


Fig. 129 Montaje paso 6

7. Por último, se coloca la tapa inferior.



Fig. 130 Montaje paso 7

Ahora solo quedaría encender la lámpara, para ello se toca una vez la parte de la base con inclinación para el modo de baja intensidad, dos veces para el modo de intensidad media, tres veces para el modo de alta intensidad y un último toque para volver a apagarla.



*Fig. 131 Distintas intensidades del prototipo*

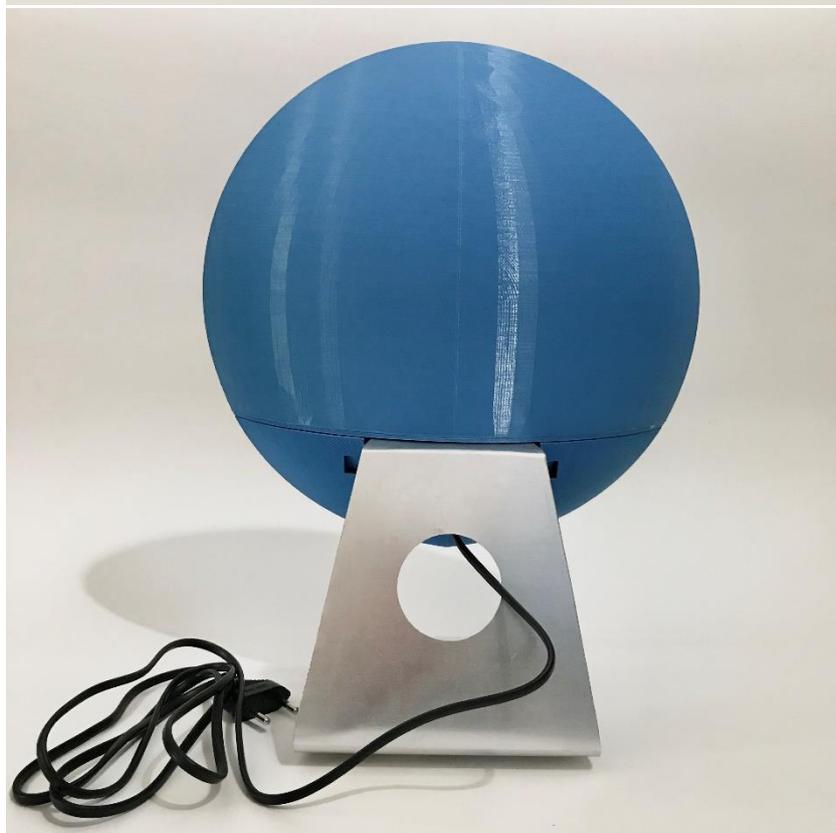
### 3. Presentación del prototipo

A continuación, se muestran una serie de imágenes del prototipo.

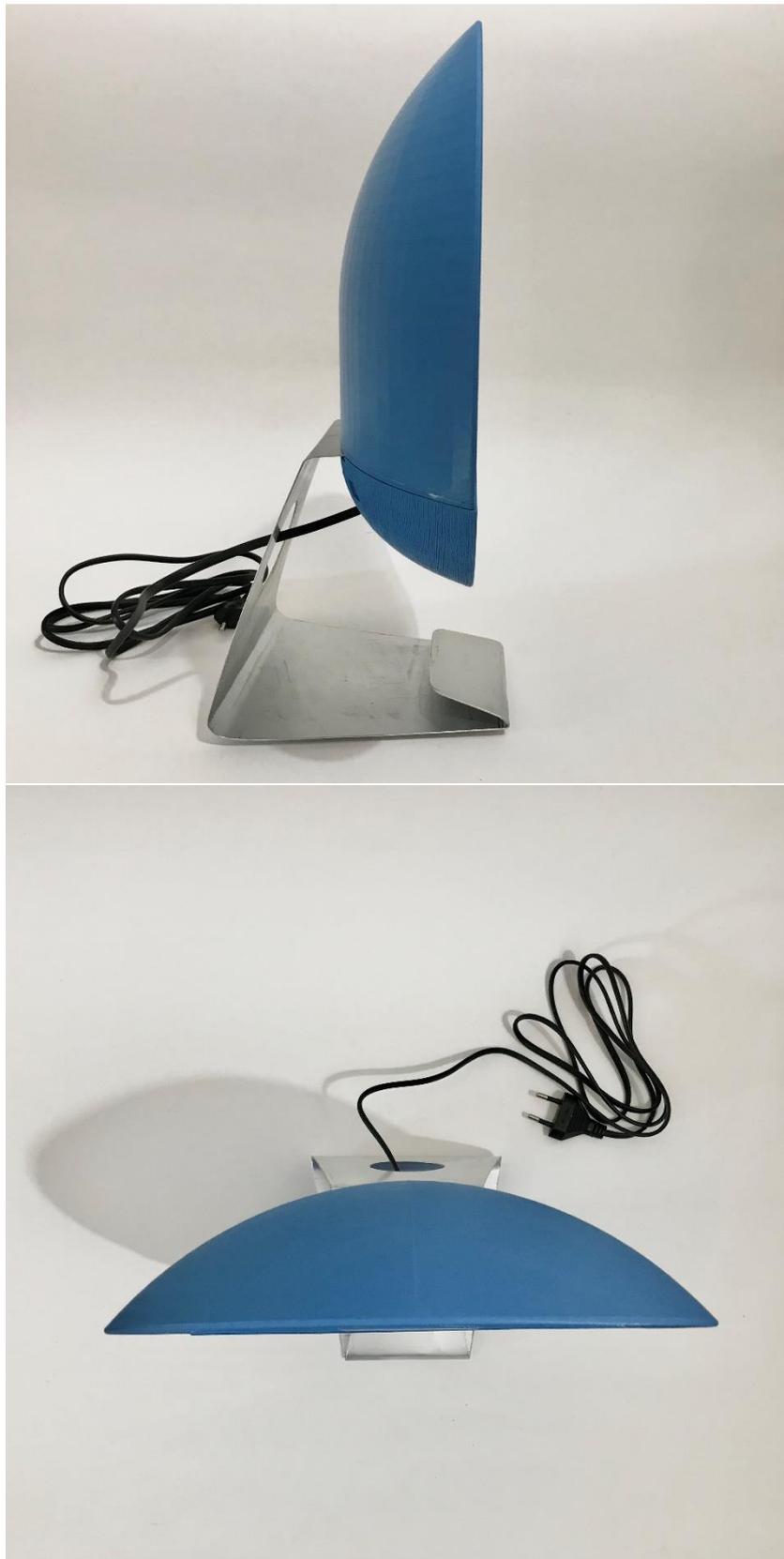


Presentación del prototipo

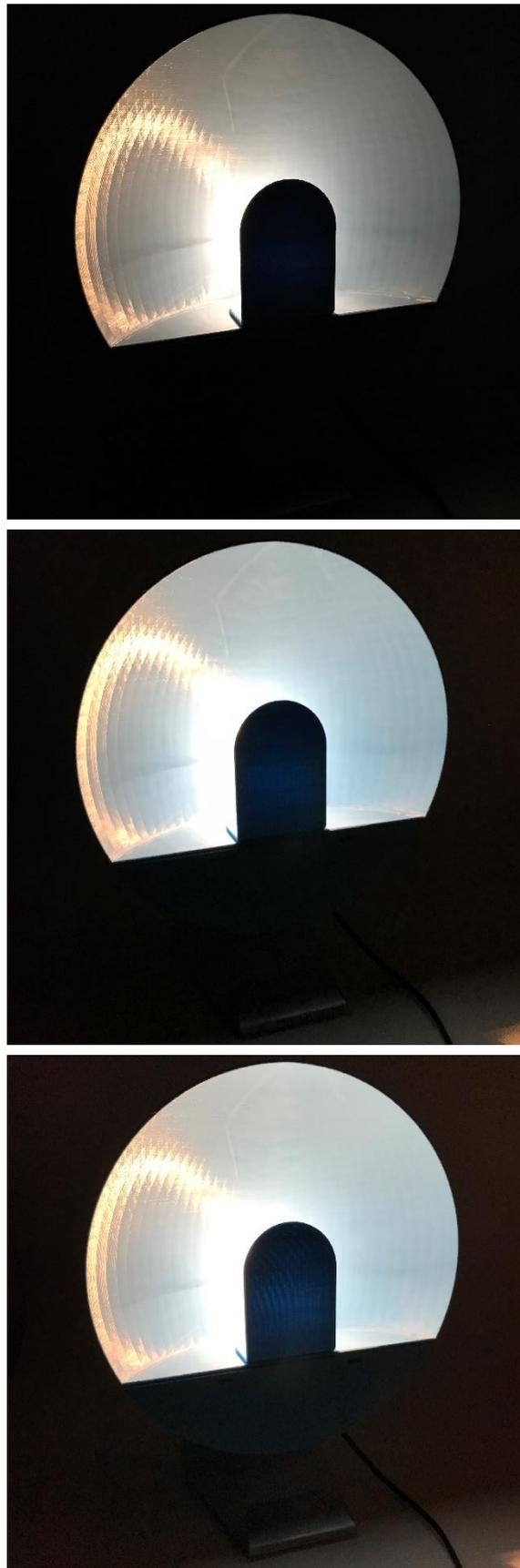




Presentación del prototipo

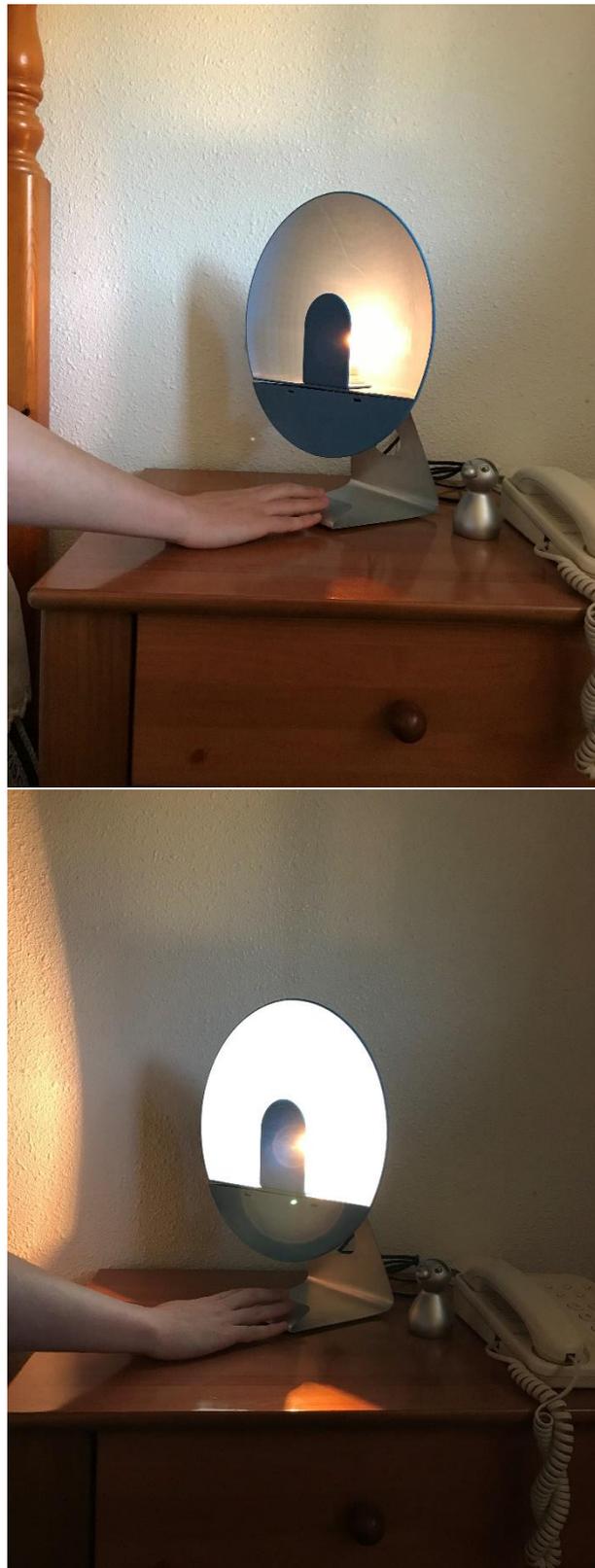


*Fig. 132 Vistas del prototipo*



*Fig. 133 Distintas intensidades del prototipo*

Presentación del prototipo



*Fig. 134 Contexto de uso*

## IV. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Las condiciones técnicas necesarias para la construcción de la lámpara son las que se exponen a continuación para cada pieza.

- **Elemento 1.1.1.1.2 y 1.1.1.4.1**

Material de partida: Cable de alimentación de 2 hilos y 1,5 m de longitud

1º Operación: Cortar y pelar

- Maquinaria:
  - No precisa.
- Mano de obra:
  - Oficial de 3º (10 €/h).
- Medios auxiliares:
  - Útiles: No precisa.
  - Herramientas: Pelacables.
- Forma de realización:
  - Marcar la posición de corte por el extremo opuesto al enchufe.
  - Cortar con el pelacables a una distancia de 10 cm.
- Seguridad:
  - Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
  - Comprobar el buen estado del pelacables.
  - Comprobar el buen estado del cable.
  - Comprobar las medidas después de realizar el corte y el pelado de los extremos resultantes
- Pruebas
  - No precisa.

- **Elemento 1.1.2.1**

Material de partida: Lámina de acero inoxidable satinado AISI 304 de 1000 x 2000 mm de 3 mm de espesor. Densidad 7,93 g/m<sup>3</sup>, peso 47,58 kg. Coste 73,08 €.

1º Operación: Corte del perfil

- Maquinaria:
  - Cortadora láser.
- Mano de obra:
  - Oficial de 1º (20 €/h).
- Medios auxiliares:
  - Útiles: No precisa.
  - Herramientas: No precisa.
- Forma de realización:

## Presentación del prototipo

- Colocar la lámina en la máquina.
- Cargar el archivo en la máquina.
- Extraer las piezas y residuos generados.
- Seguridad:
  - Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
  - Comprobar el estado de la cortadora láser.
  - Comprobar que la lámina está bien colocada.
  - Comprobar que la máquina está bien configurada.
- Pruebas:
  - No precisa.

### 2ª Operación: Doblado

- Maquinaria:
  - Plegadora / curvadora hidráulica
- Mano de obra:
  - Oficial de 1ª (20 €/h).
- Medios auxiliares:
  - Útiles: Matriz de doblado.
  - Herramientas: No precisa.
- Forma de realización:
  - Regular para cada pliegue la fuerza necesaria a ejercer y la distancia de separación entre las matrices.
  - Colocar y fiar el perfil sobre la línea de plegado.
  - Volver la máquina a su posición inicial.
  - Repetir proceso para cada uno de los pliegues.
- Seguridad:
  - Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
  - Comprobar el buen estado de la máquina.
  - Comprobar para cada pliegue que la máquina está bien configurada.
  - Comprobar para cada pliegue la correcta posición y sujeción del perfil sobre la máquina.
  - Comprobar las medias de los ángulos resultantes tras el plegado.
- Pruebas:
  - No precisa.

## ● Elemento 1.2, 1.3 y 2

Material de partida: Granza de ABS. Densidad 1045 kg/m<sup>3</sup>, coste 2,5 €/kg.

### 1ª Operación: Inyección

- Maquinaria:
  - o Máquina de inyección de plástico.
- Mano de obra:
  - o Oficial de 2ª (15 €/h).
- Medios auxiliares:
  - o Útiles: Molde
  - o Herramientas: No precisa.
- Forma de realización:
  - o Colocar el molde y la granza en la máquina.
  - o Esperar que el molde y el plástico alcancen la temperatura adecuada.
  - o Cerrar el molde.
  - o Inyectar el plástico.
  - o Esperar a que se enfríe el plástico.
  - o Abrir el molde y extraer la pieza.
- Seguridad:
  - o Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
  - o Comprobar el buen estado de la máquina y el material.
  - o Comprobar la presión de inyectado para cada pieza.
  - o Comprobar que el molde está bien colocado y cerrado.
  - o Comprobar el estado final de la máquina.
- Pruebas:
  - o No precisa.

## Presentación del prototipo

Tabla 39 Datos de fabricación y ensamblaje

DATOS TRABAJOS FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE DE "LÁMPARA DE NOCHE"							
ELEMENTO O CONJUNTO	ACTIVIDAD	DESIGNACIÓN	DURACIÓN (h)	MÁQUINA	PRECIO (amortización)	ÚTILES Y HERRAMIENTAS	OPERARIO
1.1.1.1.1.1 (PORTALÁMPARAS)	(Pedir suministro)						
1.1.1.1.1.2 (CABLE PORTALÁMPARAS)	CORTAR Y PELAR	A	0,01			Pelacables 5 € (10000 Ud)	Oficial 3º (10 €/h)
SUBCONJUNTO 1.1.1.1.1	ENSAMBLAR	B	0,01				Oficial 3º (10 €/h)
1.1.1.1.2 (TAPA PORTALÁMPARAS)	(Pedir suministro)						
SUBCONJUNTO 1.1.1.1	ENSAMBLAR	C	0,01				Oficial 3º (10 €/h)
1.1.1.2.1 (SENSOR)	(Pedir suministro)						
1.1.1.2.2 (ADHESIVO)	(Pedir suministro)						
SUBCONJUNTO 1.1.1.2	ENSAMBLAR	D	0,01				Oficial 3º (10 €/h)
1.1.1.3 (REGLETA)	(Pedir suministro)						
1.1.1.4.1 (CABLE ALIMENTACIÓN)	CORTAR Y PELAR	E	0,01			Pelacables 5 € (10000 Ud)	Oficial 3º (10 €/h)
1.1.1.4.2 (PROTECTOR CABLE)	(Pedir suministro)						
SUBCONJUNTO 1.1.1		F	0,1				Oficial 3º (10 €/h)
1.1.2.1 (BASE)	CORTAR PERFIL DOBLAR	G1 G2	0,1 0,1	CORTADORA LASER PRENSA HIDRÁULICA	6000 € (20 años) 5000 € (30 años)	Matriz de doblado 300 € (1000 Ud)	Oficial 1º (20 €/h)
1.1.2.2 (TACO)	(Pedir suministro)						
SUBCONJUNTO 1.1.2	ENSAMBLAR	H	0,03			Guías 5 € (10000 Ud)	Oficial 3º (10 €/h)
SUBCONHUNTO 1.1	ENSAMBLAR	I	0,03			Destornillador 5 € (10000 Ud) Llave fija 5 € (10000 Ud)	Oficial 3º (10 €/h)
1.2 (PANTALLA)	INYECCIÓN	J	0,01	MÁQUINA INYECCIÓN	10000 € (5 años)	Molde 25000 € (1000000 Ud)	Oficial 2º (15 €/h)
1.3 (BRAZO PANTALLA)	INYECCIÓN	K	0,01	MÁQUINA INYECCIÓN	10000 € (5 años)	Molde 9000 € (1000000 Ud)	Oficial 2º (15 €/h)
1.4 (TUERCA PORTALÁMPARAS)	(Pedir suministro)						
1.5 (TUERCA ADICIONAL)	(Pedir suministro)						
SUBCONJUNTO 1	ENSAMBLAR	L	0,01				Oficial 3º (10 €/h)
2 (TAPA)	INYECCIÓN	M	0,01	MÁQUINA INYECCIÓN	10000 € (5 años)	Molde 9000 € (1000000 Ud)	Oficial 2º (15 €/h)
CONJUNTO	ENSAMBLAR	N	0,01				Oficial 3º (10 €/h)

## V. ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Se estima un uso de maquinaria de 2000 h/año.

Tabla 40 Mediciones y presupuesto

UNIDAD DE OBRA	MEDICIÓN		DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE (€)	TOTAL (€)
	CANT.	UD.				
1.1.1.1.1.1 1.1.1.1.2 1.4	1	Ud.	<b>PORTALÁMPARAS</b>	0,1	0,1	0,1
1.1.1.1.1.2 1.1.1.4.1	1	Ud.	<b>CABLE</b>	0,72	0,72	0,72
1.1.1.2.1	1	Ud.	<b>ADHESIVO</b>	0,0087	0,0087	0,0087
1.1.1.2.2	1	Ud.	<b>SENSOR</b>	1,3986	1,3986	1,3986
1.1.1.3	1	Ud.	<b>REGLETA</b>	0,096	0,096	0,096
1.1.1.4.2	1	Ud.	<b>PROTECTOR CABLE</b>	0,21	0,21	0,21
1.1.2.1	1	kg	<b>BASE</b> <b>Material:</b> Lámina de acero inoxidable de 1000 x 2000 x 3 mm  Trabajos de: CORTE DEL PERFIL	1,755359	1,755359	6,6703 59
	0,1	h	<b>Maquinaria:</b> Cortadora láser	0,15	0,015	
	0,1	h	<b>Mano de obra:</b> Oficial de 1º	20	2	
	0,1	h	Trabajos de: DOBLADO <b>Maquinaria:</b> Prensa hidráulica			
	0,1	h	<b>Mano de obra:</b> Oficial de 1º	20	2	
1.1.2.2	3	h	<b>Medios auxiliares:</b> Útiles: Matriz de doblado	0,9	0,9	
	4	Ud.	<b>TACO</b>	0,061757	0,247028	0,2470 28
1.1.3	1	Ud.	<b>TORNILLO</b>	0,02282	0,02282	0,0228 2
1.1.4	1	Ud.	<b>ARANDELA</b>	0,004375	0,004375	0,0043 75
1.1.5	1	Ud.	<b>TUERCA</b>	0,00358	0,00358	0,0035 8
1.2	0,087	kg	<b>PANTALLA</b> <b>Material:</b> Trabajos de: INYECCIÓN	2,5	0,2175	0,6265
	0,01	h	<b>Maquinaria:</b> Máquina de inyección de plástico	25	0,25	

## Presentación del prototipo

	0,01	h	<b>Mano de obra:</b> Oficial de 2º	15	0,15	
	1	Ud.	<b>Medios auxiliares:</b> Útiles: Molde	0,009	0,009	
			<b>BRAZO DE LA PANTALLA</b>			
	0,026	kg	<b>Material:</b> Trabajos de: INYECCIÓN	2,5	0,065	
1.3	0,01	h	<b>Maquinaria:</b> Máquina de inyección de plástico	25	0,25	0,474
	0,01	h	<b>Mano de obra:</b> Oficial de 2º	15	0,15	
	1	Ud.	<b>Medios auxiliares:</b> Útiles: Molde	0,009	0,009	
1.5	1	Ud.	<b>TUERCA ADICIONAL PORTALÁMPARAS</b>	0,14	0,14	0,14
			<b>TAPA</b>			
	0,2	kg	<b>Material:</b> Trabajos de: INYECCIÓN	2,5	0,5	
2	0,01	h	<b>Maquinaria:</b> Máquina de inyección de plástico	25	0,25	0,925
	0,01	h	<b>Mano de obra:</b> Oficial de 2º	15	0,15	
	1	Ud.	<b>Medios auxiliares:</b> Útiles: Molde	0,025	0,025	
					TOTAL =	<b>11,65</b>

- Costes de fabricación = **11,65 €**
- Precio de coste de fabricación = 11,65 € + 2 % gastos generales + 1500 € proyecto de diseño = **1511,88 €**
- Precio de venta en fábrica = 11,65 € + 10 % del coste de fabricación = **12,82 €**
- Precio de venta al comerciante = 12,82 € + 15 % beneficio del distribuidor = **14,74 €**
- Precio de venta al público = 14,74 € + 50 % beneficio del comerciante = **22,11 €**