

PROYECTO FINAL DE CARRERA

# ILUMINACIÓN URBANA SOSTENIBLE

---

## SUNSET

Autora:  
López Fernández, Sonia

Especialidad:  
Ingeniería Técnica  
de Diseño Industrial

Tutor:  
Manchado Pérez, Eduardo

Convocatoria:  
Septiembre 2011



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA

VOLUMEN II. [PLIEGO]

## **VOLUMEN II. PLIEGO DE CONDICIONES**

### 1. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS

#### CONSTITUTIVOS

##### **1.1. Listado de subconjuntos y elementos**

1.1.1. Luminaria

1.1.2. Pieza intermedias

1.1.3. Conjunto solar

1.1.4. Báculo

1.1.5. Cimentación

1.1.6. Componentes de suministro

1.1.7. Herrajes

### 2 MANUAL DE INSTALACIÓN

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

Este apartado contiene un listado de los elementos que constituyen el elemento lumínico, de tal forma se exponen las características mínimas que se debe cumplir para que el producto cumpla de una forma correcta con las funciones asignadas previamente. Todo lo que no fuese referido en este pliego deberá registrarse por:

- Estar construidas por un fabricante en posesión del Certificado de conformidad de cumplimiento con la normativa ISO 9000, en cualquiera de sus tres versiones, emitido por el Organismo de Normalización Europeo correspondiente.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las Instrucciones Complementarias del mismo MIE-BT, Hojas de Interpretación del Ministerio de Industria y Energía.
  - **Normas UNE EN 60598, en sus partes 1 y 2.**
  - **Normas internacionales ISO y CEI.**
  - **Recomendaciones del INTA.**
- Resto de normas aplicables expuestas en el capítulo 4 “Normativa y referencias”

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1. LISTADO DE SUBCONJUNTOS Y ELEMENTOS

### 1.1.1. LUMINARIA

#### Características mínimas exigibles, componentes, materiales y procesos de fabricación

Debe instalarse la luminaria *RESIDENZA de HESS AG*, en caso que no sea posible, se optará por la luminaria que cumpla con las siguientes características mínimas exigibles:

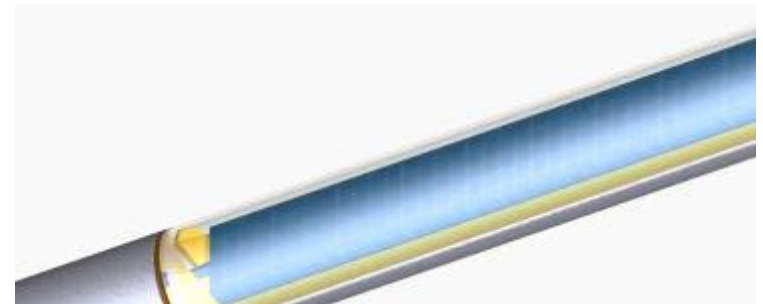
La luminaria constará de una carcasa principal construida en material ligero, con accesos para el equipo de encendido y sistema óptico, reflector de dos piezas y cierre del sistema óptico de material transparente y resistente, cuyos componentes cumplirán las siguientes características:

- Las luminarias que lleven componentes o partes destinadas a reemplazarse, deben diseñarse de manera que se deje espacio suficiente para permitir la sustitución de estos componentes o partes sin dificultad y sin comprometer la seguridad del operario y de los usuarios cercanos prohibiendo su manipulación a personas ajenas al equipo de mantenimiento.

- Debe ser resistente y cumplir las mismas características que el resto de la farola. Las partes aislantes deben ser de un material resistente a las posibles fugas superficiales.

- Debe respetar la ley de calidad del cielo, que hace referencia a la contaminación lumínica. Esta contaminación se puede evitar concentrando la producción de flujo hacia el hemisferio inferior con grupos ópticos que permitan dirigirlo hacia la superficie a iluminar y reducir los valores luminotécnicos a los mínimos requeridos para preservar la seguridad del tráfico en cuanto a la relación con la luminaria.

- No debe emitir excesiva radiación UV.





# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

- Debe tener una protección contra la penetración de cuerpos sólidos y de la humedad de, al menos, un IP 54 para el sistema óptico y un IP 66 para el sistema eléctrico. Debe ser estanco y mantener sellada la lámpara (A5) y el equipo eléctrico.

GRADOS DE PROTECCION DE LOS ENVOLVENTES DE MATERIAL DE BAJA TENSION	
PRIMERA CIFRA – SÓLIDOS (mm)	SEGUNDA CIFRA – LÍQUIDOS (mm)
0 sin protección	0 sin protección
1 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. Ejemplo Contactos involuntarios de la mano.	1 Protección contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. Ejemplo dedos de la mano.	2 Protección contra las caídas de agua hasta 15º de la vertical
3 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm. Ejemplo herramientas cables.	3 Protegido contra el agua de lluvia hasta 80º de la vertical
4 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. Ejemplo herramientas, cables.	4 Protección contra las proyecciones de agua en todas direcciones.
5 Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5 Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones.
6 Totalmente protegido contra el polvo	6 Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar
	7 Protección contra la inmersión
	8 Protegido contra los efectos prolongados de la inmersión bajo presión.

- El dimensionado de la luminaria y los materiales utilizados deberán garantizar que tras un período de 10 horas de funcionamiento a temperatura ambiente de 35°C no presente en ningún punto una temperatura superior a las admisibles en los distintos componentes.

- Debe ser fácilmente desmontable.
- Debe quedar integrada con el soporte o columna.
- El conjunto deberá tener una clase 2 en cuanto a seguridad frente a choques eléctricos.

PROTECCION CONTRA LOS CHOQUES ELECTRICOS		
CLASE DE PROTECCION	DEFINICION	SIMBOLO
0	Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos del aislamiento principal, sobre el medio circundante.	
I	Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra (Toma de tierra), que debe conectarse al borne marcado. ⊕	
II	Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.	
III	Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad (MBTS).	

## Componentes

- 1.1.1.1. PIEZA SOPORTE
- 1.1.1.2. PIEZA CIERRE
- 1.1.1.3. PIEZA ENGANCHE
- 1.1.1.4. CIERRE LUMINARIA
- 1.1.1.5. LÁMPARA

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## Componentes

### 1.1.1.1. PIEZA SOPORTE

- Será de forma cilíndrica y deberá ajustarse e integrarse con el conjunto lumínico. Además, su forma estará diseñada de tal forma que no disponga de aristas vivas o bordes cortantes.
- Será de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio).
- El espesor medio, medido en 10 puntos significativos de la carcasa, será de 20 mm.
- La pintura exterior será de componentes inalterables a la intemperie y con garantía de resistencia a las alteraciones térmicas y mecánicas propias de su funcionamiento.
- Se unirá al báculo mediante y a la base mediante soldadura,.
- Tendrán 12 agujeros roscados M6, permitiendo la unión de la carcasa con la pieza soporte de la lámpara.
- Otros 6 agujeros roscados M6, 3 a cada lateral, permitirán la unión con las 2 piezas de cierre.

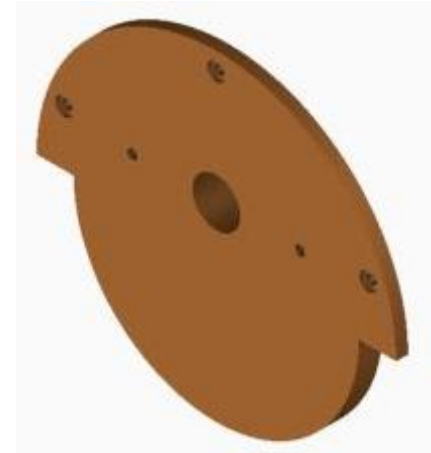
- Mediante clipaje a lo largo de sus laterales se unirá al cierre de la luminaria.
- El dispositivo de sujeción de la luminaria con el resto del elemento lumínico deberá cumplir con lo recogido en la Norma UNE 60598, asegurando que la posición de la luminaria no pueda variar por agentes fortuitos teniendo una unión mecánica capaz de resistir un peso cinco veces superior al de la luminaria equipada.
- Hay 3 carcasas, con la mismas dimensiones para luminaria, pero con diferentes longitudes. 8000mm, 10000mm y 12000mm



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.1.2. PIEZA CIERRE

- Material PP (Polipropileno).
- De forma cilíndrica, de 20mm de espesor, con un saliente de 40mm. Se ajustan a la forma tubular, de forma que queda correctamente colocada.
- Su función consiste en cerrar las partes laterales de las carcasas, impidiendo el paso de elementos (como el polvo y líquido) en el espacio comprendido.
- Se une mediante sujeción mecánica a la carcasa, con 3 tornillos de M6.
- Se une mediante 2 remaches a la pieza soporte de la lámpara.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.1.3. PIEZA ENGANCHE

- Material PP (Polipropileno).
- De forma plana, de 10mm de espesor, se dobla en los extremos (90°).
- Tiene dos ralíes huecos, dónde se engancha la lámpara.
- Se une a la carcasa mediante sujeción mecánica, de 10 tornillos de M6.
- Se une con la pieza de cierre, por 2 remaches.





# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.1.4. CIERRE LUMINARIA

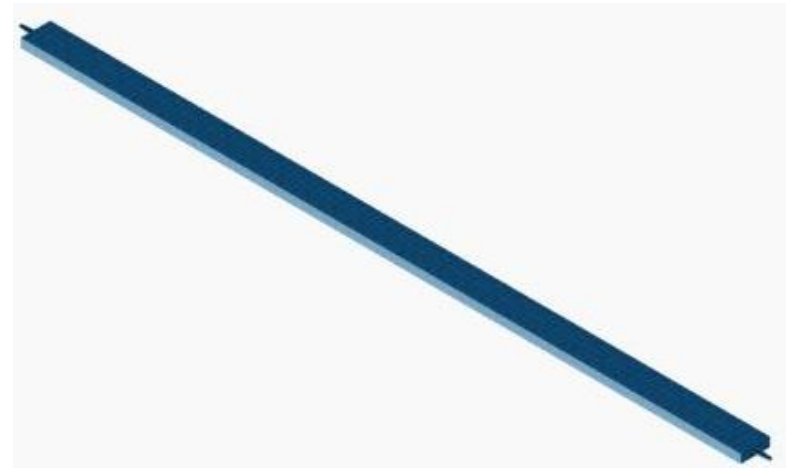
- Elemento semi cilíndrico.
- De material PMMA (Poli Metil Metacrilato) transparente. Su función es la de proteger la lámpara pero a su vez permitir el paso de la luz emitida por esta.
- De forma semi cilíndrica y deberá ajustarse e integrarse al resto del conjunto. Además, su configuración geométrica no presentará aristas vivas fabricándose mediante inyección.
- Un grado de protección mínimo IP-66.
- Mediante clipaje se une a la carcasa.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.1.5. LAMPARA

- La carcasa de la misma debe ser resistente a impactos, anti-golpes. Sin radiación ultravioleta (UV) ni infrarroja (IR). Sin filamentos ni hojas de cristal, evitando el daño al cuerpo humano.
- La luz emitida debe ser de color blanco.
- Debe proteger el medio ambiente; debe fabricarse sin mercurio y sin plomo. Su eficiencia debe ser muy elevada aproximándose al 90%.
- La iluminancia de la lámpara debe estar acorde con la iluminancia media de los diferentes tipos de vías y la altura media de la luminaria que será de 6 metros.
- Han de ser fáciles de montar, desmontar, limpiar y asegurar una cómoda y fácil reposición de la lámpara y demás accesorios.
- Debe venir de fábrica con el equipo auxiliar de encendido montado.
- El área de iluminancia efectiva (área proyectada sobre el suelo) debe ser superior a 100 m<sup>2</sup>.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## Modelo: JB920

- Potencia: 120w
- nºLeds: 24
- Eficiencia energética: >90%
- Voltaje: AC 85V, DC 12V
- Eficiencia luminosa: 80lm/w
- Flujo inicial de luminosidad: 4000 lm (60w)
- Frecuencia: 50-60 Hz
- Eficiencia del ángulo de haz: 65°
- Índice de color: Rb 80
- Temperatura de color: 2700K 7000K
- Esperanza de vida: >50000 hours
- Grado de protección: IP 65
- Certificación: CE, ROHS
- Peso: 8 kg
- Horas en espera: 10 horas
- Vida: 100000 horas
- Dimensiones: 4000 x 250 x 50mm.

## Materiales

- Aluminio de alta pureza reflector
- Alta intensidad del vidrio templado
- Poderosa fuente de luz LED

## Características

- Alta potencia LED
- Efectiva conductividad del calor
- Opera en condiciones de humedad
- Comienzo instantáneo
- Aluminio de alta pureza
- Buena con el medio ambiente
- Resistente a la corrosión y a los UV
- Compatible con paneles solares
- Ahorro de un 70% de energía

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.2. PIEZAS INTERMEDIAS

Características mínimas exigibles, componentes, materiales y procesos de fabricación

El conjunto se compondrá de dos piezas.

Deberán de ser registrables, huecas y que cumplan con un IP mínimo de 66 de protección frente a polvo y líquido.

### Componentes

#### 1.1.2.1. CUERPO

#### 1.1.2.2. TAPA



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## Componentes

### 1.1.2.1.. CUERPO

- Sus medidas son, de 500mm de diámetro en la parte inferior, por donde se une al báculo. En la parte superior tiene una dimensiones elípticas de 2050x1700mm. Sus paredes tienen un espesor de 20mm.
- Tendrán que tener embutidas unas pletinas metálicas en su interior que permitirá el cierre de la tapa, en su defecto se tratará de cualquier otro sistema que permita el cierre de la tapa.
- Tendrán que disponer de una abertura frontal de 1000x700mm para permitir la manipulación de los componentes que se alojan en el interior, su montaje y su sustitución.
- Deberán disponer de 4 agujeros roscados de M8 para la unión con el báculo.
- Deberán disponer de 4 agujeros roscados de M8 para la unión con la tapa.

- Su forma debe permitir un encaje de esta pieza con elementos superiores e inferiores.
- Tendrán que ser construidas de PRFV realizadas por roto moldeo o molde rotacional con un molde de aluminio cumpliendo con las consideraciones de moldeo:
  - Radios de acuerdo mínimo 1,5mm.
  - Espesor de pared mínimo en partes críticas de: 4 mm.
  - Tolerancias dimensionales en general del 1% de la dimensión a excepción de aquellas piezas consideradas como críticas.
- Deberán tener un orificio en la parte inferior, por donde pasará el cableado.. Su dimensión dependerá de la del báculo.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.2.2. TAPA

- Serán dimensionadas de una forma acorde a la de los cuerpos principales.
- Se apoyará sobre unas pletinas de acero galvanizado de espesor 6mm que estará unida al cuerpo principal de la pieza intermedia mediante tornillos de seguridad.
- Tendrán que ser construidas de PRFV realizadas por roto moldeo o molde rotacional con un molde de aluminio cumpliendo con las consideraciones de moldeo:
  - Radios de acuerdo mínimo 1,5mm.
  - Espesor de pared mínimo en partes críticas de: 4 mm.
  - Tolerancias dimensionales en general del 1% de la dimensión a excepción de aquellas piezas consideradas como críticas.
- Deberán disponer de 4 agujeros roscados de M8 para la unión con el cuerpo.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.3. CONJUNTO SOLAR

### Características mínimas exigibles, componentes, materiales y procesos de fabricación

El sistema adecuado será el conjunto solar, se compone de tres partes diferentes:

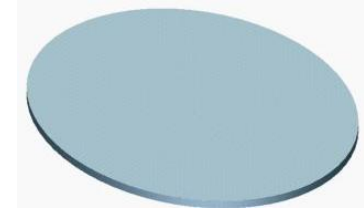
- Panel solar
- Componentes internos del panel solar
- Estructura de soporte del panel solar

Se deberá obtener de un proveedor que cumpla con la normativa vigente de utilización de paneles solares, explicada en el apartado de normas UNE, en el volumen I.

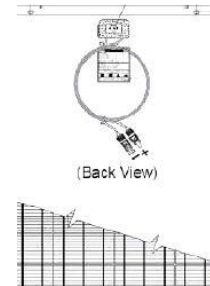
### Componentes

#### 1.1.3.1. PANEL SOLAR

**Panel solar**



**Componentes internos del panel solar**



**Estructura de soporte del panel solar**



## 2. DISEÑO CONCEPTUAL

### 1.1.3.1. PANEL SOLAR

- Modelo: **Panel Solar Fotovoltaico Monocristalino 175wp,24vcc**  
**[Sum-mm1752440]**

#### Características eléctricas del módulo fotovoltaico solar

- Potencia nominal – Pmax (Wp) 175
- Tensión en circuito abierto – Voc (V) 44,4
- Tensión en el punto de máxima potencia – Vmax (V) 35,4
- Corriente de cortocircuito – Isc (A) 5,4
- Corriente en el punto de máxima potencia – Imax (A) 4,95
- Eficiencia (%) 13,5
- Tolerancia de potencia (%/Pmax).  $\pm 5$
- Datos en condiciones estándar de medida (STC): 1.000 W/m<sup>2</sup>; 25° C; 1,5 ATM.

#### Valores para diseño del sistema

- Tensión máxima del sistema 1.000 V
- Sobrecarga máxima de corriente inversa 2 h de sobrecarga al 135% del valor máximo de protección
- Máxima carga física admisible 2.400 Pa
- Condiciones de operación De -40 a +85 °C
- Resistencia al impacto Granizo de 25 mm, desde 1 m de distancia a 23 m/s.

#### Características constructivas

- Dimensiones 1500 x 2000 x 50 mm
- Peso: 25,0 kg
- Tipo de célula Silicio monocristalino, con capa antirreflexiva
- Tamaño de célula 125 x 125 mm (5")
- Contactos Redundantes, múltiples, en cada célula.
- Número de células por módulo 72 células en serie
- Marco Aluminio anodizado
- Toma de tierra No
- Cajas de conexión 1 x IP-65, con diodo de bypass
- Cables Multicontact MC4 o compatibles

#### Parámetros de temperatura

- TONC 48°C  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- CCT – Isc 0,053 %/°C
- CCT – Voc -0,156 mV/°C
- CCT – Pmax -0,485 %/°C

#### Certificados y garantías

- **Certificados** CE, IEC-61215, Clase II
- **Garantía de producto** 2 años
- **Garantía potencia**
  - 90%: 10 años
  - 83%: 20 años
  - **80%:25años**



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.4. BÁCULO

### Características mínimas exigibles, componentes, materiales y procesos de fabricación

Los mástiles o báculos de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente UNE-EN 60598, UNE 72.401 y 72.402 Y CEN/TC 50 PARTE 10 para báculos en general y la UNE EN 40-7 para báculos de P.R.F.V (resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio).

Todos los báculos y columnas estarán dotados de portezuela de registro en su parte baja, dotadas de sistema de seguridad. Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación.

### Componentes

#### 1.1.4.1.. COLUMNA

#### 1.1.4.2.. PORTEZUELA



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.4.1. COLUMNA

- Deberá ser cilíndrica con un diámetro en la parte superior de 500mm y en la inferior de 700mm, con una altura nominal de 9000mm, Su espesor es constante y no debe ser mayor de 20mm.
- La tolerancia de altura a tener en cuenta dependerá del proveedor (con o sin soldadura longitudinal:  $\pm 0,6\%$  de la altura o  $\pm 25$  mm).
- Deberá soportar el peso de los componentes superiores y superar al menos 5 veces el peso de los elementos que se encuentran encima.
- Debe estar formada por una única pieza y deberá tener un orificio para cables a 300 mm por encima de la base.
- Debe estar pigmentado en toda la estructura de forma uniforme y un acabado liso con un revestimiento superficial adecuado para impedir la floración de las fibras. El revestimiento podrá ser de poliuretano, un acrílico apropiado o incluso un recubrimiento con gel.

- Deberá poder unirse con la pieza intermedia, por la parte superior del báculo. Mediante 4 tornillos de M8.
- Deberán disponer de 2 agujeros roscados de M8 para la colocación de la portezuela.
- Deberá estar constituida de **P.R.F.V** bajo las normas UNE EN 40-7, UNE 72401 y 72402 cumpliendo con las características mecánicas y de durabilidad adecuadas. El refuerzo con fibra de vidrio tipo E es idóneo para cumplir, o en su defecto y cambio, fibras equivalentes o superiores. Características a cumplir:

- Módulo de elasticidad a tracción  $\geq 18.000$  M Pa
- Módulo de elasticidad a flexión  $\geq 13.000$  M Pa
- Resistencia al choque  $\geq 14$  J/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a flexión  $\geq 300$  Mpa
- Resistencia a tracción  $\geq 200$  M Pa
- Estabilidad térmica - 30 / + 70 °C
- Rigidez dieléctrica 30 KV/mm:



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.4.2. PORTEZUELA

- Deberá poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra según UN 20324.
- La parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 300 mm de la rasante que se forma con el suelo.
- La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales de seguridad.
- La trampilla deberá estar posicionada en el lado alejado de la dirección de tráfico.
- Las aberturas deben ser lisas y estar exentas de obstrucciones, sin aristas vivas, rebabas o asperezas que puedan causar daños.
- La tolerancia dimensional para la ranura de la puerta dependerá del fabricante (+10mm -0mm).

- Deben seguir las dimensiones normalizadas sin poner en peligro la integridad de la columna.
- Deberá poder unirse con el báculo, mediante 2 tornillos de M8.
- Deberán estar selladas mediante junta y estar dotadas de un IP 66.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.5. CIMENTACIÓN

### Características mínimas exigibles, componentes, materiales y procesos de fabricación

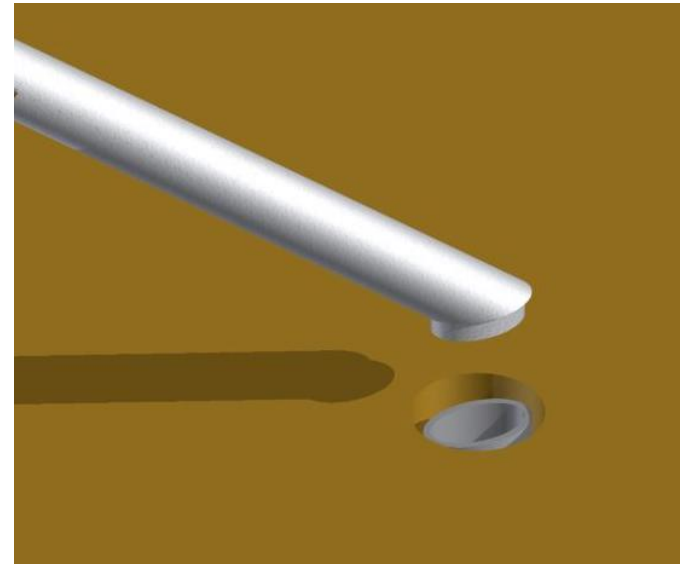
Se hará cargo la empresa u organismo público interesado, siempre y cuando respetando la normativa vigente de RBT, UNE 135311, UNE-EN 40-2, UNE-EN 60598 y los requisitos de instalación que se hablarán posteriormente:

- Será una cimentación sin anclajes.
- Se abrirá un zanja para el báculo de dimensiones: 600x600x1200mm. Y otras 3 para los soportes de la luminaria de 400x400x600mm.
- El fondo se dejará libre de piedras y cascotes y se hará una solera cuadrada de hormigón para aplanar la zona.
- Posteriormente se colocará un tubo de hormigón, fibrocemento o PVC liso de dimensiones 1000 x 550mm de diámetro y en su interior un anillo de hormigón para centrar la farola.

- Se posiciona el báculo y se rellena con arena teniendo en cuenta la entrada de cables en la parte inferior.
- Se rellena con hormigón y se sella la zanja con el pavimento existente.

### Componentes

#### 1.1.5.1. HORMIGÓN, ARENA Y FIBROCEMENTO



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.5.1. HORMIGÓN, ARENA Y FIBROCEMENTO

- Será del tipo H-150 (es decir una resistencia de 150 Kg/cm<sup>2</sup>) pero antes de comenzar las obras, se fijarán, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaño de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica más conveniente del hormigón. A los distintos hormigones a emplear se les exigirá como mínimo un estudio de carga de rotura por compresión a veintiocho días de edad y referidas a probetas cilíndricas de 15x30 cm.

- Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arena y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

- Las características de los componentes serán para el tipo H-150:

- Arena: Puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespato.

- Grava: Podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán ser de entre 1 y 5 cm.

- Cemento: Se utilizará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento o P-350.

- Agua: Será de manantial, río o de la red de agua potable, quedando prohibido el uso de la procedente de las ciénagas, alcantarillados o albañales.

- Cantidades: Dosificación por m<sup>3</sup>:

- Áridos, tamaño mínimo 20 mm

- Cemento P-350 270 Kg

- Arena 650 Kg

- Grava 1.305 Kg

- Agua 170 Litros

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.6. COMPONENTES DE SUMINISTRO Y ELÉCTRICOS

### Características mínimas exigibles, componentes, y materiales

La elección de los componentes dependerá totalmente del proveedor del panel solar. Han de ser perfectamente compatibles y serán alojados según la empresa u organismo interesado, ateniéndose a la normativa exigida. En su defecto serán alojados en la arqueta realizada de suministro o en una arqueta realizada expresamente para ello. Como última opción se pueden alojar en una caseta techada de poliéster siempre y cuando se alojen en sitios con un IP66 al menos. Deben cumplir con las normativas previamente expuestas y el Reglamento de Baja Tensión (RBT).

La célula fotoeléctrica que permite el encendido cuando detecta la oscuridad, no se analizará debido a que se colocan en sitios especiales (en el interior de la caseta de derivaciones por ejemplo) por grupos de farolas, es decir, se coloca una célula por cada 10 farolas o según las calles, etc. Por lo que se da por hecho que es el organismo interesado quien las instala y se hace cargo de ellas.

### Componentes

#### 1.1.6.1. GENERADOR

#### 1.1.6.2. BATERÍA

#### 1.1.6.3. REGULADOR DE CARGA

#### 1.1.6.4. CONMUTADOR

#### 1.1.6.5. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.6.1 . TRANSFORMADOR

El único componente que estará alojado en el interior de la farola facilitando así la transformación de energía. El más apropiado es **el serie 6 de Balmar**, un conjunto generador – regulador que viene incluido en el kit del panel solar.

En caso que no se opte por el recomendado se tienen que cumplir las siguientes características mínimas:

- Deberá tener algún tipo de carcasa protectora que no lo deje expuesto.
- Deberá tener unas dimensiones acordes con el sitio donde vaya a estar alojado.
- Deberá tener integrado un regulador interno que permita la protección eléctrica del conjunto.
- Intensidad máxima de 30 A.
- Que empiece a generar energía a velocidades de rotación muy pequeñas.
- Refrigeración interna para evitar calentamientos.
- Debe ser compatible con las baterías de 12V por lo tanto ese será su voltaje de salida.



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.6.2. BATERÍA

La ideal es la *Gel deep cycle 12V*, suministrada por *Victron Blue Energy*, en su defecto:

- Deberá tener unas dimensiones máximas supeditadas al lugar de inserción y alojamiento.
- Serán de 12V y a ser posible de Gel, debido a sus altas y polivalentes prestaciones.
- Deberá tener un mínimo de 55Ah (amperios/hora).
- Su duración de vida en ciclos no debe ser inferior de:
  - 300 ciclos al 100% de descarga.
  - 600 ciclos al 50% de descarga.
  - 300 ciclos al 30% de descarga



## 1.1.6.3. REGULADOR DE CARGA

El elegido es el *PR3030 de Steca*. Características mínimas:

- Deberá ser compatible con las baterías de 12V.
- 30 A de intensidad máxima.
- Debe proteger la batería de sobrecargas y descargas profundas.





# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.6.4. CONMUTADOR

El apropiado propuesto por el proveedor es *el Filax de Victron Blue Energy*, requisitos mínimos:

- Rango de voltaje 0-240V, en su defecto, al menos 12 V
- Soportar como mínimo 30 A de intensidad.
- Tener al menos 2 entradas de energía (generador y red)
- Debe proteger la batería de sobrecargas y descargas profundas.



## 1.1.6.5. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Nuestra elección es el modelo *ECM60US12 de XPPower/Farnell*, características mínimas:

- Transformar en de 230V alterna a 12V continua.
- Soportar al menos 5A de intensidad..



# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.7. HERRAJES

### Características mínimas exigibles, componentes, y materiales

Todos los herrajes existentes tienen que cumplir con la normativa en cuanto a ensayos, calidades y características mínimas registradas en UNE 20898-1, UNE 60598-1 y UNE 20460.

### Componentes

**1.1.7.1. TORNILLOS CON CABEZA CILÍNDRICA CON HEXÁGONO INTERIOR (TIPO ALLEN) ISO 4762**

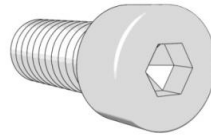
**1.1.7.2. TORNILLOS AUTORROSCANTES HEXAGONAL CON COLLARÍN ISO 7053**

**1.1.7.3. REMACHES**

# 1. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS

## 1.1.7.1. TORNILLOS CON CABEZA CILÍNDRICA CON HEXÁGONO INTERIOR (TIPO ALLEN) ISO 4762

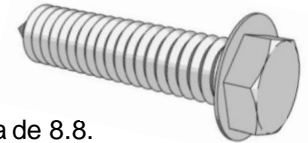
- Fabricados en acero inoxidable.
- Tienen que tener una calidad mínima de 8.8.
- Una resistencia a la ruptura no inferior a 1220 N/mm<sup>2</sup>.
- Como mínimo una dureza de 39Hrc.
- Alargamiento mínimo a la ruptura: 8 %.
- Soportar temperaturas de uso que oscilan entre los -29 ° y + 204 °C.



- A. Serán de métrica 6 (M6) y tendrán una longitud de rosca de 10mm: 18 unidades.
- B. Serán de métrica 6 (M6) y tendrán una longitud de rosca de 8mm: 30 unidades.
- C. Serán de métrica 8 (M8) y tendrán una longitud de rosca de 8mm: 8 unidades.

## 1.1.7.2. TORNILLOS AUTORROSCANTES HEXAGONAL CON COLLARÍN ISO 7053

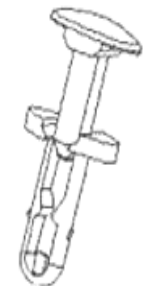
- Fabricados en acero inoxidable.
- Tienen que tener una calidad mínima de 8.8.
- Una resistencia a la ruptura no inferior a 1450 N/mm<sup>2</sup>.
- Como mínimo una dureza de 43Hrc.
- Alargamiento mínimo a la ruptura: 8 %.
- Soportar temperaturas de uso que oscilan entre los -29 ° y + 204 °C.



- A. Serán de métrica 8 (M8) y tendrán una longitud de rosca de 35mm: 4 unidades..

## 1.1.7.3. REMACHES

- DIN 7337B.
- Fabricados en acero inoxidable.
- Con cabeza alomada.
- UNE en 20989-1.
- 12 unidades.

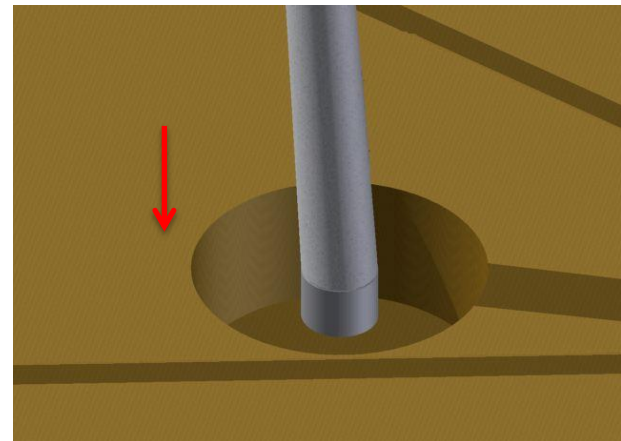
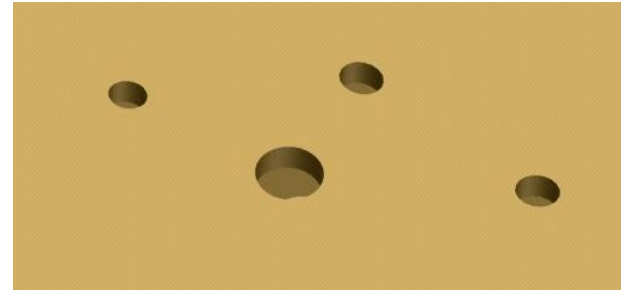


## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO

**Paso1:** se abrirá una zanja para el báculo de dimensiones: 600x600x1200mm. Y otras 3 para los soportes de la luminaria de 400x400x600mm.

**Paso 2:** cimentar los 4 agujeros. En primer lugar dejar el fondo libre de piedras y cascotes y poner una solera. Posteriormente se sitúa un anillo de hormigón tipo H-150.

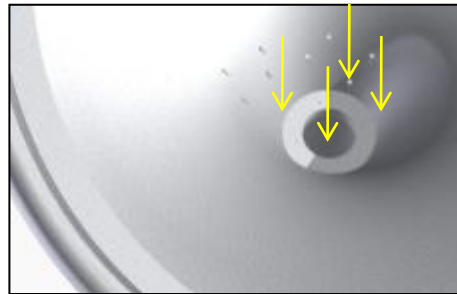
**Paso 3:** posicionar la columna del báculo y posteriormente rellenar el hueco que queda entre el tubo de fibrocemento y los cilindros con arena. Colocar otro anillo de hormigón idéntico al anterior en la parte superior del relleno de arena. rellenar con hormigón y sellar la zanja con pavimento existente para ocultar la cimentación.



## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO



**Paso 4:** una vez colocado el báculo, se colocará la pieza intermedia, encajándola por la parte superior de la columna .



**Paso 5:** se unirá por 4 tornillos.

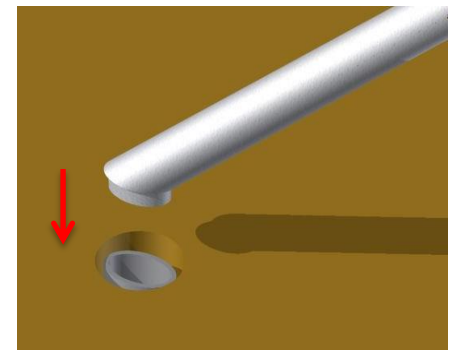


## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO



**Paso 6:** una vez colocada la columna , se comenzará a colocar los soportes de la luminaria, uno a uno. Con el mismo procedimiento que el báculo. Se unirán mediante soldadura a la columna principal y a sus respectivas bases.

(se repite el proceso x3)



## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO

**Paso 7:** se comienza con el montaje del conjunto lumínico. Se explicará el proceso de una luminaria, pero será el mismo para las 3. La primera pieza que se colocará, será la chapa de cierre, Se colocará una a cada lado del soporte de la luminaria, y cada una se atornillara mediante 3 tornillos.

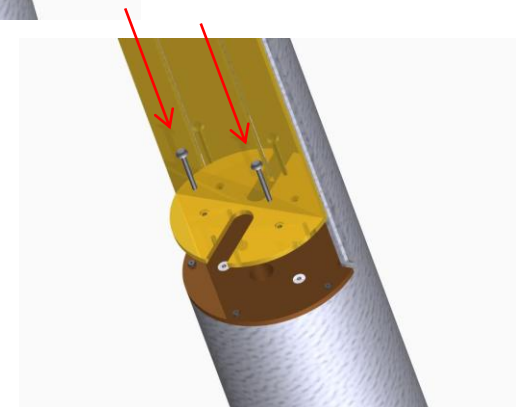
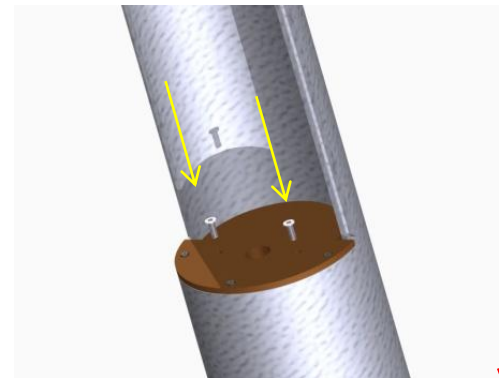
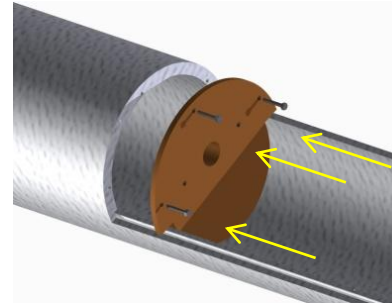
(Realizar operación x6)

**Paso 8:** Una vez colocadas las chapas, introduciremos en 2 agujeros, 2 cuerpos de remaches.

(Realizar operación x6)

**Paso 9:** Se pasa a colocar la chapa de enganche de la lámpara. Se introduce la cabeza de remache en los agujeros de la chapa enganche, haciéndolos coincidir con los cuerpos remaches de la chapa cierre.

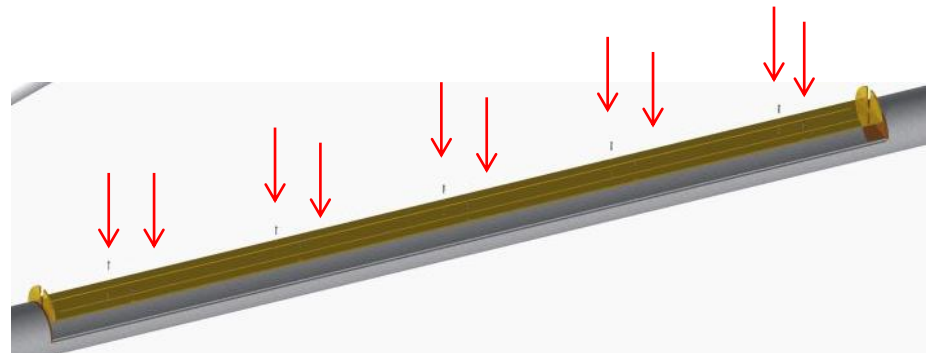
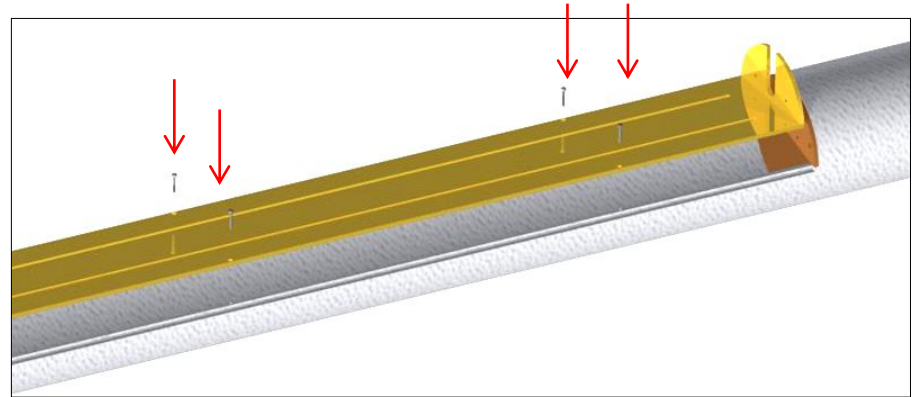
(Realizar operación x6)



## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO

**Paso 10:** una vez que la chapa enganche este en su posición, atornillar a la pieza soporte. Llevará 6 tornillos a cada lado.

(Realizar operación x3)

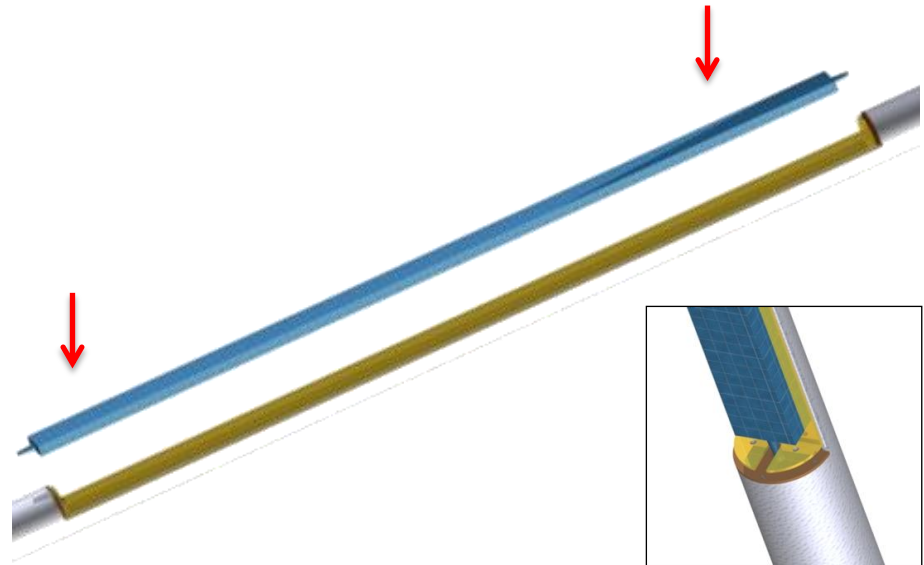




## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO

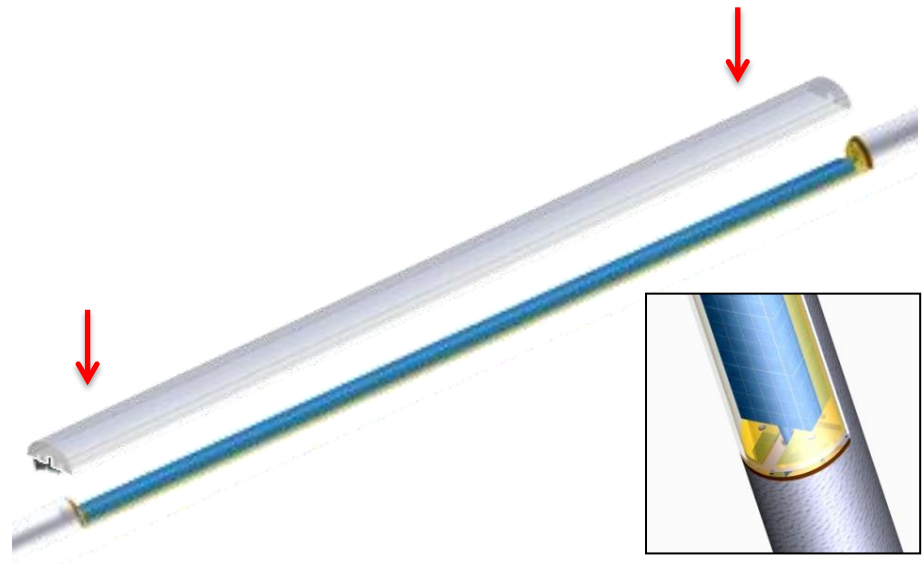
**Paso 11:** Se pasa a la colocación de la lámpara de Leds.

(Realizar operación x3)

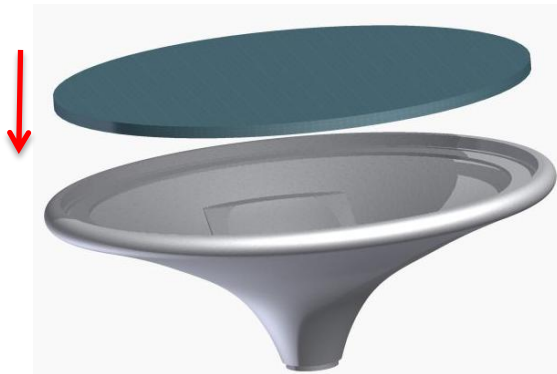
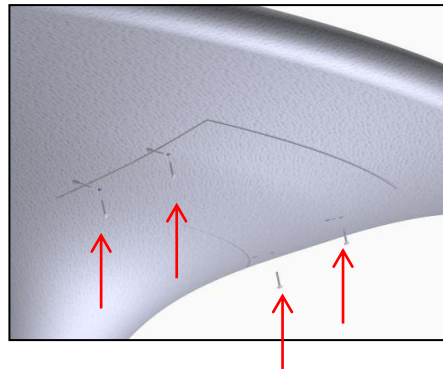
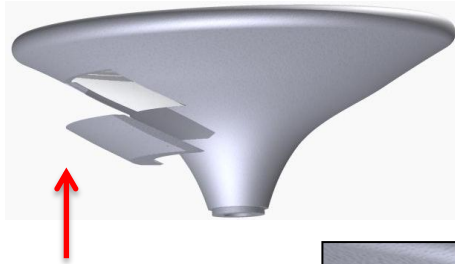


**Paso 12:** Se cierra la luminaria con la carcasa de vidrio, mediante clipaje.

(Realizar operación x3)



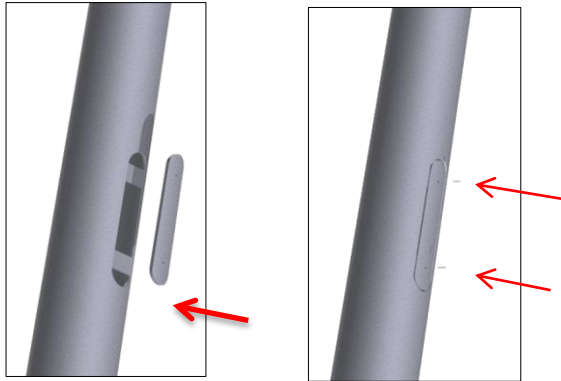
## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO



**Paso 13:** Colocar la tapa del cuerpo de la pieza intermedia. Irá atornilla por 4 tornillos.

**Paso 14:** Instalar todos los componentes que vayan dentro del cuerpo de la pieza intermedia y el panel solar.

## 2. MANUAL DE INSTALACIÓN Y USUARIO



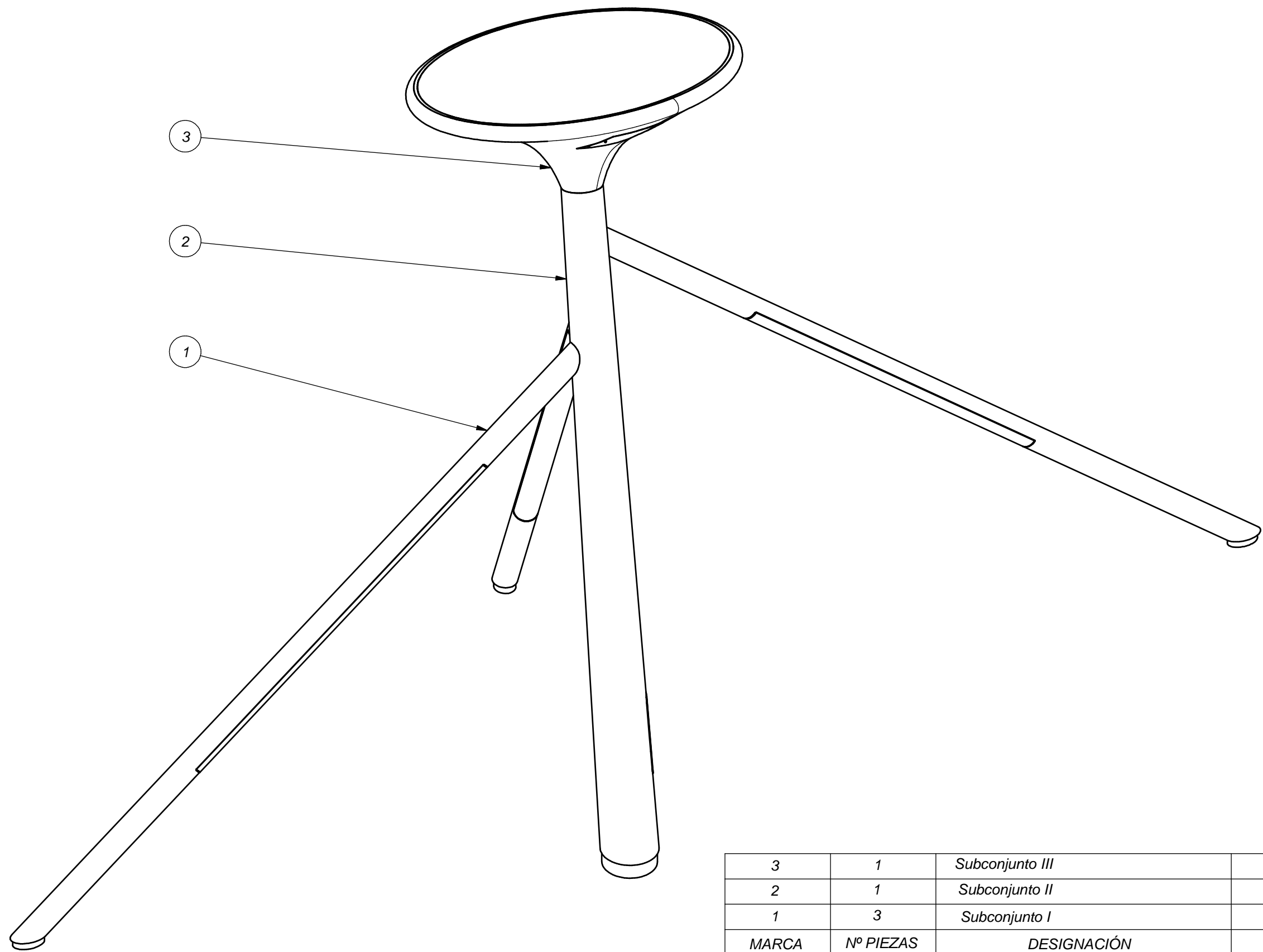
**Paso 15:** Colocar la portezuela del báculo, irá unida mediante 2 tornillos

Nota: A la hora de hacer el montaje habrá que tener en cuenta que su diseño modular hace que pueda ser montada en fábrica o almacén de manera que no se lleven las piezas sueltas y se formen en bloques facilitando su transporte y montaje posterior o directamente montar “in situ”.

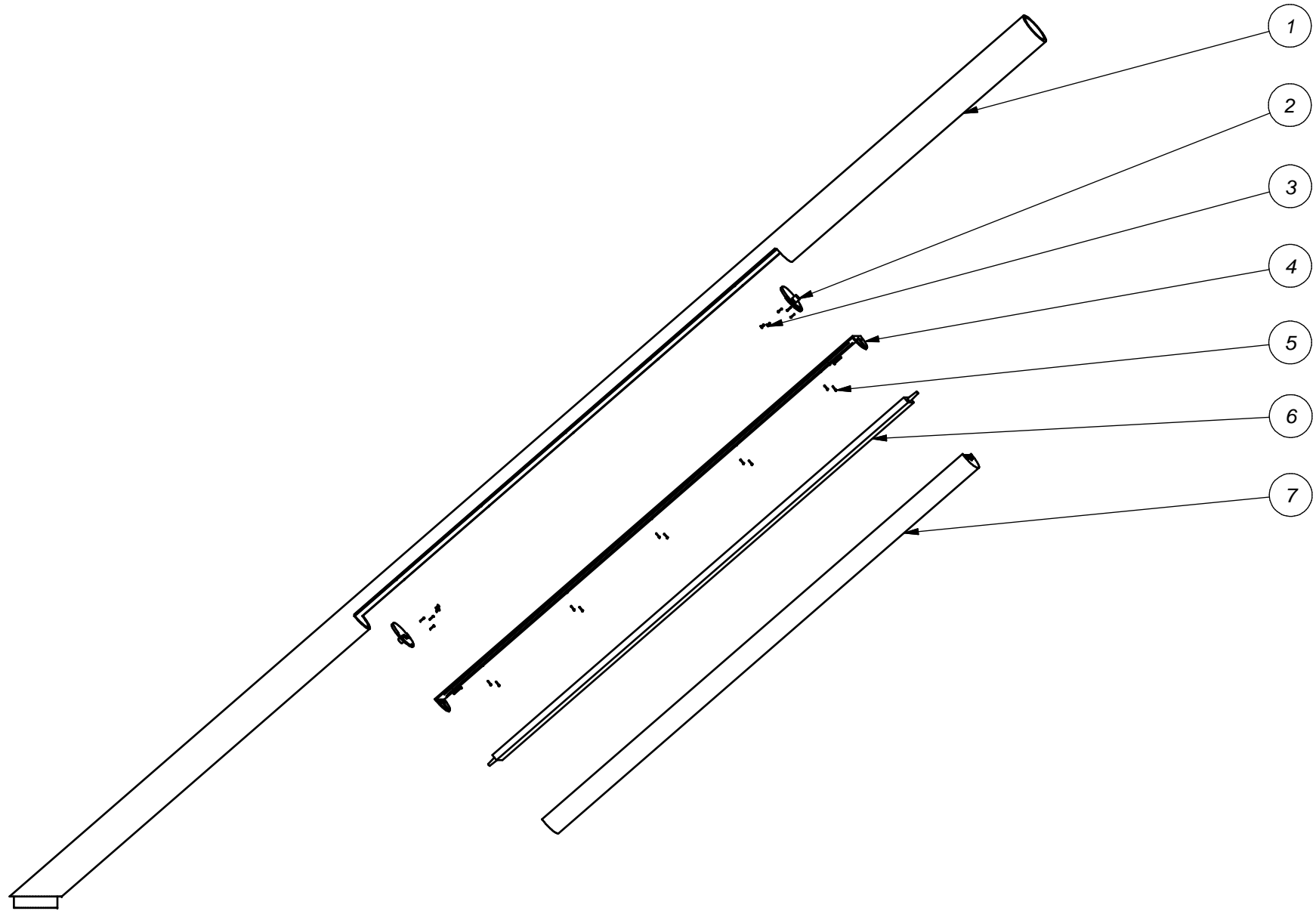
El hecho de montar las piezas intermedias en la correcta posición, de forma que queden de cara es importante debido al hecho de que la limpieza y/o mantenimiento sea más cómodo y rápido,

**RESULTADO FINAL**





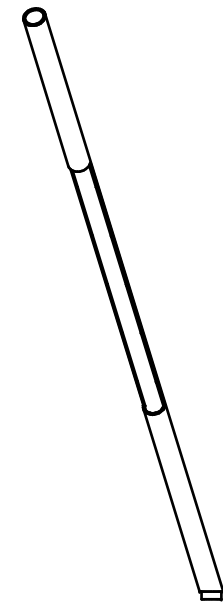
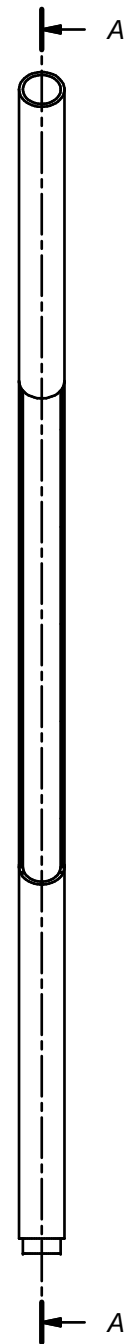
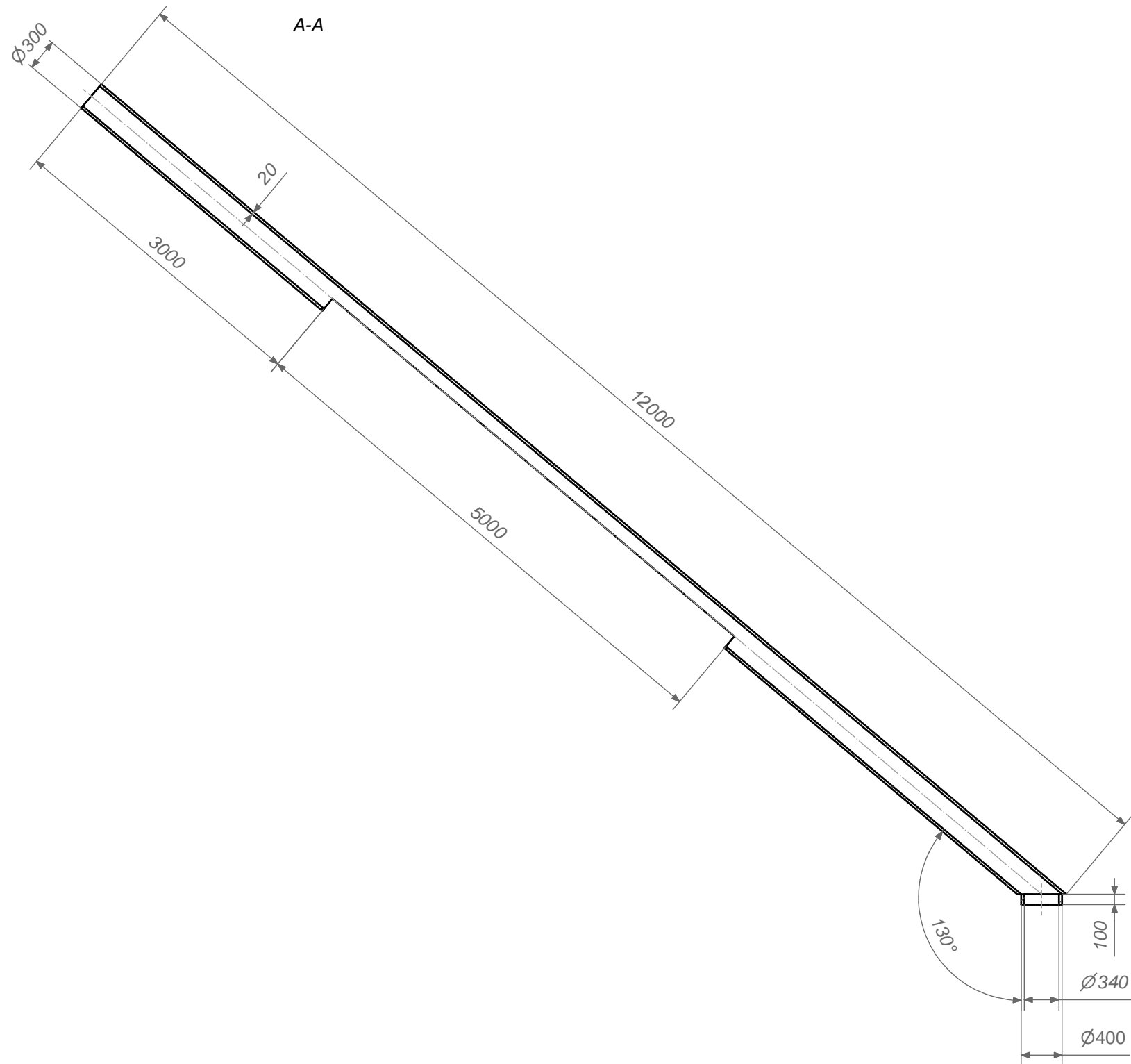
3	1	Subconjunto III	
2	1	Subconjunto II	
1	3	Subconjunto I	
MARCA	Nº PIEZAS	DESIGNACIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández	
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez	
Escala:	CONJUNTO		Plano nº 1.00
1:50			Curso: 2010/2011



Todas las tolerancias no indicadas son  $\pm 0,01$

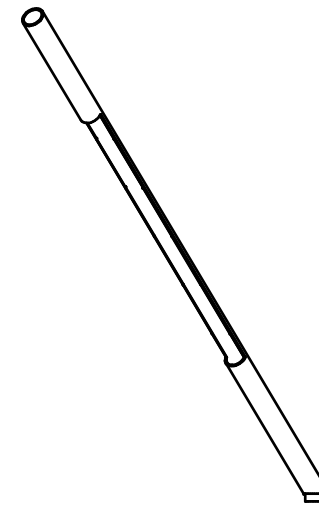
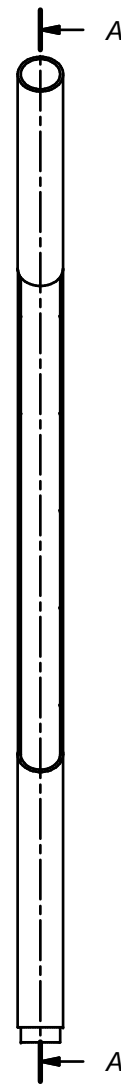
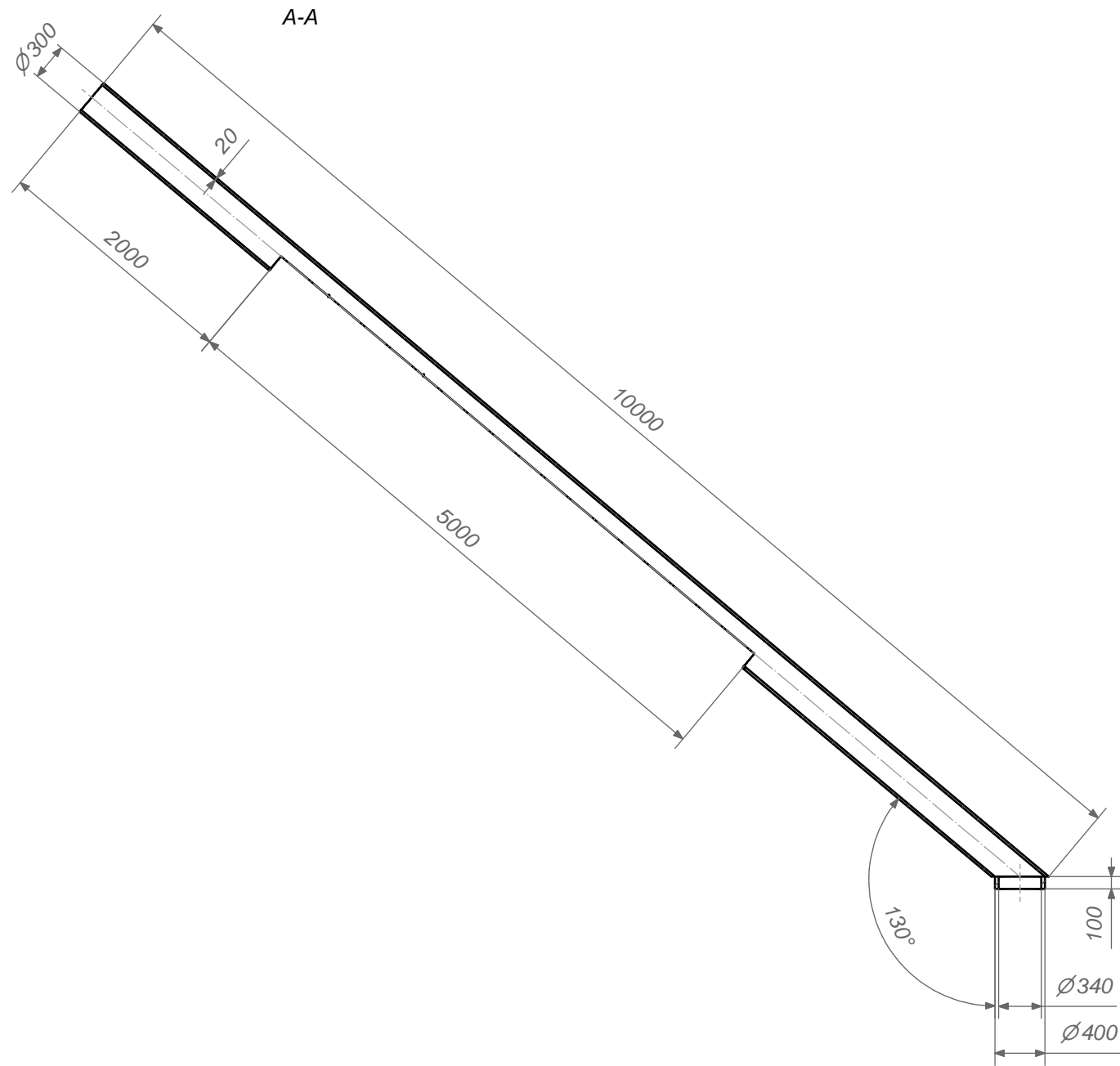
7	1	Cierre luminaria	PMMA
6	1	Lámpara	Comercial
5	16	4762 M6X8 4762 M6X10	Comercial
4	1	Pieza enganche	PP
3	2	DIN 7337-B	Comercial
2	2	Pieza cierre	PP
1	1	Pieza Soporte	PRFV
MARCA	Nº PIEZAS	DESIGNACIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández	
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez	
Escala:	SUBCONJUNTO I		Plano nº 1.01.00
1:50			Curso: 2010/2011

N11

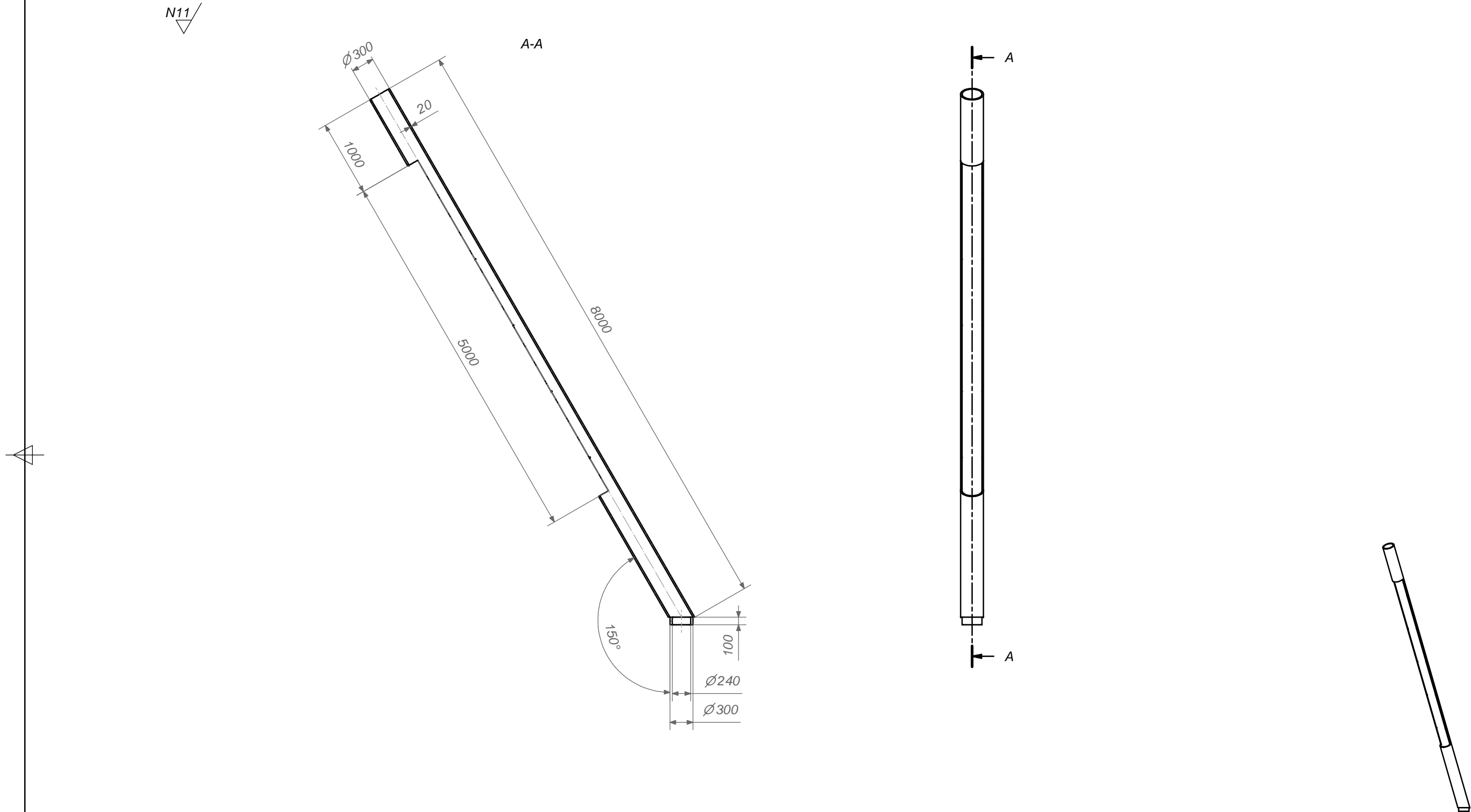


	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	SOPORTE A			Plano nº 1.01.01
1:50				Curso: 2010/2011

N11



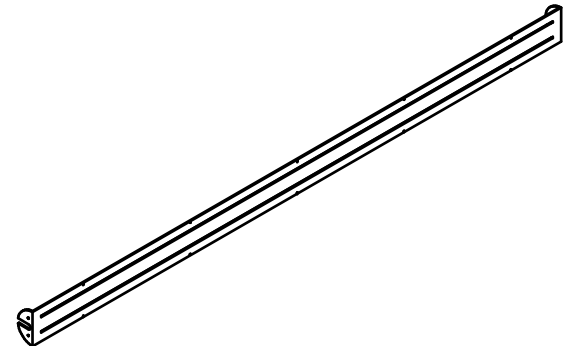
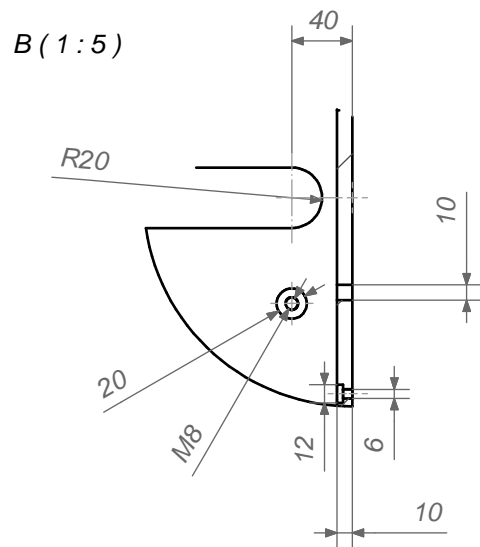
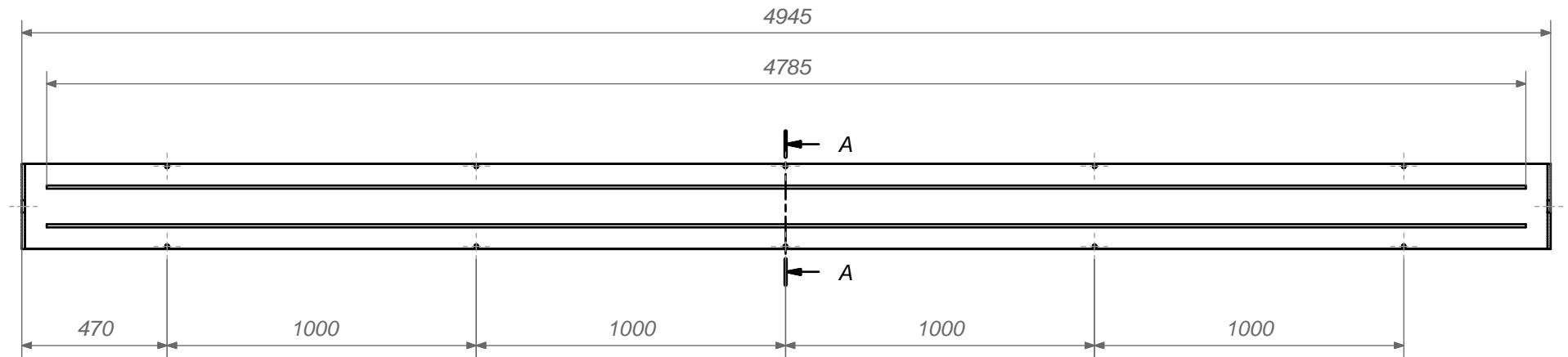
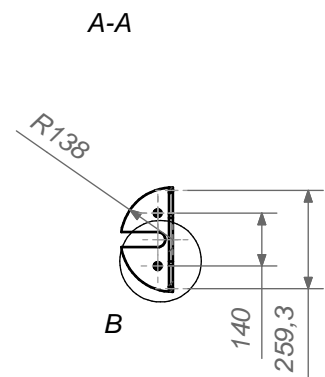
	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	SOPORTE B		Plano nº	1.01.02
1:50			Curso:	2010/2011



	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	SOPORTE C			Plano nº 1.01.03
1:50				Curso: 2010/2011

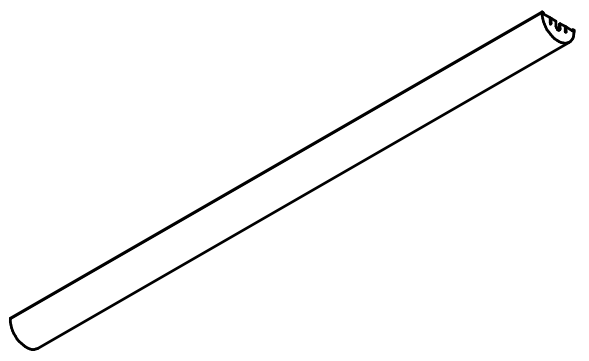
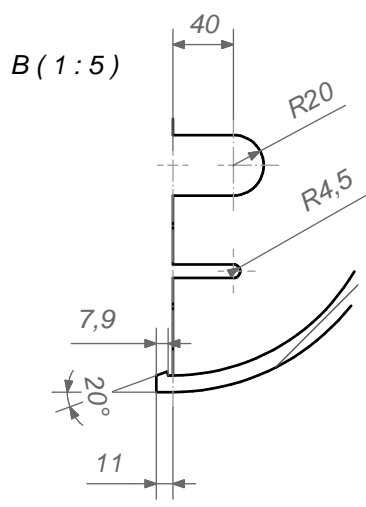
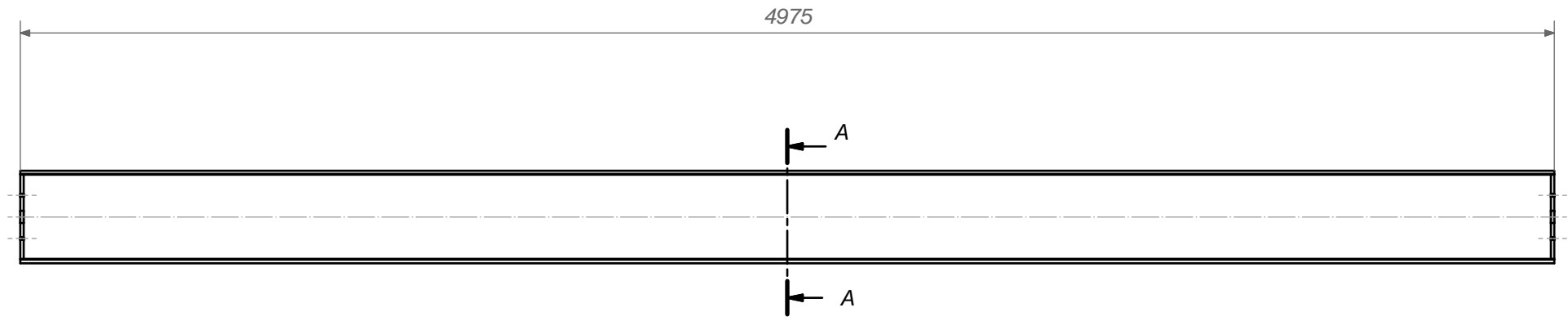
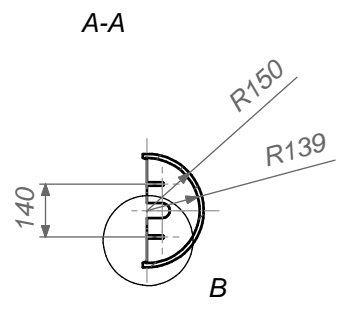


N9

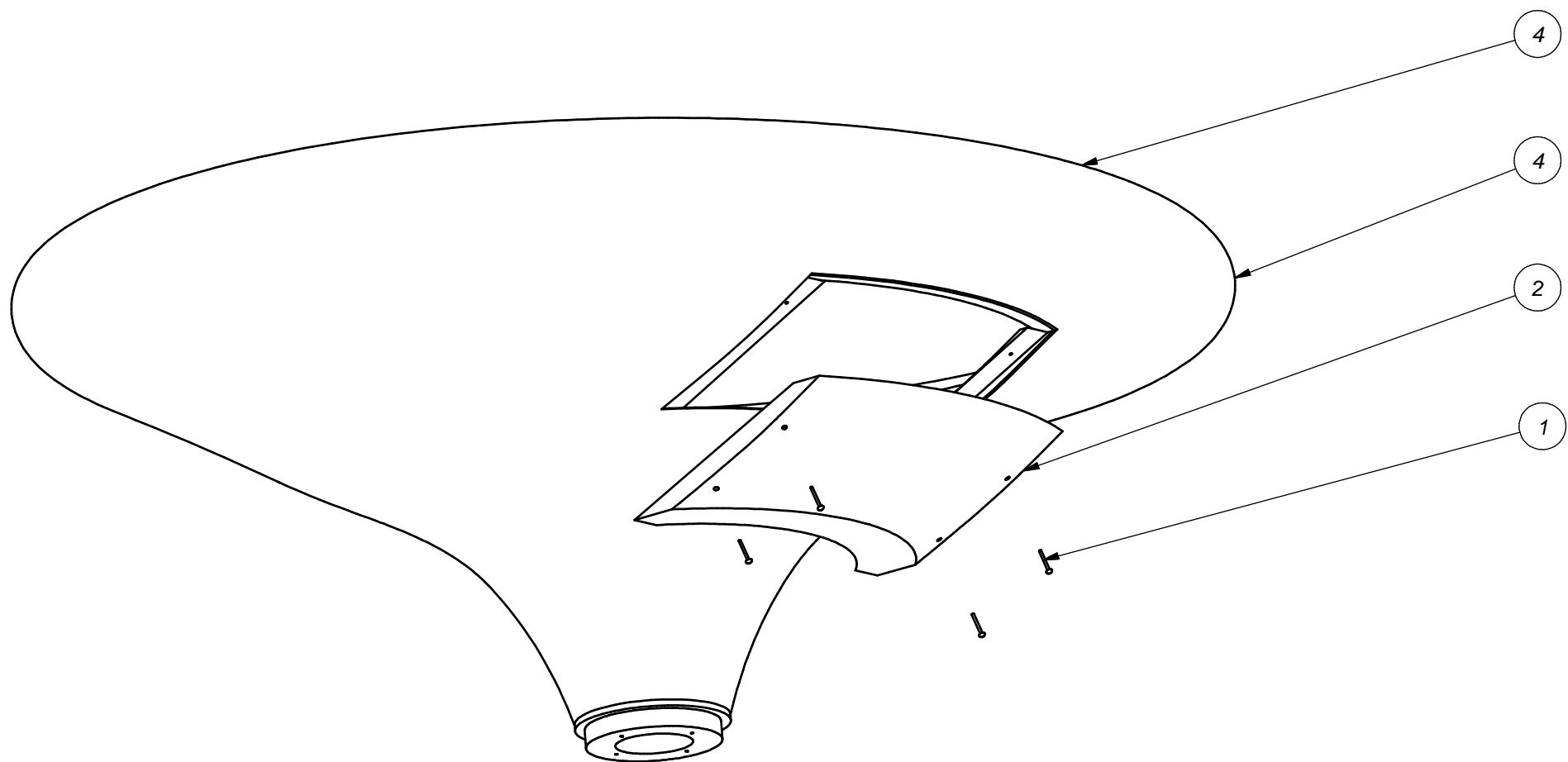


	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	PIEZA ENGANCHE		Plano nº	1.01.05
1:20			Curso:	2010/2011

N9



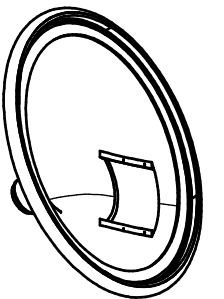
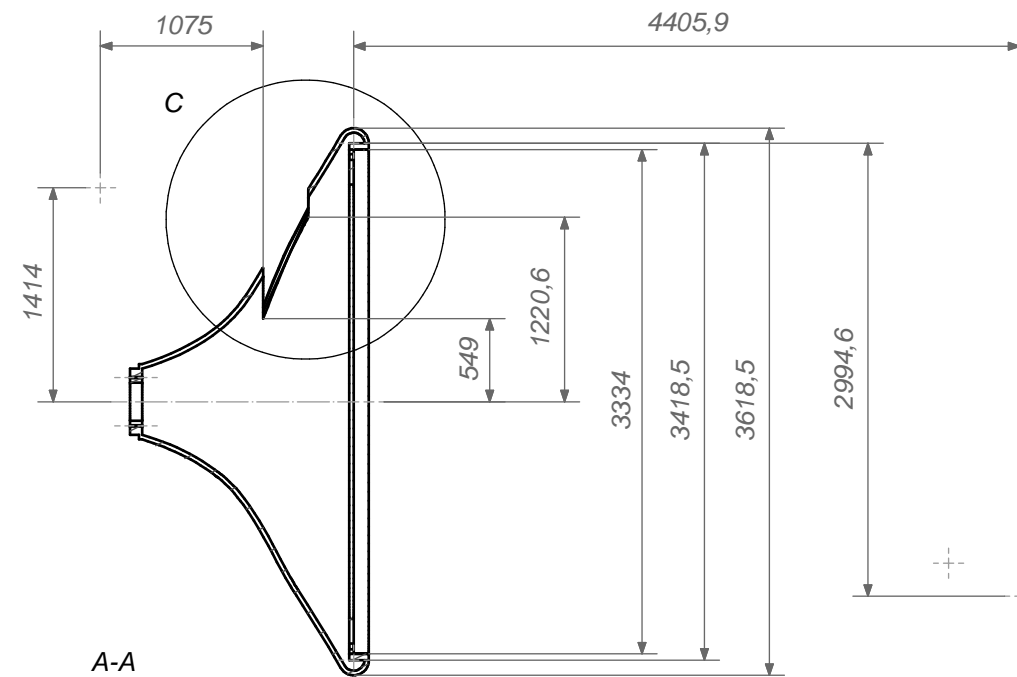
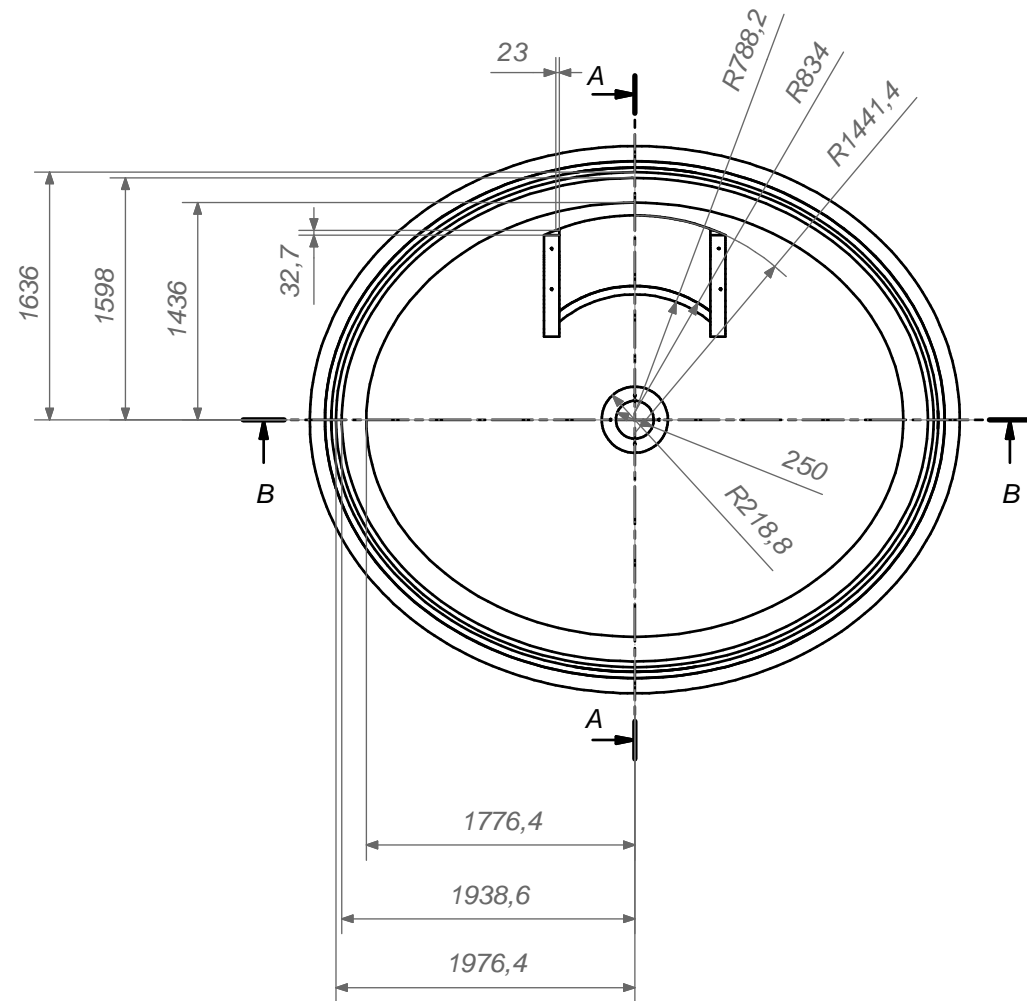
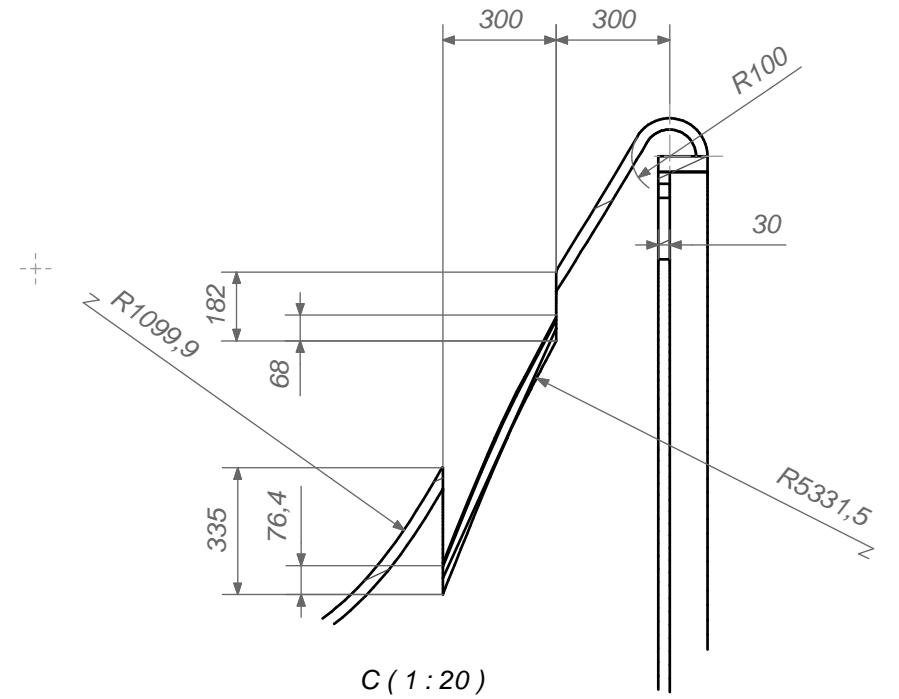
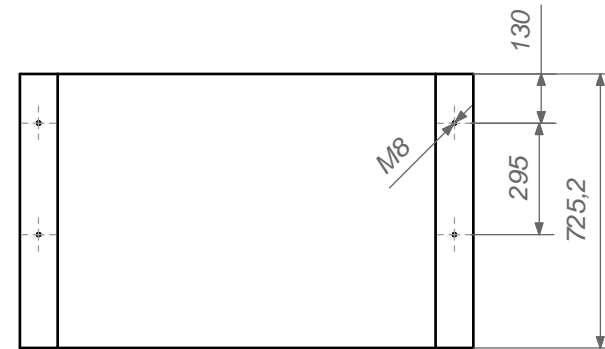
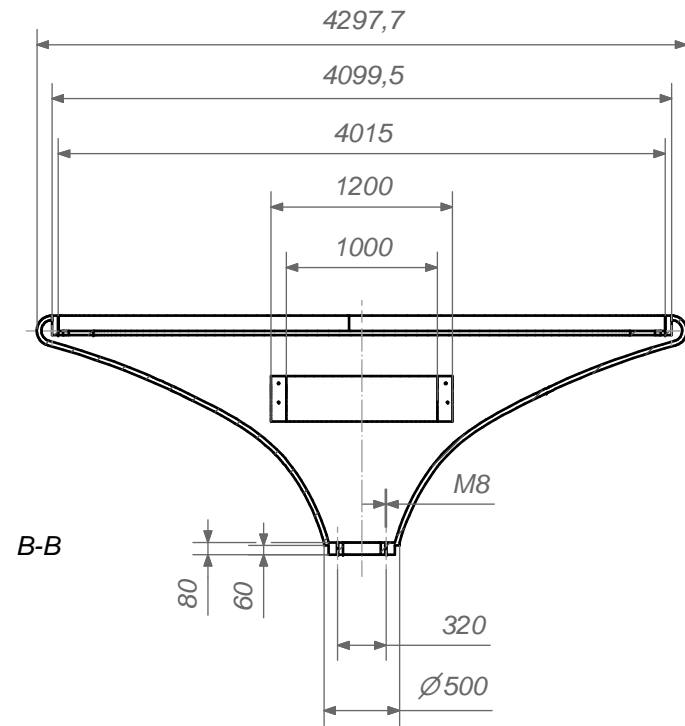
	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	CIERRE LUMINARIA		Plano nº	1.01.06
1:20			Curso:	2010/2011



Todas las tolerancias no indicadas son  $\pm 0,01$

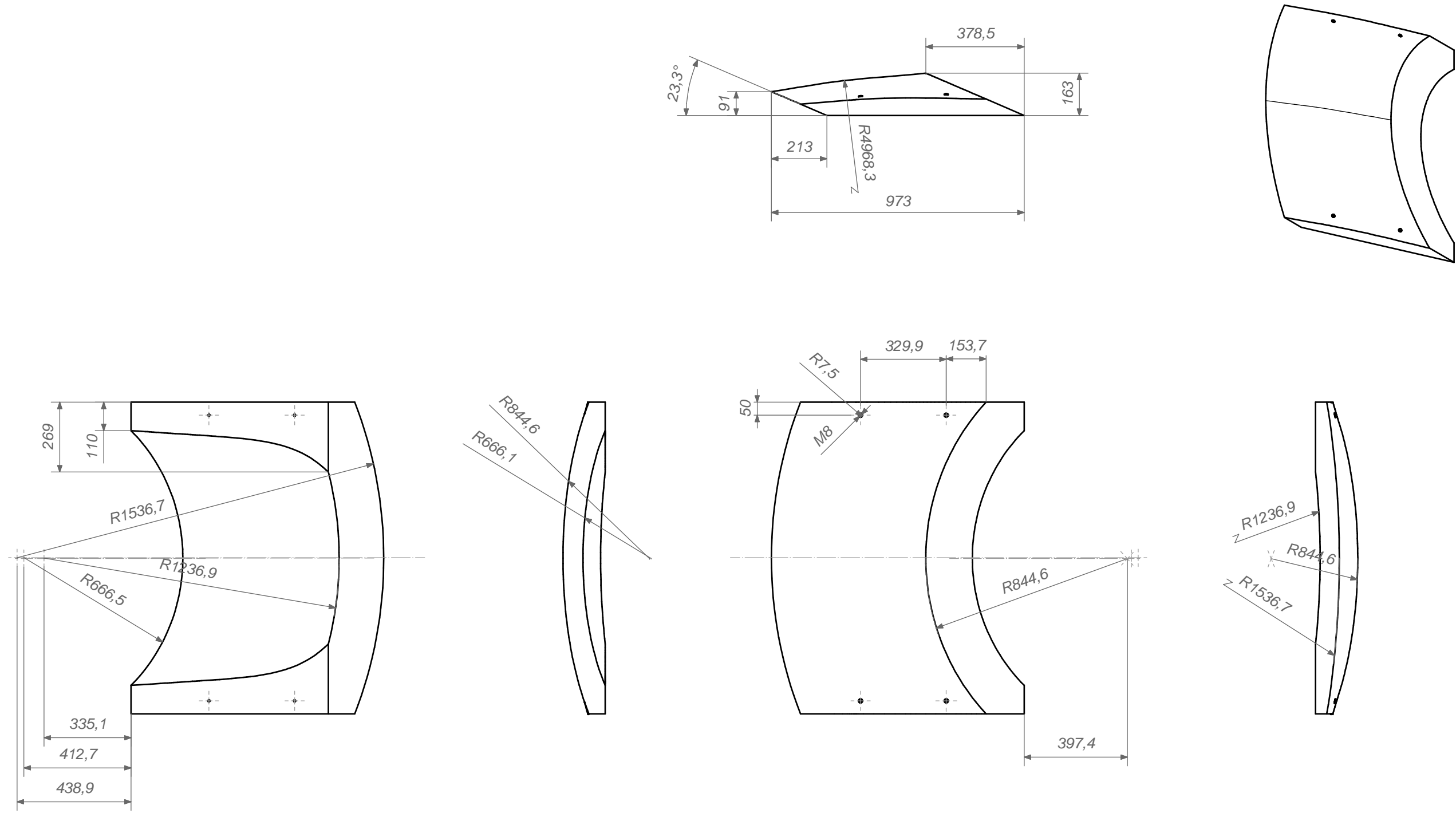
4	1	Panel Solar	Comercial
3	1	Cuerpo	PRFV
2	1	Tapa	PRFV
1	4	4762 M8x8	Comercial
MARCA	Nº PIEZAS	DESIGNACIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández	
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez	
Escala:	SUBCONJUNTO II		Plano nº
1:20			1.02.00
			Curso:
			2010/2011

N11

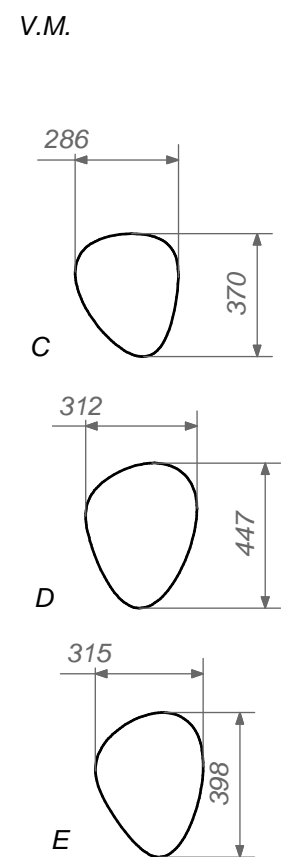


	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	CUERPO		Plano nº	1.02.01
1:50			Curso:	2010/2011

N11

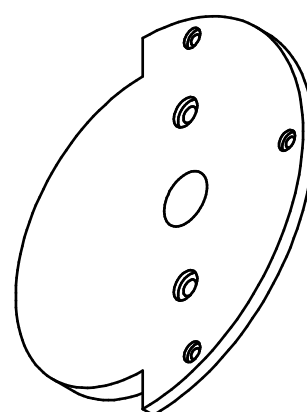
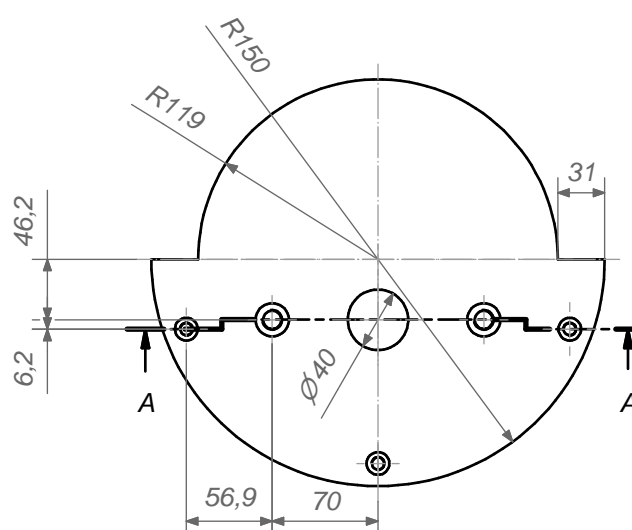
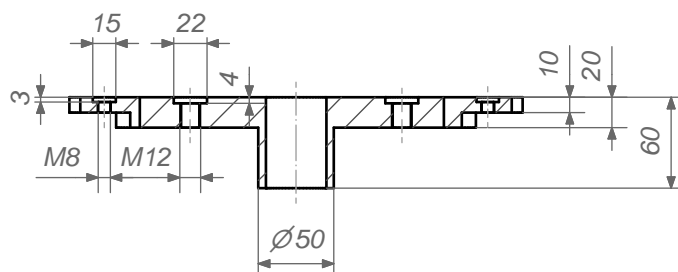


	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:  1:10	TAPA		Plano nº  1.02.02	
			Curso:  2010/2011	

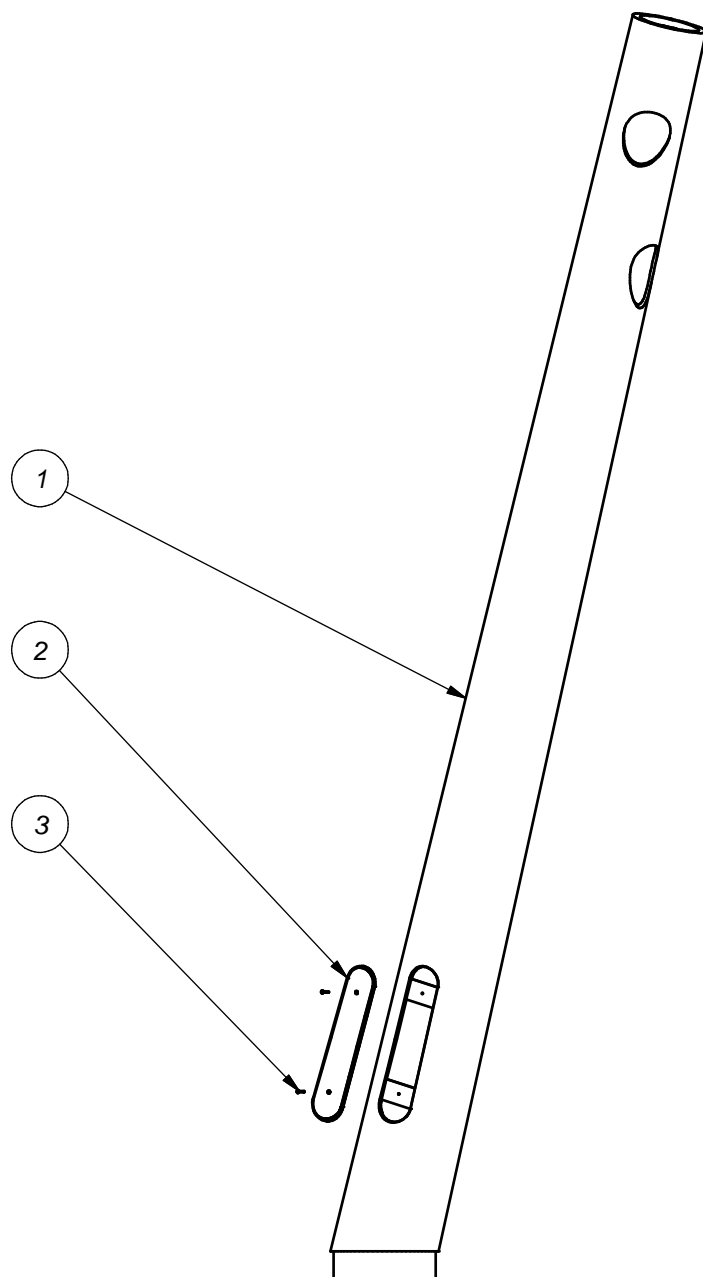


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

A-A



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



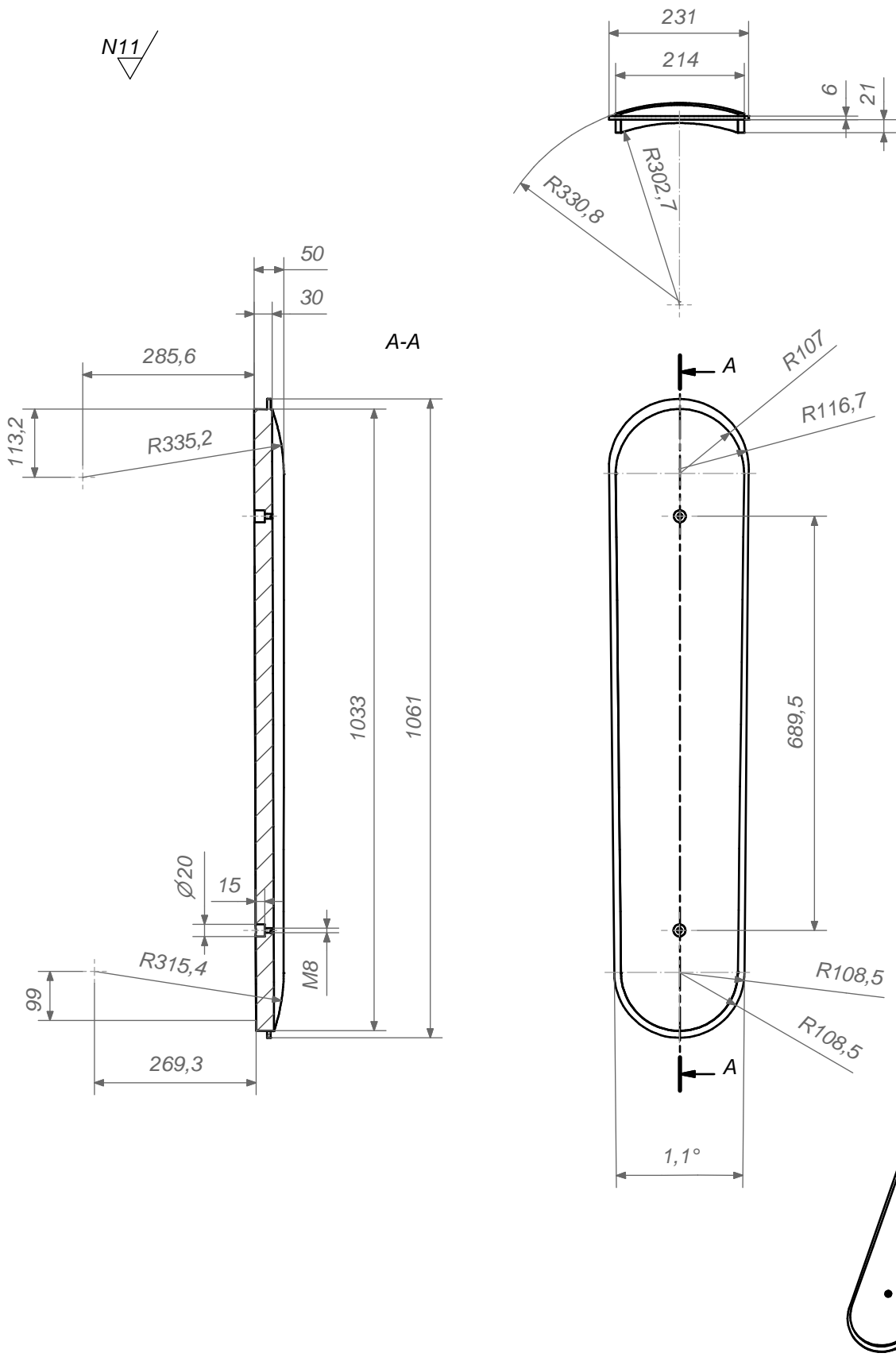
Todas las tolerancias no indicadas son  $\pm 0,01$

3	2	4762 M8x8	Comercial
2	1	Portezuela	PRFV
1	1	Columna	PRFV
MARCA	Nº PIEZAS	DESIGNACIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández	
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez	
Escala: 1:50	SUBCONJUNTO III		Plano nº 1.03.00
			Curso: 2010/2011

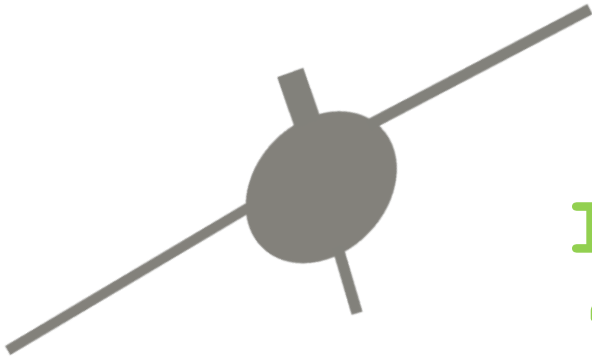


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



	Fecha	Nombre	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ZARAGOZA	
Dibujado	01/05/11	Sonia López Fernández		
Comprobado	15/09/11	Eduardo Manchado Pérez		
Escala:	TAPA INTERIOR			Plano nº
1:10				1.03.02
				Curso:
				2010/2011



PROYECTO FINAL DE CARRERA

# ILUMINACIÓN URBANA SOSTENIBLE

---

## SUNSET

Autora:  
López Fernández, Sonia

Especialidad:  
Ingeniería Técnica  
de Diseño Industrial

Tutor:  
Manchado Pérez, Eduardo

Convocatoria:  
Septiembre 2011



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA

VOLUMEN IV. [ANEXO]

## VOLUMEN IV. ANEXO

### 1 DISEÑO CONCEPTUAL

#### 1.1. Establecimiento objetivos

- 1.1.1. Expectativas del diseñador
- 1.1.2. Expectativas de los operarios encargados de su fabricación
- 1.1.3. Expectativas de los operarios encargados de la instalación
- 1.1.4. Expectativas de los operarios de mantenimiento y sustitución
- 1.1.5. Expectativas de los usuarios
- 1.1.6. Listado de objetivos repetidos

#### 1.2. Análisis objetivos

- 1.2.1. Objetivos generales
  - A. RESISTENCIA
  - B. SEGURIDAD
  - C. ESTÉTICA
  - D. FUNCIONAMIENTO
  - E. MANTENIMIENTO
  - F. FABRICACIÓN
  - G. INSTALACIÓN

#### 1.3. Establecimiento especificaciones y restricciones

- 1.3.1. Especificaciones y restricciones

#### 1.4. Análisis de soluciones

- 1.4.1. Análisis funcional
- 1.4.2. Energía solar
- 1.4.3. Transformar energía en electricidad
- 1.4.4. Acumular electricidad
- 1.4.5. Controlar uso de batería
- 1.4.6. Controlar paso de electricidad
- 1.4.7. Detectar el nivel de luminosidad exterior
- 1.4.8. Anclarse al suelo
- 1.4.9. Ser registrable
- 1.4.10. Material del tronco
- 1.4.11. Reducir ruido
- 1.4.12. Proteger el interior
- 1.4.13. Luminaria
- 1.4.14. Forma mástil
- 1.4.15. Garantizar seguridad para los usuarios
- 1.4.16. Que ilumine con los lúmenes recomendados

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

La relación causa-efecto es necesaria para un desarrollo del análisis de un **problema**, ya que aparece una necesidad a través de los deseos y expectativas y con ella un problema para solventarlo. Una vez que sabemos cuál es el problema y lo tenemos bien definido, se realiza un estudio de investigación en **busca de información** referida a los aspectos o características más importantes (como pueden ser antecedentes, materiales, aerogeneradores, teoría de la energía eléctrica...)

## 1.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Basándonos en los posibles grupos de “afectados” (entendiendo como afectados a todas las personas a las que el producto va a implicar): el propio **diseñador**, **operarios encargados en la fabricación**, **operarios encargados de la obra** (emplazamiento, instalación y montaje), **operarios de mantenimiento y sustitución**, y finalmente los **usuarios**.

Estas expectativas deben marcar o centrar los posibles problemas o soluciones que se deben tener en cuenta para encaminar el proyecto diferenciándolos en objetivos **esenciales o principales** (propuestos por el diseñador, si el producto no cumple alguno de ellos se rechaza) o **deseos o secundarios** (no son indispensables pero si se cumple, se da un valor añadido).

### 1.1.1. EXPECTATIVAS DEL DISEÑADOR

1. Ser lo más eficiente posible. **Esencial**
2. Ser innovador. **Esencial**
3. El sistema de obtención de energía solar debe estar lo más integrado posible con el resto del elemento. **Esencial**
4. Que tenga una estética agradable. **Esencial**
5. Que se integre con el entorno. **Deseo**
6. Divisible en módulos. **Deseo**
7. Resistente a posibles actos vandálicos. **Esencial**
8. Que los materiales sean lo más ecológicos posibles. **Deseo**
9. Ser duradero. **Esencial**
10. Que cumpla con la normativa. **Esencial**
11. Que sea hermético. **Esencial**
12. Que sea lo más barato posible. **Deseo**
13. Que sea estable. **Esencial**
14. Que proteja los elementos eléctricos de su interior. **Esencial**
15. Que el producto sea sostenible. **Esencial**
16. Que tenga unas dimensiones adecuadas. **Esencial**
17. Que sea seguro. **Esencial**
18. Resistente a las condiciones meteorológicas. **Esencial**
19. Que acumule la máxima energía posible. **Deseo**
20. Que permita una alimentación dual. **Esencial**

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.1.2. EXPECTATIVAS DE LOS OPERARIOS ENCARGADOS DE SU FABRICACIÓN

- 21. *Que se componga por el menor número de piezas.* **Deseo**
- 22. *Nº de herramientas utilizadas sea el menor posible.* **Deseo**
- 23. *La fabricación el menor número de procesos.* **Deseo**
- 24. *Que tarde poco tiempo en fabricarse.* **Esencial**
- 25. *Divisible en módulos.* **Esencial**
- 26. *Que sea fácil de transportar.* **Deseo**

## 1.1.3. EXPECTATIVAS DE LOS OPERARIOS ENCARGADOS DE LA INSTALACIÓN

- 27. *Menor número de piezas posibles.* **Deseo**
- 28. *Componentes o piezas estandarizados.* **Esencial**
- 29. *Nº de herramientas utilizadas el menor posible.* **Deseo**
- 30. *Que tarde poco en instalarse.* **Deseo**
- 31. *Que sea fácil de instalar.* **Esencial**
- 32. *Que sea fácil de transportar.* **Deseo**
- 33. *Que sea lo más ligero posible.* **Esencial**
- 34. *Divisible en módulos.* **Esencial**

## 1.1.4. EXPECTATIVAS DE LOS OPERARIOS DE MANTENIMIENTO

- 35. *Seguro de manipular.* **Esencial**
- 36. *Mantenimiento fácil y sencillo.* **Esencial**
- 37. *Compuesto por el menor nº de piezas posibles.* **Deseo**
- 38. *Nº de herramientas utilizadas sea el menor posible.* **Deseo**
- 39. *Frecuencia de mantenimiento sea la menor posible.* **Esencial**
- 40. *Accesibilidad para el mantenimiento sea la mejor.* **Esencial**
- 41. *Que las piezas sean duraderas.* **Deseo**

## 1.1.5. EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS

- 42. *Que sea seguro para el usuario.* **Esencial**
- 43. *Que sea lo más barato posible.* **Deseo**
- 44. *Integrado con el entorno que le rodea.* **Deseo**
- 45. *Poco ruidoso.* **Deseo**
- 46. *Que no se deteriore con el paso del tiempo.* **Deseo**
- 47. *Eficiente.* **Deseo**
- 48. *Que alumbré lo máximo posible.* **Esencial**
- 49. *Que acumule la máxima energía posible.* **Esencial**
- 50. *Que se encienda solo cuando sea necesario.* **Esencial**

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.1.6. LISTADO DE OBJETIVOS REPETIDOS

- Divisible en módulos (6) **Es un objetivo repetido del 34. Se ha eliminado ya que prevalece el objetivo considerado esencial sobre el secundario en caso de repetición.**
- Divisible en módulos (25) **Objetivo repetido del 34. Se ha eliminado ya que está más vinculado a la instalación que a la fabricación.**
- Que sea fácil de transportar (26) **Objetivo repetido del 32. Este objetivo es más propio de incluirlo en la instalación que en la fabricación.**
- Menor número de piezas posibles (27) **Repetido del 21. Se suprime ya que hace referencia a la misma expectativa.**
- El nº de herramientas diferentes utilizadas debe ser el menor posible (29) **Objetivo repetido del 22.**
- Seguro de manipular (35) **Repetido del 17. El objetivo que se encuentra en las expectativas del diseñador hace referencia a la seguridad en la instalación y fabricación.**

- Que esté compuesto por el menor nº de piezas posibles (37) **Repetido del 21.**
- Que el nº de herramientas diferentes utilizadas sea el menor posible (38) **Repetido del 22. Objetivo propio de la instalación.**
- Que las piezas de las que se compone sean duraderas (41) **Objetivo repetido del 9.**
- Que sea lo más barato posible (43) **Repetido del 12. El objetivo ya se encuentra incluido en las expectativas del diseñador.**
- Integrado con el entorno que le rodea (44) **Repetido del 5. Suprimido ya que está incluido en las expectativas del diseñador.**
- Que no se deteriore con el paso del tiempo (46) **Repetido del 9. Hace mención a la durabilidad.**
- Eficiente (47) **Repetido del 1.**
- Que acumule la máxima energía posible (19) **Repetido del 49. Se suprime el deseo eligiendo el objetivo considerado esencial.**

## 2.2. ANÁLISIS DE OBJETIVOS

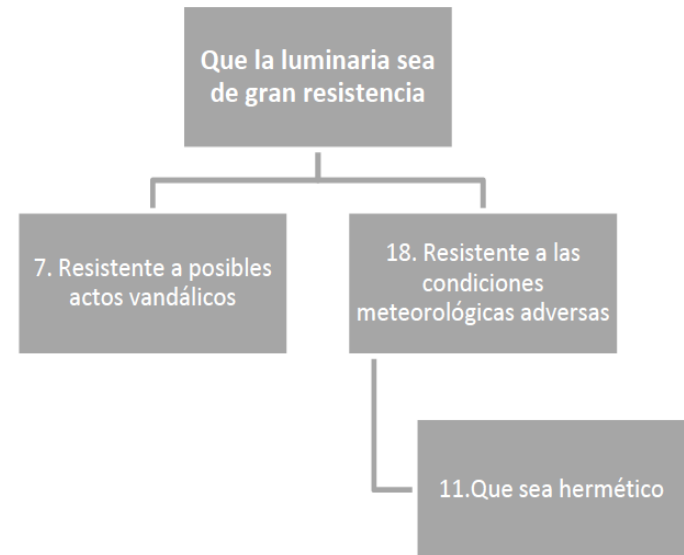
Una vez hecho el listado de objetivos se dividirán en objetivos generales (metas del promotor a alcanzar) y los demás, de forma jerárquica, en grupos según las características a las que refieran, organizándolo de abajo hacia arriba según su nivel de generalidad, siendo los específicos los que más bajo estén. Si existen objetivos de forma se han de transformar en objetivos de función.

### 2.2.1. OBJETIVOS GENERALES

- Que el producto aumente la calidad medioambiental y colabore en la concienciación de la sociedad
- Ser lo más eficiente posible
- Ser innovador
- El sistema de obtención de energía eólica debe estar lo más integrado posible con el resto del elemento.

## A. RESISTENCIA

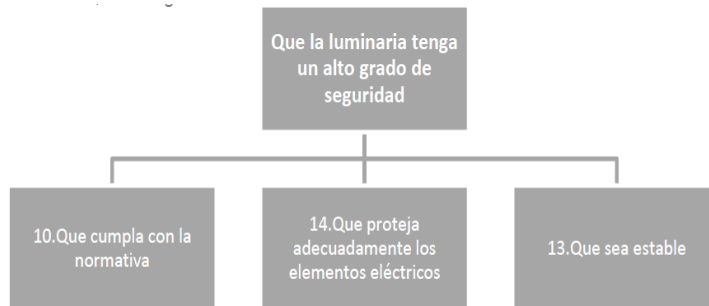
- 7. Resistente a posibles actos vandálicos
- 11. Que sea hermético
- 18. Resistente a las condiciones meteorológicas adversas



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

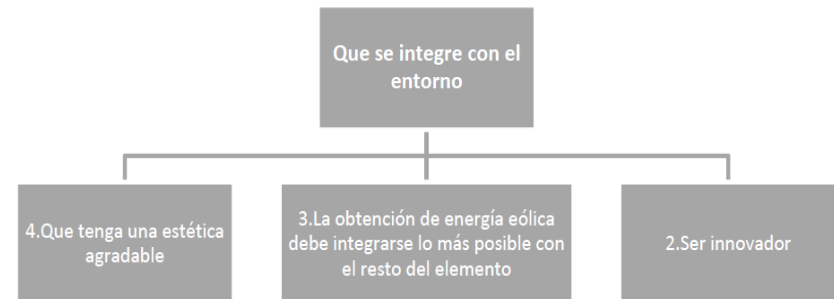
## B. SEGURIDAD

- 10. Que cumpla con la normativa
- 13. Que sea estable
- 14. Que proteja adecuadamente los elementos eléctricos
- 17. Que sea seguro



## C. ESTÉTICA

- 2. Ser innovador
- 3. La obtención de energía eólica debe integrarse lo mayor posible con el resto del elemento
- 4. Que tenga una estética agradable
- 5. Que se integre con el entorno

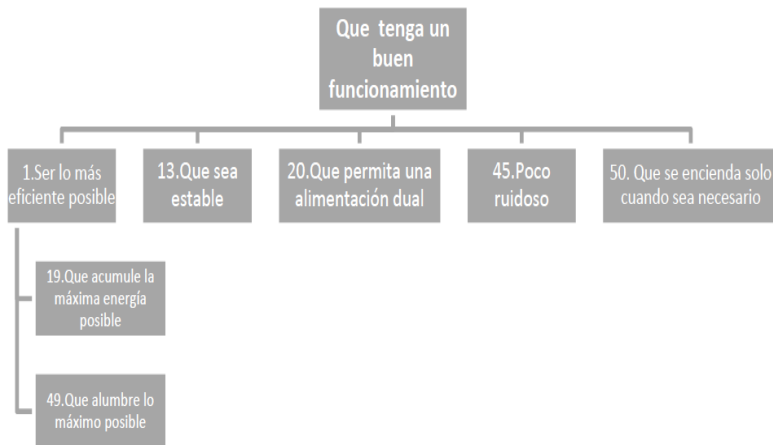




# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

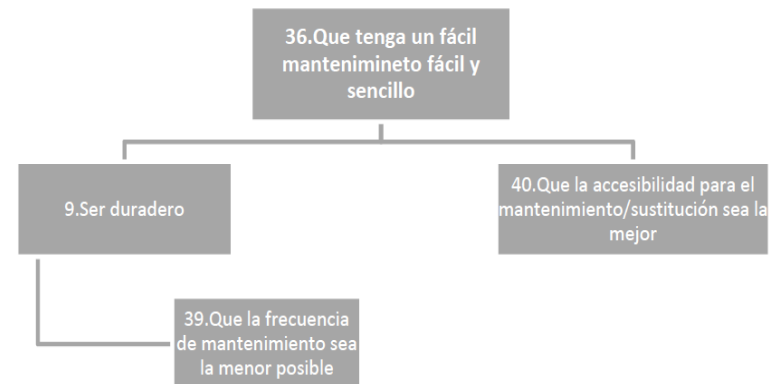
## D. FUNCIONAMIENTO

- 1.Ser lo más eficiente posible
- 13.Que sea estable
- 19.Que acumule energía
- 20.Que permita una alimentación dual (electricidad convencional-eólica)
- 45.Poco ruidoso
- 49.Que alumbre lo máximo posible



## E. MANTENIMIENTO

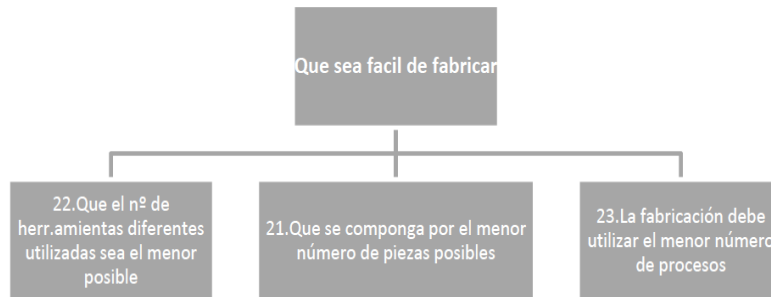
- 9.Ser duradero
- 36.Mantenimiento fácil y sencillo
- 39.Que la frecuencia de mantenimiento sea la menor posible
- 40.Que la accesibilidad para el mantenimiento/sustitución sea la mejor



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

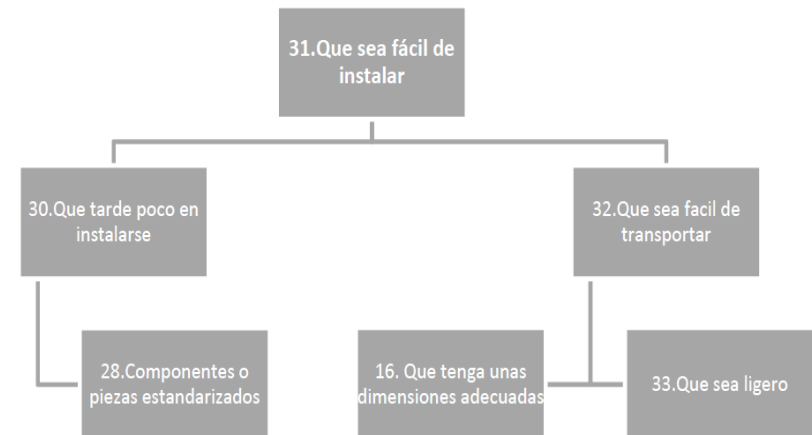
## F. FABRICACIÓN

- 21. Que se componga por el menor número de piezas posibles
- 22. Que el nº de herramientas diferentes utilizadas sea el menor posible
- 23. La fabricación debe utilizar el menor número de procesos
- 24. Que tarde poco tiempo en fabricarse- 50. Que se encienda cuando sea necesario



## G. INSTALACIÓN

- 16. Que tenga unas dimensiones adecuadas
- 28. Componentes o piezas estandarizados
- 30. Que tarde poco en instalarse
- 31. Que sea fácil de instalar
- 32. Que sea fácil de transportar
- 33. Que sea ligero



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.3. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DEL PROBLEMA

Ahora se fijarán los límites entre los cuales se empezarán a buscar las soluciones, éstos vendrán definidos por los objetivos transformados en **especificaciones** (objetivos escalables) y **restricciones**.

- Que el producto aumente la calidad medioambiental y colabore en la concienciación de la sociedad. META
- Ser lo más eficiente posible. META
- Ser innovador. META
- La obtención de energía eólica debe integrarse lo más posible con el resto del elemento. META

### 2.3.1. ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES

1. Que tenga una estética agradable.

**1' Valoración favorable de la estética del producto a juicio del diseñador.**

2. Que se integre con el entorno. **RESTRICCIÓN**

3. Resistente a posibles actos vandálicos.

**3' Lo más resistente posible a actos vandálicos.**

4. Que los materiales escogidos sean lo más ecológicos posibles.

**4' Que la mayoría de los materiales sean reciclables o su materia prima lo sea, cuantos más mejor.**

5. Ser duradero.

**5' En condiciones de uso normal la duración de los componentes no intercambiables será como mínimo de 10 años.**

6. Que cumpla con la normativa. **RESTRICCIÓN**

7. Que sea hermético.

**7' Que cumpla con el grado IP de hermeticidad.**

8. Que sea lo más barato posible.

**8' Precio adecuado y aceptable, cuanto más barato mejor.**

9. Que sea estable.

**9' El sistema de apoyo debe asegurar la estabilidad del elemento en los posibles puntos de ubicación y en condiciones meteorológicas adversas.**

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

10. Que proteja adecuadamente los elementos eléctricos que se encuentran en su interior.

**10' El interior de la luminaria debe ser suficientemente resistente para albergar aparatos eléctricos.**

11. Que tenga unas dimensiones adecuadas.

**11' Que sus dimensiones sean adecuadas para las condiciones en las que va a ser instalada**

12. Que sea seguro.

**12' Que cumpla la normativa de seguridad.**  
**RESTRICCIÓN**

13. Resistente a las condiciones meteorológicas adversas.

**13' Los materiales usados en contacto con el exterior sean lo más resistentes posibles a la corrosión.**

14. Que permita una alimentación dual (convencional-eólica).

**RESTRICCIÓN**

15. Que se componga por el menor número de piezas posibles.

16. Que el nº de herramientas diferentes utilizadas sea el menor posible.

17. La fabricación debe utilizar el menor número de procesos.

18. Que tarde poco tiempo en fabricarse.

**18' El tiempo de fabricación debe ser el menor posible.**

19. Componentes o piezas estandarizados.

**19' Que tenga el máximo número de componentes estandarizados posibles.**

20. Que tarde poco en instalarse.

**20' El tiempo de instalación debe ser el menor posible.**

21. Que sea fácil de instalar.

**21' Que el número de operaciones para su instalación sea el mínimo posible.**

22. Que sea fácil de transportar.

**22' Que requiera el menor número de recursos posibles (personal, vehículos especiales...)**

23. Que sea lo más ligero posible.

**23' Que los materiales elegidos como aptos sean lo menos pesados.**

24. Divisible en módulos. **RESTRICCIÓN**

25. Mantenimiento fácil y sencillo.

**25' Que el tiempo de sustitución sea el mínimo posible.**

26. Que la frecuencia de mantenimiento sea la menor posible.

**26' Que los componentes sean lo más duraderos posibles.**

27. Que la accesibilidad para el mantenimiento/sustitución sea la mejor.

**27' Que las dimensiones del espacio y colocación de los componentes susceptibles de ser sustituidos sea la mejor posible.**

28. Poco ruidoso.

**28' Que no supere los 50 db, considerados como molestos.**

29. Que alumbré lo máximo posible.

**29' Que ilumine como mínimo los lúmenes mínimos recomendados para cada una de las vías donde se encuentre.**

30. Que acumule la máxima energía posible.

**30' Que la batería tenga una autonomía mínima de 30 Ah.**

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.4. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Estudiando la información extraída hasta este punto y establecidos los objetivos de diseño, se buscarán distintas soluciones para cada uno de ellos y se aplicará un análisis funcional para establecer las funciones que realiza el producto. Primero se expresa la **función general** que cumple y a partir de ahí las **sub funciones menos** generales pero que ayudan a definir el problema.

Se ha tenido en cuenta que a la hora de elegir las **soluciones** para cada función se elegirá la que **mejor cumpla con los objetivos previamente establecidos**.

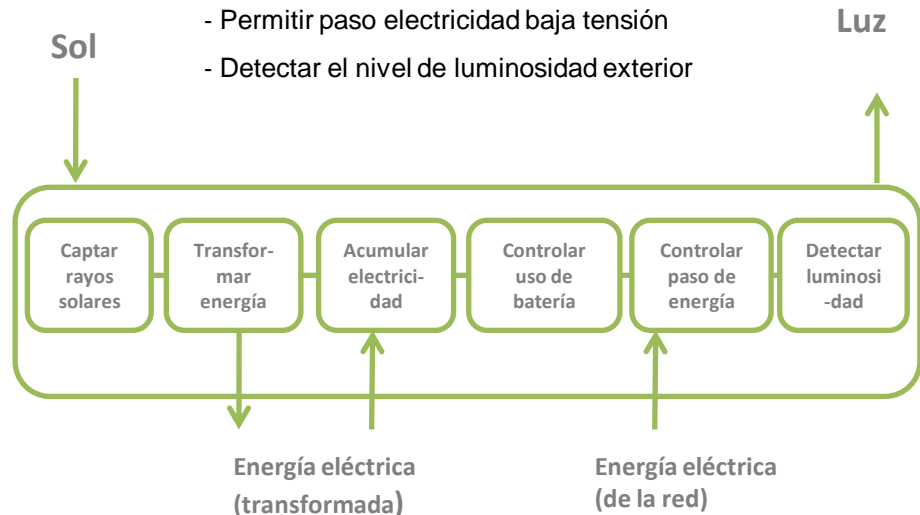
### 1.4.1. ANÁLISIS FUNCIONAL

**Función principal:** Iluminar.



### Sub funciones esenciales

- Captar los rayos solares
- Transformar energía en electricidad
- Acumular electricidad
- Controlar uso de energía
- Permitir paso electricidad baja tensión
- Detectar el nivel de luminosidad exterior



### Sub funciones no esenciales

- Anclarse en el suelo
- Ser registrable
- Reducir ruido
- Reflejar la luz
- Proteger el interior

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

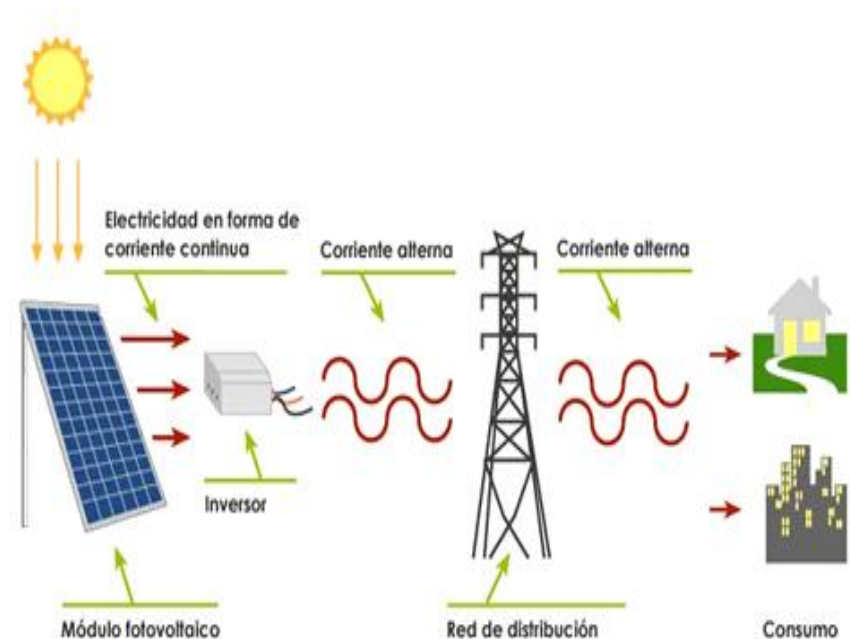
Vamos a **analizar las posibles soluciones** de cada uno de los puntos de interés que debemos resolver. Estos puntos de interés o decisión están relacionados directamente con las funciones y sub-funciones que provienen del estudio anterior, como estas funciones no definen por completo el producto, se incluirán algunas más (como por ejemplo partes). Algunos de esos puntos no dan opción a una serie de soluciones pero si a una única debido a que la información buscada la refleja como la mejor o una opción unívoca.

A la hora de **elegir las soluciones** para cada función, se ha tenido en cuenta el grado de cumplimiento de los objetivos, es decir, en el caso que existiesen diferentes soluciones para una función, se elegirá la que mejor cumpla con los objetivos previamente establecidos.

Las **alternativas** a cada una de las funciones serán descritas y analizadas en cada uno de los apartados explicando cual ha sido la mejor opción y el porqué de la elección. Por tanto, se irán desechando las soluciones menos aptas y nos quedaremos con la composición más óptima. Las distintas áreas a analizar son las siguientes:

## 1.4.2. PANELES SOLARES. FUNCIONAMIENTO

Indica la forma en la que la energía del sol va a ser captado.



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de la **energía solar** (fotones) y su transformación en **energía eléctrica** (electrones). Para dicha transformación se utilizan las conocidas placas o **paneles solares fotovoltaicos** que están constituidos por un conjunto de células solares conectadas entre si.

Los fotones, provenientes de la radiación solar, llegan a la superficie de las células y allí son absorbidos por materiales semiconductores. Los fotones impactan liberando electrones que circulan, produciendo así la electricidad.

Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados. Con el propósito de poder consumir la energía producida por el Sol durante cualquier momento del día o de la noche, la energía producida se acumula en baterías. Para regular la carga y descarga de las baterías es necesario un regulador de carga. Su función principal es evitar sobrecargas o descargas excesivas de la batería y que ésta trabaje en el punto de mejor rendimiento.

Cada tipo de panel fotovoltaico tiene unas características concretas, la elección dependerá de las condiciones donde va a ser instalado. A la hora de instalar este artefacto y dar una **orientación** en grados es fundamental tener en cuenta dos aspectos que se influyen mutuamente: uno de ellos es la **estación del año** y el otro la **latitud geográfica**.

- Gran autonomía de funcionamiento.
- No dependencia de acometidas eléctricas para llegar al punto de consumo.
- No dependencia del funcionamiento del suministro eléctrico convencional.
- Coste cero para la producción eléctrica.
- Iluminación por medio de energía limpia, barata e inagotable

Teniendo estas características en cuenta, hemos elegido el panel solar fotovoltaico:

**PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO MONOCRISTALINO  
175WP,24VCC [SUM-MM1752440]**



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.4.3. TRANSFORMAR ENERGÍA EN ELECTRICIDAD: INVERSOR

Para el proceso de transformación de energía en electricidad es necesario un aparato que se llama **inversor**, su función consiste en cambiar un voltaje de entrada de **corriente continua** a un voltaje simétrico de salida de **corriente alterna**, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Se utiliza en el caso de los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc, y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.

## 1.4.4. ACUMULAR LA ELECTRICIDAD: BATERIA

El aparato encargado de almacenar la energía es la **batería**. Existen dos tipos de baterías aptas para realizar las condiciones de trabajo a las que van a ser expuestas: son la AGM (Absorbent Glass Mat) y la GEL.

- En la **AGM**, el electrolito (líquido conductor de energía) se absorbe por capilaridad hacia las placas, por esto resultan más adecuadas para suministrar corrientes muy elevadas durante períodos cortos (son idóneas para arranque) que las baterías de Gel.

- De otra forma en las **GEL**, el electrolito se inmoviliza en forma de gel lo que dan una mayor duración de vida y una mejor capacidad de ciclos que las baterías AGM.

Debido a estos aspectos generales **la mejor opción es la GEL a raíz de nuestras necesidades** puesto que se necesita una batería de larga duración y soporte cargas y descargas largas.

## 1.4.5. CONTROLAR EL USO DE LA BATERIA: REGULADOR

Esta tarea corresponde a un **regulador** o controlador de carga o batería. Su **tarea principal es proteger la batería de una posible sobrecarga** o calentamiento debido al exceso de entrada de energía. Lo que hace el controlador es interrumpir la entrada de electricidad cuando la capacidad está al máximo y derivarla a la red principal o disiparla en forma de calor. También realiza una función protectora de las posibles subidas de tensión o picos originados de una carga prematura y rápida después de una inactividad prolongada. Su uso general es el de gestionar el uso de la energía acumulada de una forma eficiente.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.4.6. CONTROLAR EL PASO DE LA ELECTRICIDAD: CONMUTADOR

Debido a que el sistema no actúa solo de forma autónoma, sino conectado a la red de baja tensión también, es preciso el uso de un **conmutador** que **gestione el uso de electricidad**. El conmutador detecta si la batería dispone de suficiente energía o no, en el caso que si la tenga, la luminaria será alimentada por esta fuente, no permitiendo el uso de electricidad proveniente de la BT (baja tensión).

En caso contrario, que no se disponga de energía almacenada, la electricidad de BT será la que alimente el sistema hasta que las condiciones del viento permitan un nuevo uso de la batería

## 1.4.7. DETECTAR EL NIVEL DE LUMINOSIDAD EXTERIOR. CÉLULA FOTOELÉCTRICA

Una **célula fotoeléctrica** o sensor crepuscular es necesario para un uso eficiente de la energía. La célula **reconoce la entrada de luz abriendo el circuito** hasta que ese nivel de luminosidad no llega (empieza a oscurecer) que es cuando cierra el circuito y por tanto se produce el paso de electricidad. Ese nivel de luminosidad límite viene preestablecido dependiendo de las necesidades (horas de luz, estación del año, nivel de radiación) o se puede establecer.

## 1.4.8. ANCLARSE AL SUELO

Las dos formas de posicionamiento en el suelo más comunes son: mediante placa de **anclaje y pernos** o mediante **cimentación**. La elección de la mejor forma de anclaje dependerá del material en el que esté fabricado el báculo. Si es metálico será un anclaje con placa y perno y si es de otro material, por ejemplo un compuesto, será de cimentación.

La norma UNE-EN 40-2 establece los parámetros necesarios para resolver el anclaje en el caso de ser metálico.

## 1.4.9. SER REGISTRABLE

Según la norma UNE-EN 40-2 y la Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión: ITC-BT-09 “Instalaciones de alumbrado exterior”: Los soportes que lo requieran, deberán **poseer una abertura** de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra:

La forma de la puerta dependerá de la forma del poste, siempre ajustándose a la normativa que establece las dimensiones proporcionadas óptimas.

## 1.4.10. MATERIAL DEL TRONCO

Para la elección del material hay que tener en cuenta diversos factores como son las condiciones climáticas y atmosféricas en las que se va a dar el producto, el coste, las propiedades mecánicas y la facilidad de reciclaje. Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación.

En el campo los mástiles de luminarias podemos observar que a lo largo de su historia se han empleado diversos materiales, desde los más comunes como la fundición de aluminio y acero galvanizado hasta los más novedosos como la fibra de vidrio, la resina de poliéster y en general materiales plásticos. Una comparativa para analizar el material más idóneo es necesaria para este proyecto:

- Ambientes industriales y urbanos: En esta clasificación de exposición atmosférica están comprendidas las emisiones industriales, tales como gases sulfurosos, neblinas y vapores corrosivos que se liberan inadvertidamente de las plantas químicas, refinerías y plantas de procesamiento similares.

Las condiciones de corrosión más agresivas pueden esperarse que ocurran en áreas de actividad industrial intensa donde los compuestos de azufre se combinan con la humedad del aire.

- Ambientes rurales: Son relativamente benignos, particularmente si las exposiciones se encuentran lejos de las costas y de las actividades industriales y urbanas. En las atmósferas, rurales o suburbanas, la corrosión es relativamente lenta. A tener en cuenta la completa exposición a la luz solar y a las temperaturas extremas.

- Ambientes cercanos a la costa: Los ambientes marinos están influenciados por la proximidad del litoral, topografía costera y vientos que prevalezcan. En el aire marino, los cloruros de la niebla de mar reaccionan con la película normalmente protectora. Estas sales pueden eliminarse de la superficie con la lluvia o la neblina, y dejar expuesta una superficie despejada que reaccione más adelante. Bajo algunas condiciones, la velocidad de corrosión podría acelerarse por la arena que sopla el viento, que puede extraer la película protectora de la superficie expuesta.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## Tipos de Materiales

### A. EL ACERO GALVANIZADO

Es un producto que combina las características de resistencia mecánica del Acero y la resistencia a la corrosión generada por el Zinc, sus **propiedades** y ventajas son:

- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la corrosión
- Duración excepcional
- Resistencia mecánica elevada
- Protección integral de las piezas (interior y exteriormente)
- Triple protección: barrera física (aislamiento al medio), protección electroquímica (el zinc se comporta como parte anódica de la corrosión) y auto curado (el zinc logra tapar aquellas discontinuidades)
- Ausencia de mantenimiento
- Fácil de pintar



En resumen el galvanizado aporta protección contra la corrosión atmosférica, que responde a las condiciones climáticas del lugar en la que la pieza de acero se encuentre ubicada, así como también contra los agentes contaminantes como el óxido de azufre y los cloruros típicos de las zonas cercanas a la costa. Otra de las protecciones que brinda el galvanizado guarda relación con el agua, tanto dulce, como de mar.

El acero galvanizado se puede reciclar completamente sin perder ninguna de sus propiedades físicas y químicas. Actualmente el 30% se obtiene del reciclado y el 70 % restante se origina en cuerpos mineralizados extraídos de minas. El nivel de reciclaje esta aumentado a la par con el progreso en la tecnología de producción. Hoy en día se recicla más del 90% del acero utilizado a partir de la chatarra.

## B. LA RESINA DE POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO (P.R.F.V)

Es un material compuesto, constituido por una estructura resistente de fibra de vidrio y un material plástico que actúa como aglomerante de las mismas. El refuerzo de fibra de vidrio, provee al compuesto resistencia mecánica, estabilidad dimensional, y resistencia al calor. La resina plástica aporta resistencia química dieléctrica y comportamiento a la intemperie.

Cuando el vidrio se convierte en finas fibras, su tensión de rotura a la tracción, aumenta considerablemente. Se fabrican diferentes tipos de refuerzo de fibra de vidrio, según las necesidades, en cuanto al diseño y al proceso de transformación a emplear.

Las resinas más comunes son los poliésteres. Resultan de combinar ácido polibásico (saturados o insaturados) con glicoles. De los distintos compuestos usados y de las diferentes proporciones entre ellas, surgen diversos tipos de resinas. Son sólidas y para conferirle sus propiedades de polimerización, se deben disolver en un monómero (generalmente estírenos), obteniéndose un líquido espeso.

En cuanto a sus **propiedades**:

- El plástico reforzado es un material flexible pero a su vez, muy resistente mecánicamente.
- Sometido a un esfuerzo de tracción, se deforma proporcionalmente antes de romperse.
- Su peso facilita y economiza la instalación con propiedades termo mecánicas semejantes a los metales.
- El PRFV resiste perfectamente la corrosión de las condiciones más agresivas y al ser un material dieléctrico está excluido de los casos de corrosión electroquímica, además no es transmisora de la electricidad, y no necesita mantenimiento alguno.
- Su precio final es menor que el de muchos metales convencionales.

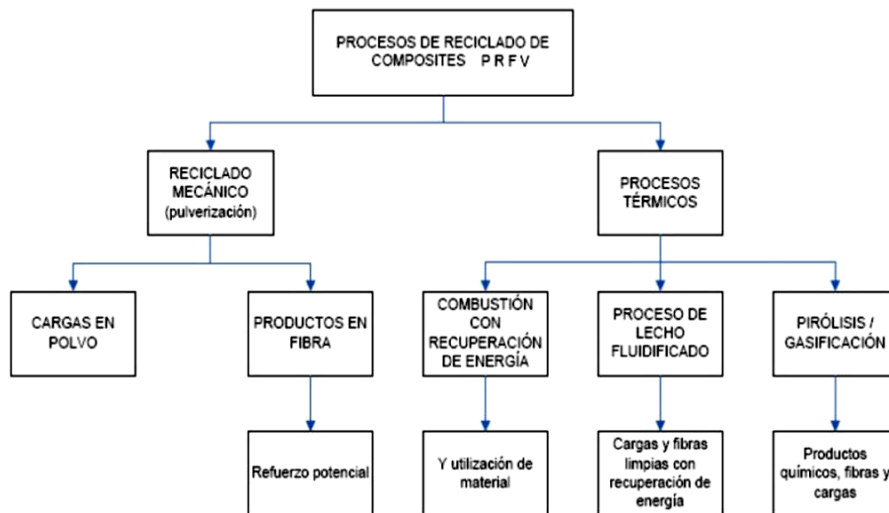
El PRFV está registrado como un material apto para la fabricación de columnas teniendo en cuenta la UNE-EN 40-7 que trata sobre los requisitos mínimos que debe cumplir el PRFV.



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

El PRFV está registrado como un material apto para la fabricación de columnas teniendo en cuenta la UNE-EN 40-7 que trata sobre los requisitos mínimos que debe cumplir el PRFV.

En cuanto al reciclaje de PRFV, existen dos vertientes: reciclado mecánico y procesos térmicos. Las técnicas de reciclado mecánico se utilizan para reducir el tamaño del material de residuo en polvo o fibras recicladas, que posteriormente puedan ser utilizadas como materia prima.



Por otro lado, las técnicas térmicas necesitan de calor para la descomposición del composite. Pueden ser quemados con éxito para la obtención de energía, por ejemplo al ser mezclados con residuos sólidos ya que el composite tiene un poder calorífico similar al carbón el cual puede ser usado para la tarea de refuerzo en el cemento.

De momento el proceso de lecho de arena fluidizado con aire caliente es el más idóneo para tratar este material, ya que mediante este proceso se separan las distintas partes del PRFV y se obtiene un reciclado de fibra de alta calidad limpio.

Este compuesto reciclado tiene muy buenas propiedades, semejantes a su primario teniendo un alto potencial para el uso de operaciones en las que se usen fibras cortas. La mayor ventaja es que permite una utilización de mezclas entre materiales primarios y secundarios.

## C. LA FUNDICIÓN DE ALUMINIO

Consiste fundamentalmente en llenar un molde con la cantidad de metal fundido requerido por las dimensiones de la pieza a fundir, para que después de la solidificación, obtener la pieza que tiene el tamaño y la forma del molde.

Entre las **características** físicas destacan las siguientes:

- Es uno de los metales más ligeros que existen.
- Buen conductor del calor y de la electricidad lo que puede ser un problema.
- Resistente a la corrosión debido a su elevado estado de oxidación. Se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de óxido de aluminio (Alúmina  $Al_2O_3$ ) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad.
- Material fácil y barato de reciclar además de ser abundante en la naturaleza.
- Muy maleable, dúctil y fácil de mecanizar.

- Altamente reciclable. El metal reciclado requiere un bajo porcentaje de la energía necesaria para producir el metal nuevo. Mezclar metal reciclado con un nuevo metal permite ahorrar energía considerablemente así como el uso eficiente del calor procesado. No hay diferencia entre el metal primario y el metal reciclado en términos de calidad y propiedades.



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

La producción de aluminio reciclado consume sólo un 5% de la energía necesaria para la producción de la industria primaria. Esto significa, que aprovechando los recursos metálicos secundarios disponibles, podemos tener piezas metálicas a un costo menor. Además se obtienen las ventajas medioambientales de este menor consumo energético.

La producción de aluminio reciclado no es una tecnología complicada, por lo que se ha extendido hasta ser por término medio el 30-35% de la producción de aluminio primario estimada en todo el mundo.



El acero galvanizado es actualmente un material barato y que satisface muchos requerimientos en cuanto a versatilidad, seguridad, robustez, inalterabilidad, etc. Por el contrario cuenta con una seria desventaja: es un material pesado. El motivo por el que todavía el acero domina la fabricación del sector actual es la inercia tecnológica que ha generado la enorme inversión hecha a lo largo del tiempo en diseñar, mecanizar, fabricar, y terminar en este metal miles de tipos de farolas. Los compuesto de fibra y resina pesan 2 veces menos que el aluminio y 5 veces menos que el acero.

Cuando se aligera el peso de ciertas partes, se genera un efecto en el resto de las piezas, que pueden ser mucho más ligeras, ya que, al reducirse la carga o tensión que soportan pueden ser aligeradas también. Pero lo más importante de todo es que es una fuerte reducción del peso total para conseguir las mismas propiedades.

Las piezas en compuestos avanzados se diseñan y fabrican de una forma totalmente diferente al acero, ya que son más ligeras, rígidas y robustas, y además permiten el trenzado interior de fibras, formando una matriz soporte plástica que distribuye



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

uniformemente la tensión. Las fibras pueden ser seleccionadas y orientadas para conseguir las propiedades mecánicas requeridas. Con la fibra de vidrio reforzada es posible conseguir una robustez similar a la del acero y aluminio, pero con la mitad o una tercera parte del peso de este.

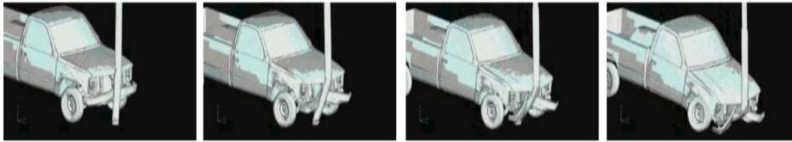
Pero las ventajas más importantes de los compuestos surgen en la fabricación de piezas. Solo el 15 por ciento del valor final de una pieza típica hecha en acero galvanizado corresponde al coste del metal; el 85 por ciento restante se distribuye en costes de fundición, soldadura, mecanizado y acabado. Sin embargo, las piezas de compuestos y otros moldeados sintéticos surgen desde el molde ya terminadas y con la forma requerida.

Para los requisitos que son necesarios cumplir en el proyecto, el aluminio no es el material más apto puesto que permite una buena conducción del calor y electricidad. A parte de esto la corrosión en las zonas en las que se puede situar el producto afectarán más a este material que a las otras dos propuestas.

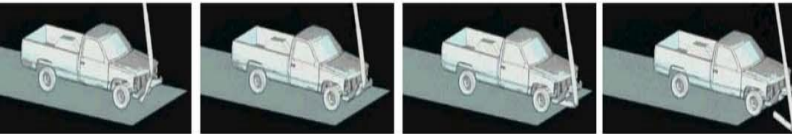
Correctamente diseñados, los compuestos avanzados pueden proveer un excelente comportamiento ante los impactos. Tienen mejores propiedades, incluida la favorable absorción de la energía del choque (alrededor de cinco veces más por kilogramo que la del acero), que los hacen ideales para aplicaciones de seguridad. Las principales desventajas de los compuestos avanzados son el alto costo del material comparado con el acero galvanizado, lo poco familiarizado que está el sector con ellos, y sobre todo el hecho que para conseguir bajos precios finales es necesario que el volumen de producción sea similar al de otros materiales metálicos.

Además de todo lo comentado, el PRFV es apto según la norma UNE-EN 12767: “Seguridad pasiva de las estructuras soporte del equipamiento de la carretera. Requisitos y ensayos”. Se han realizado ensayos de comparación a 35 km/h y a 50 km/h según lo establecido en la UNE-EN 12767.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL



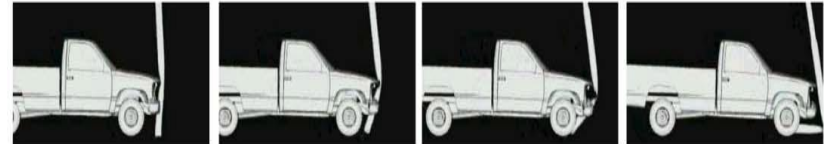
Estudio de impacto sobre seguridad pasiva en estructura a 50 km/h en farola metálica



Estudio de impacto sobre seguridad pasiva en estructura a 50 km/h en farola de PRFV



Estudio de impacto sobre seguridad pasiva en estructura a 50 km/h en farola metálica



Estudio de impacto a 50 km/h en farola de PRFV

CASO ANALIZADO	Choque contra la columna de acero a 50 km/h	Choque contra la columna de material compuesto a 50 km/h
Rotura total de la columna	NO	SI
Velocidad de salida del vehículo	-5,4 km/h	39,6 km/h
Daños en el vehículo	Medios	Pequeños
Energía Cinética absorbida	183.300 J	43.000 J
Categoría de absorción	Alta absorción de energía	Baja absorción de energía

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

## 1.4.11. REDUCIR RUIDO

La principal fuente de ruido que puede originarse se encuentra en el sistema turbina-generador. La empresa distribuidora del conjunto ha realizado un estudio de medición de ruido acorde a la norma UNE-EN 61400 - 11: “Técnicas de medición de ruido para aerogeneradores”.

## 1.4.12. PROTEGER EL INTERIOR

El material escogido debe ser lo suficientemente robusto y resistente para que en caso de impacto proteja los elementos. Una colocación idónea de los componentes en el interior es esencial para su protección, por ejemplo su colocación no debe de estar en el rango de dimensiones comprendidas entre los posibles puntos de impacto.

Según la norma UNE 20.324 que determina la seguridad y protección en instalaciones eléctricas se debe cumplir como mínimo un IP 44 o Índice de Protección 44. El IP define un sistema para clasificar los grados de protección aportados al equipamiento eléctrico por los contenedores que los protegen. El primer dígito hace referencia a la protección frente partícula o polvo y el segundo a líquidos. Existe una tercera cifra menos usada que depende del grado de protección frente a choques.

GRADOS DE PROTECCION DE LOS ENVOLVENTES DE MATERIAL DE BAJA TENSION	
PRIMERA CIFRA – SÓLIDOS (mm)	SEGUNDA CIFRA – LÍQUIDOS (mm)
0 sin protección	0 sin protección
1 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. Ejemplo Contactos involuntarios de la mano.	1 Protección contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. Ejemplo dedos de la mano.	2 Protección contra las caídas de agua hasta 15º de la vertical
3 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm. Ejemplo herramientas cables.	3 Protegido contra el agua de lluvia hasta 80º de la vertical
4 Protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. Ejemplo herramientas, cables.	4 Protección contra las proyecciones de agua en todas direcciones.
5 Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5 Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones.
6 Totalmente protegido contra el polvo	6 Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar
	7 Protección contra la inmersión
	8 Protegido contra los efectos prolongados de la inmersión bajo presión.

## 1.4.13. LUMINARIA

Según la Norma UNE-EN 60598-1, se define luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

Las luminarias deben ser diseñadas y construidas de manera que en uso normal funcionen de manera segura y sin ser causa de peligro para las personas o para el entorno. La luminaria se compone de cuerpo, bloque óptico y alojamiento de auxiliares, además de las juntas de hermeticidad, filtros y cierres.

1. **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.
2. **Equipo eléctrico:** Sería el adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial.

3. **Difusor o cierre:** Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:

- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
- Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
- Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).

5. **Filtros:** En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

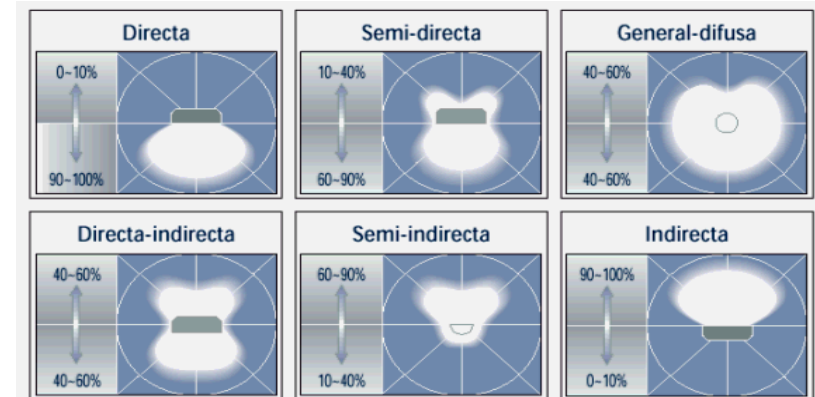
# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

Existe una clasificación de los tipos de luminarias en función de algunos requisitos según la UNE-EN 60598-1. Estos deben cumplirse de una forma u otra para que se consideren como aptos para su uso en el exterior (Aparecen sólo una selección de los más importantes y relativos a la luminaria y a su estudio):

- Protección contra los choques eléctricos (Clase I, II, III, IV). Toda luminaria debe pertenecer a una única clase.

PROTECCION CONTRA LOS CHOQUES ELECTRICOS		
CLASE DE PROTECCION	DEFINICION	SIMBOLO
0	Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos del aislamiento principal, sobre el medio circundante.	
I	Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra (Toma de tierra), que debe conectarse al borne marcado. ⊕	
II	Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.	
III	Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad (MBTS).	

- De acuerdo con el porcentaje de flujo luminoso total distribuido por encima y por debajo del plano horizontal, se clasifican en:



- Debe tener una protección contra la penetración de cuerpos sólidos y de la humedad de, al menos, un IP54. Debe ser estanco y mantener sellada la lámpara y el equipo eléctrico.
- Debe ser resistente y cumplir las mismas características que el resto de la farola. Las partes aislantes deben ser de un material resistente a las posibles fugas superficiales. Al igual se nombran los tornillos y las conexiones mecánicas.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

- Las luminarias que lleven componentes o partes destinadas a reemplazarse, deben diseñarse de manera que se deje espacio suficiente para permitir la sustitución de estos componentes o partes sin dificultad y sin comprometer la seguridad.
- Los métodos de soldadura deben ser únicamente por punto o hilo, además los conductores deben ser de cobre y del tipo sólido o cableado.
- No debe emitir excesiva radiación UV.
- Debe quedar integrada con el soporte o columna.

- Debe respetar la **ley de calidad del cielo, que hace referencia a la contaminación lumínica**. Esta contaminación se puede evitar concentrando la producción de flujo hacia el hemisferio inferior con grupos ópticos que permitan dirigirlo hacia la superficie a iluminar y reducir los valores luminotécnicos a los mínimos requeridos para preservar la seguridad del tráfico en cuanto a la relación con la luminaria:

Clasificación de la zona	Descripción
E1	Áreas con Entornos Oscuros: Parques Nacionales y áreas de notable belleza natural (donde las carreteras están sin iluminar).
E2	Áreas de Bajo Brillo: generalmente fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales (donde las carreteras están iluminadas).
E3	Áreas de Brillo Medio: normalmente residenciales urbanas (donde las carreteras están iluminadas según las normas para calzadas con mucho tráfico).
E4	Áreas de Brillo Alto: genéricamente áreas urbanas que incluyen zonas residenciales y para usos comerciales con una elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

Para fabricar el **cierre de la luminaria** (la carcasa transparente), los materiales más utilizados son:

**A. POLICARBONATO,**

**B. VIDRIO TEMPLADO**

**C. POLI METIL METACRILATO (PMMA).**

La carcasa suele ser el mismo material que la columna o materiales ligeros como aluminio o plástico.

- **E=** Excelente
- **MB=** Muy bueno
- **B=** Bueno
- **R=** Regular
- **M=** Malo

TIPO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO ASTM/UNIDADES	PMMA		PC		VIDRIO	
ÓPTICAS	Transparencia	D-1003 / %	E	92	MB	84	MB	84
	Resistencia UV		MB		B		E	
	Color y brillo		E		R		B	
	Distorsión		E		B		MB	
MECÁNICAS	Resistencia a tracción	D-0638 / Kg/cm <sup>2</sup>	B	490/770	B	600/680	MB	69000
	Resistencia a la flexión	D-0790 / Kg/cm <sup>2</sup>	MB	800/1100	MB	850/1000	M	
	Resistencia al impacto	D-256IZOD	B	1,5/2,5	MB		M	
	Dureza rockwell							
	Resistencia al rayado	D-0785	B	M 100	R	M 70/80	E	
	Rigidez		MB		B		E	
PROCESADO	Moldelabilidad		E		B		M	
	Curvado en frío		B		B		M	
	Maquinado		E		E		M	
	Reparación de rayas		E		MB		M	
VARIAS	Peso específico	D-0792 / gm/cm <sup>3</sup>	MB	1,19	MB	1,2	M	2,2
	Rango de espesores	mm	MB	2-100	R	2-12	B	
	Posibilidad de colores		E		R		R	
	Reciclabilidad		E	SI	M	NO	E	SI
	Resistencia a la intemperie		E		R		E	
TÉRMICAS	Aislación térmica		MB		MB		R	
	Coefficiente dilatación lineal	D-0696 cm/cm C°		5/9				
	Combustión		R		B	Autoextingible	MB	No
QUÍMICAS	Resistencia química		MB		R		E	
	Limpieza		B		R		E	
SEGURIDAD	Astillamiento		MB		MB		M	
	Humos tóxicos combustión		MB	NO	M	SI	E	SI

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

Las posibilidades en cuanto a la **forma de la luminaria** son inmensas y su elección ocuparía una parte importante de este proyecto por tanto vamos a fijarnos en las más interesantes y/o comunes. Para la elección de la misma tendremos en cuenta los requisitos anteriores y los nuestros propios, como son el material, dimensión y el deseo de una perfecta integración del conjunto. El cierre es el elemento más determinante de la luminaria, un buen material y un buen diseño establecen una buena luminaria, por tanto vamos a definirlo.

En cuanto al **material del cierre**:

GUÍA RÁPIDA CIERRE	
PMMA	Óptima transparencia, excelente resistencia a la intemperie, fácil procesado, excelente color y brillo de borde, se pueden eliminar eventuales rayas, fácil limpieza.
PC	Excelente resistencia al impacto, fácil de curvar en frío, discreta resistencia a la intemperie, pobre color y brillo de borde, difícil de termoformar, se raya fácilmente y no se puede reparar, difícil de limpiar y mantener, no es reciclable.
Vidrio	Excelente resistencia a la intemperie, a la combustión y al rayado, fácil de limpiar y mantener, excelente rigidez en grandes paños, fácil rotura y peligrosidad por astillamiento, muy difícil y limitado moldeo, curvado o maquinado, muy pesado para manipuleo e instalación, muy difícil de reparación de rayaduras.

Observando la tabla comparativa y el resumen final, podemos decir que **el mejor material para la elección del cierre es el PMMA** por las características en general y fijándonos en algunas en concreto, como la reciclabilidad, peso, resistencia y economía. La forma debe ajustarse con el diseño del soporte y el del resto de la luminaria o armadura.

## 1.4.14. FORMA MÁSTIL

Existen 4 modelos según norma UNE 72 401-81 dependiendo de su forma:

**MODELO AM-10:** Caracterizado al estar constituido por sección circular de diámetros variables y alturas determinadas, además de ir provisto de un registro de medidas variables.

**MODELO AP-11:** Caracterizado al estar constituido por sección poligonal octogonal de diámetros variables según alturas. Igualmente está provisto de un único registro.

**MODELO AZ-12:** Caracterizado al estar constituido por sección troncocónica según alturas, placa embutida y no estar provisto de registro alguno.

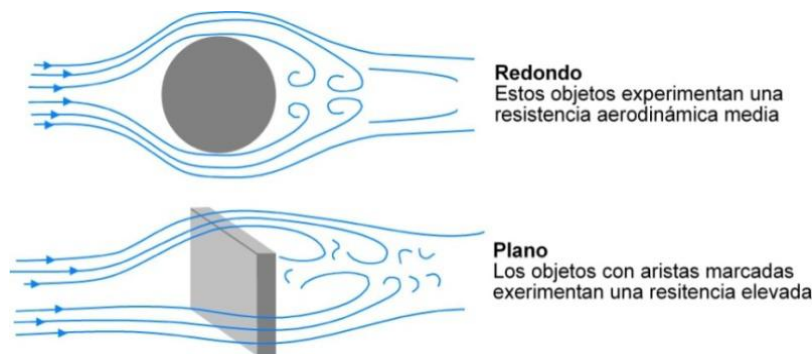
**MODELO AB-13:** Caracterizado por estar provisto de dos registros a diferentes alturas y sección troncocónica.

**MODELO CA-14:** Para la iluminación de grandes áreas está definida por un mástil o columna tubular de forma tronco piramidal, compuesta de dos o más tramos ensamblados entre sí por embutición



# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

Para establecer la forma del mástil tendremos también en cuenta la norma UNE-72-406-84/EN 40-6 que se basa en la fuerza del viento que sufre un elemento vertical de soporte en exteriores. Esta norma se apoya en el área proyectada por un elemento sobre un plano perpendicular a la dirección del viento y en el coeficiente de forma del elemento (1 para superficies planas y 0,7 para superficies cilíndricas). A mayor coeficiente mayor será la fuerza de empuje.



Por tanto, un soporte con forma cilíndrica, el **modelo AM 10**, **tendrá menos resistencia al aire y por ello sufrirá** menos empuje o fuerza del viento que uno plano.

Las dimensiones del báculo dependerán de los requisitos dados por las dimensiones de los componentes internos (diámetro) y del cálculo de los momentos, esfuerzos y desplazamientos que serán vistos más adelante.

## 1.4.15. GARANTIZAR SEGURIDAD PARA LOS USUARIOS

La UNE 20460 define una serie de conceptos para proteger garantizando la seguridad:

- Protección contra los contactos directos: Todas las partes activas de los equipos eléctricos deben estar protegidas por aislamiento o por medio de barreras o envoltentes que impidan el contacto directo. Aquellos habitáculos que contengan estas partes activas deben ser accesibles únicamente por personas expertas o cualificadas. Si estos se sitúan a menos de 2,50 metros por encima del suelo deben cerrarse con llave o herramienta. Para las luminarias situadas a una altura inferior de 2,80 metros por encima de suelo, solo debe ser posible el acceso a la fuente tras el desplazamiento de una barrera o envoltente que precise el uso de la herramienta.

- Protección contra los contactos indirectos: el uso de una pica de tierra es necesaria en el caso de contacto indirecto teniendo en cuenta el posible fallo de una protección de contacto directo. Tensión máxima 25 V en corriente alterna y 60 V en corriente continua.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

- Buen anclaje, soporte y cimentación anteriormente expuesta.
- Seguridad pasiva frente a impactos anteriormente expuestos.
- Forma y diseño del producto sin salientes ni objetos afilados. Debido a su forma cilíndrica no existen objetos con aristas cortantes. También es de especial interés que el sistema de captación eólica se situará a una altura considerablemente elevada para evitar posibles accidentes con el rotor.

## 1.4.16. QUE ILUMINE CON LOS LÚMENES RECOMENDADOS

Para establecer el número de lúmenes necesarios se seguirán las recomendaciones de la Comisión Española de Iluminación (CEI) relativas a los parámetros luminotécnicos, tomando los valores recomendados como niveles a obtener y se cumplirán los requerimientos Técnicos y Niveles de Iluminación establecidos por dicha Comisión.

Para una clasificación más detallada se incluyen diferentes tipos de vías:

Tipo A: Autopistas y autovías

Tipo B: Carreteras nacionales y principales

Tipo C: Cinturones de circunvalación

Tipo D: Vías urbanas y calles comerciales con tráfico mixto y denso con gran circulación de peatones

Tipo E: Calles locales de distrito, barrio o polígono

Tipo F: Vías interiores de polígonos industriales

Tipo G: Caminos peatonales

Tipo H: Zonas de estancia en parques y jardines

Tipo I: Caminos rurales

Tipo J: Zonas monumentales

Tipo K: Calles peatonales comerciales o de ocio

TIPO DE VÍA	ILUMINANCIA (lux)		LUMINANCIA (cd/m <sup>2</sup> )		DESLUMBRAMIENTO	
	Media <i>E<sub>m</sub></i>		Media <i>L<sub>m</sub></i>		Molesto <i>G</i>	Perturbador <i>T<sub>I</sub></i>
	Inicial	Servicio	Inicial	Servicio		
A	40	25	3	2,1	7	7
B	40	25	3	2,1	6	7
C	35	22	2,75	1,95	6	10
D	30	18	2,5	1,75	5	14
E	25	5	2	1,4	5	14
F	15	8	1,5	1,1	5	14
G	10	4	-	-	-	-
H	7	2	-	-	-	-
I	4	1	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

Otra clasificación más general que también nos puede ayudar es la que establece el reglamento electrotécnico para baja tensión (RBT):

TIPO DE ZONA	ILUMINANCIA
En zonas de vivienda unifamiliar	10/17 lux
En calles de hasta 5m de anchura	15/30 lux
En calles de hasta 7,5m	20/30 lux
En calles de hasta 15m	20/35 lux
En calles de hasta 25 m	20/40 lux
En zona peatonal	25 lux
En soportales y pasajes	25 lux
En zonas de parques y jardines	12 lux
En zonas de pistas deportivas	100 lux

Los valores de iluminancia media se expresan en lux, y los de luminancia a media en cd/m<sup>2</sup>. Dependiendo de las características de la vía en cuestión pertenecerá a una categoría u otra. Debido a que el proyecto tiene un componente social de concienciación con el medio ambiente se ve obligado la elección de un **sistema de iluminación eficiente y respetuoso** con el entorno, que además cumpla con nuestras exigencias.

Las lámparas más comunes actualmente son las lámparas de vapor de sodio, que han sustituido a las de mercurio, altamente contaminantes. Dado el carácter innovador del proyecto es necesario la utilización de un componente nuevo, eficaz y de alto rendimiento, para ello se ha pensado en la **tecnología LED**.

- A igual iluminación, la tecnología LED tiene un ahorro energético entre el 50 y el 80%.

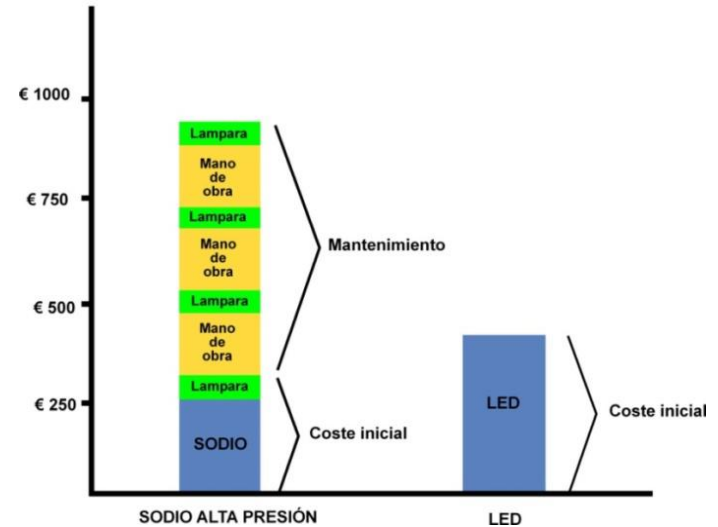
- La luz emitida por las lámparas de sodio es amarilla, esta no corresponde al pico de sensibilidad del ojo humano: los colores no son reproducidos fielmente y es por lo tanto necesaria más luz para garantizar una visión segura. Los LED, en cambio, emiten luz blanca fría, que permite alcanzar una iluminación segura para los usuarios de la calle (baja los tiempos de reacción ante un imprevisto) con menor consumo de energía. La luz blanca atraviesa mucho mejor la niebla, además, los LED, también aumentan la calidad de las imágenes capturada por las cámaras de seguridad.

- El LED es direccional por su construcción y emite un haz luminoso definido, a 90°, de 90 a 120 lúmenes/vatios (alimentación a 350mA o 700mA) y por lo tanto reduce al mínimo la polución luminosa.

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

- La vida útil de los sistemas a LED es estimada en 50.000-100.000horas contra (11-14meses) de las lámparas de sodio a alta presión. Tras una vida útil de 50.000-100.000 horas la luminosidad de los sistemas LED baja al 70% con respecto del valor inicial y éste puede ser un valor considerado hasta el final de la vida útil del LED. El índice de caída del flujo luminoso de los LED es nulo después de 3000 horas de funcionamiento, más bien, entre las primeras 5000 horas aumenta ligeramente. Los faros de sodio, en cambio, después de 3000 horas presentan una reducción del flujo hasta el 40%.

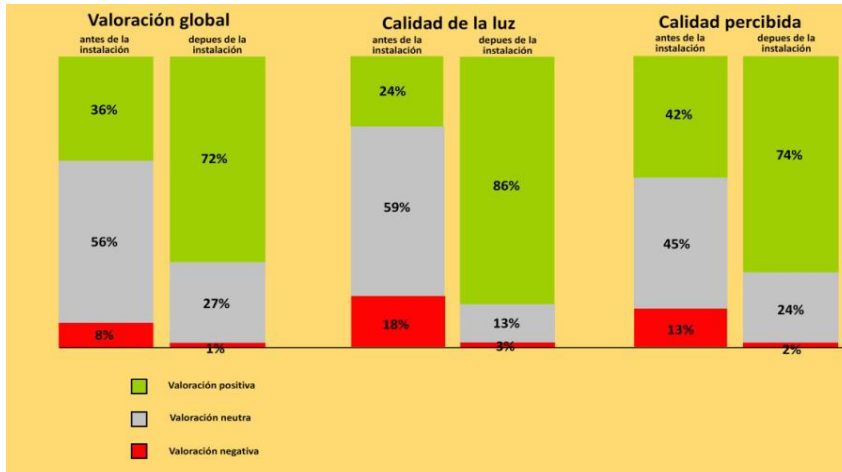
COMPARACIÓN SODIO VS LED (10 AÑOS)



LAMPARA/ DATO		Altura (m)	Área (m)	Iluminancia			
				Máxima	Mínima	Media	Uniformidad
56 W LED	Media	8	200	40	22,6	33,2	0,7
	Máxima	8	200	94	53,1	78	0,7
150 W SODIO	Media	8	200	68,3	21,6	40,4	0,45
	Máxima	8	200	64,2	20,3	37,9	0,45
250 W METAL HALURO	Media	8	200	34,6	2	12,6	0,15
	Máxima	8	200	73	4,6	26	0,15

# 1. DISEÑO CONCEPTUAL

Por tanto, la lámpara que más se ajusta a nuestras especificaciones, es **una lámpara de tecnología LED**:



- El diseño del disipador y del soporte de integración de la lámpara, refrigera de una forma eficiente y protegen completamente la vida de las luces LED, que permite reemplazar directamente las lámparas existentes en la actualidad sin necesidad de cambiar la carcasa existente. Resistencia a impactos, antigolpes. Sin filamentos ni hojas de cristal, evitando la rotura de las lámparas tradicionales evitando el daño al cuerpo humano.

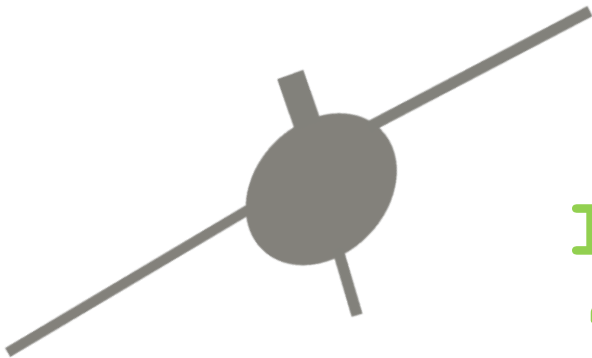
- Protección del medio ambiente - Sin mercurio, sin plomo, sin contaminación medioambiental.

- El control de corriente es capaz sea cual sea la situación de desvío de corriente de mantener la corriente constante asegurando que los LED trabajen bajo condiciones seguras. Al tener un bajo voltaje, la absorción de polvo es menor.

- Iluminación instantánea sin retraso - Las luces LED alcanzan el brillo normal cuando se encienden sin tener que realizar la larga espera que se produce en las lámparas tradicionales. Su sistema permite que no haya un parpadeo lumínico. Elimina la fatiga visual causada por los parpadeos de las luces viales tradicionales.

- Índice de color alto, coloración agradable, para mostrar los colores verdaderos y más brillantes. Extremado ahorro de energía, aunque usemos juntos una fuente de energía de alta intensidad y unas luces LED de alta intensidad, el conjunto supone un ahorro de energía entre el 50%-80% respecto a las luces convencionales de sodio y mercurio.

- Vida útil elevada, hasta 50,000 horas - Trabajando 10 horas al día, pueden ser usadas más de 13 años, esta duración supone un aumento entre 5 y 10 veces la duración respecto a las lámparas tradicionales.



PROYECTO FINAL DE CARRERA

# ILUMINACIÓN URBANA SOSTENIBLE

---

## SUNSET

Autora:  
López Fernández, Sonia

Especialidad:  
Ingeniería Técnica  
de Diseño Industrial

Tutor:  
Manchado Pérez, Eduardo

Convocatoria:  
Septiembre 2011



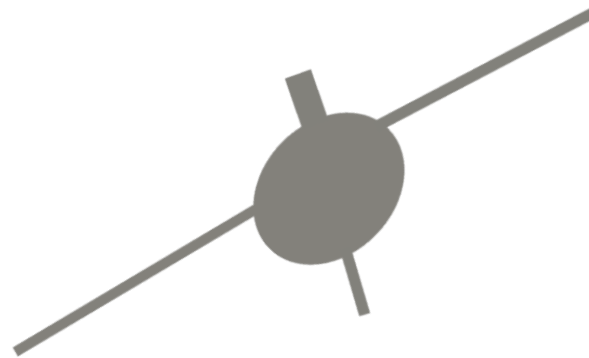
Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA

## VOLUMEN III. [PLANOS]

PROYECTO FINAL DE CARRERA

# ILUMINACIÓN URBANA SOSTENIBLE

---



## SUNSET

Autora:  
López Fernández, Sonia

Especialidad:  
Ingeniería Técnica  
de Diseño Industrial

Tutor:  
Manchado Pérez, Eduardo

Convocatoria:  
Septiembre 2011



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA



Escuela Universitaria de  
Ingeniería  
Técnica Industrial  
**Universidad** Zaragoza

**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
Iluminación Urbana Sostenible  
*SUNSET*

**AUTORA**  
Sonia López Fernández

**DIRECTOR**  
Eduardo Manchado Pérez

**ESPECIALIDAD**  
Diseño Industrial

**CONVOCATORIA**  
Septiembre 2011

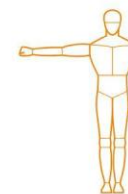
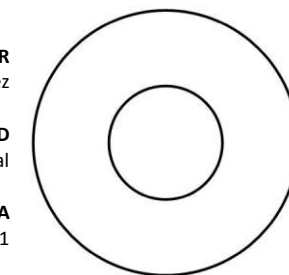


Escuela Universitaria de  
Ingeniería  
Técnica Industrial  
**Universidad** Zaragoza

**DIRECTOR**  
Eduardo Manchado Pérez

**ESPECIALIDAD**  
Diseño Industrial

**CONVOCATORIA**  
Septiembre 2011



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
Iluminación Urbana Sostenible  
*SUNSET*

**AUTORA**  
Sonia López Fernández





## CARPETAS

Pliego de condiciones:	VOLUMEN I
Memoria:	VOLUMEN II
Presupuesto:	VOLUMEN III
Planos:	VOLUMEN III
Anexos:	VOLUMEN IV
Otros:	VIDEO

