

JULIO  
2020



# Diseño de una familia de maceteros urbanos modulares.

INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO



Autor: Rubén Bachiller Ramos  
Tutora: María Josefa Bellés Ibáñez



# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

ÍNDICE GENERAL.....	2
ÍNDICE MEMORIA .....	5
MEMORIA .....	6
1. Objeto .....	6
2. Alcance .....	6
3. Antecedentes.....	6
3.1. Documentación existente .....	7
3.2. Diseños previos.....	8
3.3. Datos históricos .....	13
4. Normas y referencias .....	16
4.1. Disposiciones legales y normativa aplicada .....	16
4.2. Bibliografía.....	18
4.3. Programas de cálculo.....	20
5. Definiciones y abreviaturas .....	20
6. Requisitos de diseño .....	21
6.1. Nivel de generalidad .....	21
6.2. Factores que afectan al diseño .....	21
6.3. Requisitos generales.....	29
6.4. Requisitos económicos .....	30
6.5. Requisitos técnicos .....	30
6.6. Requisitos dimensionales.....	31
6.7. Requisitos estéticos .....	31
6.8. Requisitos medioambientales.....	31
6.9. Síntesis y elección de objetivos .....	32
7. Análisis de soluciones .....	34
7.1. Diseño conceptual .....	34
7.2. Análisis de materiales .....	35
7.3. Diseños preliminares .....	40
7.4. Propuestas de diseños .....	50
8. Metodologías .....	50
8.1. DATUM .....	50
8.2. MÉTODO DE PONDERACIÓN .....	54
8.3. CUESTIONARIO.....	58

9.	Solución final .....	61
9.1.	Descripción general del conjunto .....	62
9.2.	Descripción detallada .....	64
9.3.	Características y materiales .....	68
9.4.	Descripción de los procesos de fabricación.....	69
9.5.	Descripción del montaje .....	73
9.6.	Embalaje.....	76
10.	Costes y viabilidad.....	76
10.1.	Plan de explotación, venta y distribución .....	76
11.	Planificación .....	77
ANEXOS	.....	81
ÍNDICE ANEXOS	.....	82
ANEXO I: DISEÑO CONCEPTUAL	.....	83
1.	Objetivos y especificaciones.....	83
1.1.	Requisitos económicos .....	83
1.2.	Requisitos técnicos .....	83
1.3.	Requisitos dimensionales.....	84
1.4.	Requisitos estéticos .....	84
1.5.	Requisitos medioambientales.....	84
2.	Análisis y clasificación de los objetivos .....	84
2.1.	Aspectos a considerar .....	84
2.2.	Justificación de aspectos a considerar .....	85
2.3.	Objetivos definidos por los materiales.....	87
2.4.	Objetivos definidos por la seguridad .....	87
2.5.	Objetivos definidos por la estética .....	88
2.6.	Objetivos definidos por el dimensionamiento .....	88
2.7.	Objetivos definidos por la fabricación .....	88
2.8.	Objetivos definidos por el mantenimiento .....	88
2.9.	Objetivos definidos por la modularidad.....	88
2.10.	Objetivos definidos por la colocación.....	88
2.11.	Objetivos definidos por la funcionalidad .....	89
2.12.	Objetivos definidos por el medio ambiente .....	89
2.13.	Objetivos definidos por el estudio de la competencia .....	89
2.14.	Lista final de objetivos .....	89
ANEXO II: ESTUDIOS DIMENSIONALES	.....	101
1.	Estudio ergonómico .....	101
1.1.	Estudio de la altura máxima y mínima .....	101
ANEXO III: CÁLCULOS.....	.....	104

1. Cálculo de materiales.....	104
1.1. Cálculo de la fuerza de impacto.....	104
2. Cálculo capacidad de baterías .....	105
ANEXO IV: ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL.....	106
PLANOS.....	109
ÍNDICE.....	110
PLIEGO DE CONDICIONES .....	139
ÍNDICE.....	140
1. Especificaciones técnicas del producto.....	141
1.1. Dimensiones.....	141
1.2. Materiales .....	141
1.3. Componentes .....	141
2. Especificaciones de los materiales .....	142
3. Requisitos de fabricación .....	143
4. Condiciones de uso y mantenimiento .....	145
5. Condiciones y aspectos del contrato.....	146
PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES .....	147
ÍNDICE.....	148
1. Cálculo de costes.....	149
1.1. Costes directos .....	149
1.2. Costes indirectos.....	155
1.3. Coste industrial .....	155
1.4. Coste comercial .....	156
1.5. Precio de venta .....	157
2. Viabilidad .....	157

## ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto
2. Alcance
3. Antecedentes
4. Normas y referencias
5. Definiciones y abreviaturas
6. Requisitos de diseño
7. Análisis de soluciones
8. Metodologías
9. Resultados finales
10. Planificación

# MEMORIA

## 1. Objeto

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño de una familia de maceteros modulares para ser colocados en las ciudades para delimitar espacios para diferentes funciones, ya sean para separar zonas comerciales, zonas de alto tráfico de peatones o de vehículos mejorando así la seguridad en estas zonas, además de facilitar la creación de zonas verdes en las ciudades sin necesidad de realizar obras costosas y con la posibilidad de recolocarla en cualquier momento adaptándose a las necesidades de cada momento.

El hecho de que los maceteros estén encajados unos con otros, hace que se repartan mejor las cargas entre ellos en caso de producirse un accidente. Esto repercute en que la fuerza del impacto se reduciría considerablemente, produciendo menos daños.

Además, se le añadirá iluminación LED a modo de indicación y para mejorar la iluminación en las zonas menos iluminadas, mejorando el aspecto visual de estas zonas, además de mejorar la seguridad de los peatones y vehículos que circulan por la noche. Estos leds estarán conectados a sensores y fuentes de energía renovables, por lo que no será necesario conectarse a la red.

Por último, uno de los objetivos clave será conseguir que los maceteros tengan un reducido impacto ambiental, teniendo en cuenta la selección de los materiales que se van a utilizar y la economía circular que pueda seguir el producto al acabar su vida útil.

## 2. Alcance

El proyecto abarcará distintas fases, que serán el diseño conceptual, el análisis de ideas, la elección de materiales, análisis del ciclo de vida del producto, el diseño asistido por ordenador, renders del modelo, planos de los productos, costes y presupuestos y una impresión 3D de la maqueta.

## 3. Antecedentes

Actualmente en las ciudades existen maceteros, pero estos son simples y poco atractivos, consistiendo en su mayoría en una maceta circular o cónica realizada en hormigón o similares. Los maceteros modulares que existen simplemente son formas cuadradas o en forma de L que caben unos dentro de otros, creando cuadrados o formas similares, o añadiéndose los maceteros en altura.

### 3.1. Documentación existente

Se ha realizado una búsqueda de patentes de fuentes en la página <http://www.oepm.es>. Para ello se ha accedido al apartado "Diseño Industrial-Internacional: Hague Express". Los resultados son los siguientes:

Current Status	
Registration under 1999 Act	
(11)	Número del registro internacional DIAB01 017
(15)	Fecha de registro internacional 05.01.2017
(16)	Fecha de expiración prevista del registro/la renovación 05.01.2022
(22)	Fecha de presentación de la solicitud 05.01.2017
(73)	Nombre y dirección del titular de los titulares ESCOPET 1886, S.A. C/ Montbau, 162, E-08700 Martorel, Barcelona (ES)
(86)	País Constatante de la que es nacional el titular ● ES
(87)	Estado en el que el titular tiene un establecimiento comercial o industrial real y efectivo -
(88)	País Constatante del Solicitante ● ES
(74)	Nombre y dirección del mandatario GALLEGO JIMÉNEZ, JOSÉ FERNANDO Av. Diagonal, 421-3, E-08008 BARCELONA (ES)
(72)	Nombre y dirección del creador de los dibujos o modelos ● 1. Javier Henspe Castibide, C/ Cuatro, 50 pta. 21, 48370 OMA, Capella; 2. Aia Iñe Prieto, C/ Arbau, 240 Dº N, BARCELONA, España; 3. Pere Cabrera Massané, C/ Cardenal de Santiment, 37, 08017 BARCELONA, España
(28)	Número de dibujos o modelos incluidos en el registro internacional 3
(51)	Clase y subclase de la Clasificación de Locarno Cl. 25.02
(54)	Indicación de los productos ● 1. Jardinera urbana de hormigón con banco integrado; 2. Jardinera urbana; 3. Jardinera urbana de hormigón con banco integrado
(53)	Descripción de los elementos característicos de los dibujos o modelos, o elementos respecto de los cuales no se solicita protección El diseño 1 consiste en un jardinera urbana de hormigón con un respaldo lateral; en el que se incorpora una construcción inferior para uso de banco público; de forma cuadrada; el diseño 2 consiste en una jardinera urbana de hormigón en forma de esfera, con una parte lateral aplanada para encajar con otras jardineras esféricas, tal como se muestra en la reproducción 2.5; el diseño 3 consiste en una jardinera urbana de hormigón de forma semi-circular, compuesta por piezas encajables, las cuales cumplen la función de banco público
(81)	Países Constatantes interesados ● ES, CH, EM, NO
(46)	Fecha de publicación del dibujo o modelo industrial registrado, mediante impresión o proceso similar, o de puesta a disposición del público por otros medios 26.05.2017

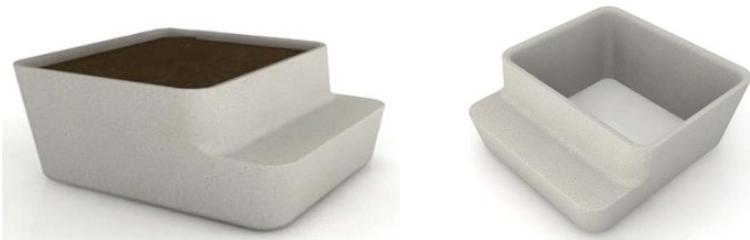


Fig. 3.1\_1- Jardinera urbana de hormigón blanco con banco integrado.

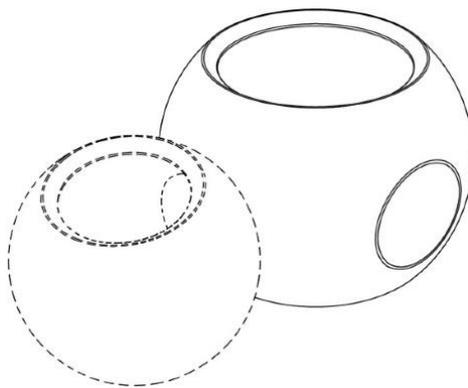


Fig.3.1\_2 - Jardinera urbana

### 3.2. Diseños previos

En este apartado, se realiza la búsqueda de información para el estudio de mercado, buscando información tanto de diferentes estilos de maceteros, como los tamaños y los materiales, sean o no modulares pero que sirvan para inspirar ideas.

- **Jardinera Lolium recta Acero Corten**



Fig. 3.2\_1 – Jardinera Lolium

Características técnicas	
<b>Dimensiones</b>	80 x 80 cm
<b>Peso</b>	85 Kg
<b>Capacidad</b>	170 L
<b>Material</b>	Acero Corten
<b>Acabados</b>	Oxidación natural
<b>Diseño</b>	GITMA + Chantilly design

Jardinera de acero corten modular. Tiene forma inclinada para mostrar las plantas y flores de su interior. El módulo recto junto con el módulo de 60° o individualmente generan parterres florales centrales de forma circular o conjuntos rectos en línea para remates laterales.

Para colocarla simplemente se deja en el lugar elegido, sin necesidad de obras.

- **Jardinera Patio 870**

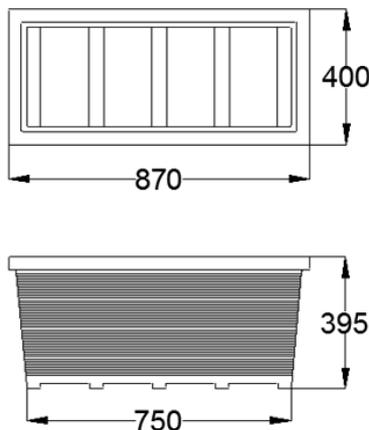


Fig. 3.2\_2 – Jardinera Patio 870

Características técnicas	
<b>Dimensiones</b>	870 x 400 x 395 cm
<b>Peso</b>	8 Kg
<b>Capacidad</b>	140 L
<b>Material</b>	Polietileno de Alta densidad (PE-HD)
<b>Acabados</b>	-
<b>Diseño</b>	GITMA

Jardinera de forma rectangular ligera y fuerte con posibilidad de fabricarla en varios colores. Se puede atornillar al pavimento o colocar simplemente con el peso de la tierra.

- **Maceteros Cúbica 1000/ 1300/ 1600**



Características técnicas	
<b>Dimensiones</b>	1000 x 1000 cm 1300 x 1300 cm 1600 x 1600 cm
<b>Peso</b>	700 - 1870 Kg
<b>Capacidad</b>	312 - 1470 L
<b>Material</b>	Piedra Artificial
<b>Acabados</b>	Granito/ Negro/ Blanco/ Arenisca
<b>Diseño</b>	GITMA

Fig. 3.2\_3 – Maceteros Cúbica

Familia de jardineras de piedra artificial, realizadas en tres tamaños (1000x1000, 1300x1300 y 1600x1600). Tiene una forma cuadrada, lo que da la posibilidad de colocarlas una junto a la otra formando conjuntos.

Se coloca dejándola en el lugar elegido, sin necesidad de realizar obras.

- **Macetero Vaso Quadra**



Fig. 3.2\_4 – Macetero Vaso Quadra

Macetero de polietileno en forma de cubo, disponible en varias dimensiones que se puede usar tanto en exteriores como en interiores. Tiene una textura exterior de madera embelleciendo sus caras. Tiene ruedas que facilitan su desplazamiento.

Características técnicas	
<b>Dimensiones</b>	45x45x46 cm 55x55x56 cm
<b>Peso</b>	3.6 – 7.5 Kg
<b>Capacidad</b>	64 - 125 L
<b>Material</b>	Polietileno (PE)
<b>Acabados</b>	Granito/ Negro/ Blanco/ Arenisca
<b>Diseño</b>	Linfadecor

- **Maceteros Ivy**



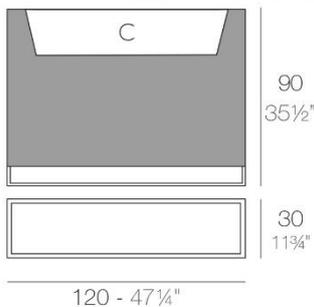
Características técnicas	
<b>Peso</b>	Kg
<b>Capacidad</b>	75 L
<b>Material</b>	-
<b>Acabados</b>	Gris Claro/ Gris pardo
<b>Diseño</b>	Keter

<b>Peso</b>	Kg
<b>Capacidad</b>	75 L
<b>Material</b>	-
<b>Acabados</b>	Gris Claro/ Gris pardo
<b>Diseño</b>	Keter

Fig. 3.2\_5 – Maceteros Ivy

Serie de maceteros modulares apilables, que permiten crear columnas vegetales de varias alturas y con sistema de drenaje que riega las plantas situadas por debajo.

- **Macetero Vela Wall**



VELA Muro C = 24 x 114 x 24 cm  
 VELA Wall C = 9 1/2" x 45" x 9 1/2"

Características técnicas	
<b>Peso</b>	22.1 Kg
<b>Capacidad</b>	66 L
<b>Material</b>	Resina de polietileno
<b>Acabados</b>	Múltiples acabados
<b>Diseño</b>	Ramón Esteve + Vondom

<b>Peso</b>	22.1 Kg
<b>Capacidad</b>	66 L
<b>Material</b>	Resina de polietileno
<b>Acabados</b>	Múltiples acabados
<b>Diseño</b>	Ramón Esteve + Vondom

Fig. 3.2\_6 – Macetero Vela Wall

Macetero fabricado con resina de polietileno, 100% reciclable. Apto para interior y exterior, estando disponible en 15 acabados diferentes. Los maceteros disponen de sistema de autorriego.

- **Tetris I y L**



Características técnicas	
<b>Dimensiones</b>	I: 115 x 24 x 38 cm L: 115 x 24 x 76 cm
<b>Peso</b>	22.1 Kg
<b>Capacidad</b>	66 L
<b>Material</b>	Aluminio / Acero Inoxidable
<b>Acabados</b>	Múltiples acabados
<b>Diseño</b>	-

Fig. 3.2\_7 – Macetero Vaso Quadra

Maceteros modulares que consisten de diferentes bloques del Tetris, con formas de I y de L. Se pueden colocar de muchas formas diferentes, ofreciendo combinaciones casi infinitas, permitiendo al usuario crear su propia decoración original. A su vez, se pueden colocar más de una maceta por módulo.

Este producto está disponible tanto en aluminio como en acero inoxidable, además de ser apto tanto para interior como para exterior.

- **Jardinera TRAM**



Fig. 3.2\_8 – Jardinera TRAM

Jardinera realizada en hierro fundido, con posibilidad de comprarse en diferentes formas (rectangular, cuadrada, redonda...), diseñada para estar colocada en espacios públicos y con capacidad suficiente para plantas y arbustos.

El macetero no requiere de anclaje al suelo ni mantenimiento una vez colocado.

<b>Características técnicas</b>	
<b>Dimensiones</b>	1000x450x500 mm 2000x450x500 mm
<b>Peso</b>	Módulo 1,00 m: 172 kg. Módulo 2,00 m: 302 kg.
<b>Capacidad</b>	220 L 450 L
<b>Material</b>	Hierro fundido
<b>Acabados</b>	Protección antioxidante color negro oxiron
<b>Diseño</b>	Jaume Artigues i Miguel Roig

### 3.3. Datos históricos

Desde la antigüedad, el ser humano ha tenido curiosidad y gusto por las plantas, ya sean como formas de decoración o para crear huertos propios en interior o en otro lugar. Es por esto, que la historia de la maceta o jardinera viene ligada con la historia de la horticultura, teniendo constancia de las primeras macetas en Egipto hace unos 5.000 años. Estas macetas se colocaban en los templos y palacios, aunque también se podían ver en las casas más humildes, en las que había huertos y jardines.

La representación más antigua de la que se tiene constancia de la maceta es en un relieve de la tumba de la reina Hatshepsut<sup>1</sup>, a la que le gustaba el incienso de ciertas partes recónditas de África y se cultivaba ella los árboles de este incienso en macetas.



Fig. 3.3\_1: Mujer con macetas en la época de la reina Hatshepsut.

En China también se usaban las macetas desde la antigüedad con el fin de usar esas plantas para cocinar o para decoración. Ganaron mucha popularidad por la afición a cultivar bonsáis, hace más de 2000 años, considerado como un arte refinado, que servía como un vínculo entre lo divino y lo humano, entre el cielo y la tierra.

Este "arte" estuvo ligado a personas de la nobleza y a personas de la alta sociedad, así como monjes. Según la tradición, los que podían conservar un árbol en maceta tenían asegurada la eternidad.

---

<sup>1</sup> Reina faraón de la XVIII dinastía de Egipto, gobernante entre los años 1490 y 1468 a.C.



Fig. 3.3\_2: Primera ilustración de un bonsái, encontrada en los murales del mausoleo de Qianling

Sin embargo, fue en el imperio romano donde se creó una pasión mayor por las macetas, donde se llenaban los balcones, ventanas, terrazas y barandillas de macetas. Según se dice, la afición de los romanos por las plantas viene por la añoranza de la vida en el campo.

Los musulmanes, por otra parte, según el Corán, describen el paraíso como un jardín, y por tanto estar en un jardín te acercaba a Dios. Es por esto que la mayoría de patios de casas y de palacios están repletos de macetas, como una parte esencial de estos.

De hecho, esta costumbre ha llegado hasta nuestros días como, por ejemplo, con los patios cordobeses, de los cuales se ha creado una festividad anual que ha sido catalogada como patrimonio de la humanidad. Esta festividad consiste en una competición entre los vecinos de la localidad por tener la mejor decoración floral.



Fig. 3.3\_3: Patio cordobés

Estos tradicionales patios andaluces reúnen la tradición romana y musulmana de la casa mediterránea, consistiendo el patio en una habitación al aire libre, donde se logra un pequeño microclima gracias a las plantas contenidas en macetas.

Además de como decoración, históricamente las macetas se han utilizado para transportar plantas de un lugar a otro, siendo lo más destacable el empleo de macetas en las incursiones a América desde Europa, contando siempre con un botánico que se encargaba de trasplantar las plantas para luego aclimatarlas en jardines botánicos e invernaderos en las ciudades de origen de las incursiones. Esto se realizaba principalmente para la obtención de nuevos cultivos de alimentos así como para poseer plantas exóticas desconocidas hasta el momento, que se consideraban como un elemento de distinción.



Fig. 3.3\_4: Palacio de la Orangerie de Versailles

En la actualidad se siguen utilizando para decorar en las casas, ya sean en interior como en exterior, de todas formas y tamaños, creando hasta jardines verticales. También se está poniendo de moda el crear huertos urbanos, ya sean en espacios

públicos como en las casas, empleando para estos últimos macetas o recipientes, con la finalidad de autoabastecerse sin tener que ir a comprar, cultivando sus propias frutas y verduras.



Fig. 3.3\_5: Huerto urbano

## 4. Normas y referencias

### 4.1. Disposiciones legales y normativa aplicada

#### 4.1.1. Normas sobre el medio ambiente

UNE-ISO 37120:2015 → (Desarrollo sostenible en las ciudades. Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida.)

UNE-EN ISO 14001:2015 → Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

UNE-EN 15804:2012+A1:2014 → (Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.)

ISO 14025:2006 → (Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.)

Residuo Cero → <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/residuo-cero>

UNE-EN ISO 14001:2015 → Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. (ISO 14001:2015).

#### 4.1.2. Normas para materiales

UNE-EN 13198:2004 → Productos prefabricados de hormigón. Mobiliario urbano y productos de jardín.

UNE-EN ISO 15614-1:2018 → (Versión corregida en fecha 2018-02-21) Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldeo por arco y con gas de aceros y soldeo por arco de níquel y sus aleaciones. (ISO 15614-1:2017, Versión corregida 2017-10-01).

UNE-EN ISO 15614-11:2002 → Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo. Parte 11: Soldeo por láser y haz de electrones. (ISO 15614-11:2002).

UNE-EN ISO 15614-14:2014 → Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo. Parte 14: Soldeo híbrido por láser-arco de aceros, níquel y aleaciones de níquel. (ISO 15614-14:2013).

UNE-EN ISO 8503-4:2012 → Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos afines. Características de rugosidad de los sustratos de acero chorreados. Parte 4: Método para la calibración de las muestras ISO de comparación táctil-visual y de caracterización de un perfil de superficie. Utilización de un palpador.

UNE-EN 10204:2006 → Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.

UNE-EN 10029:2011 - Chapas de acero laminadas en caliente, de espesor igual o superior a 3 mm. Tolerancias dimensionales y sobre la forma.

UNE-EN ISO 14713-1:2017 - Recubrimientos de cinc. Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Parte 1: Principios generales de diseño y resistencia a la corrosión. (ISO 14713-1:2017).

UNE-EN ISO 19598:2017 - Recubrimientos metálicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc y de aleaciones de cinc sobre hierro o acero con tratamiento suplementario sin Cr(VI). (ISO 19598:2016).

UNE-EN 12502-3:2005 - Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 3: Factores que influyen para materiales férricos galvanizados en caliente.

UNE-EN 10162:2005 - Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de la sección transversal.

UNE-EN 10163-3:2007 - Condiciones de suministro relativas al acabado superficial de chapas, bandas, planos anchos y perfiles de acero laminados en caliente. Parte 3: Perfiles.

UNE-EN 10163-2:2007 - Condiciones de suministro relativas al acabado superficial de chapas, bandas, planos anchos y perfiles de acero laminados en caliente. Parte 2: Chapas y planos anchos.

### 4.1.3. Normas para proyectos

UNE 157601:2007 → Criterios generales para la elaboración de proyectos de actividades.

UNE 1027:1995 → Dibujos técnicos. Plegado de planos

UNE 1039:1994 → Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

UNE-EN ISO 3098-1:2015 (Ratificada) → Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 3098-1:2015). (Ratificada por AENOR en abril de 2015).

UNE-EN ISO 3098-2:2001 → Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 2: Alfabeto latino, números y signos. (ISO 3098-2:2000)

UNE-EN ISO 3098-4:2001 → Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 4: Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino.

UNE-EN ISO 3098-5:1998 → Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos.

### 4.2. Bibliografía

#### **Medio ambiente:**

UNE-ISO 37120:2015 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0054983>

UNE-EN ISO 14001:2015 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une?c=N0055418>

UNE-EN 15804:2012+A1:2014 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une?c=N0052571>

ISO 14025:2006 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une?c=N0046196>

Residuo Cero → <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/residuo-cero>

UNE-EN ISO 14001:2015 → Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. (ISO 14001:2015). → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0055418>

## **Materiales:**

UNE-EN 13198:2004 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0031388>

UNE-EN ISO 15614-1:2018 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0059548>

UNE-EN ISO 15614-11:2002 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0027747>

UNE-EN ISO 15614-14:2014 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0052469>

UNE-EN ISO 8503-4:2012 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0050082>

UNE-EN ISO 8503-4:2012 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0050082>

UNE-EN 10204:2006 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0036595>

UNE-EN 10029:2011 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0048631>

UNE-EN ISO 14713-1:2017 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0058598>

UNE-EN ISO 19598:2017 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0058095>

UNE-EN 12502-3:2005 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0034831>

UNE-EN 10162:2005 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0032722>

UNE-EN 10163-3:2007 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0038536>

UNE-EN 10163-2:2007 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0038535>

## **Proyectos:**

UNE 157601:2007 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0039367>

UNE 1027:1995 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0000025>

UNE 1039:1994 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?Tipo=N&c=N0000034>

UNE-EN ISO 3098-1:2015 (Ratificada) → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0054594>

UNE-EN ISO 3098-2:2001 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0024156>

UNE-EN ISO 3098-4:2001 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0024166>

UNE-EN ISO 3098-5:1998 → <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0013379>

#### 4.3. Programas de cálculo

PROGRAMA	LOGO
<b>SolidWorks</b>	
<b>Word</b>	
<b>Excel</b>	
<b>KeyShot</b>	
<b>OpenLCA</b>	

#### 5. Definiciones y abreviaturas

No se requieren definiciones ni abreviaturas adicionales.

## 6. Requisitos de diseño

### 6.1. Nivel de generalidad

En este proyecto, al ser un diseño que supone una adición de elementos nuevos a un objeto ya existente, haciendo que sus funciones cambien ligeramente en cuanto al uso que se le da y a las características que presentan, se considerará que tiene un nivel de generalidad medio.

### 6.2. Factores que afectan al diseño

Para el diseño de un macetero, habrá que tener en cuenta diversos factores:

- Factores climatológicos
- Factores urbanísticos
- Factores sociales y demográficos
- Factores medioambientales
- Factores políticos
- Mercado actual

#### 6.2.1. Factores climatológicos.

Habrá que tener en cuenta el régimen de lluvias, temperaturas, vientos que afectarán a los materiales y a la forma del diseño.

Mes	T	TM	Tm2	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	11.8	16.4	7.1	37	64	4.4	0.0	0.3	0.5	0.3	9.0	171
Febrero	12.5	17.1	7.8	36	64	3.9	0.0	0.4	1.3	0.1	6.0	171
Marzo	14.4	19.3	9.6	33	63	3.6	0.0	0.4	0.9	0.0	7.1	215
Abril	16.2	20.8	11.5	38	62	4.8	0.0	1.1	0.7	0.0	5.2	234
Mayo	19.0	23.4	14.6	39	65	4.3	0.0	1.8	0.4	0.0	5.9	258
Junio	22.9	27.1	18.6	22	66	2.6	0.0	1.8	0.2	0.0	9.0	276
Julio	25.6	29.7	21.5	8	67	1.1	0.0	1.6	0.1	0.0	13.0	314
Agosto	26.1	30.2	21.9	20	68	2.4	0.0	1.9	0.3	0.0	10.2	288
Septiembre	23.5	27.9	19.1	70	67	5.0	0.0	2.8	0.0	0.0	6.6	234
Octubre	19.7	24.3	15.2	77	67	5.0	0.0	2.3	0.0	0.0	5.9	202
Noviembre	15.3	19.8	10.8	47	66	4.3	0.0	0.5	0.3	0.0	6.7	167
Diciembre	12.6	17.0	8.1	48	65	4.8	0.0	0.3	0.2	0.0	7.1	155
Año	18.3	22.8	13.8	475	65	46.3	0.1	15.3	5.0	0.5	93.2	2696

## Leyenda

<b>T</b>	Temperatura media mensual/anual (°C)
<b>TM</b>	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
<b>Tm</b>	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
<b>R</b>	Precipitación mensual/anual media (mm)
<b>H</b>	Humedad relativa media (%)
<b>DR</b>	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
<b>DN</b>	Número medio mensual/anual de días de nieve
<b>DT</b>	Número medio mensual/anual de días de tormenta
<b>DF</b>	Número medio mensual/anual de días de niebla
<b>DH</b>	Número medio mensual/anual de días de helada
<b>DD</b>	Número medio mensual/anual de días despejados
<b>I</b>	Número medio mensual/anual de horas de sol

Fig. 6.2.1\_1 - Valores climatológicos normales de Valencia - AEMET

En este caso se cuenta con los datos de la ciudad de Valencia como ejemplo de ciudad donde se podría instalar este producto.

De esta tabla se pueden extraer datos muy interesantes sobre valores como la media de temperatura, la media de días con heladas, la media de las precipitaciones y la humedad relativa. Estos puntos son muy críticos a la hora de elegir el material para el diseño así como de la elección del acabado final que tendrá el mismo.

En este caso, se puede ver que las heladas suelen ocurrir con muy poca frecuencia, así como los días de nieve, por lo que no deberían suponer un problema.

En cuanto a las precipitaciones, la media de días al año que llueve es de 46.3 de 365, por lo que no es una gran cantidad de días de lluvia, pero sí lo suficiente como para tenerlo en cuenta. Así mismo, el número medio de días despejados es de 93.2 de 365, concentrados en los meses de Julio y Agosto, haciendo que la incidencia del sol sea considerable, tanto por el deterioro que puede generar una larga exposición como por la temperatura. En estos meses, por tanto, se registran las mayores cifras en cuanto a horas de sol al mes, que al año hacen un total de casi 2700 horas.

En cuanto a las temperaturas, la media del año se sitúa en 18.3 °C, mientras que el mes más caluroso sería agosto con 26.1 °C y el más frío sería enero con 11.8 °C de media, no llegando a ser una gran variación.

Por último, un valor a tener en cuenta, es la humedad. Dado que Valencia es una ciudad situada cerca del mar, la humedad es considerable, teniendo una media anual de un 65% de humedad, siendo en Agosto cuando la media es mayor, con un 68%.

### 6.2.2. Factores urbanísticos.

### 6.2.3.

En cuanto a los factores urbanísticos, hay que tener en cuenta la localización donde se van a ubicar los maceteros dentro de la vía. En el caso de este proyecto, los maceteros se ubicarán tanto en las aceras, como en zonas peatonales, así como en

plazas y lugares públicos con suficiente espacio para albergarlos. También se podrán poner en paseos marítimos y en locales privados.

Para esto hay que tener en cuenta diferentes normativas dadas por el código técnico de la edificación, como es principalmente la normativa de alcances, para permitir la circulación de las personas sin suponer un obstáculo que pueda conllevar a una aglomeración de gente en caso de emergencia.

Siguiendo el Artículo 12.2, 12.3 y 12.5 del Código técnico de la edificación, se exponen las exigencias básicas de seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento:

- Limitar la posibilidad de que los usuarios o peatones puedan herirse al sufrir un impacto con elementos fijos o móviles.
- Evitar que se pueda producir un atrapamiento o quedarse aprisionados de forma accidental.
- Permitir que en situaciones de alta ocupación se pueda facilitar el tránsito de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención.

Por otra parte, según el artículo 12.4, se deberá reducir el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación. Esto se aplica tanto en interiores como en exteriores, incluso e caso de emergencia o de fallo del alumbrado.

En el artículo 12.7, se expone la exigencia básica de seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento, teniendo en cuenta los pavimentos, la señalización y la protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

#### 6.2.4. Factores sociales y demográficos.

La ciudad de valencia cuenta con una población de 795.736 habitantes, siendo la tercera ciudad, según tamaño demográfico, con más habitantes por detrás de Madrid y Barcelona. Tiene una densidad media de población de 26.915,7 habitantes por km<sup>2</sup> respecto a superficie catastral urbana (valor de 2018).

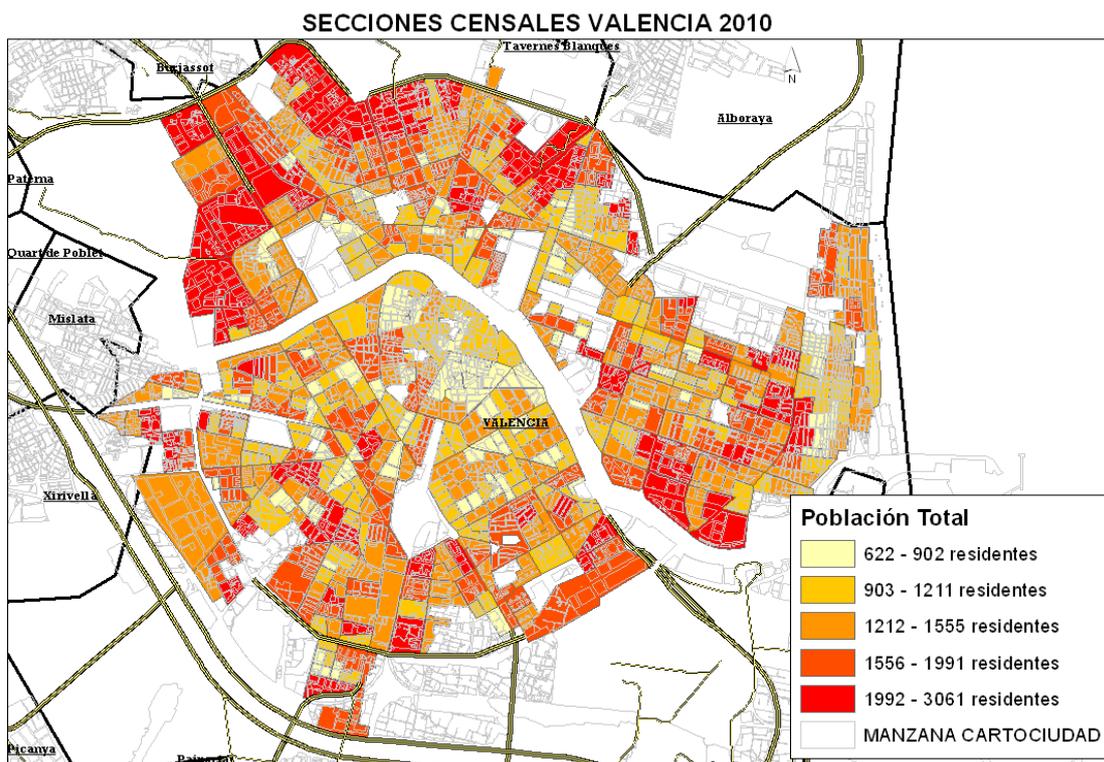


Fig.6.2.3\_1 - Mapa de población según secciones censales de Valencia – Año 2010

En este mapa se puede observar de forma aproximada donde se concentra la mayor cantidad de población en la ciudad de Valencia, situándose en los barrios de la periferia la mayor densidad de población, mientras que en el centro la densidad es mucho menor. A pesar de esto, la población de Valencia suele concentrarse en la zona centro de forma temporal, debido a la cantidad de zonas de ocio, bares y tiendas que se ubican en esta zona, haciendo que el tráfico de peatones sea muy alto.

Por tanto, se desprende de estos datos que así como las zonas con mayor densidad de población son buenas zonas para colocar estos maceteros para mejorar la seguridad y la visibilidad de estas, tampoco hay que olvidarse de la zona del centro, ya que concentra la mayor afluencia de gente en movimiento, sobre todo en las zonas de comercios y de restauración.

### 6.2.5. Factores Medioambientales.

Los factores medioambientales también pueden afectar al diseño de diferentes formas, siendo importante saber el nivel de acidificación del ambiente o los compuestos y su proporción en el aire. Esto es importante principalmente a la hora de elegir el material, por lo que se deberán buscar materiales que puedan resistir este tipo de ambientes.

A su vez, dado que se trata de un macetero para crear zonas verdes urbanas, también se pueden emplear estos datos para seleccionar las zonas más idóneas para crear estas zonas y también poder elegir el tipo de plantas que podrían ayudar a reducir este tipo de contaminación y así poder contribuir a mejorar la calidad del aire.

### 1.2. Dióxido de azufre en las estaciones automáticas según mes. 2018

	Pista de Silla	Viveros	U. Politécnica	Av. Francia	Molí del Sol	Bulevar Sur	Media por mes
<b>Enero</b>	3,65	4,65	3,81	3,55	4,08	5,10	<b>4,10</b>
<b>Febrero</b>	3,93	5,65	3,36	3,54	3,35	5,04	<b>4,05</b>
<b>Marzo</b>	3,87	4,65	4,55	3,65	3,74	3,35	<b>3,94</b>
<b>Abril</b>	3,93	3,57	4,73	3,30	3,07	4,07	<b>3,74</b>
<b>Mayo</b>	4,13	3,13	4,10	3,68	3,29	4,32	<b>3,75</b>
<b>Junio</b>	3,47	3,04	4,05	3,47	3,00	3,89	<b>3,46</b>
<b>Julio</b>	3,04	3,10	3,87	3,39	3,23	3,23	<b>3,30</b>
<b>Agosto</b>	3,58	3,26	3,04	3,48	3,23	3,23	<b>3,30</b>
<b>Septiembre</b>	4,17	3,50	3,47	3,30	3,14	3,17	<b>3,44</b>
<b>Octubre</b>	4,87	4,52	3,45	3,45	3,29	4,52	<b>3,97</b>
<b>Noviembre</b>	4,97	4,03	3,92	3,67	3,37	4,55	<b>4,05</b>
<b>Diciembre</b>	5,10	3,97	4,00	4,52	4,74	5,03	<b>4,54</b>
<b>Media anual</b>	<b>4,01</b>	<b>3,85</b>	<b>3,83</b>	<b>3,57</b>	<b>3,43</b>	<b>4,06</b>	<b>-</b>

Nota: Medias mensuales de las concentraciones en microgramos/m<sup>3</sup>.

Fuente: Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana.

Fig. 6.2.4\_1 – Valores de dióxido de azufre en las estaciones automáticas de Valencia - GVA

El dióxido de azufre es un gas incoloro y es el principal causante de la lluvia ácida, ya que en la atmósfera se transforma en ácido sulfúrico. Este gas se produce principalmente en procesos de combustión, principalmente provocado por los vehículos que circulan por las ciudades y las fábricas que empleen combustibles.

La media anual de todas las localizaciones es de 3,79 µg/m<sup>3</sup>. Posee un olor irritante que se comienza a percibir con un valor de 786 µg/m<sup>3</sup>. Un valor letal de esta sustancia estaría situado en 262mg/m<sup>3</sup>, que es un valor muy alejado de los datos que se presentan en la tabla, pero en lugares de trabajo el valor máximo permitido es de 5,24mg (5240 µg/m<sup>3</sup>).

La presencia de dióxido de azufre puede provocar corrosión en los metales.

### 1.3. Dióxido de nitrógeno en las estaciones automáticas según mes. 2018

	Pista de Silla	Viveros	U. Politécnica	Av. Francia	Molí del Sol	Bulevar Sur	Centro	Media por mes
<b>Enero</b>	28,07	30,39	28,13	34,32	22,41	26,03	-	<b>27,99</b>
<b>Febrero</b>	42,41	28,30	24,82	36,46	24,14	40,29	-	<b>31,91</b>
<b>Marzo</b>	35,07	21,23	19,65	27,81	15,90	32,85	-	<b>24,43</b>
<b>Abril</b>	32,48	19,37	17,00	26,57	15,23	39,83	-	<b>23,59</b>
<b>Mayo</b>	39,52	20,25	16,38	25,84	20,10	39,48	-	<b>25,40</b>
<b>Junio</b>	34,77	15,30	10,83	21,19	24,17	23,84	-	<b>20,32</b>
<b>Julio</b>	31,43	13,87	8,58	15,65	15,81	24,45	-	<b>16,82</b>
<b>Agosto</b>	30,97	16,03	8,80	15,90	16,90	26,71	-	<b>17,76</b>
<b>Septiembre</b>	35,20	18,10	9,70	17,03	19,62	44,75	-	<b>21,26</b>
<b>Octubre</b>	39,58	25,32	16,87	21,58	23,48	42,35	-	<b>26,71</b>
<b>Noviembre</b>	36,20	32,50	26,88	30,27	25,07	38,89	36,85	<b>32,00</b>
<b>Diciembre</b>	45,13	37,13	35,71	44,04	33,06	36,52	40,12	<b>38,60</b>
<b>Media anual</b>	<b>35,59</b>	<b>22,09</b>	<b>16,76</b>	<b>25,07</b>	<b>20,78</b>	<b>33,86</b>	<b>38,45</b>	<b>-</b>

Nota: Medias mensuales de las concentraciones en microgramos/m<sup>3</sup>. (-) Datos insuficientes.

Fuente: Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana.

Fig. 6.2.4\_2 – Valores de dióxido de nitrógeno en las estaciones automáticas de Valencia - GVA

El dióxido de nitrógeno es un gas, tóxico e irritante. Puede producir partículas de nitrato, que llevan a la producción de ácido nítrico en contacto con el agua. Se forma en reacciones de combustión a altas temperaturas como es el caso de los vehículos.

Es un contaminante importante de la atmósfera, ya que al originar ácido nítrico, es uno de los causantes de la lluvia ácida, al igual que el dióxido de azufre.

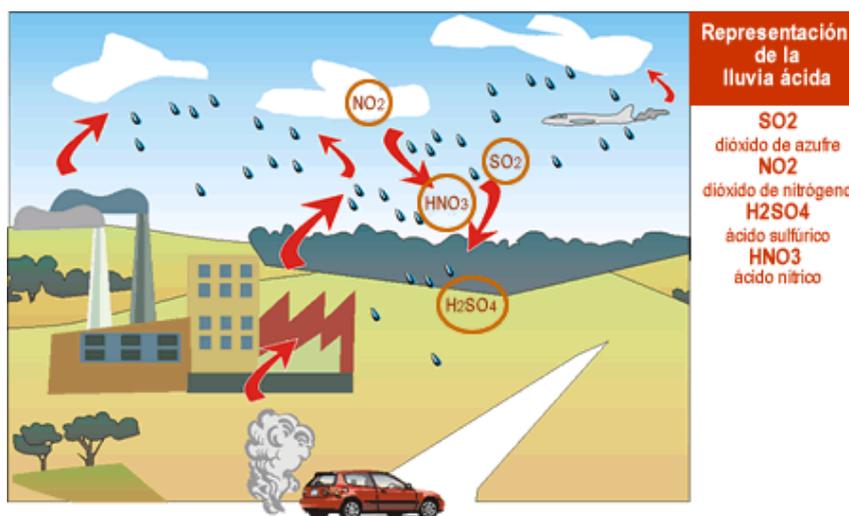


Fig. 6.2.4\_3 - Representación de la lluvia ácida

Esta lluvia ácida, junto con el dióxido de azufre puede provocar corrosión en los metales y estropear otros, como los pétreos y plásticos.

El nivel de este compuesto en la atmósfera está limitado por normativas en muchos países. Concretamente en la unión europea está fijado un límite anual de 40 µg/m<sup>3</sup>, un valor que está bastante cerca de los obtenidos en la tabla anterior en diferentes zonas. Se puede observar también una mayor concentración de este compuesto en las zonas de más tránsito de vehículos como son la pista de silla, el bulevar sur y el centro, siendo este punto uno de los más críticos. Por el contrario, las localizaciones con mayor cantidad de zonas verdes y menos tránsito son las que menos concentración presentan.

#### 1.4. Ozono en las estaciones automáticas según mes. 2018

	Pista de Silla	Viveros	U. Politécnica	Av. Francia	Moli del Sol	Bulevar Sur	Media por mes
<b>Enero</b>	30,23	33,32	35,19	39,77	39,86	35,94	<b>35,55</b>
<b>Febrero</b>	35,15	39,00	42,64	43,86	45,39	39,61	<b>40,79</b>
<b>Marzo</b>	52,50	60,13	62,20	61,10	65,74	58,81	<b>59,94</b>
<b>Abril</b>	63,00	70,90	72,43	68,03	70,33	66,33	<b>68,43</b>
<b>Mayo</b>	61,94	72,74	77,79	65,97	71,32	65,42	<b>69,00</b>
<b>Junio</b>	59,53	75,48	78,83	64,80	71,90	64,54	<b>68,85</b>
<b>Julio</b>	57,50	74,90	72,42	66,16	68,90	56,94	<b>65,77</b>
<b>Agosto</b>	68,80	66,19	60,17	56,54	59,81	59,29	<b>61,66</b>
<b>Septiembre</b>	51,23	57,57	58,53	50,70	51,93	53,76	<b>53,87</b>
<b>Octubre</b>	30,76	40,55	48,55	40,93	41,68	38,55	<b>39,81</b>
<b>Noviembre</b>	25,73	31,93	37,96	34,07	38,57	36,86	<b>33,87</b>
<b>Diciembre</b>	17,00	21,89	27,16	21,27	25,74	24,61	<b>22,68</b>
<b>Media anual</b>	<b>42,56</b>	<b>50,03</b>	<b>53,33</b>	<b>48,62</b>	<b>51,88</b>	<b>47,98</b>	-

Nota: Medias mensuales de las concentraciones en microgramos/m<sup>3</sup>.

Fuente: Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana.

Fig. 6.2.4\_4 – Valores de ozono en las estaciones automáticas de Valencia - GVA

El ozono es una sustancia compuesta por tres átomos de oxígeno. Se puede encontrar en estado normal en la atmósfera, con una concentración mayor a 25 km de altura en la llamada ozonósfera o capa de ozono, situada en la estratosfera. En esta capa,

su principal función es de depurador de aire, así como filtro para los rayos ultravioletas del Sol.

También se puede encontrar el ozono en partes más bajas de la atmósfera, originado por emisiones naturales, así como a partir de reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles derivados de la quema de combustibles.

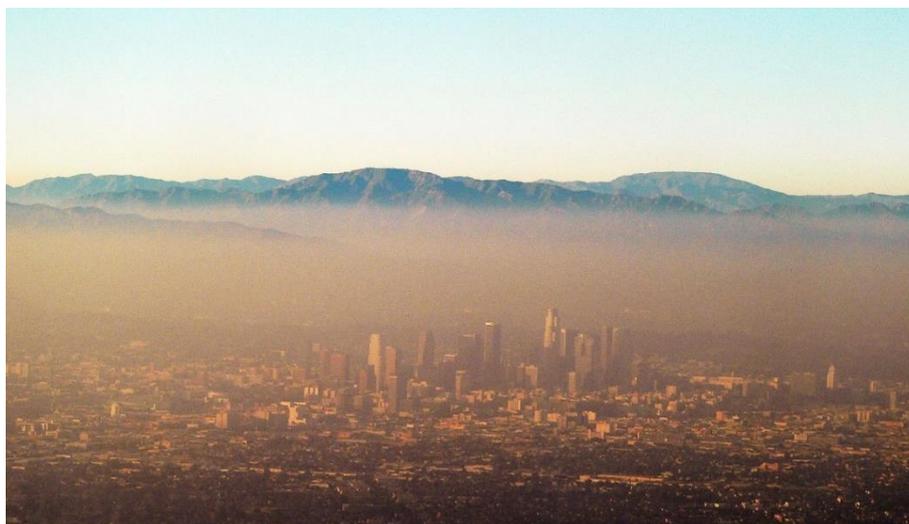


Fig. 6.2.4\_5 – Smog Fotoquímico sobre una ciudad

El ozono forma parte del smog fotoquímico, también conocida como contaminación del aire, principalmente en zonas urbanas. Está originada por las reacciones fotoquímicas del ozono y de otros compuestos, produciéndose sobre todo en áreas con alto movimiento de tráfico, poco aire y temperaturas cálidas.

Como se puede observar en la tabla, los datos más elevados se concentran en los meses más cálidos del año, teniendo su pico de mayor concentración en Mayo con  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a pesar de registrarse un pico de  $78,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la Universidad Politécnica en Junio, y su mínimo en Diciembre con  $22,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Una concentración abundante de ozono puede causar serios problemas respiratorios en el ser humano. A partir de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ya puede provocar daños en la salud humana. El límite recomendado para este compuesto es de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a medio plazo (8h) y de  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a corto plazo (15 minutos).

### 1.5. Monóxido de carbono en las estaciones automáticas según mes. 2018

Columna1	Pista de Silla	Av. Francia	Moli del Sol	Media por mes
Enero	0,16	0,14	0,15	0,15
Febrero	0,16	0,16	0,17	0,16
Marzo	0,13	0,15	0,15	0,14
Abril	0,10	0,11	0,13	0,11
Mayo	0,12	0,11	0,14	0,12
Junio	0,12	0,11	0,15	0,12
Julio	0,16	0,10	0,16	0,14
Agosto	0,13	0,15	0,12	0,13
Septiembre	0,16	0,15	0,12	0,14
Octubre	0,22	0,19	0,21	0,21
Noviembre	0,14	0,14	0,11	0,13
Diciembre	0,19	0,24	0,21	0,21
Media anual	0,15	0,14	0,15	-

*Nota: Medias mensuales de las concentraciones en miligramos/m<sup>3</sup>.*

*Fuente: Conselleria de Medio Ambiente. Generalitat Valenciana.*

Fig. 6.2.4\_6 - Valores de monóxido de carbono en las estaciones automáticas de Valencia - GVA

El monóxido de carbono es un gas incoloro y muy tóxico. Se produce principalmente por una mala combustión de sustancias como la gasolina, carbón, tabaco, etc. También se puede producir como subproducto de reacciones químicas en la fabricación de productos químicos.

La inhalación de este gas, aunque sea en cantidades no muy grandes, puede ser mortal en pocos minutos. Por ello, el límite aconsejado de este gas está en unos 55 mg/m<sup>3</sup>, un valor al que no se acerca ninguno de los valores de la tabla anterior.

Las concentraciones de este gas se pueden ver reducidas aumentando la cantidad de zonas verdes. Hay plantas que lo reducen en gran medida, ya que se nutren del carbono para realizar la fotosíntesis.

Por tanto de estos datos se pueden extraer conclusiones de cara al establecimiento de objetivos, como es el hecho de que se necesita que este material pueda ser resistente a la corrosión del ambiente, dado que en algunas zonas se pueden llegar a altas concentraciones, como es el caso de las concentraciones de dióxido de nitrógeno, que puede llegar a provocar lluvia ácida.

Por otra parte, también puede ser clarificador para elegir las zonas donde podría ser más efectivo el hecho de colocar estos maceteros. Se pueden colocar, tanto para crear zonas verdes en zonas con dificultad para realizar obras, como simplemente como decoración de calles que no los tienen. Como ya se ha comentado, la presencia de plantas ayuda a reducir estos niveles de toxicidad.

#### 6.2.6. Factores Políticos.

Actualmente, y debido a la concienciación por el cambio climático se está optando por realizar obras para hacer más zonas peatonales, reduciendo el tráfico de automóviles y priorizando el tráfico de peatones, principalmente en las calles más centrales de Valencia, como la calle Colón, los alrededores del mercado central, la

plaza del ayuntamiento y alrededores, o en un futuro, la Plaza de la Reina, la cual se quiere remodelar completamente, haciéndola totalmente peatonal y aumentando las zonas verdes en la misma.

Por otra parte, se están realizando proyectos para añadir zonas verdes permanentes en zonas urbanas de la ciudad, con la necesidad de realizar obra civil para ello.

#### 6.2.7. Mercado

Mediante la búsqueda de productos similares, se pueden contrastar características como el precio, volúmenes, peso, materiales... De esta forma podemos establecer objetivos reales de cara a la competencia, como sería poder tener un precio competitivo, además de realizar un producto viable económicamente.

Recientemente, desde hace unos años se han empleado maceteros voluminosos de materiales pesados para bloquear las entradas a zonas peatonales, normalmente con gran afluencia de gente, como es el caso del casco antiguo de las ciudades, que suele estar frecuentado por turistas en su mayoría así como por el resto de ciudadanos.

Estas medidas se tomaron a partir de los atentados ocurridos en diferentes ciudades europeas como Estocolmo, Londres y Barcelona entre otras, donde vehículos entraron en zonas peatonales donde había congregaciones de gente. Con la implantación de estos maceteros, se pretende evitar que actos como estos puedan ocurrir.

#### 6.3. *Requisitos generales*

1. Que sea económico.
2. Que su precio sea competitivo.
3. Que sea viable.
4. Que sea sostenible.
5. Los materiales empleados deben ser de origen lo más cercano posible.
6. Que pueda tener varios usos después de ser usado como macetero.
7. Que sea resistente impactos.
8. Que sea resistente a la corrosión.
9. Que sea resistente a la exposición solar.
10. Que sea duradero.
11. Debe ser seguro.
12. Evitar que el material pueda suponer un riesgo para la salud.
13. Evitar formas que puedan poner en riesgo a las personas.
14. Evitar que se pudra la tierra.
15. Permitir el desalojo del exceso de agua.
16. Ser suficientemente grande para plantar diferentes variedades.
17. Debe de permitir que las plantas sean visibles.
18. Emplear en la medida de lo posible materiales estancos.

19. Que el peso del macetero completo (lleno) sea suficiente para que no se pueda mover del sitio.
20. Que sea sencillo de fabricar.
21. Que el proceso de fabricación permita la modularidad.
22. El macetero deberá ser fácil de montar.
23. El macetero deberá ser fácil de fabricar.
24. Tener protección suficiente para los componentes eléctricos.
25. Debe ser energéticamente autosuficiente.
26. Debe disponer de espacio para baterías.
27. Las baterías deben ser de suficiente capacidad para durar durante un día entero.
28. Deben poder engancharse unos a otros.
29. Debe poder instalarse sin necesidad de obra civil.
30. Debe ser de fácil instalación.
31. Debe ser de tamaño suficiente para no dificultar el paso en zonas peatonales.
32. Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos.
33. La altura del macetero debe ser suficiente para permitir el desarrollo de raíces.
34. La altura del macetero no debe superar la altura de la cintura de una persona promedio.
35. Debe ser visible de noche para los coches y los peatones.
36. Que sea de fácil mantenimiento.
37. Que sea fácil de reparar.
38. Que sea fácil de limpiar.
39. Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada
40. Limitar el riesgo causado por vehículos en movimiento

#### 6.4. *Requisitos económicos*

- Tener un precio competitivo.
- Emplear materiales económicos.
- Emplear procesos que permitan la mayor flexibilidad posible para abaratar costes
- Emplear procesos de fabricación económicos.
- Ser viable económicamente.

#### 6.5. *Requisitos técnicos*

- Emplear materiales resistentes a impactos
- Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas eléctricos y de seguridad.

- Contener baterías suficientes para alimentar las luces led que contienen los maceteros durante 24h como mínimo.
- Deberá poseer baterías recargables.
- Se deberán emplear fuentes de energía renovables.
- Debe facilitar su visibilidad.
- Debe evitar que las formas puedan suponer un riesgo para la salud.
- Debe evitar que el material pueda ser un riesgo para la salud.
- Se deberán evitar materiales que se puedan astillar con facilidad.
- Se deberán evitar componentes externos tóxicos.
- Se deben evitar alturas peligrosas.
- Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos.
- Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada
- Se debe evitar que la tierra se pudra.
- Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar.
- Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión.
- El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza.
- El macetero deberá ser fácil de montar.
- El macetero deberá ser fácil de fabricar.
- Su mantenimiento deberá ser lo menor posible.
- Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles.
- Deberá facilitar el riego en todo lo posible.
- La instalación se deberá realizar sin obra civil.
- El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso.

#### 6.6. *Requisitos dimensionales*

- Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas.
- No debe dificultar el paso de la gente por zonas peatonales.
- Debe tener una profundidad suficiente para permitir el desarrollo de raíces.
- Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor.

#### 6.7. *Requisitos estéticos*

- El diseño debe ser estéticamente agradable.
- Debe tener un buen acabado superficial.
- Se prefiere una estética sutil.

#### 6.8. *Requisitos medioambientales.*

- Emplear materiales de bajo impacto ambiental.
- Debe ser reutilizable.
- Emplear materiales que se puedan reciclar.
- Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible.
- Se deberán evitar componentes externos tóxicos.

### 6.9. Síntesis y elección de objetivos

Según lo analizado en el apartado Anexo I, se sintetizarán los requisitos planteados anteriormente, teniendo en cuenta los requisitos que son similares como un solo requisito, siempre que sea posible. Posteriormente se dividirán según si son restricciones o especificaciones partiendo de si son o no escalables. Las que sean escalables se buscará de hacer especificaciones, obteniendo datos concretos mediante estudios de los diferentes requisitos.

Seguidamente, para estas especificaciones se analizará que diseño de los propuestos los cumple mejor y se hará una valoración para obtener un diseño sobre el cual se desarrollará la propuesta final.

#### 6.9.1. Restricciones

- Evitar componentes tóxicos. (Restricción)
- Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar. (Restricción)
- Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión. (Restricción)
- Emplear materiales que se puedan reciclar. (Restricción)
- Se deben evitar formas que puedan suponer un riesgo para la salud. (Restricción)
- Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada. (Restricción)
- El producto debe ser modular. (Restricción)
- La instalación se deberá realizar sin obra civil. (Restricción)
- El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso. (Restricción)
- Deberá poseer baterías recargables. (Restricción)
- Se deberán emplear fuentes de energía renovables. (Restricción)
- Se deberá evitar que la tierra se pudra. (Optimizable/ Restricción)

#### 6.9.2. Especificaciones

- Emplear materiales económicos. (Optimizable)
- Emplear materiales resistentes a impactos. (Optimizable)
- El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza. (Optimizable)

- Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas de seguridad con componentes eléctricos. (Optimizable)
- Se debe facilitar su visibilidad.(Optimizable)
- Se deben evitar alturas peligrosas. (Optimizable)
- Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos. (Optimizable)
- El diseño debe ser estéticamente agradable. (Optimizable)
- Debe tener un buen acabado superficial. (Optimizable)
- Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas. (Optimizable)
- Debe tener una profundidad suficiente para permitir el desarrollo de raíces. (Optimizable)
- Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor. (Optimizable)
- Emplear procesos que permitan la mayor flexibilidad posible para abaratar costes. (Optimizable)
- Emplear procesos de fabricación lo más económicos posibles. (Optimizable)
- El macetero deberá ser fácil de montar. (Optimizable)
- El macetero deberá ser fácil de fabricar. (Optimizable)
- Su mantenimiento deberá ser lo menor posible. (Optimizable)
- Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles. (Optimizable)
- Se deberá facilitar el riego en todo lo posible. (Optimizable)
- Deberá contener baterías suficientes para alimentar la iluminación (Optimizable)
- Debe tener el menor impacto ambiental posible. (Optimizable)
- Debe ser reutilizable. (Optimizable)
- Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible. (Optimizable)
- Deberá tener un precio competitivo. (Optimizable)

### 6.9.3. Deseos

- Se prefiere una estética sutil. (Deseo)

## 7. Análisis de soluciones

### 7.1. *Diseño conceptual*

Previamente al desarrollo de diseños concretos se ha realizado un diseño base, a partir del cual desarrollar el producto.

Como primera propuesta se parte de la idea de un puzle, con salientes y entrantes con forma de cola de milano, que serán las partes que engancharán un macetero con otro, impidiendo que este pueda desplazarse independientemente, dando solidez al conjunto.

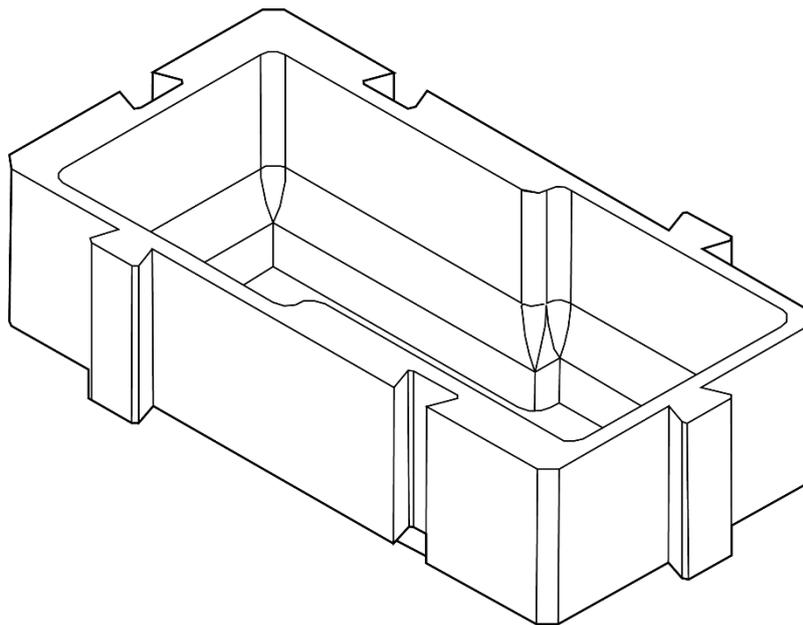


Fig. 7.1\_1: Diseño conceptual del macetero

En un principio este boceto estaba planteado para hacerse de hormigón, de ahí el espesor de sus paredes, haciéndolo resistente y pesado para poder cumplir con los objetivos propuestos.

Sus medidas externas son de 500 mm x 1000 mm x 300 mm de altura.

Como planteamiento inicial, se ha previsto un hueco en la base de diferente ancho que la parte superior para permitir la ubicación de una capa filtrante, compuesta por una malla de un material polimérico o de carbono, colocada por encima de una base de grava o piedras de tamaño medio, que servirán para añadir peso a la base, como permitir que el exceso de agua se filtre hacia la base a la vez que se mantiene la tierra alejada de este exceso de agua para evitar que se pudra. El hecho de que el agua pueda almacenarse en la base del macetero permite que el agua pueda evaporarse y mantener la tierra húmeda durante más tiempo pero sin llegar a saturarla, permitiendo que se necesiten menos riegos y por tanto se aproveche mejor el agua.

En esta fase, no se había ubicado donde irían las baterías necesarias para proveer de energía la instalación de luces necesaria.

A continuación se estudiarán las diferentes propuestas de materiales a emplear, así como propuestas más elaboradas respecto a este diseño.

## 7.2. *Análisis de materiales*

Para la realización del proyecto se han valorado diferentes materiales desde el punto de vista de su rendimiento frente a impactos, su peso, su facilidad de fabricación y su impacto medioambiental.

Los aspectos a los que se les ha dado más importancia han sido a su rendimiento frente a impactos y a su impacto medioambiental, debido a que lo que se pretende es mejorar la protección en las zonas peatonales así como de crear zonas verdes con el mínimo impacto ambiental posible.

Los materiales que se han valorado son los siguientes:

- **Hormigón celular**

El hormigón celular fue inventado en 1927 y está compuesto principalmente de materias primas naturales, como agua, arena, cemento y aire.

El hormigón celular se procesa únicamente con agua, cemento y aditivos.

Este tipo de hormigón se puede emplear para la fabricación de tabiques, forjados o rellenos entre otras utilidades.



Fig. 7.2\_1: Hormigón celular

Una de las características de este tipo de hormigón es que se emplea un agente generador de espuma o leudantes, lo que genera burbujas de aire en el interior, manteniendo de esta forma una cremosa y fluida a la vez que mantiene una mezcla homogénea de los componentes. Además con esto se consigue un producto final muy ligero y que requiere de menos cantidad de material que el hormigón tradicional, reduciendo el impacto ambiental que genera.

- **Puntos a favor**

Este material es ligero y su impacto ambiental es muy bajo en comparación con el hormigón común.

- **Puntos en contra**

Es un material muy poroso que necesitará de un tratamiento superficial para poder contener la tierra y al agua del riego sin crear zonas húmedas donde se pudra el agua.

- Este material tiene baja resistencia a impacto.

- **Hormigón**

El hormigón es un material compuesto formado por aglomerante, áridos, agua y aditivos, y es el material más usado en la construcción.

Este material se descubrió en el Antiguo Egipto por la necesidad de unir la mampostería mediante pastas para formar estructuras estables. Se siguió empleando posteriormente por los griegos e incluso por el imperio romano, pero después de su caída cayó en desuso, hasta que se empleó en algunas obras del siglo XIII, aunque no fue hasta el siglo XVIII cuando se empieza a investigar en profundidad y más adelante en el siglo XIX se inventa el cemento Portland, que impulsa su uso generalizado en la industria.

El hormigón es un material que soporta altas cargas de compresión, pero, sin embargo, no soporta las cargas a tracción. Es por esto que se le añadieron refuerzos, que consistían en una estructura interior de varillas de acero que soportaban estos esfuerzos, logrando optimizar sus propiedades. El hormigón con este refuerzo es lo que se conoce como hormigón armado.

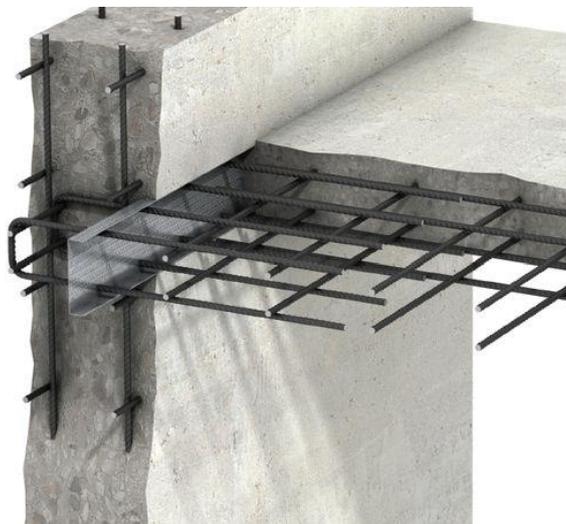


Fig. 7.2\_2: Hormigón armado

El hormigón puede ser utilizado en diferentes consistencias a la hora de su aplicación, variando su procedimiento de aplicación, su curado y el resultado final. Estas consistencias dependen de la cantidad de agua o aditivo que se le haya añadido y se determinan mediante ensayos siguiendo método del

asiento en cono de Abrams<sup>2</sup>, siendo el resultado una pasta seca (con muy poca agua), plástica (con algo más de agua), blanda, fluida (con alto contenido de agua) y líquida (mucha cantidad de agua en proporción con el hormigón).

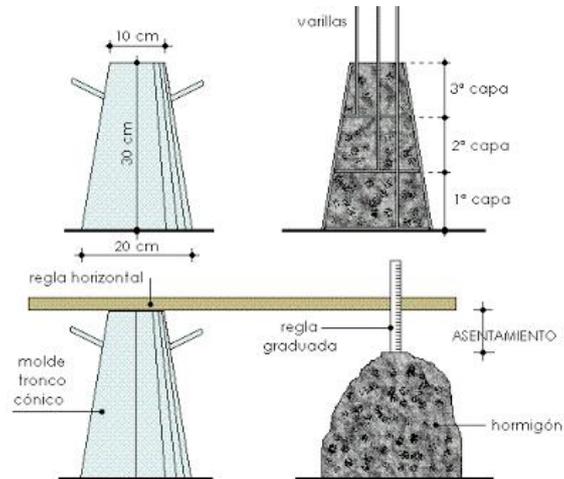


Fig. 7.2\_3: Ensayo del cono de Abrams

Para la pasta seca o plástica se emplea un vibrado mientras se está hormigonando para evitar que queden burbujas de aire en el interior al no ser lo suficientemente líquida para rellenar los huecos del encofrado que se haya empleado.

Para la pasta blanda, fluida y líquida se realiza un picado, para eliminar burbujas de aire internas en la pasta.

- **Puntos a favor**

Este material, cuando está armado, tiene una gran resistencia a impactos y debido a su peso los aguantará bien sin desplazarse demasiado del sitio.

Se puede fabricar de una única pieza, haciendo que sea más robusto y resistente.

- **Puntos en contra**

Es un material muy poroso que necesitará de un tratamiento superficial para poder contener la tierra y al agua del riego sin crear zonas húmedas donde se pudra el agua.

Se necesitan unos anchos de pared amplios que restarán capacidad al interior del macetero.

- **Polietileno de alta densidad**

El polietileno de alta densidad es un termoplástico parcialmente cristalino formado por una cadena de monómeros de etileno.

Este material es muy valorado por su tenacidad, por su rigidez y su ligereza. Tiene muy buena resistencia al impacto, y gracias a poseer una ligera

---

<sup>2</sup> Ensayo en el que se utiliza un molde troncocónico de unas dimensiones normalizadas, que se rellena de hormigón y al retirarlo se mide el asentamiento que experimenta la masa medida en centímetros.

flexibilidad aun estando en frio, ante un impacto es capaz de deformarse, repartiendo los esfuerzos generados por este, haciendo que la deceleración sea menos brusca.



Fig. 7.2\_4 – Granza (izquierda) y piezas de polietileno de alta densidad.

Es un material con muy fácil de procesar, siendo muy usado en operaciones de extrusión y soplado para productos como envases mayoritariamente, aparte de para tuberías de presión para agua, gas y riego.

- **Puntos a favor**

Es un material ligero, capaz de absorber impactos gracias a su facilidad para deformarse. Es fácil de procesar, se puede fabricar rápidamente y en serie.

Su coste es bajo comparado con otros materiales.

Además, es completamente estanco por lo que no hará falta aplicar ningún tratamiento superficial.

Es un material reciclable.

- **Puntos en contra**

Es un material que es muy poco degradable, generando residuos que si no se tratan adecuadamente pueden perdurar durante muchos años.

- **Acero**

El acero es una aleación de hierro y carbono, variando su porcentaje, y al que además se le pueden añadir diferentes aleaciones diferentes para adquirir nuevas propiedades que mejoren sus capacidades o se adapten a los requerimientos necesarios.



Fig. 7.2\_5 - Piezas de acero

El acero posee diferentes constituyentes según su temperatura, que son la perlita, la cementita y la ferrita, además de la austenita. (Diagrama hierro-carbono).

Alrededor de los 1500°-1600°C el acero se funde, pasando a estar en estado líquido. En este estado se puede transformar mediante diferentes métodos, como el de moldeo, ya sea por molde de arena, moldeo a presión, colada, molde a la cera...

Por otra parte, cuando está en estado semisólido se le puede dar forma mediante prensas o por extrusión, o en estado sólido puede estar presente en forma de chapas y se puede proceder a darle forma mediante el doblado de las mismas.

- **Puntos a favor**

Es un material que permite una amplia variedad de formas y tamaños. Se pueden buscar diferentes propiedades según su composición para mejorar su resistencia a impactos o a su absorción.

Se pueden soldar piezas con facilidad (dependiendo de la aleación) para añadir nuevos elementos o reducir la complejidad de los moldes. Se puede emplear en forma de chapas.

Es completamente estanco.

- **Puntos en contra**

El acero en contacto con el aire o el agua se puede oxidar fácilmente si no es de una aleación adecuada, por lo que necesitaría una aleación concreta o un recubrimiento posterior.

- **Madera**

La madera es uno de los materiales de construcción más comunes y que se lleva usando desde la prehistoria para fabricar tanto utensilios como hogares, por la facilidad de tratarla y darle forma. Es un material relativamente ligero, según el tipo de madera que se emplee.



Fig. 7.2\_6 – Tablones de madera

Además la madera es un material completamente natural y renovable, ya que se extrae de los árboles que crecen continuamente. Es por esto que su impacto ambiental es muy bajo.

- **Puntos a favor**

Es un material ligero, muy fácil de manipular y de dar forma, haciendo posible realizar gran cantidad de formas y tamaños, así como de poderse emplear para muchos usos y ser de un bajo impacto ambiental.

- **Puntos en contra**

Es un material poroso e hidrófugo, es decir, absorbe el agua. Esto, junto con ser un material orgánico provoca que se pudra y se deteriore rápidamente, por lo que no es ideal para colocar en ambientes húmedos o que vayan a estar en contacto con el agua.

### 7.3. *Diseños preliminares*

A continuación se muestran diferentes diseños, realizando diferentes cambios para cumplir la mayor parte de los requisitos posibles. Estos diseños son el resultado de diferentes estudios centrados principalmente en los procesos de fabricación, que es una de las partes más importantes, puesto que si esta no se puede cumplir, el proyecto no se podrá realizar.

Todos los maceteros están pensados con diferentes módulos, siendo estos rectangulares, cuadrados o de cuarto de circunferencia, con los que tener posibilidad de realizar formas mediante la unión de ellos.

### 7.3.1. Macetero de hormigón con unión de cola de milano

Para esta primera propuesta, se parte de la idea inicial planteada al principio de este apartado.

Esta idea se basa en la forma de un puzle para encajar las piezas entre sí para formar una única unidad.

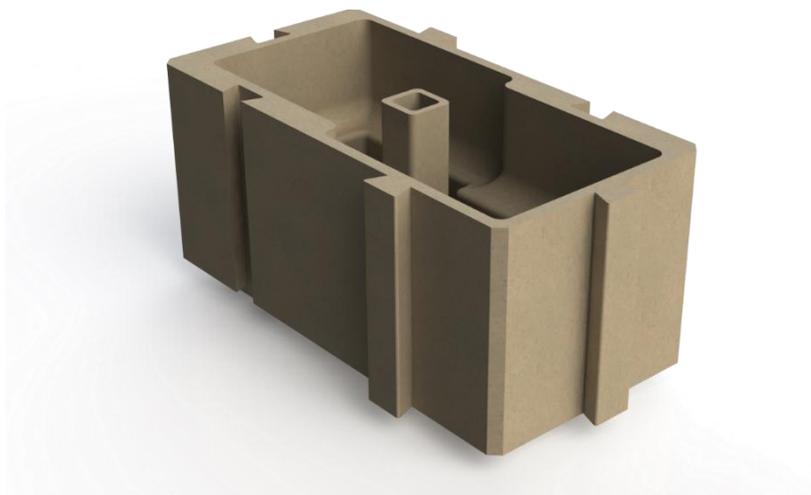


Fig. 7.3.1\_1 – Macetero de hormigón con cola de milano

Está planteada para realizarse en hormigón, mediante un encofrado inferior con la forma exterior y uno superior con la forma del interior.

Respecto a la idea inicial se añaden varias modificaciones y mejoras, como son el redondeo de bordes, sobretodo en la parte inferior donde se ubica la zona de filtrado. En esta misma zona se añade una estructura central que será la que contenga las baterías necesarias para el funcionamiento óptimo de la iluminación, así como también hacer de soporte para el panel solar que irá colocado por encima de esta estructura.

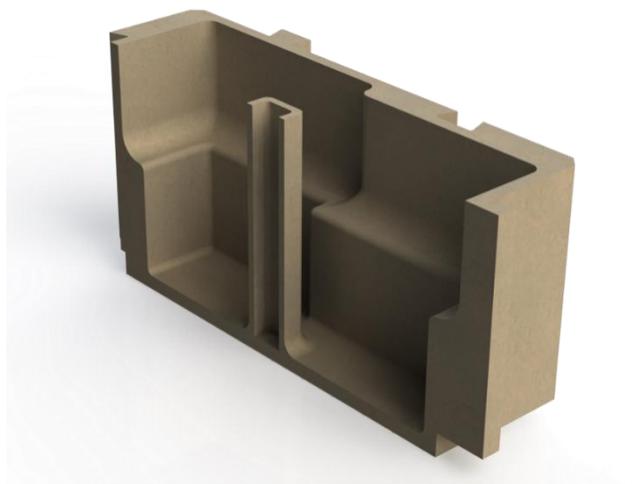


Fig. 7.3.1\_2 – Sección macetero de hormigón con cola de milano

Este diseño queda descartado en un principio debido a la complejidad a la hora de su fabricación, principalmente por el coste del encofrado, su dificultad para su colocación y su posterior retirado, así como el escaso espesor de las paredes que dificultarán que el árido del hormigón pueda llenar todas las cavidades del encofrado.

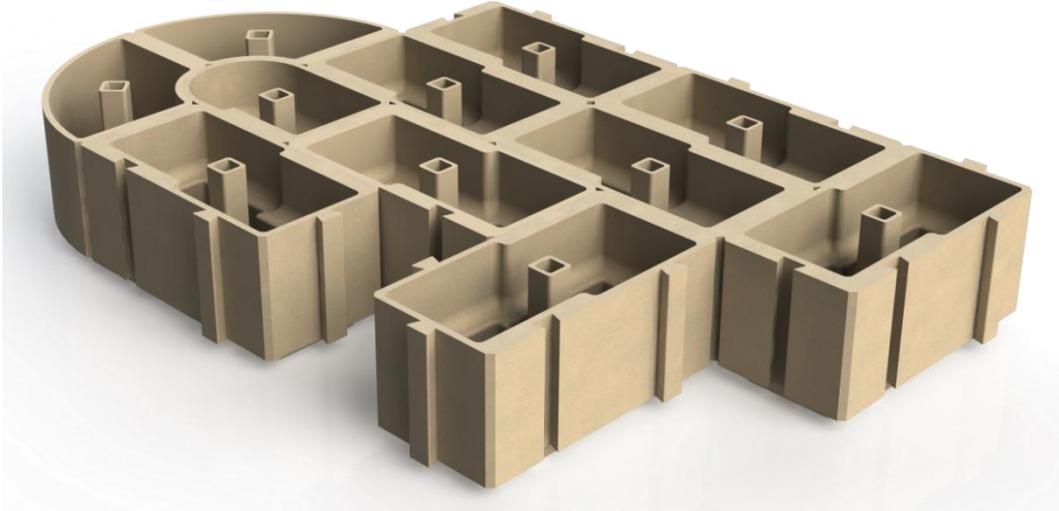
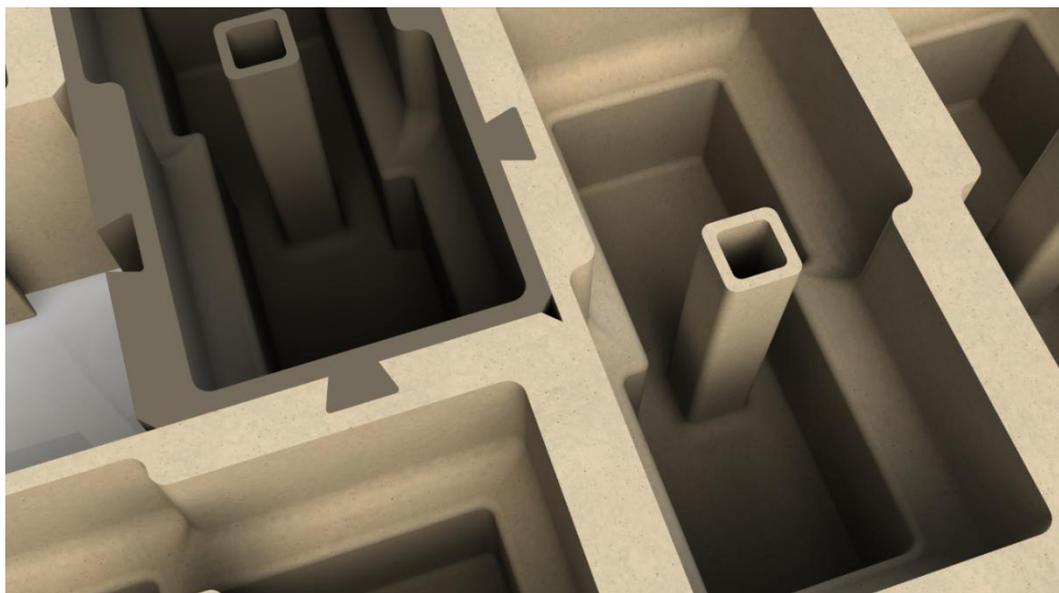


Fig. 7.3.1\_3 – Maceteros de hormigón ensamblados



7.3.1\_4 – Uniones de cola de milano

### 7.3.2. Macetero de acero realizado por estampa

Posteriormente al diseño anterior, se plantea un cambio de materiales, y con ello un cambio en el proceso de fabricación. En este caso se plantea realizar el macetero de una sola pieza, partiendo de una chapa de acero estructural que será conformado mediante estampación. En esta propuesta se plantean también diferentes módulos,

que serán rectangulares, cuadrados y de cuarto de circunferencia. Este proceso ofrece diferentes problemas así como puntos positivos.

Los puntos negativos son, que el propio macetero tiene mucha profundidad, por lo que se necesitará hacer mediante varias matrices diferentes hasta llegar a la forma final. Por otra parte, este proceso permite realizar el macetero de una sola pieza, ganando en rigidez del material, en acabados y en posteriores procesos a la hora de montaje.



Fig. 7.3.2\_1 - Macetero de acero por estampa



Fig. 7.3.2\_2 - Sección macetero de acero por estampa

Esta propuesta a su vez se divide en dos diferentes, según tenga las uniones fabricadas por separado o fabricadas integradas en el mismo proceso de fabricación.

### Macetero con uniones separadas

Para esta propuesta se emplean uniones fabricadas de forma independiente al macetero, al cual se soldarán posteriormente. El cuerpo se realizará mediante varias estampaciones hasta llegar a la forma final. De esta forma la fabricación del cuerpo se simplifica mucho.



Fig. 7.3.2\_3 – Macetero con uniones soldadas en forma de herradura



Fig. 7.3.2\_4 – Macetero con uniones soldadas en forma de cola de milano

## Macetero con uniones integradas

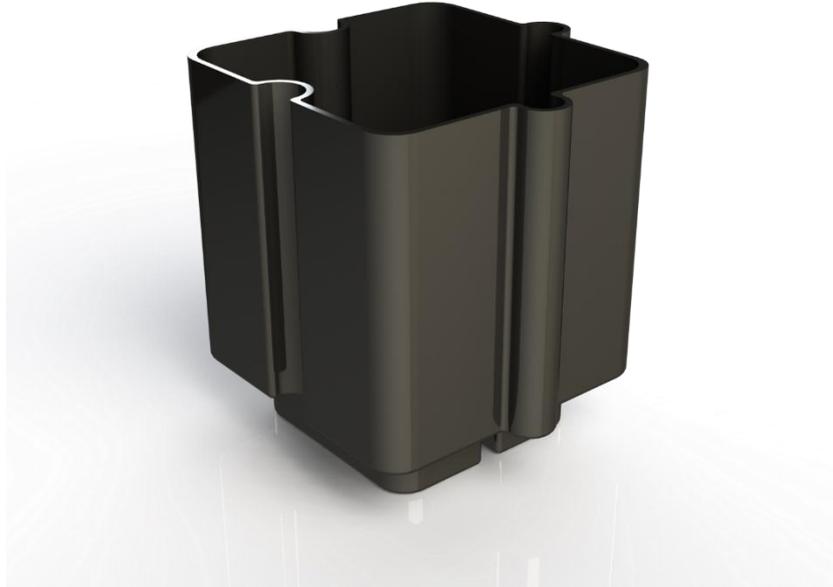


Fig. 7.3.2\_5 – Macetero cuadrado con uniones integradas en forma de herradura

En esta propuesta se intenta emplear uniones fabricadas a la vez que el cuerpo. Esto implica que la matriz deberá ser más compleja para añadir estas formas, lo que puede encarecer el proceso pero tanto el acabado final como la resistencia de la unión serán mejores.

### 7.3.3. Macetero de acero por chapas y fondo por matriz rectangular.

Esta propuesta se basa en una rectificación de la anterior, buscando una forma más fácil de fabricar el macetero. Este proceso permite hacer los diferentes módulos, sin necesidad de tener que emplear estampas diferentes, reduciendo costes.

En este caso se realiza por separado el cuerpo y la base, realizándose la base mediante estampa manteniendo la idea de la propuesta anterior pero facilitando que esta se pueda completar de un solo proceso, mientras que el cuerpo principal se realizará mediante el doblado de chapas.

Eso permite de nuevo realizar las uniones de dos formas, por separado y posteriormente soldadas o fabricadas con el doblado de la capa.



Fig. 7.3.3\_6 – Fondo por matriz rectangular

El acabado estético es muy similar a los renders mostrados anteriormente, solamente cambiando el aspecto del fondo, que se realiza por separado.

#### Macetero con uniones separadas

Para esta propuesta se emplean uniones fabricadas de forma independiente al macetero, que posteriormente se soldarán al cuerpo principal que se hará doblando una chapa hasta cerrar la forma. Seguidamente se soldará el cuerpo a la base. De esta forma la fabricación del cuerpo se simplifica mucho.

#### Macetero con uniones integradas

En este caso se realizan las uniones con el doblado de varias chapas, las cuales requerirán de más pliegues diferentes y luego estas se soldarán entre sí y al fondo del macetero. De esta forma se complica un poco la fabricación pero se consiguen un mejor acabado y comportamiento mecánico.

#### 7.3.4. Macetero de acero por chapas y fondo por matriz cuadrada.

Esta propuesta es muy similar a la anterior, pero con la diferencia de que se intenta emplear la misma matriz para todos los maceteros posibles, reduciendo los costes de fabricación significativamente. Se realizarán de la misma forma que los anteriores, mediante el doblado de chapas y conformado de la base por matriz.



Fig. 7.3.4\_1 - Fondo con matriz cuadrada

Macetero con uniones integradas



Fig. 7.3.4\_2 - Macetero con uniones integradas en forma de cola de milano

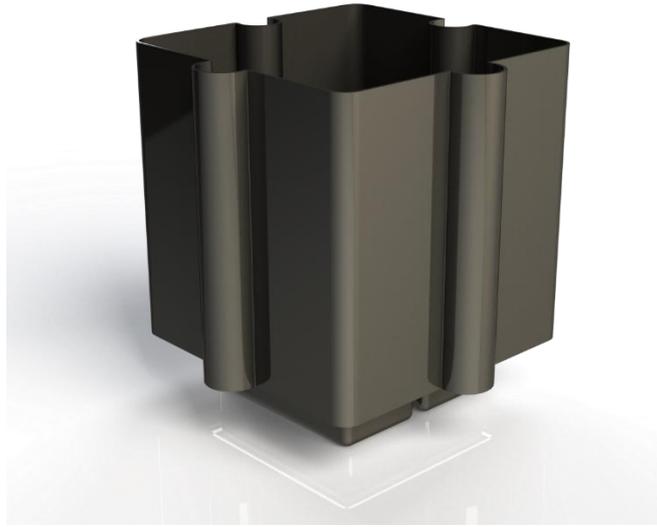


Fig. 7.3.4\_3 – Macetero cuadrado con uniones integradas en forma de herradura

### 7.3.5. Macetero de acero por chapas y forma rómbica

El siguiente diseño preliminar es una forma rómbica, creada mediante el doblado de chapas y la realización de un fondo por estampa acorde a esta forma. El principio de modularidad de esta propuesta puede partir de dos principios:

- Añadirle uniones soldadas como en propuestas anteriores
- Dejar la pared del macetero lisa y que por fricción, al compartir mucha más superficie, los maceteros ejerzan mayor resistencia.

De esta forma se obtiene un diseño que puede ser muy versátil y puede permitir tener caras lisas, que favorecen su estética.



Fig. 7.3.5\_1 – Macetero forma rómbica

### 7.3.6. Macetero tipo puzle

Finalmente, el último diseño preliminar, y por tanto última propuesta de diseño consiste en un macetero, realizado mediante doblado de chapas y el fondo por estampa, con una forma más simple que las anteriores, teniendo formas más orgánicas, menos complicadas, dando una sensación menos forzada y que por tanto resulta más agradable. En el caso de este diseño, las uniones entre los maceteros están solo en dos de los laterales, y son bastante más grandes que en otros diseños, haciendo que se integre más en el diseño, dejando de ser una parte tan forzada.

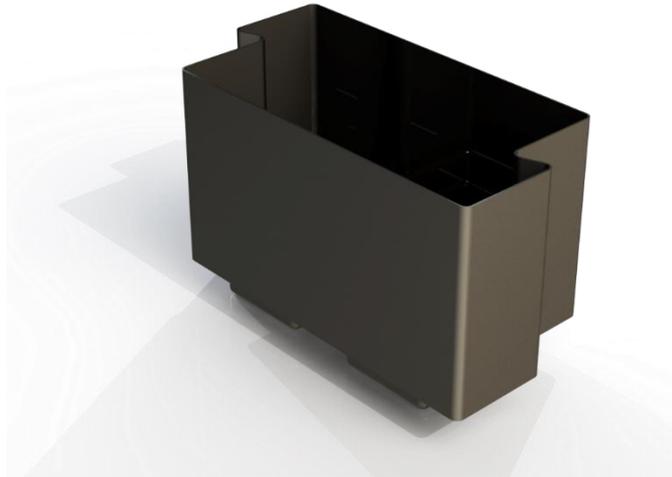


Fig. 7.3.6\_1 - Macetero Puzle rectangular

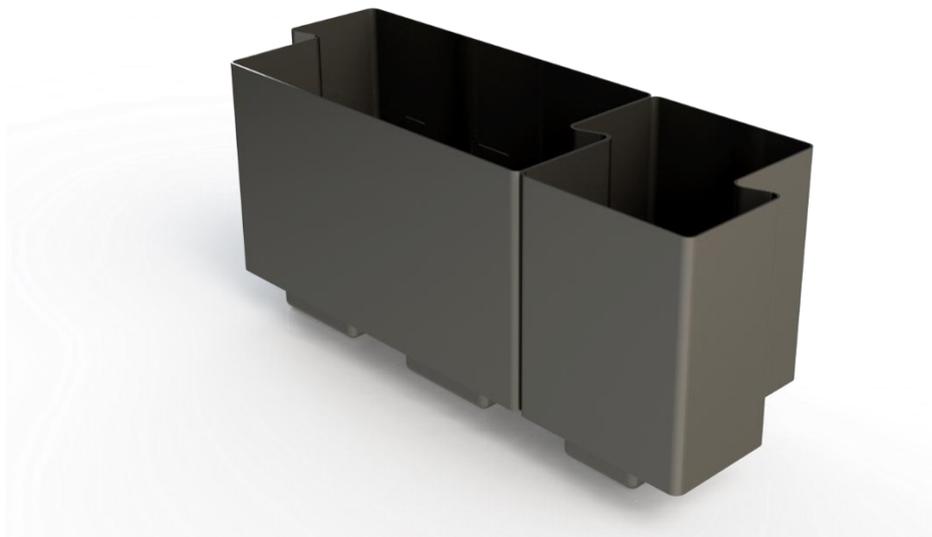


Fig. 7.3.6\_1 - Macetero Puzle rectangular

#### 7.4. *Propuestas de diseños*

Con los diseños previamente mostrados, se decide elegir las versiones finales de cada uno, dejando como propuestas para la evaluación mediante diferentes metodologías solo 5 de los diseños.

Estos diseños serán:

- Macetero de hormigón.
- Macetero de acero con uniones separadas.
- Macetero de acero con uniones integradas.
- Macetero rómbico.
- Macetero tipo puzle

### 8. Metodologías

En este apartado se realizará la evaluación de los diferentes diseños para elegir la propuesta más adecuada y que cumpla mejor los objetivos propuestos. Para esto los diseños que se evaluarán son los maceteros realizados de hormigón, los maceteros realizados por chapas y con uniones independientes y los maceteros realizados por chapas con las uniones integradas. Posteriormente se evaluará que tipo de unión es el más adecuado para el proyecto y que cumpliría mejor su función y con una estética más cuidada.

Para la evaluación de los modelos comentados primero se realizará la metodología DATUM, en la cual se seleccionarán los objetivos más importantes o críticos de cara al diseño y se puntuarán según lo cumplan mejor o peor.

Posteriormente se realizará un método de ponderación, donde se le darán un porcentaje concreto a cada uno de los objetivos mencionados en el DATUM según su importancia final en el diseño.

#### 8.1. *DATUM*

El método DATUM consiste en situar las diferentes alternativas y los objetivos en una matriz. Seguidamente se elige una de las soluciones como DATUM o base de comparación, normalmente eligiendo el que se piensa que es mejor.

A continuación, se compara la adaptación a cada objetivo de cada una de las alternativas según el DATUM, colocando un signo positivo (+) si es mejor que la base de comparación, un signo negativo (-) si es peor, o un signo de igual (=) si este se adapta de una forma similar o igual.

Por último, se calculan por separado los signos para cada alternativa de forma separada para obtener cuantos puntos es mejor una alternativa que otra, cuantos peor o cuantos igual. De esta forma se puede partir de una base de aspectos a mejorar como para poder elegir la propuesta con valoración más positiva.

En este caso se han elegido como requisitos principales la resistencia a impactos, resistencia a los factores ambientales (como el sol, la lluvia, la posible corrosión derivada de esta y otros factores como las partículas del aire), también la facilidad

de mantenimiento (incluyendo en esta el riego, la limpieza y las reparaciones), la facilidad del montaje, a la facilidad de instalación, su capacidad y la posibilidad de tener usos adicionales después de su vida útil.

OBJETIVOS	Valoración	Maceteros de hormigón	Maceteros de acero con uniones separadas	Maceteros de acero con uniones integradas	Macetero de acero rómbico	Macetero de acero tipo puzle
Resistencia a impactos	Menos – Más 1 – 5	1	5	5	4	5
Resistencia a factores ambientales.	Menos – Más 1 – 5	4	4	4	4	4
Facilidad de mantenimiento	Difícil –Fácil 1 – 5	3	4	5	5	5
Facilidad de fabricación	Difícil –Fácil 1 – 5	2	5	3	5	4
Facilidad de montaje	Difícil –Fácil 1 – 5	5	3	4	4	4
Posibilidad de usos adicionales	Menos – Más 1 – 5	2	5	4	5	5
Capacidad	Menos – Más 1 – 5	2	5	5	3	4
Nº de componentes	Más – Menos 1 – 5	5	1	4	4	4

Con los resultados obtenidos en la tabla anterior se puede observar que los diseños de maceteros realizados en acero son bastante similares entre sí en las puntuaciones.

A continuación se realiza el método de evaluación DATUM.

Para esto se ha seleccionado el macetero de acero con uniones integradas como punto de comparación, considerando que cumple ligeramente mejor los objetivos requeridos. Por tanto se compara este diseño con los otros dos utilizando el siguiente criterio:

- Símbolo – → Cumple peor el objetivo que la comparación seleccionada.
- Símbolo + → Cumple mejor el objetivo que la comparación seleccionada.
- Símbolo = → Cumple el objetivo igual que la comparación seleccionada.

OBJETIVOS	D1	D2	D3	D4	D5
Resistencia a impactos	-	=	=	-	D
Resistencia a factores ambientales	=	=	=	=	A
Facilidad de mantenimiento	-	-	=	=	T
Facilidad de fabricación	-	+	-	+	U
Facilidad de montaje	+	-	=	=	M
Posibilidad de usos adicionales	-	=	-	=	*
Capacidad	-	+	+	-	*
Suma +	1	2	1	1	*
Suma -	5	2	2	2	*
Suma =	1	3	4	4	*
<b>TOTAL</b>	-3	3	3	3	*

Con los resultados obtenidos de esta tabla se puede observar que el primer diseño, el del macetero realizado de hormigón es el que peor cumple los requerimientos en comparación con las otras dos propuestas de diseño, mientras que los otros diseños están igualados entre ellos con una puntuación de 3.

Por tanto, una vez realizado el análisis, se comparará el mejor resultado obtenido con el utilizado como DATUM, que en un principio era el considerado como posible mejor.

OBJETIVOS	D2	D3	D4	D5
Resistencia a impactos	=	D	-	=
Resistencia a factores ambientales	=	A	=	=
Facilidad de mantenimiento	-	T	=	=
Facilidad de fabricación	+	U	+	+
Facilidad de montaje	-	M	=	=
Posibilidad de usos adicionales	+	*	+	+
Capacidad	=	*	-	-
Suma +	2	*	2	2
Suma -	2	*	2	1
Suma =	3	*	3	4
<b>TOTAL</b>	3	*	3	5

De este método, se pueden extraer conclusiones, como que el diseño 2 y el diseño 4 son similares en aptitudes aunque difieren en ciertos puntos, y que el diseño 5 obtiene una mejor puntuación a pesar de ser igual en muchos aspectos y no tener la misma capacidad que los otros maceteros de acero.

Por tanto, de esta metodología se puede concluir que el macetero 5 es el que mejor resultado demuestra, superando en 2 puntos a los otros con los que se le comparan.

## 8.2. MÉTODO DE PONDERACIÓN

Seguidamente al método cualitativo DATUM, se realizará el método cuantitativo o de ponderación.

Este método consiste en enunciar y definir claramente cada uno de los objetivos o criterios que han de cumplir los diseños a evaluar. En este caso, se emplearán los mismos objetivos propuestos para el DATUM.

A continuación, se clasificarán los objetivos, registrando en una matriz de comparación el objetivo preferente de cada par.

Posteriormente, se ponderarán estos objetivos asignando números índice, dándole un valor mayor a aquellos que se consideren más importantes de cara al funcionamiento o la ubicación final.

Seguidamente, se establecerá una medición empleando una escala común del grado en que cada diseño alternativo satisface cada uno de los objetivos.

Después, se calculará la media ponderada de adaptación de cada diseño a los objetivos mediante los números índice.

Finalmente, se seleccionará el diseño considerado como óptimo teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

<b>OBJETIVOS</b>	<b>%</b>
<b>Capacidad</b>	20
<b>Resistencia a impactos</b>	16
<b>Facilidad de fabricación</b>	15
<b>Facilidad de montaje</b>	15
<b>Nº de componentes</b>	10
<b>Posibilidad de usos adicionales</b>	10
<b>Facilidad de mantenimiento</b>	8
<b>Resistencia a factores ambientales</b>	6

<b>Porcentajes para objetivos evaluados del 1 al 5</b>	
<b>1</b>	20%
<b>2</b>	40%
<b>3</b>	60%
<b>4</b>	80%
<b>5</b>	100%

Capacidad		%
<b>D1</b>	2	40
<b>D2</b>	5	100
<b>D3</b>	5	100
<b>D4</b>	3	60
<b>D5</b>	4	80

Resistencia a impactos		%
<b>D1</b>	1	20
<b>D2</b>	5	100
<b>D3</b>	5	100
<b>D4</b>	4	80
<b>D5</b>	5	100

Facilidad de fabricación		%
<b>D1</b>	2	40
<b>D2</b>	5	100
<b>D3</b>	3	60
<b>D4</b>	5	100
<b>D5</b>	4	80

Facilidad de montaje		%
<b>D1</b>	5	100
<b>D2</b>	3	60
<b>D3</b>	4	80
<b>D4</b>	4	80
<b>D5</b>	4	80

Nº de componentes		%
<b>D1</b>	5	100
<b>D2</b>	1	20
<b>D3</b>	4	80
<b>D4</b>	4	80
<b>D5</b>	4	80

Posibilidad de usos adicionales		%
<b>D1</b>	2	40
<b>D2</b>	5	100
<b>D3</b>	4	80
<b>D4</b>	5	100
<b>D5</b>	5	100

Facilidad de mantenimiento		%
<b>D1</b>	3	60
<b>D2</b>	4	80
<b>D3</b>	5	100
<b>D4</b>	5	100
<b>D5</b>	5	100

Resistencia a factores ambientales		%
<b>D1</b>	4	80
<b>D2</b>	4	80
<b>D3</b>	4	80
<b>D4</b>	4	80
<b>D5</b>	4	80

**Diseño 1:**  $20 \frac{40}{100} + 16 \frac{20}{100} + 15 \frac{40}{100} + 15 \frac{100}{100} + 10 \frac{100}{100} + 10 \frac{40}{100} + 8 \frac{60}{100} + 6 \frac{80}{100} = 55.8$

**Diseño 2:**  $20 \frac{100}{100} + 16 \frac{100}{100} + 15 \frac{100}{100} + 15 \frac{60}{100} + 10 \frac{20}{100} + 10 \frac{100}{100} + 8 \frac{80}{100} + 6 \frac{80}{100} = 83.2$

**Diseño 3:**  $20 \frac{100}{100} + 16 \frac{100}{100} + 15 \frac{60}{100} + 15 \frac{80}{100} + 10 \frac{80}{100} + 10 \frac{80}{100} + 8 \frac{100}{100} + 6 \frac{80}{100} = 85.8$

**Diseño 4:**  $20 \frac{60}{100} + 16 \frac{80}{100} + 15 \frac{100}{100} + 15 \frac{80}{100} + 10 \frac{80}{100} + 10 \frac{100}{100} + 8 \frac{100}{100} + 6 \frac{80}{100} = 82.6$

$$\text{Diseño 5: } 20 \frac{80}{100} + 16 \frac{100}{100} + 15 \frac{80}{100} + 15 \frac{80}{100} + 10 \frac{80}{100} + 10 \frac{100}{100} + 8 \frac{100}{100} + 6 \frac{80}{100} = 86.8$$

Según el resultado obtenido mediante este método, podemos establecer un orden según lo bien que cumple cada diseño con las características seleccionadas y la importancia de estas sobre el resto. En primer lugar, el que mejor puntuación obtiene es el diseño 5, seguido por el diseño 3, el diseño 2 y 4, y con peor valoración se encuentra el diseño 1.

### 8.3. CUESTIONARIO

A continuación, se realizará un cuestionario con 12 preguntas para poder conocer la opinión subjetiva de la gente a la hora de elegir un macetero u otro. Principalmente, se valorarán aspectos estéticos y subjetivos como puede ser la limpieza del mismo, si da sensación de ser resistente, si lo consideran funcional...

Estas preguntas se podrán valorar del 1 al 5, siendo el 1 el peor valor y el 5 el mejor, para que los encuestados puedan dar una valoración según su criterio.

En este cuestionario se plantearán las siguientes cuestiones:

1. ¿Crees que el macetero es fácilmente visible?
2. ¿Cómo de satisfecho estás respecto a sus dimensiones?
3. ¿Cómo de fácil crees que es de limpiar, teniendo en cuenta sus acabados y formas?
4. Valora tu grado de satisfacción respecto a la estética del diseño.
5. ¿Consideras que tiene capacidad suficiente?
6. ¿Crees que cumple como barrera de protección?
7. ¿Crees que sus formas son seguras?
8. ¿Crees que el macetero resistirá a factores ambientales o vandalismo?
9. ¿Crees que se le pueden dar usos adicionales después de ser utilizado como macetero? (Ejemplo: banco, contenedor, estantería, fuente...)
10. ¿Crees que el macetero es fácil de acoplar a otros maceteros de la misma familia?
11. ¿Crees que se adaptaría bien en cualquier entorno? (Calle céntrica, parques, avenidas...)
12. ¿Crees que cumplirá su función correctamente?

#### 8.3.1. Resultados cuestionario

Como resultado de las preguntas formuladas en el cuestionario obtenemos unas gráficas sobre cada macetero, a partir de una muestra de 30 personas, donde se pueden observar las medias de las puntuaciones de cada uno de estos maceteros, de forma que así podemos saber los puntos fuertes y débiles de cada uno de ellos, además de sacar una valoración sobre que macetero ven más útil los potenciales usuarios.

Gracias a esta valoración podremos hacer una elección final sobre el macetero a realizar en el proyecto, a falta de hacer algunos cambios para mejorar los puntos donde se le ve más débil.

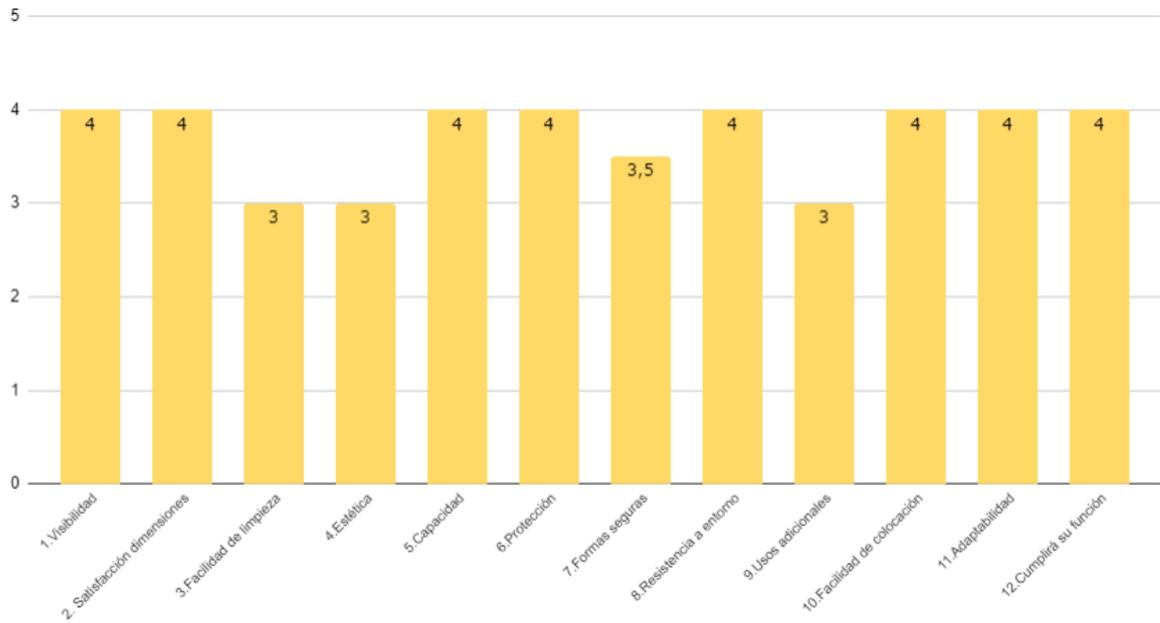


Fig. 8.3.1\_1 – Gráfica macetero de hormigón

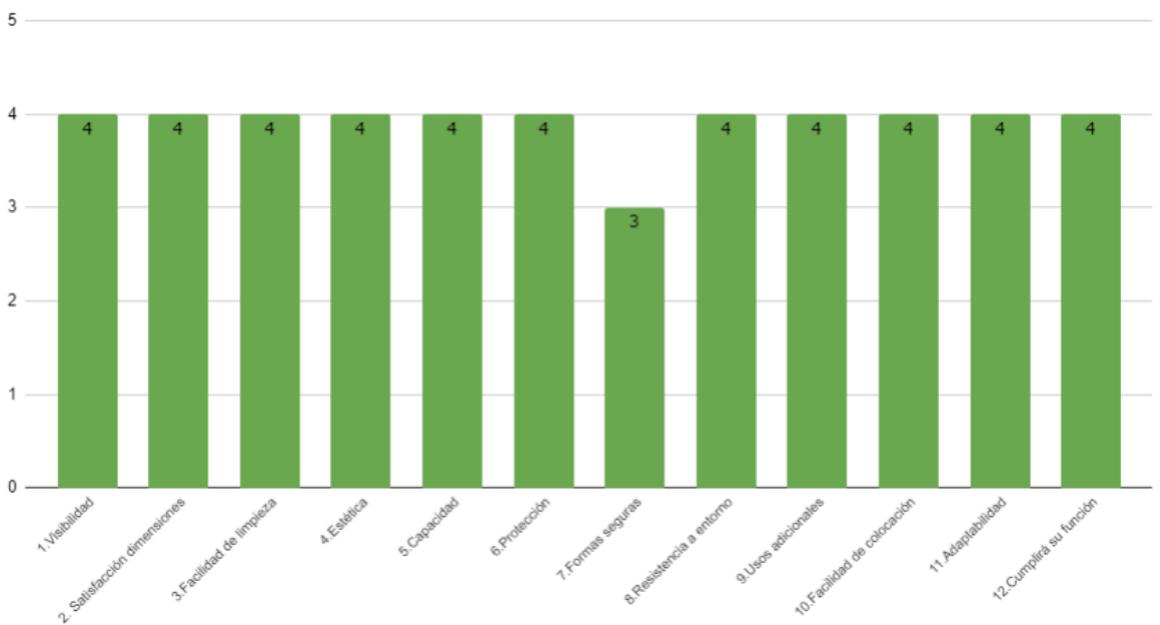


Fig. 8.3.1\_2 – Gráfica macetero de acero con uniones independientes

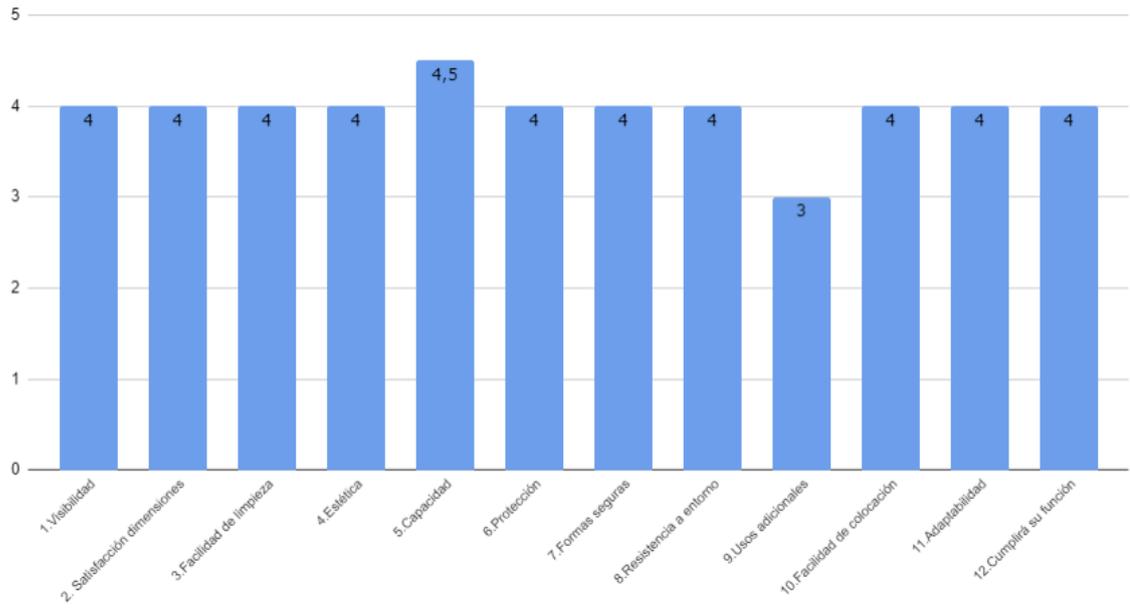


Fig. 8.3.1\_2 – Gráfica macetero de acero con uniones integradas

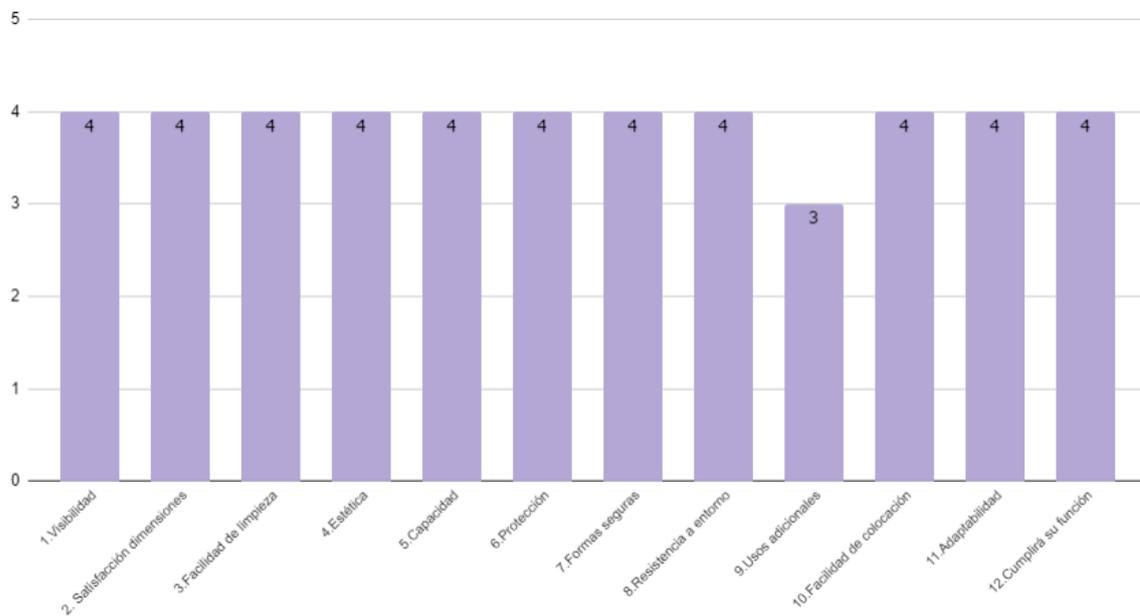


Fig. 8.3.1\_2 – Gráfica macetero de acero con forma rómbica

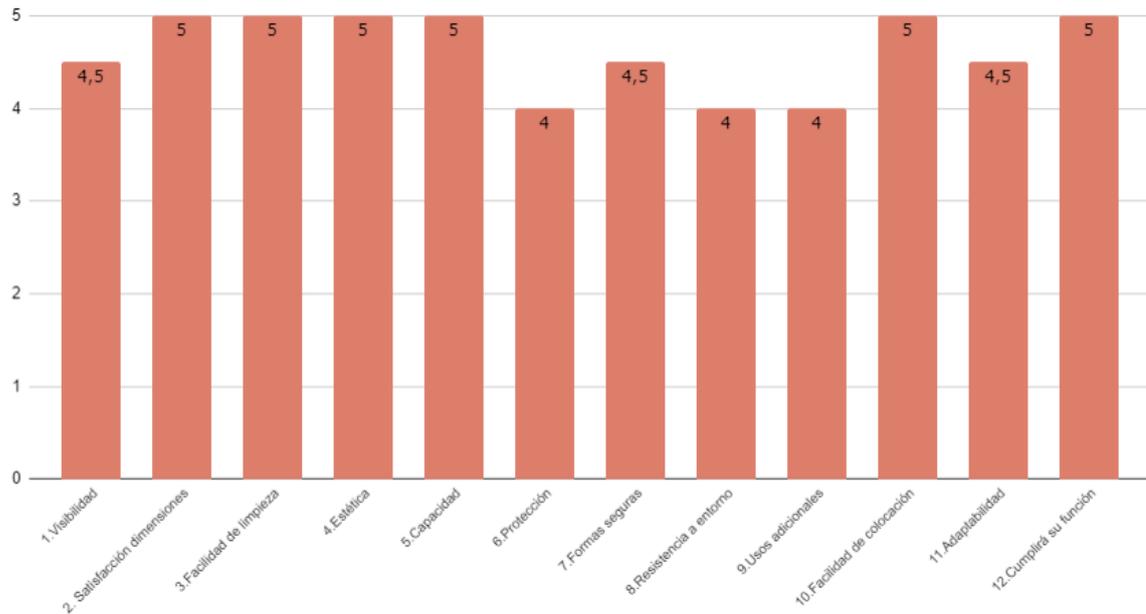


Fig. 8.3.1\_2 – Gráfica macetero de acero tipo puzle

El macetero de acero tipo puzle es el que obtiene una valoración más favorable respecto de los otros. El siguiente con una mejor valoración es el macetero de acero con las uniones integradas, seguidos por los maceteros con uniones independientes y el de forma rómbica, ambos igualados en las puntuaciones, y por último, el macetero de hormigón.

Estos resultados concuerdan bastante con los obtenidos mediante las metodologías aplicadas, ya que se mantiene incluso el mismo orden.

Por tanto, debido a estas metodologías, se decide emplear el diseño de macetero tipo puzle, ya que obtiene una puntuación generalmente favorable, tanto objetiva como subjetivamente. De la última gráfica, se pueden ver los puntos donde este macetero es más débil, y son: la visibilidad del macetero, la protección que este da a los usuarios, junto con la resistencia al entorno y los posibles usos adicionales que se le puedan dar a este.

## 9. Solución final

La solución final consiste en una familia de maceteros modulares de diferentes formas y tamaños para adaptarse a diferentes espacios así como poder unirse unos a otros de forma que no se puedan separar si reciben un golpe, además de dar una sensación de mayor armonía al estar todos unidos.



Fig. 9\_1 – Integración maceteros en plaza del Ayuntamiento de Valencia

### 9.1. *Descripción general del conjunto*

La solución elegida finalmente es la de la familia de maceteros de acero tipo puzle. Esta familia de maceteros consistirá en 5 maceteros diferentes, con diferentes formas y capacidades, para facilitar que se puedan adaptar a diferentes espacios.



Fig. 9.1\_1 – Conjunto de maceteros

Los maceteros estarán fabricados de chapa de acero de 5 mm de espesor para el fondo y el cuerpo del macetero, mientras que el contenedor de las baterías, la tapa y el perfil que lo soporta, tendrán un grosor de chapa de 3 mm, ya que no tienen que soportar las mismas cargas que el cuerpo principal. Todas estas piezas serán bañadas posteriormente en zinc (galvanizado).

La forma del fondo de estos maceteros tiene una función concreta, y es poder alojar piedras o grava, y situar encima de estas una malla polimérica, de forma que se mantengan separadas de la tierra que irá encima y así evitar que el agua se estanque y provoque la pudrición de la tierra que se encuentra en contacto con esta. Además servirá como contrapeso para evitar que el macetero sea volcado, así como generar mayor resistencia a ser movido en caso de producirse un accidente.



Fig. 9.1\_2 – Simulación de la distribución del contenido del macetero

Solo los maceteros con más capacidad contarán con placas solares, baterías y sensores de luz. Estos sensores irán conectados a las luces LED, y regularán su intensidad de forma que cuando la luz natural vaya desapareciendo, se irán encendiendo los LED. Con esto nos garantizamos que las baterías tienen suficiente tiempo para recargarse, además de aumentar su duración y no desaprovechar la energía. Para una mayor efectividad, los sensores de luz se situarán en la zona superior del tubo del cableado, de forma que no tenga interferencias al recibir la luz solar.

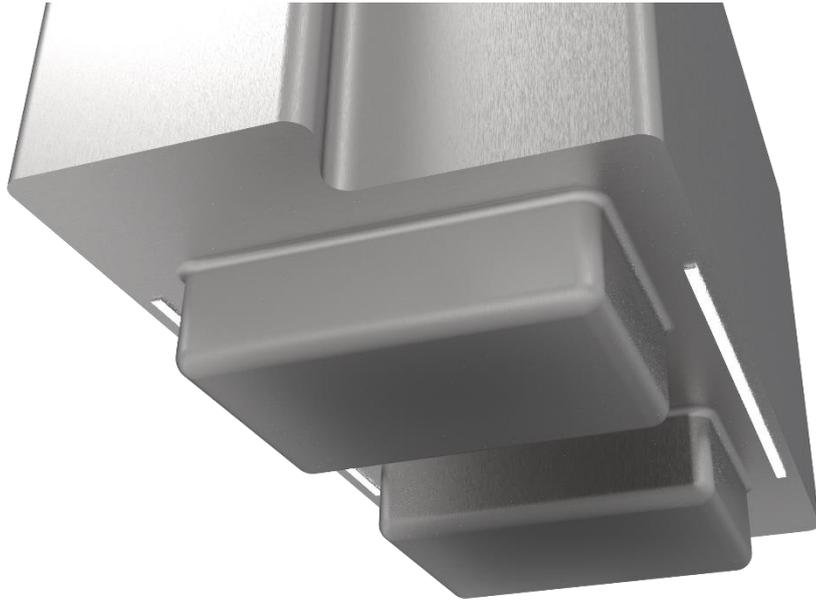


Fig. 9.1\_3 - Detalle LEDs

Estos LED, funcionan a 12 voltios y tienen una potencia de 14 W/m, mientras que las placas solares generarán 20W. Esto nos da margen para poder cubrir los gastos de las luces LED del macetero rectangular y de otro más pequeño, como sería el caso de uno cuadrado. En cuanto a la capacidad necesaria para cubrir 48 horas sin ser recargar, se necesitará disponer de una batería de 6,3 Ah<sup>3</sup> como mínimo.

Estos maceteros diferentes, son:

- Macetero rectangular.
- Macetero cuadrado.
- Macetero en esquina.
- Macetero a 90°
- Macetero a 45°

## 9.2. Descripción detallada

### 9.2.1. Macetero rectangular

Macetero de forma rectangular, y macetero principal de un montaje. Este macetero cuenta con placas solares y baterías, capaces de alimentar la iluminación del macetero y de los colindantes así como los sensores.

Cuenta con unas medidas de 1000 x 500 x 605 mm.

---

<sup>3</sup> Cálculo realizado en el Anexo III, apartado 2.



Fig. 9.2.1\_1 – Macetero rectangular

En cuanto al fondo, emplea dos matrices rectangulares de 360 x 245 mm y con 100 mm de profundidad.

### 9.2.2. Macetero cuadrado

Este macetero es la mitad de largo que un macetero rectangular, por lo que es útil para adaptarse a espacios más pequeños. Debido a su pequeño tamaño, no tendrá contenedor de baterías ni placas solares. Se puede recibir sin instalación eléctrica, en el caso de no necesitarse o no montarse al lado de uno que la posea.

Cuenta con unas medidas de 500 x 500 x 605 mm.

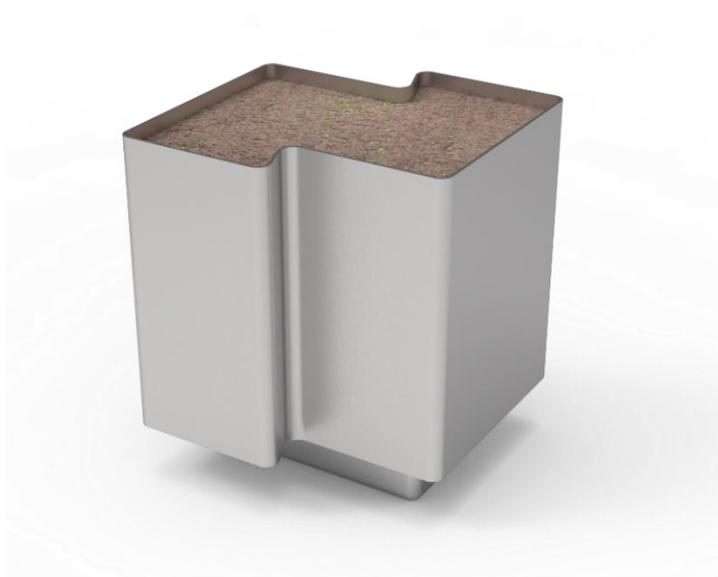


Fig. 9.2.2\_1 – Macetero cuadrado

En cuanto al fondo, emplea una matriz rectangular de 360 x 180 mm y con 100 mm de profundidad.

### 9.2.3. Macetero en esquina

Es similar al macetero cuadrado, pero posee uniones a 90°, pudiendo ser empleado en un giro. Al tener dimensiones reducidas tampoco tendrá baterías.

Cuenta con unas medidas de 500 x 500 x 605 mm.

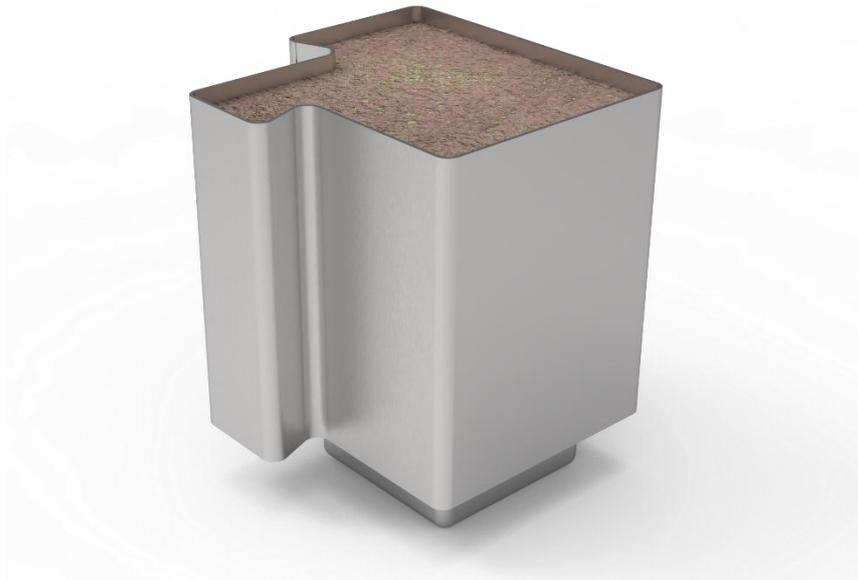


Fig. 9.2.3\_1 – Macetero en esquina

En cuanto al fondo, emplea una matriz cuadrada de 270 x 270 mm y con 100 mm de profundidad.

### 9.2.4. Macetero a 90°

Macetero formado por la unión de dos maceteros rectangulares a 90°, actuando de esquina. Tiene la misma función que el macetero en esquina pero con la diferencia del tamaño, ya que este es bastante mayor. Debido a este tamaño, tiene la posibilidad de tener baterías y placas solares, así como iluminación.

Cuenta con unas medidas de 1000 x 1000 x 605 mm.



Fig. 9.2.4\_1 – Macetero a 90°

En cuanto al fondo, emplea dos matrices rectangulares de 360 x 245 mm, además de una cuadrada de 270 x 270 mm, ambas con 100 mm de profundidad. Las matrices rectangulares son las mismas que las empleadas en el macetero rectangular, y la cuadrada la misma que la empleada en el macetero de esquina, ahorrando así en utillaje nuevo.

#### 9.2.5. Macetero a 45°

Similar al anterior, pero en vez de situarse de forma perpendicular, forma un ángulo de 45°. Por sus dimensiones, puede contener baterías, placas solares e iluminación.

Cuenta con unas medidas de 1130 x 845 x 605 mm.



Fig. 9.2.5\_1 - Macetero a 45°

En cuanto al fondo, emplea dos matrices rectangulares de 360 x 245 mm y de 100 mm de profundidad, que son las mismas que las empleadas para el macetero rectangular.

### 9.3. *Características y materiales*

Para los materiales, se empleará principalmente acero estructural, el cual cumple con las condiciones de resistencia, así como también tiene un módulo elástico suficiente como para deformarse si recibe un impacto antes de romperse. Esto es útil principalmente porque al deformarse, sirve para amortiguar el impacto, reduciendo los daños tanto del vehículo accidentado, como de los peatones que se puedan encontrar en el otro lado del macetero, cumpliendo así con el objetivo de ser seguro para los peatones y los vehículos.

Además, el acero es fácil para darle forma de diferentes maneras y procesos, como el doblado de chapa y conformado por estampado.

Posteriormente, el acero empleado para la fabricación del macetero se someterá a un tratamiento de inmersión en zinc para darle protección ambiental, tanto a las partículas del ambiente, como de la humedad y así evitar que se oxide y pueda ser un riesgo para las personas además de empeorar la estética final del mismo.

Para la parte eléctrica se emplearán tiras de luces LED, que se colocarán en la parte inferior del macetero, de forma que se evite deslumbrar a peatones y conductores.

Para alimentar estas luces LED, se emplearán baterías de litio recargables con una capacidad de 10 Ah, pudiendo iluminar de forma continuada durante unas 76 horas seguidas, debido al reducido consumo energético de las tiras de luces LED, lo cual es útil para cuando hay varios días seguidos sin el suficiente sol para recargarlas.

Para recargar estas baterías de forma automática, se contará con dos paneles fotovoltaicos que proporcionarán energía durante las horas en las que ilumine el sol, proporcionando energía completamente verde y reduciendo el mantenimiento y la consecuente reducción de la huella de carbono. Para controlar el tiempo que permanecen los LED encendidos, se instalará un sensor fotosensible que activará la luz LED cuando la luz del entorno caiga por debajo de una cierta intensidad.

Junto con los paneles y las baterías, se necesitará un regulador, que se encargará de que cuando la batería este llena, no se siga cargando, para evitar que se produzcan fallos y se deteriore la batería.

#### 9.4. Descripción de los procesos de fabricación

Seguidamente se detallará el proceso de fabricación que se empleará para la fabricación de cada uno de los maceteros, aunque por lo general, debido a la intención de ahorrar costes de utillaje se emplearan los mismos procesos de fabricación para cada modelo, con pequeños cambios entre ellos.

La mayoría de los componentes serán comprados a empresas dedicadas a este tipo de fabricación, ya que supondría un gasto excesivo tener que comprar cada una de las máquinas de conformado como una extrusora para el contenedor de las baterías, los tubos y perfiles metálicos, así como una cortadora por chorro de agua y la matriz y contra matriz para la estampación de chapa de acero.

##### 9.4.1. Cuerpo del macetero.

El primer procedimiento que se realizará será el doblado de chapa metálica para el cuerpo del macetero, después de haber comprado el material en láminas, obtenidas mediante procesos de extrusión. Para cada macetero se necesitarán dos chapas diferentes, excepto para el macetero rectangular y el cuadrado, que serán dos iguales. Esto es debido a que por a la complejidad de las formas, será muy complicado fabricarlo de una sola pieza mediante el doblado de chapa.



Fig. 9.4.1\_1 - Proceso de doblado de chapa metálica

Este procedimiento de doblado se realiza mediante deformación plástica de la misma, empleando una prensa con las dimensiones adecuadas para el doblado de la misma.

En este proceso se produce una compresión en una de las caras de la chapa mientras que en la cara contraria se produce un esfuerzo de tracción, provocando a su vez un pequeño adelgazamiento en el codo de la chapa, lo que puede debilitar el material así como afectar a las tolerancias.

#### 9.4.2. Base.

Por otra parte, para la base del macetero, se realizará un corte de la lámina de acero, para darle la forma requerida. Este corte se puede hacer tanto por láser como por chorro de agua. Este último es el que ofrece un mejor acabado superficial, no produciendo marcas a lo largo del corte por las contracciones que se generan al existir una zona afectada térmicamente (ZAT), ya que el láser calienta la zona alrededor de donde está cortando.



Fig. 9.4.2\_1 – Corte por chorro de agua

Al emplear el corte por chorro de agua, reducimos la necesidad de un mecanizado posterior, por darnos ya un buen acabado superficial.



Fig.9.4.2\_2 – Base tipo puzle

En cuanto al estampado, se realizará aprisionando la chapa entre una matriz y una contra matriz, que estira la chapa, generando la forma buscada. Se produce un adelgazamiento de la chapa en las paredes laterales que son estiradas, pero este adelgazamiento es menor que en otros procesos similares, como sería el de embutición.

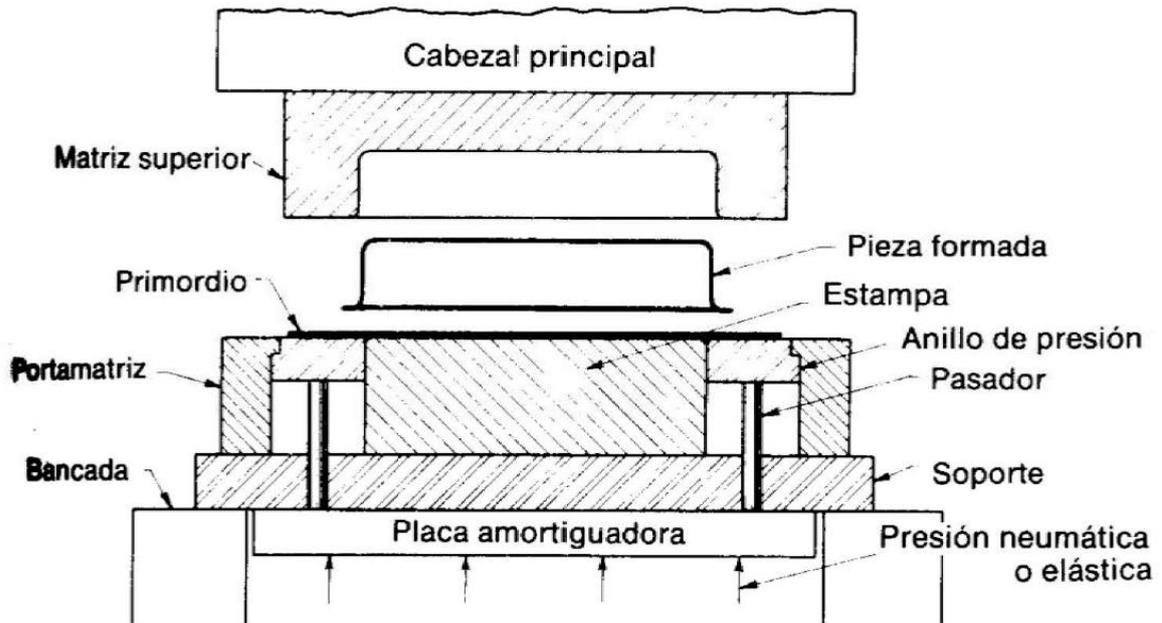


Fig. 9.4.2\_3 - Esquema del proceso de estampación

Para evitar el pandeo que se puede producir por crear un estado de tensiones, la chapa se debe comprimir entre superficies planas durante la conformación, además de que la holgura entre matriz y el punzón debe ser muy poco mayor que el espesor de la propia chapa, para no dejar hueco a posibles deformaciones.

Este proceso es muy empleado en industrias como la del automóvil, utilizándose para conformar los paneles laterales de las puertas o el capó del coche.

### 9.4.3. Contenedor de baterías.

Para esta parte del macetero, se necesita que sea completamente estanca por los laterales, para cumplir con los requisitos de protección IP establecidos y evitar posibles accidentes. Por esta razón, la mejor opción es realizarlo mediante un proceso de extrusión directa, de forma que la pieza salga completamente cerrada sin necesidad de practicar soldadura en ninguna parte de la superficie para cerrarla.

Para cerrar este contenedor se soldará una tapa de la misma forma en la parte inferior.

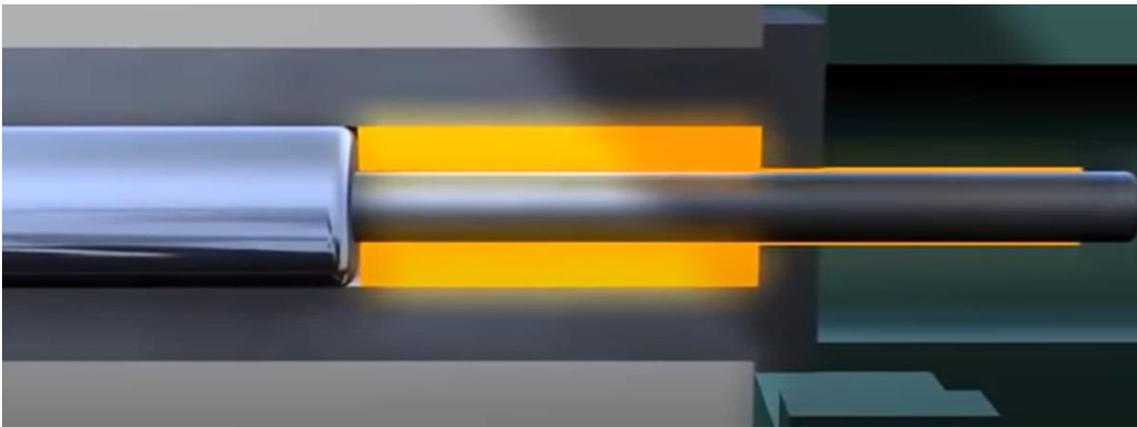
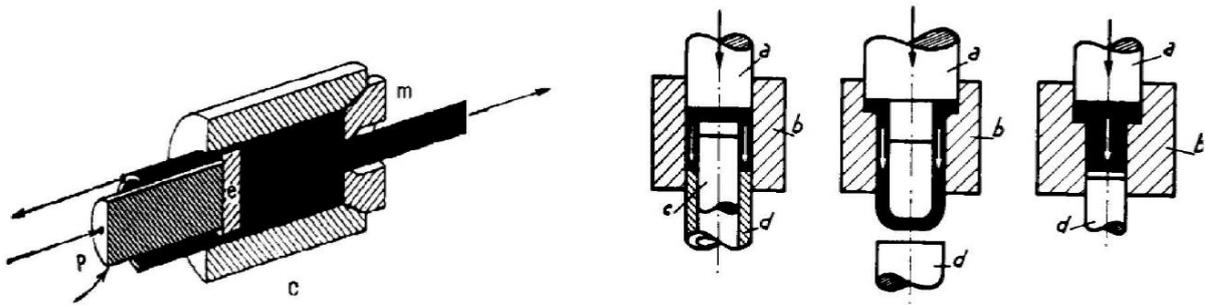


Fig. 9.4.3\_1 – Procesos de extrusión

En cuanto a consideraciones a tener en cuenta de este proceso, son básicamente el mantener un espesor uniforme a lo largo de la pieza, simetría y además, que su longitud no supere en 15 veces su anchura, ya que podrían producirse deformaciones importantes, además de dificultar las tolerancias obtenibles.

#### 9.4.4. Tapa de las baterías y tubo de cableado

Para la tapa que cubrirá el contenedor de las baterías se empleará un corte de chapa mediante chorro de agua y un posterior soldado de las piezas que se emplearán como guías para desplazar la tapa y poder extraer las baterías.

Para el tubo, al ser circular, se empleará un proceso de extrusión por impacto.

#### 9.5. Descripción del montaje

El montaje del macetero se realizará en varias fases. La primera, será soldar el cuerpo de chapa a la base por el interior, de forma que la soldadura no sea visible. La soldadura deberá de permitir que el macetero sea lo más estanco posible, para evitar que se fugue el agua durante el riego. Una de las soldaduras más precisas del mercado y que menores defectos produce en la superficie de las piezas es la soldadura láser, que puede emplearse de forma manual o completamente automatizada. Tiene una zona afectada térmicamente muy pequeña y no necesita adición de material por lo que se convierte en una técnica muy limpia, que no deja a penas marcas.

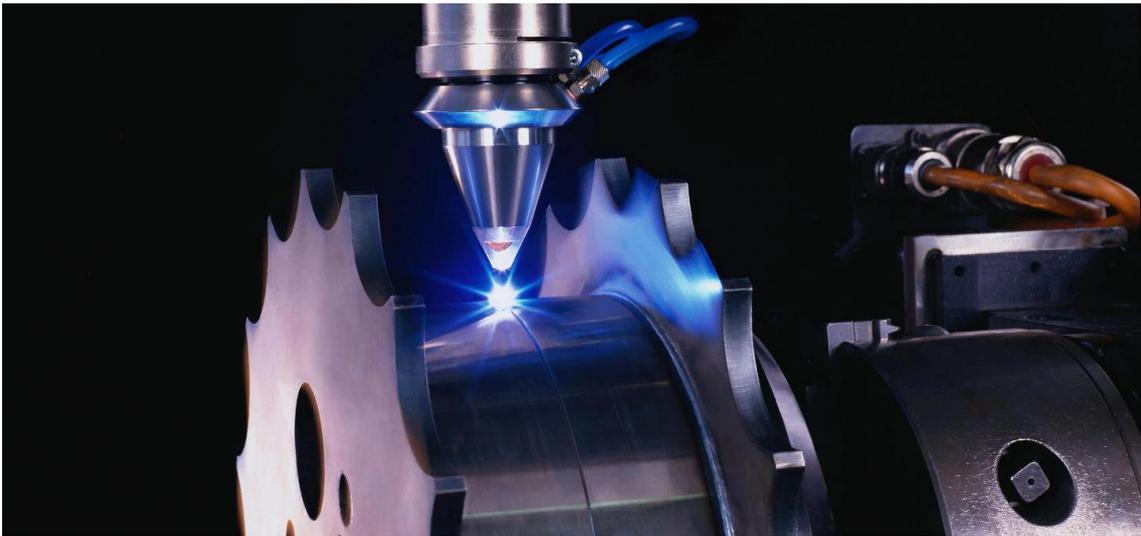


Fig. 9.5\_1 - Soldadura láser

Seguidamente se soldará por otro lado la tapa del contenedor y su soporte inferior a este mismo, las bisagras, además de soldar el perfil cuadrado y el soporte plano en la parte inferior del contenedor.

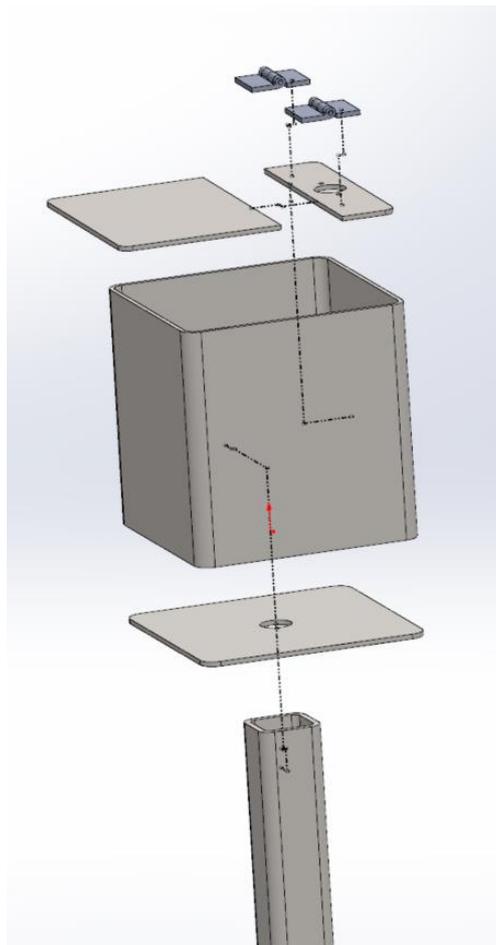


Fig. 9.5\_2 - Montaje contenedor de baterías

Por último se soldarán las dos partes, el macetero y su contenedor de baterías.

Una vez están todas las piezas soldadas, a excepción del tubo de cableado, el propio cableado, las baterías y las placas solares, se realizará un baño de zinc, conocido como galvanizado. Este proceso se realiza para darle una protección al acero contra procesos de oxidación y corrosión, ya que el Zinc se oxida más fácilmente que el acero y crea una capa estable que actúa como barrera.



Fig. 9.5\_2 – Proceso de galvanizado

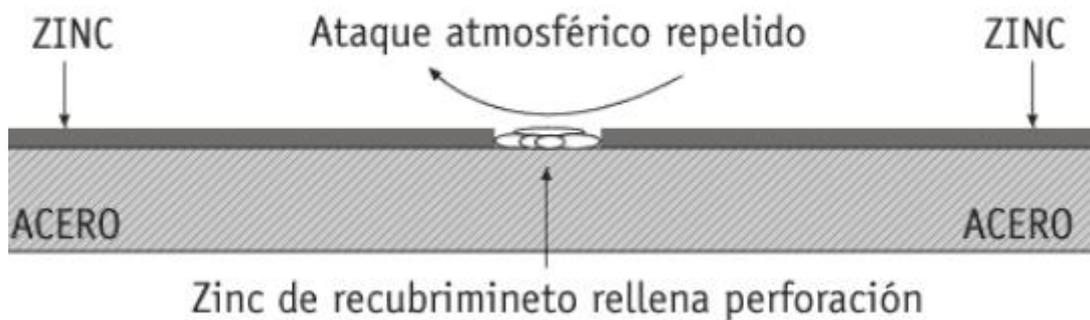


Fig. 9.5\_3 – Protección barrera del zinc

Para el ensamblado de un macetero junto a otro, simplemente será necesario colocar los dos maceteros de forma que se complementen, realizando una unión similar a un machihembrado.

## 9.6. Embalaje

Para el desplazamiento de los maceteros desde la fábrica al punto de montaje se llevarán ya montados, principalmente porque se necesitan realizar soldaduras y posteriormente al baño de Zinc ya no se podrán realizar, o si se realizan no serán tan resistentes. Si será posible, sin embargo, montar los cuadrados uno encima de otro.

Solo se montará en el lugar de colocación, el tubo con el cableado y las placas solares. De esta forma se reduce el tiempo de montaje a la intemperie, que hace las tareas más complicadas y requiere de herramientas especiales para realizarlas.

## 10. Costes y viabilidad

### 10.1. Plan de explotación, venta y distribución

El proyecto se centra en la venta de maceteros para ciudades, en este caso poniendo como ejemplo la ciudad de Valencia. Estos maceteros se colocarán en zonas urbanas, tanto céntricas, como en parques o avenidas. Debido a las dimensiones de estas vías, la cantidad de maceteros puede variar considerablemente, pudiéndose necesitar unos pocos a poder necesitar muchos en zonas más grandes. Debido a esto y que el volumen total a necesitar es incierto, se calculará un lote de unos 200 maceteros.

El coste según los cálculos realizados en el apartado de presupuesto, los costes relativos a cada macetero son los siguientes:

	Macetero rectangular	Macetero cuadrado	Macetero en esquina	Macetero a 90°	Macetero a 45°
COSTES INDUSTRIALES	313,93 €	154,12 €	154,10 €	387,59 €	352,67 €
COSTES COMERCIALES	376,72 €	184,94 €	184,92 €	465,11 €	423,20 €
PRECIO DE VENTA	<b>527,41 €</b>	<b>258,92 €</b>	<b>258,89 €</b>	<b>651,15 €</b>	<b>592,48 €</b>

Seguidamente y a partir de los costes y una estimación sobre las inversiones realizadas, se calculará el flujo de caja y el valor actualizado neto de la empresa para observar cuando se recupera la inversión y si el producto es rentable.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INVERSIÓN</b>	73.500 €	1500	1500	1500	1500
<b>VENTAS</b>	-	200	200	150	150
<b>GASTOS</b>	-	47.625,79 €	47.625,79 €	35.719,35 €	35.719,35 €
<b>INGRESOS</b>	-	88.012,47 €	88.012,47 €	66.009,36 €	66.009,36 €
<b>BENEFICIOS</b>	-	40.386,67 €	40.386,67 €	30.290,01 €	30.290,01 €
<b>FLUJO CAJA</b>	-73.500 €	38.886,67 €	38.886,67 €	28.790,01 €	28.790,01 €
<b>VAN</b>	-73.500 €	- 35.745,95 €	908,47 €	26.692,70 €	51.725,93 €

Con estos datos se puede observar que la inversión realizada se recupera a partir del segundo año.

## 11. Planificación

A continuación se mostrará la planificación para la fabricación de un lote de maceteros, que hemos estimado en unos 200.

Para el tiempo de montaje y fabricación de cada parte, se tienen en cuenta jornadas de trabajo de 8 horas al día y fines de semana no laborables. Esta planificación se calcula para empezar a partir del día 1 de Septiembre de 2020.

Para la planificación del proyecto se tendrán en cuenta el encargo de materiales y componentes necesarios para la fabricación del macetero, así como el tiempo que se tarda en fabricar cada parte de estos, su montaje y su emplazamiento en el lugar correspondiente. Seguidamente, se exponen detalladamente los contenidos de esta planificación:

- Pedido chapas de acero.
  - Se pedirán las chapas metálicas lisas a partir de las cuales se realizarán los cuerpos de los maceteros y las tapas de los contenedores. Este pedido se estima que tardará alrededor de 7 días en llegar.
- Pedido tubo de acero.
  - Se realiza el pedido de tubos de acero para el cableado, de 20 mm de diámetro. El pedido tardará alrededor de 5 días en llegar.
- Pedido perfil cuadrado de acero.
  - Se pedirán perfiles cuadrados de acero de 40 x 40 mm, y se estima que tardarán unos 5 días.
- Pedido de las tapas y soporte del contenedor por corte por chorro de agua.

- Se pedirán las tapas del contenedor de las baterías y su base por corte de chapa de acero por chorro de agua. Estas se estima que tardarán unos 5 días.
- Pedido perfil de extrusión para el contenedor de baterías.
  - Se realizará el pedido de los contenedores de las baterías, consistentes en un perfil con fondo, obtenido por extrusión directa. Aproximadamente tardarán unos 7 días en llegar.
- Pedido fondo cortado y conformado.
  - Se realiza el pedido de las chapas para el fondo, conformadas mediante la matriz correspondiente según el macetero y cortadas con la forma adecuada mediante chorro de agua. Se estima que tardarán unos 10 días en llegar a planta.
- Pedido de componentes eléctricos.
  - Se pedirán los componentes eléctricos necesarios, como los LED, los cables, las baterías y las placas solares, para una correcta instalación y funcionamiento de los mismos. Se calcula que tardarán unos 4 días en llegar.
- Pedido soporte placas solares
  - Se realizará el pedido de la pieza de soporte de las placas solares, que se estima que tardarán unos 5 días.
- Doblado de chapas.
  - Una vez se reciban las chapas de acero, se procederá al doblado de las chapas para el cuerpo del macetero, que se calcula que se tardará aproximadamente unos 40 minutos para cada macetero.
  - Esta duración hace que para completar los 200 maceteros, se necesiten alrededor de 17 días.
- Soldadura del cuerpo del macetero a la base.
  - Posteriormente al doblado de las chapas y teniendo previamente la base del macetero, se procede a soldar las dos partes. Se calcula que se tardará unos 20 minutos de media por macetero. Esta duración hace que se tarden 9 días en completar los 200 maceteros. Esta operación se puede comenzar cuando haya acabado el soldado de la tapa y el perfil al contenedor de baterías.
- Soldadura de la tapa y el soporte al contenedor de las baterías.
  - Tras obtener la chapa cortada con la forma de la tapa, obtener las bisagras y haber obtenido el contenedor de las baterías, se procede a soldarlas entre sí. Se calcula que se tardarán aproximadamente unos 10 minutos en soldar estas piezas. Estos 10 minutos se traducen en

unos 4 días de trabajo hasta tener los contenedores completados. Esta acción se puede llevar a cabo tras recibir los componentes y al mismo tiempo que el doblado de chapas.

- Soldadura del perfil al contenedor de las baterías.
  - Tras haber soldado la tapa al contenedor, se soldará el perfil a este contenedor. Se calcula un tiempo de 5 minutos para realizar esta operación. El total de tiempo para los 200 maceteros sería de alrededor de 2 días.
- Soldadura de los dos componentes
  - Finalmente, una vez están todas las piezas y componentes montados, se realiza el montaje final, que consiste en soldar el perfil del contenedor de las baterías al fondo del macetero. Se calcula que se tardará alrededor de 10 minutos para cada uno, lo que hace un total de 4 días.
- Baño de Zinc (galvanizado)
  - Se le aplica un baño de zinc al macetero ya completo para protegerlo frente a la oxidación y corrosión, así como de partículas ambientales que puedan dañarlo. Se calcula un tiempo de alrededor de 15 minutos por cada macetero, que hacen un total de 6 días. Esta operación solo se puede llevar a cabo una vez estén todas las piezas soldadas.
- Montaje de los componentes eléctricos.
  - Se colocará el cableado una vez esté montado el macetero completo, colocando los leds en su sitio y llevando los cables hacia el centro del mismo, por donde se introducirán, dentro del perfil hasta el contenedor de las baterías, donde se conectarán a esta. Además también se montarán las placas solares con su soporte en la parte superior y el tubo de cableado. Se calcula un tiempo aproximado de unos 30 minutos en colocar el circuito eléctrico. Al acabar el operario 2 de realizar los baños de Zinc, podrá ayudar al operario 1 con el montaje de los componentes eléctricos, reduciendo el tiempo total. El operario 1 estará 3 días (24 horas laborables) montándolos él solo, y recibirá ayuda el resto de días (76 horas laborables, que pasan a repartirse entre los dos, resultando en 38 horas), por lo tanto, el total de tiempo transcurrido para todos los maceteros será de 8 días.

Como conclusión de esta planificación de la producción, se puede estimar que para un lote de 200 maceteros, desde el pedido de los materiales hasta el montaje completo pasan aproximadamente 50 días, teniendo en cuenta los fines de semana, en los que no se trabajará.

		Duración	Op. Anterior	Personal
<b>A</b>	Pedido chapas de acero	7 días	-	-
<b>B</b>	Pedido tubos de acero	5 días	-	-
<b>C</b>	Pedido perfil cuadrado	5 días	-	-
<b>D</b>	Pedido tapas	5 días	-	-
<b>E</b>	Pedido perfil de extrusión	7 días	-	-
<b>F</b>	Pedido fondo	10 días	-	-
<b>G</b>	Pedido componentes eléctricos	4 días	-	-
<b>H</b>	Pedido soportes placas solares	5 días	-	-
<b>I</b>	Doblado de chapas	19 días	A	Operario 1
<b>J</b>	Soldadura de la tapa al contenedor	4 días	C, D	Operario 2
<b>K</b>	Soldadura del perfil al contenedor	2 días	J	Operario 2
<b>L</b>	Soldadura del cuerpo a la base	9 días	A, F, I	Operario 2
<b>M</b>	Soldadura del contenedor al macetero	4 días	K, L	Operario 1
<b>N</b>	Baño de zinc	6 días	M	Operario 2
<b>O</b>	Montaje electrónica	8 días	N	Operario 1 + Operario 2

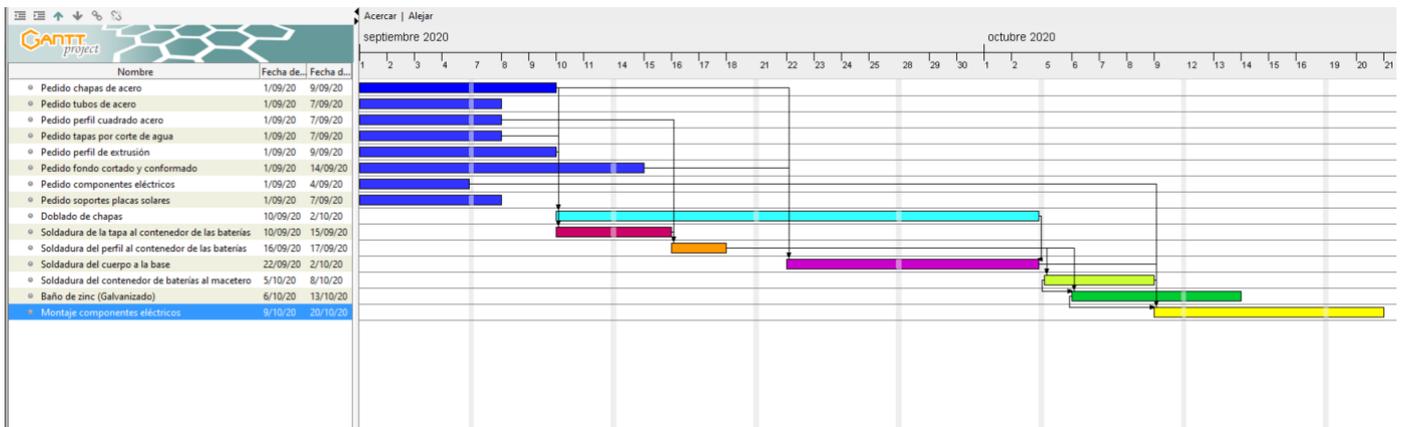


Fig. 11\_1 - Diagrama de Gantt de la planificación del proyecto

# ANEXOS

## ÍNDICE ANEXOS

1. ANEXO I: DISEÑO CONCEPTUAL
2. ANEXO II: ESTUDIOS DIMENSIONALES
3. ANEXO III: CÁLCULOS

## ANEXO I: DISEÑO CONCEPTUAL

### 1. Objetivos y especificaciones

#### 1.1. *Requisitos económicos*

- Tener un precio competitivo
- Emplear materiales económicos.
- Emplear procesos que permitan la mayor modularidad posible para abaratar costes.
- Emplear procesos de fabricación económicos.
- Ser un producto viable económicamente.

#### 1.2. *Requisitos técnicos*

- Emplear materiales resistentes a impactos
- Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas eléctricos y de seguridad.
- Deberá contener baterías suficientes para alimentar las luces led que contienen los maceteros durante 24h como mínimo.
- El producto debe ser modular.
- Deberá poseer baterías recargables.
- Se deberán emplear fuentes de energía renovables.
- Debe facilitar su visibilidad.
- Debe evitar que las formas puedan suponer un riesgo para la salud.
- Debe evitar que el material pueda ser un riesgo para la salud.
- Se deben evitar alturas peligrosas.
- Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos.
- Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada
- Limitar el riesgo causado por vehículos en movimiento
- Se deberá evitar que la tierra se pudra.
- Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar.
- Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión.
- El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza.
- Su mantenimiento deberá ser lo menor posible.
- Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles.
- Deberá facilitar el riego en todo lo posible.
- La instalación se deberá realizar sin obra civil.

- El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso.
- El macetero deberá ser fácil de montar.
- El macetero deberá ser fácil de fabricar.

### 1.3. *Requisitos dimensionales*

- Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas.
- No debe dificultar el paso de la gente por zonas peatonales.
- No debe superar la altura de la cintura de una persona promedio.
- Debe tener una altura suficiente para permitir el desarrollo de raíces.
- Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor.

### 1.4. *Requisitos estéticos*

- El diseño debe ser estéticamente agradable.
- Debe tener un buen acabado superficial.
- Se prefiere una estética sutil.

### 1.5. *Requisitos medioambientales.*

- Debe tener el menor impacto medioambiental posible.
- Emplear materiales de bajo impacto ambiental.
- Debe ser reutilizable.
- Emplear materiales que se puedan reciclar.
- Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible.
- Se deberán evitar componentes externos tóxicos.

## 2. Análisis y clasificación de los objetivos

Según los requisitos planteados con anterioridad, se procederá a analizar qué aspectos se deberán considerar para poder agruparlos y poder establecer cuáles de ellos son optimizables y extraer especificaciones de diseño y cuales, por el contrario pasan a ser restricciones.

Con estos objetivos, se desarrollará la idea final, intentando cumplir todas las restricciones y las especificaciones lo mejor posible.

### 2.1. *Aspectos a considerar*

- Materiales
- Seguridad
- Estética
- Dimensionamiento
- Fabricación
- Mantenimiento
- Modularidad
- Colocación
- Funcionalidad
- Medio ambiente
- Competencia

## *2.2. Justificación de aspectos a considerar*

En este apartado se justificará que se debe considerar para los requisitos para el producto.

- Materiales
  - Se deberán tener en cuenta los materiales, en este caso desde el punto de vista de los costes para evitar que se encarezca el producto más de lo necesario. Por ello se buscará junto con el resto de requisitos, llegar a un punto común para obtener el material idóneo.
- Seguridad
  - Se deberán tener en cuenta diferentes puntos enfocados a la seguridad de los peatones, usuarios y personal de mantenimiento para evitar accidentes que puedan causar daños en las personas, así como para evitar daños a los peatones en caso de un impacto externo.
- Estética
  - Como cualquier diseño, se deberá tener en cuenta el aspecto estético del producto.
- Dimensionamiento
  - Según las limitaciones del entorno, se deberán establecer unas limitaciones dimensionales con el fin de evitar problemas de circulación y atrapamientos entre otros.
  - Además se deberá de tener en cuenta la capacidad del macetero para contener diferentes números de plantas y tamaños de las mismas.

- Procesos de fabricación
  - Se deberán conocer los procesos de fabricación, posibles y disponibles, así como sus costes aproximados de ejecución para poder decidir cómo se deberá fabricar la pieza, siguiendo ciertas consideraciones de diseño según cada proceso.
  - Así mismo, se deberá conocer si el proceso de fabricación permite modularidad para realizar diferentes piezas sin tener que hacer grandes cambios de utillaje o de configuraciones, ya que esto también ahorrará costes.
  
- Mantenimiento
  - Se deberá valorar el hecho de facilitar el mantenimiento del producto, ya sea para labores de reparación, limpieza o riego.
  
- Modularidad
  - Como uno de los principios básicos de este diseño, se pretende que sea modular, permitiendo que varios maceteros, tanto iguales como diferentes se puedan unir unos a otros para formar un conjunto.
  
- Colocación
  - Una de las intenciones de este proyecto es la posibilidad de colocar zonas verdes en espacios públicos de las ciudades sin necesidad de realizar obras, dado que muchos de los sitios son cascos urbanos y es muy complicado que se puedan llevar a cabo, a parte del hecho de que se deberían paralizar zonas completas que dificultarían las ventas en las zonas comerciales de las ciudades.
  
- Funcionalidad
  - Se deberán tener en cuenta los componentes eléctricos y mecánicos, de forma que estos puedan realizar sus funciones correctamente. Para esto, se deberá pensar en la capacidad de baterías, voltaje e intensidad necesarios, entre otros.
  
- Medio ambiente

- Dado que se pretende hacer un producto con el menor impacto ambiental posible dentro de lo posible se deberán tener en cuenta diferentes factores que afectan a este impacto final del producto como son la ubicación de las materias primas, el transporte a la ubicación, el material empleado, su vida útil y los posibles usos que pueda tener después del uso para el que está pensado.
- Competencia
  - También se deberá hacer un estudio de la competencia actual en el mercado para valorar los precios de estos y establecer un objetivo viable para el precio de venta al público.

### 2.3. *Objetivos definidos por los materiales.*

- Emplear materiales económicos. (Optimizable)
- Emplear materiales resistentes a impactos. (Optimizable)
- Evitar que el material pueda suponer un riesgo para la salud. (Restricción)
- Evitar componentes tóxicos. (Restricción)
- Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar. (Restricción)
- Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión. (Restricción)
- El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza. (Optimizable)
- Emplear materiales con el menor impacto medioambiental posible. (Optimizable)
- Emplear materiales que se puedan reciclar. (Restricción)

### 2.4. *Objetivos definidos por la seguridad*

- Emplear materiales resistentes a impactos. (¿?)
- Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas de seguridad con componentes eléctricos. (Restricción)
- Se debe facilitar su visibilidad. (Optimizable)
- Se deben evitar formas que puedan suponer un riesgo para la salud. (Restricción)
- Evitar que el material pueda suponer un riesgo para la salud. (Restricción)
- Se deberán evitar componentes externos tóxicos. (Restricción)
- Se deben evitar alturas peligrosas. (Restricción)
- Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos. (Optimizable)
- Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada. (Restricción)
- Limitar el riesgo causado por vehículos en movimiento. (Optimizable)

### 2.5. *Objetivos definidos por la estética*

- El diseño debe ser estéticamente agradable. (Optimizable)
- Debe tener un buen acabado superficial. (Optimizable)
- Se prefiere una estética sutil. (Deseo)

### 2.6. *Objetivos definidos por el dimensionamiento*

- Se deben evitar alturas peligrosas. (Optimizable)
- Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos. (Optimizable)
- Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas. (Optimizable)
- No debe dificultar el paso de la gente por zonas peatonales. (Restricción)
- Debe tener una profundidad suficiente para permitir el desarrollo de raíces. (Restricción)
- Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor. (Optimizable)

### 2.7. *Objetivos definidos por la fabricación*

- Emplear procesos que permitan la mayor flexibilidad posible para abaratar costes. (Optimizable)
- Emplear procesos de fabricación lo más económicos posibles. (Optimizable)
- El macetero deberá ser fácil de montar. (Optimizable)
- El macetero deberá ser fácil de fabricar. (Optimizable)

### 2.8. *Objetivos definidos por el mantenimiento*

- El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza. (Optimizable)
- Su mantenimiento deberá ser lo menor posible. (Optimizable)
- Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles. (Optimizable)
- Se deberá facilitar el riego en todo lo posible. (Optimizable)

### 2.9. *Objetivos definidos por la modularidad*

- El producto debe ser modular. (Restricción)
- Emplear procesos que permitan la mayor modularidad posible para abaratar costes. (Optimizable)

### 2.10. *Objetivos definidos por la colocación*

- La instalación se deberá realizar sin obra civil. (Restricción)

- El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso (Restricción)

#### *2.11. Objetivos definidos por la funcionalidad*

- Deberá contener baterías suficientes para alimentar la iluminación durante 24h como mínimo. (Optimizable)
- Deberá poseer baterías recargables. (Restricción)
- Se deberán emplear fuentes de energía renovables. (Restricción)
- Se deberá evitar que la tierra se pudra. (Restricción)

#### *2.12. Objetivos definidos por el medio ambiente*

- Debe tener el menor impacto ambiental posible. (Optimizable)
- Emplear materiales de bajo impacto ambiental. (Optimizable)
- Debe ser reutilizable. (Optimizable)
- Emplear materiales que se puedan reciclar. (Restricción)
- Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible. (Optimizable)
- Se deberán evitar componentes externos tóxicos. (Restricción)

#### *2.13. Objetivos definidos por el estudio de la competencia*

- Deberá tener un precio competitivo. (Optimizable)

#### *2.14. Lista final de objetivos*

- Emplear materiales económicos. (Optimizable)
- Emplear materiales resistentes a impactos. (Optimizable)
- Evitar componentes tóxicos. (Restricción)
- Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar. (Restricción)
- Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión. (Restricción)
- El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza. (Optimizable)
- Emplear materiales que se puedan reciclar. (Restricción)
- Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas de seguridad con componentes eléctricos. (Optimizable)
- Se debe facilitar su visibilidad. (Optimizable)

- Se deben evitar formas que puedan suponer un riesgo para la salud. (Restricción)
- Se deben evitar alturas peligrosas. (Optimizable)
- Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos. (Optimizable)
- Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada. (Restricción)
- El diseño debe ser estéticamente agradable. (Optimizable)
- Debe tener un buen acabado superficial. (Optimizable)
- Se prefiere una estética sutil. (Deseo)
- Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas. (Optimizable)
- Debe tener una profundidad suficiente para permitir el desarrollo de raíces. (Optimizable)
- Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor. (Optimizable)
- Emplear procesos que permitan la mayor flexibilidad posible para abaratar costes. (Optimizable)
- Emplear procesos de fabricación lo más económicos posibles. (Optimizable)
- El macetero deberá ser fácil de montar. (Optimizable)
- El macetero deberá ser fácil de fabricar. (Optimizable)
- Minimizar en lo posible el número de elementos externos. (Optimizable)
- Su mantenimiento deberá ser lo menor posible. (Optimizable)
- Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles. (Optimizable)
- Se deberá facilitar el riego en todo lo posible. (Optimizable)
- El producto debe ser modular. (Restricción)
- La instalación se deberá realizar sin obra civil. (Restricción)
- El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso. (Restricción)
- Deberá contener baterías suficientes para alimentar la iluminación (Optimizable)
- Deberá poseer baterías recargables. (Restricción)
- Se deberán emplear fuentes de energía renovables. (Restricción)
- Se deberá evitar que la tierra se pudra. (Optimizable/ Restricción)
- Debe ser reutilizable. (Optimizable)
- Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible. (Optimizable)
- Deberá tener un precio competitivo. (Optimizable)

OBJETIVOS	ESPECIFICACIÓN	CRITERIO	VARIABLE	ESCALA
Emplear materiales económicos	El coste del material no deberá de superar el 20% del precio final	El más económico	Precio	Proporcional
Emplear materiales resistentes a impactos	El material deberá soportar como mínimo 100KN de fuerza	El más resistente	Resistencia	Proporcional
Evitar componentes tóxicos	Se evitarán partes que puedan ser toxicas al contacto humano	Menor número de componentes tóxicos	Nº de componentes	Proporcional
Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar	Los materiales empleados deberán soportar la exposición solar sin deteriorarse.	El más resistente a la exposición al sol	Resistencia al sol	Ordinal
Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión	Los materiales empleados deberán resistir la corrosión o limitar su avance	El más resistente a la corrosión	% pérdida de material por unidad de tiempo	Multidimensional
El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza	El producto deberá poder limpiarse en menos de 5 minutos	El más rápido de limpiar	Tiempo	Proporcional
Emplear materiales que se puedan reciclar	Los materiales empleados deben poder reciclarse.	Cantidad de materiales reciclables	Material	Proporcional
Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas de seguridad con componentes eléctricos	Garantizar una protección IP55C como mínimo para las partes que contienen componentes eléctricos.	Mejor protección	Protección IP	Ordinal
Se debe facilitar su visibilidad	Se evitarán colores oscuros y superficies muy pequeñas	Mejor visibilidad	Superficie y brillo superficial	Multidimensional

Se deben evitar formas que puedan suponer un riesgo para la salud	No se emplearán cantos afilados	El más seguro	Partes peligrosas	Proporcional
Se deben evitar alturas peligrosas	El macetero deberá tener una altura superior a 360mm	Altura	mm	Proporcional
Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos	No se deberá colocar en zonas en las que el hueco restante sea inferior a 1,50 m	Mayor distancia libre posible	M	Proporcional
Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada	Se deberá proteger la iluminación de posibles reflejos a peatones y conductores	Posibilidad de deslumbrar	-	Ordinal
Debe tener un buen acabado superficial	El acabado superficial no debe tener una rugosidad excesiva	El mejor acabado superficial	µm	Proporcional
Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas	La superficie debe ser superior a	Cuanto más superficie mejor	m <sup>2</sup>	Multidimensional
Debe tener una profundidad suficiente para permitir el desarrollo de raíces	La profundidad deberá de ser superior a 350 mm.	Mejor cuanto más profundidad	mm	Proporcional
Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor	La distancia entre el borde del macetero deberá de ser inferior a 100 mm.	Cuanto más visible mejor	Mm	Proporcional
Emplear procesos que permitan la mayor flexibilidad posible para abaratar costes	Emplear procesos que requieran el menor utillaje posible.	Menor necesidad de utillaje diferente	Cantidad de utillaje diferente	Proporcional
Emplear procesos de fabricación lo más económicos posibles	Los procesos de fabricación no deben superar el 10% del coste del producto	Más económico	Precio	Proporcional
El macetero deberá ser fácil de montar.	El macetero no deberá de ser complicado de ensamblar con otros de la misma familia	Uniones menos complicadas	Complejidad de uniones	Ordinal

El macetero deberá ser fácil de fabricar.	El macetero deberá tener en cuenta las limitaciones de los procesos de fabricación.	El más fácil de fabricar	Complejidad	Ordinal
Minimizar en lo posible el número de componentes externos	Se intentarán emplear el mínimo número de componentes posibles	Menor número de componentes externos	Nº de componentes	Ordinal
Su mantenimiento deberá ser lo menor posible	El mantenimiento no deberá ser necesario más de dos veces al año	Menor mantenimiento posible	Tiempo	Proporcional
Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles	Las reparaciones no deberán de llevar más de 1 día en realizarse.	Cuanto menos tiempo mejor	Tiempo	Proporcional
Se deberá facilitar el riego en todo lo posible	Se deberán regar una vez a la semana como máximo y cuanto más tiempo pase entre riegos mejor.	Cuanto menos riegos necesite mejor	Nº de riegos necesarios	Proporcional
El producto debe ser modular	El producto deberá de poder juntarse con otros módulos de la misma familia de maceteros.	Cuanto más módulos mejor	Nº de módulos	Proporcional
La instalación se deberá realizar sin obra civil	El producto no deberá requerir de ningún tipo de obra para su ubicación.	-	-	-
El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso	El material deberá ser capaz de soportar su peso más el de su contenido sin volcarse	Cuanta mayor estabilidad mejor	Estabilidad	Ordinal
Deberá contener baterías suficientes para alimentar la iluminación.	Las baterías deberán tener capacidad suficiente para iluminar durante 48h seguidas como mínimo.	Mayor capacidad	mAh	Multidimensional
Deberá poseer baterías recargables	Las baterías a emplear deberán permitir recargas durante los periodos que no se estén usando.	-	-	-
Se deberán emplear fuentes de energía renovables	Las baterías empleadas deberán recargarse con energía proveniente de fuentes de energía renovables.	-	-	-

Se deberá evitar que la tierra se pudra	Deberá haber una separación de x mm con la tierra y el fondo del macetero.	Mayor capacidad de desahogo de agua	Mm	Proporcional
Debe ser reutilizable	Deberá tener como mínimo 1 uso más después de su función principal.	Mayor nº de usos	Nº de usos	Proporcional
Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible	Las materias primas deberán de desplazarse menos de 500 km.	Menor desplazamiento	Km	Proporcional
Deberá tener un precio competitivo	El precio de los maceteros debe ser menor de 1200 €.	Mejor precio	Euros	Proporcional

### **1. Emplear materiales económicos**

El coste del material no deberá de superar el 20% del precio final.

### **2. Emplear materiales resistentes a impactos**

El material deberá soportar como mínimo 100KN de fuerza

El dato de soportar 100kN de fuerza parte de realizar un cálculo aproximado de la fuerza del impacto de un coche de 1000kg a 60km/h.

Este cálculo está reflejado en el apartado 1.1 del Anexo II.

### **3. Evitar componentes tóxicos.**

Se evitarán partes que puedan ser tóxicas al contacto humano.

### **4. Los materiales deberán ser resistentes a la exposición solar.**

Los materiales empleados deberán soportar la exposición solar sin deteriorarse.

Al elegir materiales con menor deterioro por la incidencia del sol, se prolongará la vida del macetero, haciendo que este requiera menos mantenimiento, además de evitar que se perjudique su estética.

### **5. Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión.**

Los materiales empleados deberán resistir la corrosión o limitar su avance.

Una de los principales inconvenientes en materiales en contacto con el agua o la humedad es la aparición de óxido o corrosión, sobre todo en los metales, por lo que

habrá que evitarlo todo lo posible, ya sea mediante tratamientos superficiales o con materiales con gran resistencia a estos inconvenientes.

#### **6. El material deberá permitir en lo posible una fácil limpieza.**

El producto deberá poder limpiarse en menos de 5 minutos.

Esto se podrá conseguir mediante un buen acabado superficial, siendo más fácil la limpieza de suciedad o vandalismo cuanta menor rugosidad tenga la superficie.

#### **7. Emplear materiales que se puedan reciclar.**

Los materiales empleados deben poder reciclarse. Con esto podemos garantizar que el producto no generará residuos al final de su vida útil.

#### **8. Garantizar una protección IP necesaria para evitar problemas de seguridad con componentes eléctricos.**

Garantizar una protección IP55 como mínimo para las partes que contienen componentes eléctricos.

Una protección IP55 nos garantizará que el equipo estará protegido frente al polvo, además de estar protegido contra los chorros de agua. Esta protección se elige principalmente para evitar que se pueda acumular polvo en su interior, perjudicando las baterías y dificultando el mantenimiento. También se evitará que durante el riego se pueda introducir agua en el interior dañando los componentes eléctricos.

#### **9. Se debe facilitar su visibilidad.**

Se evitarán colores oscuros y superficies muy pequeñas.

Los colores oscuros evitarán que se pueda distinguir bien el producto por la noche, siendo esto un contrasentido de las intenciones del proyecto. Asimismo, tener una superficie muy pequeña o de baja altura también puede dificultar su visibilidad, por lo que se intentarán evitar estos dos casos.

#### **10. Se deben evitar formas que puedan suponer un riesgo para la salud.**

Se evitarán materiales que puedan astillarse o dañar a las personas.

#### **11. Se deben evitar alturas peligrosas.**

El macetero deberá tener una altura superior a 360mm.

Las alturas muy bajas pueden ser perjudiciales porque los peatones se pueden tropezar con ellos al ir distraídos o directamente no verlos. Por ello, se debe realizar un estudio de ergonomía de la vista para calcular según el ángulo de visión de una

persona, cuál debería ser la altura mínima a la que debería estar el macetero a una distancia concreta de la persona, para que esta tenga tiempo de reacción suficiente para poder evitarlo.

Los cálculos necesarios se encontrarán en el apartado 1 del Anexo II.

### **12.Limitar el riesgo de impactos o atrapamientos.**

No se deberá colocar en zonas en las que el hueco restante sea inferior a 1,50 m.

Las zonas peatonales, como las aceras, tienen su ancho determinado por reglamento para permitir la fluidez del tránsito de los peatones. En el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados (**Orden VIV/561/2010**), en su artículo 5, punto 6, se establece que se permitirán estrechamientos puntuales en la vía, siempre y cuando la anchura libre de paso no sea inferior a 1,50m. Es por esto que se debería poder mantener un tránsito correcto, ajustado a este reglamento para evitar también que se puedan producir masificaciones de peatones causando problemas mayores.

### **13.Evitar riesgo causado por una iluminación inadecuada.**

Se deberá evitar que la iluminación pueda deslumbrar a los peatones o a los conductores. También se estudiará el rango de iluminación para ver cómo afecta y se pondrán protectores para evitar el reflejo que pueda ocasionar.

### **14.Debe tener un buen acabado superficial.**

El acabado superficial del producto es de gran importancia, debido a que dependiendo de la rugosidad superficial del material será más fácil o más difícil de limpiar, pero a su vez un acabado superficial con una rugosidad muy pequeña puede encarecer mucho el producto final, por lo que hay que encontrar una solución de compromiso entre la limpieza y el coste del producto.

### **15.Se prefiere una estética sutil.**

No se buscará un diseño llamativo, sino algo más sobrio, que sea agradable a la vista.

### **16.Debe tener un tamaño suficiente para permitir la plantación de varias especies de plantas.**

Para poder añadir diferentes especies de plantas diferentes, se necesita que el macetero cuente con la superficie suficiente para plantarlas y el suficiente volumen como para que las raíces puedan desarrollarse en su interior.

Dado que la altura se define en la siguiente especificación, en este caso nos centraremos en la superficie del macetero.

**17. Debe tener una profundidad suficiente para permitir el desarrollo de raíces.**

La profundidad deberá de ser superior a 350mm.

Esta medida viene condicionada por la mayoría de los árboles, en los que las raíces no suelen superar los 500 mm de profundidad, entendiendo esto de los más voluminosos. Teniendo en cuenta que los árboles o arbustos a plantar en los maceteros serán de un tamaño más reducido, se puede suponer que con una profundidad superior a 350 mm debería ser suficiente, siendo mejor cuanto mayor profundidad dentro de lo posible.

**18. Las plantas deben quedar cuanto más visibles mejor.**

La distancia entre el borde del macetero y la superficie de la tierra deberá de ser inferior a 100 mm. No deberá tener elementos que tapen la tierra.

La visibilidad se puede mejorar dependiendo de la diferencia de altura de donde está la tierra al borde del macetero. Esta característica dependerá principalmente de las condiciones de llenado de este macetero y el tipo de plantas que se vayan a poner.

**19. Emplear procesos que permitan la mayor flexibilidad posible para abaratar costes.**

Emplear procesos que requieran el menor utillaje posible.

Para conseguir esto se pueden normalizar algunas de las medidas, para así poder reutilizar procesos empleados con otras piezas de la misma familia, reduciendo el gasto que supondría la fabricación de nuevo utillaje.

**20. Emplear procesos de fabricación lo más económicos posibles.**

Los procesos de fabricación no deben superar el 10% del coste del producto.

Se deberán buscar procesos que no requieran de maquinaria muy técnica y por tanto de coste elevado, así como reducir la necesidad de mano de obra en estas máquinas.

**21. El macetero deberá ser fácil de montar.**

El macetero no deberá de ser complicado de ensamblar con otros de la misma familia.

Para esto se tendrá en cuenta principalmente la complejidad de las uniones y sus dimensiones, ya que si estas son muy pequeñas se puede complicar el montaje, así como si son formas muy complicadas, se tardará mucho en poder ensamblarlos en su lugar.

## **22.El macetero deberá ser fácil de fabricar.**

El macetero deberá tener en cuenta las limitaciones de los procesos de fabricación.

Se tendrán que tener en cuenta las limitaciones de los procesos usados para no encarecerlos innecesariamente. Si se realizan formas muy intrincadas con procesos que no son capaces de realizarlas correctamente, no se podrá fabricar.

## **23.Su mantenimiento deberá ser lo menor posible.**

El mantenimiento no deberá ser necesario más de dos veces al año.

Por mantenimiento se entiende la reparación de daños superficiales, necesidad de cambio de tierra o de baterías. Por tanto, se supone que no deberá ser necesario realizar este procedimiento más allá de dos veces al año, prefiriéndose que este mantenimiento se realice lo menos posible, contando con que el material es lo suficientemente resistente y la tierra no debería sufrir ningún problema como para requerir cambiarla con esa frecuencia. Por otra parte, las baterías deberían aguantar lo suficiente para no necesitar cambiarlas con tan poca frecuencia, por lo que se supone que es un requisito factible de cumplir.

## **24.Las reparaciones necesarias deberán ser lo más sencillas posibles.**

Las reparaciones no deberán de llevar más de 1 día en realizarse.

Junto con lo comentado en el punto anterior, en caso de necesitar realizar alguna reparación del macetero, esta no deberá suponer mucho tiempo. Como reparaciones a realizar se podrían contar las soldaduras de las partes dañadas o recargue de material.

## **25.Se deberá facilitar el riego en todo lo posible.**

Se deberán regar una vez a la semana como máximo y cuanto más tiempo pase entre riegos mejor.

Esta condición dependerá en gran medida del tipo de plantas que se ubiquen en el macetero. Así mismo, se establece un tiempo concreto que se supone que se podrá cumplir en un ambiente como el de la ciudad en la que se va a ubicar.

## **26.El producto debe ser modular.**

El macetero deberá contar con uniones que permitan añadir diferentes módulos a este.

### **27.La instalación se deberá realizar sin obra civil.**

No se requerirá de la realización de obras en las zonas a ubicar los maceteros.

### **28.El macetero deberá poder mantenerse por su propio peso.**

El material deberá ser capaz de soportar su peso más el de su contenido sin volcarse.

Debido a esto necesitará un centro de gravedad relativamente bajo y centrado, por lo que se intentarán realizar formas simétricas y poder poner contrapeso en la parte inferior.

### **29.Deberá contener baterías suficientes para alimentar la iluminación.**

Las baterías deberán tener capacidad suficiente para iluminar durante 48h seguidas, como mínimo.

Con esta duración nos garantizamos que puede funcionar por la noche y recargar las baterías por el día, pero si no hay sol, sería capaz de seguir iluminando.

### **30.Deberá poseer baterías recargables.**

Las baterías a emplear deberán permitir recargas durante los periodos que no se estén usando.

### **31.Se deberán emplear fuentes de energía renovables.**

Las baterías empleadas deberán recargarse con energía proveniente de fuentes de energía renovables.

Para ello se pueden emplear placas solares como método más sencillo y económico de obtener energía renovable en un espacio reducido.

### **32.Se deberá evitar que la tierra se pudra.**

Deberá haber una separación de 50 mm con la tierra y el fondo del macetero.

Al permitir una separación de la tierra y el fondo del macetero, se consigue que la tierra no esté en contacto continuo con el agua, evitando encharcamientos. De la misma manera, el agua que cae en esta zona, se puede volver a evaporar, manteniendo la tierra húmeda, y por tanto ayudando a que no sea necesario regar con demasiada frecuencia, así como a reducir el uso de agua.

### **33. Debe ser reutilizable.**

Deberá tener como mínimo un uso más después de su función principal.

Con esto se contribuye a reducir su impacto ambiental, siguiendo el principio de la economía circular.

### **34. Las materias primas deberán requerir el mínimo desplazamiento posible.**

Las materias primas deberán de desplazarse menos de 500 km.

El desplazamiento de las materias primas hasta el lugar de la fabricación y del producto desde el lugar de fabricación hasta el lugar donde se va a ubicar suponen un porcentaje muy elevado del impacto ambiental total del producto, por lo que reducirlo o limitarlo permitirá reducir este impacto, haciendo que el producto sea más medioambientalmente sostenible.

### **35. Deberá tener un precio competitivo.**

El precio de los maceteros debe ser menor de 1200 €.

El precio final del producto es un valor importante para el éxito futuro del producto, ya que un precio elevado alejará a compradores potenciales. Por tanto, deberá establecerse un rango de precios coherente siguiendo algunos valores de ejemplo de la competencia.

## ANEXO II: ESTUDIOS DIMENSIONALES

### 1. Estudio ergonómico

#### 1.1. Estudio de la altura máxima y mínima

Las alturas muy bajas pueden ser perjudiciales por poder causar tropiezos, así como también las alturas elevadas pueden llegar a ser molestas. Es por ello, que se va a realizar un estudio sobre la altura mínima que deberá de tener el macetero para poder verlo sin estar prestando atención, ya que si entra dentro del campo de visión de lo que se consideraría un ángulo de visión aceptable, una persona debería ser capaz de reconocer una forma a una distancia de un metro y medio aproximadamente.

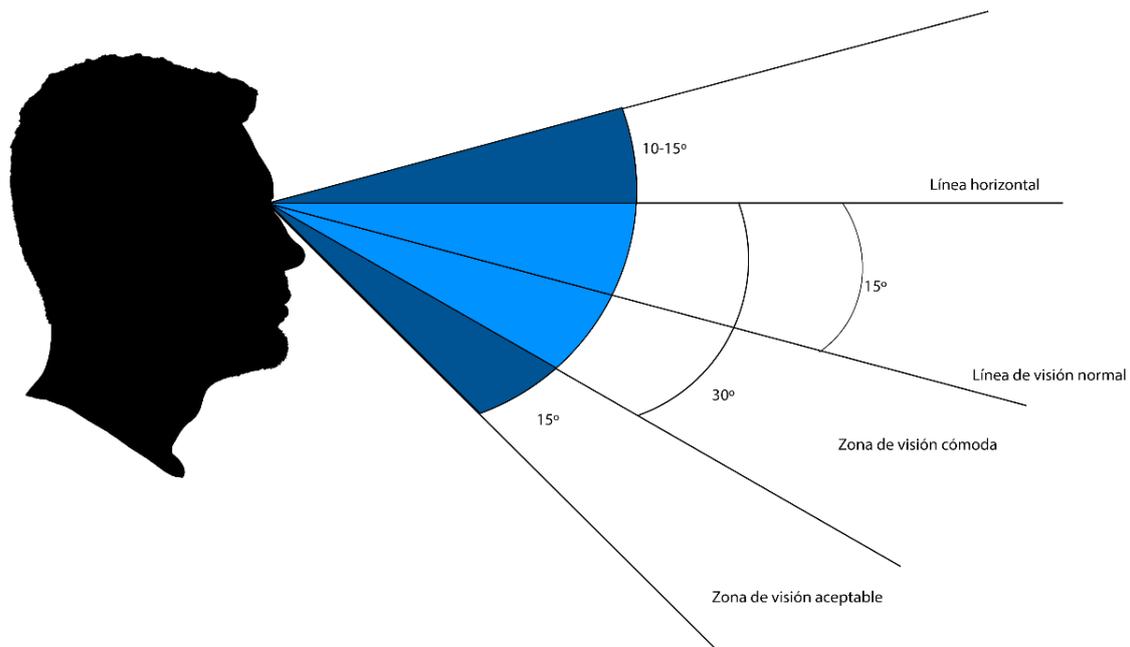


Fig. 1.1\_1-AII – Ángulos de zonas de visión

Primero, se tendrá en cuenta la altura media de hombre de percentil 95, ya que al tener más altura, será más restrictivo y cumplirá de la misma forma para los de estatura inferior.

Esta altura es de 1860 mm y la distancia hasta el objeto será de 1500 mm

$X_{95}=1860$  mm

$$h = 1500 \text{ mm}$$

Para la altura mínima, se tomará como referencia la línea inferior de la zona de visión aceptable, que forma un ángulo de  $45^\circ$  con la línea horizontal.

$$\frac{a}{\text{sen } B} = \frac{b}{\text{sen } A}$$

$$\frac{1500}{\text{sen } 45} = \frac{b}{\text{sen } 45} \rightarrow b = 1500 \cdot \frac{\text{sen } 45}{\text{sen } 45} \rightarrow b = 1500 \text{ mm}$$

Por tanto, para saber la altura mínima que deberá tener el macetero deberemos restar la altura de la persona (1860 mm) a la altura que nos ha dado, que sería la altura desde el punto de vista de la persona hasta el borde superior del macetero (1500 mm).

$$H_{\text{min}} = 1860 - 1500 = 360 \text{ mm}$$

Para la altura máxima, cogeremos como referencia la línea inferior de la zona de visión cómoda, sobretodo porque a partir de esta altura el macetero puede ser algo incómodo a la vista, ya que ocuparía parte del campo visual que empleamos normalmente. Esta línea forma  $30^\circ$  con la línea horizontal y para la distancia se mantiene la misma.

$$\frac{1500}{\text{sen } 60} = \frac{b}{\text{sen } 30} \rightarrow b = 1500 \cdot \frac{\text{sen } 30}{\text{sen } 60} \rightarrow b = 866,02 \text{ mm}$$

$$H_{\text{máx}} = 1860 - 866,02 = 993,97 \text{ mm}$$

Como conclusión, se puede obtener que la altura del macetero deberá de estar comprendida entre los 360mm y los 994mm. Esta altura también estará influenciada por la especificación de la capacidad del macetero, ya que a mayor altura, mayor será la capacidad de este, por lo que se intentará buscar una solución de compromiso.

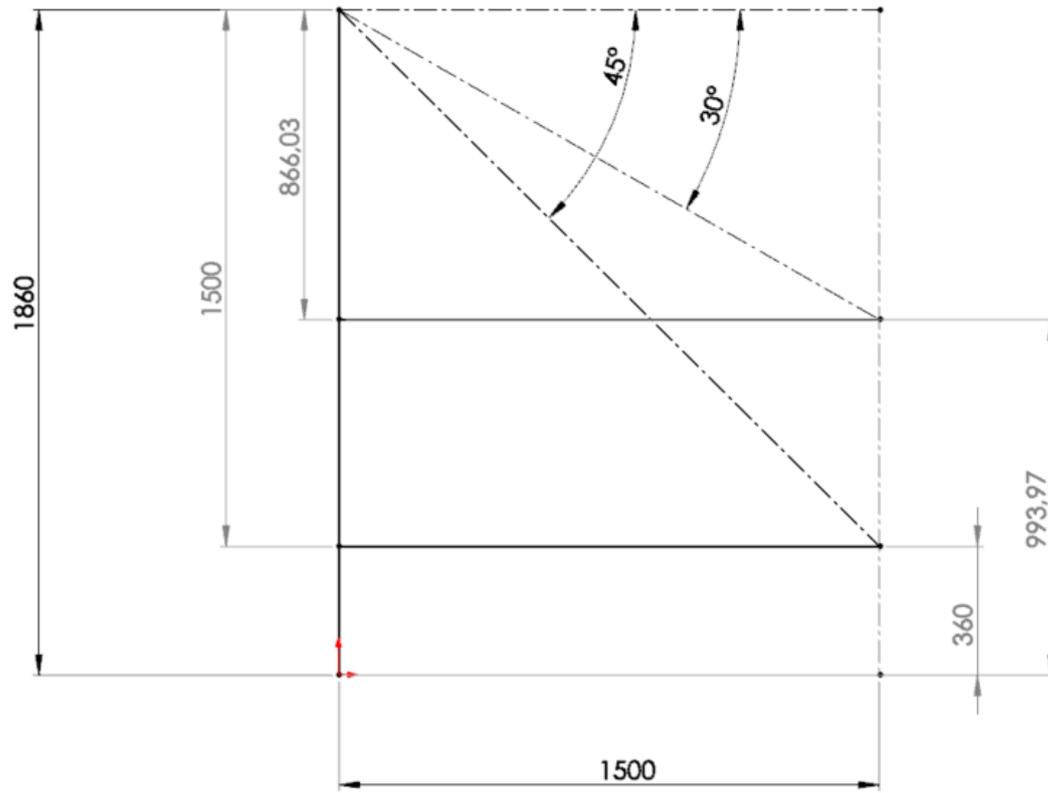


Fig.1.1\_2-AII - Ángulos y alturas máximas y mínimas

## ANEXO III: CÁLCULOS

### 1. Cálculo de materiales

#### 1.1. *Cálculo de la fuerza de impacto*

Para calcular la resistencia que deberá tener el material empleado para el macetero, se ha tenido en cuenta como caso más desfavorable el choque de un coche a 60 km/h con un peso de 1000kg. Esto se hace porque se pretende que el macetero también haga la función de separar zonas peatonales de zonas con tráfico motorizado, para así evitar accidentes en los que los peatones puedan salir heridos.

$$m = 1000 \text{ Kg}$$

$$V_i = 60 \text{ Km/h} \rightarrow 16,67\text{m/s}$$

Con los datos de partida, se calcula el momento inicial que lleva el coche antes del impacto. En el sentido de circulación del coche la velocidad se considerará negativa.

$$P_i = m \cdot V_i$$

$$P_i = 1000 \cdot (-16.67) = -16670\text{Kg}\cdot\text{m/s}$$

Seguidamente, se calcula el momento final, después del impacto. Una vez este se produce, se ha contado con un retroceso del vehículo a causa del impacto, a una velocidad de unos 5 km/h.

$$V_f = 5 \text{ Km/h} \rightarrow 1,39\text{m/s}$$

$$P_f = m \cdot V_f$$

$$P_f = 1000 \cdot 1.39 = -1390\text{Kg}\cdot\text{m/s}$$

Una vez calculados los momentos antes y después del impacto, se ha de calcular la fuerza del impulso que ha generado, que es la variación desde el momento inicial al momento final.

$$I = \Delta P = P_f - P_i$$

$$I = 1390 - (-16670) = 18060 \text{ N}\cdot\text{s}$$

Por último se calcula la fuerza promedio:

$$F_{\text{prom}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{18060}{0.2} = 90300 \text{ N} \rightarrow 90,3 \text{ kN}$$

Por tanto, según el resultado, la fuerza total del impacto sería de aproximadamente 90,3kN. Para tener algo más de margen este dato se redondeará hasta los 100kN.

## 2. Cálculo capacidad de baterías

Los leds empleados funcionan a 12V. Calculando para un macetero rectangular y uno cuadrado, la intensidad eléctrica daría un total de 130 mA.

Si queremos que los LED se mantengan encendidos sin la necesidad de recarga, durante al menos 48 horas, necesitaremos una capacidad de:

$$130mA \cdot 48h = 6240 mAh \rightarrow \mathbf{6,3 Ah}$$

Por tanto, necesitaremos una batería de capacidad superior a esta, por lo que se buscará un valor comercial próximo, que nos permitirá unas cuantas horas más de uso además de permitirnos alimentar otro macetero colindante. Este valor será de aproximadamente 10 Ah, lo que nos garantiza unas 76 horas de uso.

## ANEXO IV: ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

Para el análisis medioambiental, se empleará el software OpenLCA, un software gratuito para calcular el impacto de los procesos de fabricación y el ciclo de vida de un producto.

Se tomará como referencia el macetero rectangular, y con él, el peso de los componentes eléctricos y las placas solares. Además, para su transporte se estimará en unos 300 Km aproximadamente.

Inputs			
Flow	Category	Amount	Unit
steel product manufacturing, average metal...	metals/general manufacturing	96.07000	kg
electronic component, active, unspecified, a...	electronics/component	2.50000	kg
CZ single crystalline silicon, photovoltaics, a...	photovoltaic/production of com...	1.60000	kg
transport, lorry >28t, fleet average - CH	transport systems/road	3.00000E4	kg*km

Fig. 1\_1-AIV – Procesos contabilizados para análisis

Al realizar el análisis mediante el método ReCiPe Midpoint, se calcula el impacto ambiental que produce la fabricación del macetero en cuanto a diferentes factores, entre los que aparecen el agotamiento del agua, la ecotoxicidad del agua, agotamiento de metales, agotamiento de ozono, cambio climático...

Name	Impact result	Unit
> water depletion w/o LT - WDP w/o LT	22.61704	m3
> agricultural land occupation w/o LT - ALOP w/o LT	32.25046	m2a
> freshwater eutrophication w/o LT - FEP w/o LT	2347.62939	kg P-Eq
> freshwater ecotoxicity w/o LT - FETPinf w/o LT	3.59164	kg 1,4-DCB-Eq
> metal depletion w/o LT - MDP w/o LT	1714.82385	kg Fe-Eq
> ionising radiation w/o LT - IRP_HE w/o LT	333.57967	kg U235-Eq
> marine eutrophication w/o LT - MEP w/o LT	2347.62939	kg N-Eq
> marine ecotoxicity w/o LT - METPinf w/o LT	7.72673	kg 1,4-DCB-Eq
> ozone depletion w/o LT - ODPinf w/o LT	0.00021	kg CFC-11-Eq
> terrestrial ecotoxicity w/o LT - TETPinf w/o LT	0.25035	kg 1,4-DCB-Eq
> human toxicity w/o LT - HTPinf w/o LT	330.36022	kg 1,4-DCB-Eq
> climate change w/o LT - GWP100 w/o LT	2180.88969	kg CO2-Eq
> particulate matter formation w/o LT - PMFP w/o LT	3.43228	kg PM10-Eq
> fossil depletion w/o LT - FDP w/o LT	598.30650	kg oil-Eq
> natural land transformation w/o LT - NLTP w/o LT	0.30866	m2
> photochemical oxidant formation w/o LT - POFP w/o LT	7.47559	kg NMVOC
> urban land occupation w/o LT - ULOP w/o LT	58.34949	m2a
> terrestrial acidification w/o LT - TAP100 w/o LT	9.72785	kg SO2-Eq

Fig. 1\_2-AIV – Impacto ambiental en la categoría midpoint

Con los impactos que nos ha dado el programa, nos podemos hacer una idea en cuanto a la escala de cómo afecta la fabricación del macetero en el entorno. Los valores más llamativos son los relativos al cambio climático, provocado principalmente por el transporte necesitado, la toxicidad humana, el agotamiento de combustibles fósiles, por el mismo motivo que el cambio climático, y la eutrofización marina. La eutrofización marina consiste en un exceso de nutrientes aportados a un medio acuático, que tiene como consecuencia un aumento de las algas y por tanto a una reducción del oxígeno en el agua.

Por último, se realiza un análisis siguiendo el método ReCiPe Endpoint, que nos dará el resultado global del impacto durante su vida útil. Este análisis nos dará valores en puntos, de forma que se podrá analizar el impacto general de todos los valores respecto a un total.

Name	Impact result	Unit
>  resources w/o LT - fossil depletion w/o LT	62.84860	points
>  ecosystem quality w/o LT - freshwater eutrophication w/o LT	0.72130	points
>  human health w/o LT - photochemical oxidant formation w/o	0.00577	points
>  resources w/o LT - total w/o LT	63.65006	points
>  human health w/o LT - human toxicity w/o LT	4.64693	points
>  total w/o LT - total w/o LT	191.30760	points
>  ecosystem quality w/o LT - terrestrial acidification w/o LT	0.12913	points
>  ecosystem quality w/o LT - total w/o LT	44.75851	points
>  human health w/o LT - total w/o LT	82.90119	points
>  human health w/o LT - ionising radiation w/o LT	0.10833	points
>  human health w/o LT - particulate matter formation w/o LT	17.67048	points
>  resources w/o LT - metal depletion w/o LT	0.80146	points
>  ecosystem quality w/o LT - climate change, ecosystems w/o LT	39.57657	points
>  human health w/o LT - ozone depletion w/o LT	0.01129	points
>  ecosystem quality w/o LT - marine ecotoxicity w/o LT	1.41465E-5	points
>  ecosystem quality w/o LT - natural land transformation w/o LT	0.84409	points
>  ecosystem quality w/o LT - urban land occupation w/o LT	2.58004	points
>  ecosystem quality w/o LT - agricultural land occupation w/o L	0.83258	points
>  human health w/o LT - climate change, human health w/o LT	60.45858	points
>  ecosystem quality w/o LT - freshwater ecotoxicity w/o LT	0.00214	points
>  ecosystem quality w/o LT - terrestrial ecotoxicity w/o LT	0.07266	points

Fig. 1\_2-AIV – Impacto ambiental en la categoría endpoint

De esta tabla se pueden extraer datos como que los puntos de salud humana, calidad del ecosistema y los recursos son las categorías más afectadas.

Junto a esta tabla con los valores, podemos ver respecto al total de puntos que componentes del macetero son los que más influyen al total.

● Impact category ☰ total w/o LT - total w/o LT ▼

Contributi...	Process	Amount	Unit
▼ 100.00%	<span style="color: red;">█</span> Macetero puzle	191.30760	poin...
84.01%	<span style="color: red;">█</span> electronic component, ...	160.71114	poin...
08.16%	<span style="color: blue;">█</span> steel product manufact...	15.61899	poin...
07.61%	<span style="color: blue;">█</span> CZ single crystalline sili...	14.56084	poin...
00.22%	transport, lorry >28t, fle...	0.41664	poin...

Fig. 1\_3 – AIV – Contribución de cada componente al impacto ambiental

De esta última, se puede comprobar que gran parte de la contaminación a lo largo del ciclo de vida se deberá a los componentes electrónicos, tanto por su fabricación como por su toxicidad en general, principalmente por la batería.

# PLANOS

## ÍNDICE

1. Planos macetero rectangular
  1. 1. Contenedor de baterías
  - 1.2. Cuerpo macetero rectangular
2. Planos macetero cuadrado
  - 2.1. Cuerpo macetero cuadrado
3. Planos macetero en esquina
  - 3.1. Cuerpo macetero en esquina
4. Planos macetero a 90 grados
  - 4.1. Cuerpo macetero a 90 grados
5. Planos macetero a 45 grados
  - 5.1. Cuerpo macetero a 45 grados

























































# PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

6. Especificaciones técnicas del producto
7. Especificaciones de los materiales
8. Requisitos de fabricación
9. Reglamentación y normativa aplicables
10. Condiciones de uso y mantenimiento

## 1. Especificaciones técnicas del producto

Con la finalidad de poder cumplir con el correcto funcionamiento del macetero, se han de respetar las siguientes especificaciones:

### 1.1. Dimensiones

Las dimensiones de los maceteros han de ser:

	Medidas exteriores	Espesor de la chapa
Macetero rectangular	1000 x 500 x 605 mm	5 mm
Macetero cuadrado	500 x 500 x 605 mm	5 mm
Macetero en esquina	500 x 500 x 605 mm	5 mm
Macetero a 90 grados	1000 x 1000 x 605 mm	5 mm
Macetero a 45 grados	1195 x 770 x 605 mm	5 mm

Además, debido a que es un diseño modular y van a ir unidos los maceteros entre sí, es importante que las medidas de la unión sean las correctas tal y como se indica en los planos.

La dimensión en altura no es crítica, pero sería conveniente de que las placas solares superaran los 2 metros de altura para evitar problemas con los peatones.

### 1.2. Materiales

El principal material a usar será el acero, en concreto el acero S235JR (1.0037).

Para el tubo del cableado, para la pieza de unión con este y para el soporte de las placas solares, se empleará acero inoxidable 1.4301 (X5CrNi18-10).

### 1.3. Componentes

Se deberán intentar mantener los mismos componentes o de similares prestaciones en caso de necesitar sustituciones de estos para un correcto funcionamiento de todas las partes.

- Las placas solares deberán de ser de 10W o superiores.

- La batería deberá tener siempre una capacidad superior a 6,3 Ah y funcionar a 12V en corriente continua.

## 2. Especificaciones de los materiales

- **Acero 1.0037 (S235JR)**

El acero S235JR es un estándar europeo para aceros laminados en caliente y no aleados de grado estructural. Tiene un límite elástico de 235 MPa para espesores menores a 16mm.

En cuanto a la resistencia a tracción, soporta entre 360 y 510 N/mm<sup>2</sup> para espesores de entre 3 y 100 mm. Por último, el material permite un alargamiento antes de la rotura de aproximadamente el 26% para espesores entre 3 y 40 mm.

### Composición:

%	C	Mn	P	S	Cu	N
Máximo	0,2	1,40	0,045	0,045	0,55	0,012
Mínimo	0,17	1,40	0,045	0,025	0,55	0,012

- **Acero inoxidable 1.4301 (X5CrNi18-10 // AISI 304)**

El acero inoxidable está constituido principalmente por una aleación de acero con cromo, además de otros componentes según qué tipo sea.

Es un acero resistente a la corrosión, principalmente por la acción del cromo, que posee una gran afinidad con el oxígeno, con el cual reacciona formando una capa pasivadora que evita la corrosión. Sin embargo, si se expone a ciertos ácidos puede ser afectada y provocar corrosión en forma de picaduras generalizadas.

Los aceros que contienen más de un 7% de níquel, se llaman austeníticos, por tener una estructura metalográfica formada básicamente por austenita.

El acero 1.4301, debido a su composición, es adecuado para ambientes rurales, urbanos e incluso en ambientes ligeramente industriales. Si se necesitara emplear en ambientes más agresivos se buscarían mayores grados de aleación.

### Composición:

%	C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
Máximo	0,07	0,75	2,0	11,0	18,0	0,015	0,04
Mínimo	0,03	0,75	2,0	8,0	17,0	0,03	0,04

### Características del acero AISI 304:

Resistencia a tracción (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento de rotura (%)	Resistencia mínima (N/mm <sup>2</sup> )
520-720	45	210 - 230

- **Piezas comerciales normalizadas**

Pieza	Norma	Longitud
Tornillo allen M4	DIN 912	> 6 mm
Tuerca autoblocante con inserto de nylon	DIN 985	-

### 3. Requisitos de fabricación

A continuación, se describirán los requisitos necesarios para la correcta fabricación de las diferentes piezas según sus procesos:

- **Extrusión**

Para garantizar que las piezas realizadas por extrusión son como se indica en los planos, se emplearán normas relacionadas con este proceso y sus tolerancias:

**UNE-EN 10162:2005** - Perfiles de acero conformados en frío. Condiciones técnicas de suministro. Tolerancias dimensionales y de la sección transversal.

**UNE-EN 10163-3:2007** - Condiciones de suministro relativas al acabado superficial de chapas, bandas, planos anchos y perfiles de acero laminados en caliente. Parte 3: Perfiles.

**UNE-EN 10163-2:2007** - Condiciones de suministro relativas al acabado superficial de chapas, bandas, planos anchos y perfiles de acero laminados en caliente. Parte 2: Chapas y planos anchos.

- Doblado de chapa

Se han de respetar las dimensiones ofrecidas en los planos en el doblado de chapa metálica para su correcto montaje y posterior funcionamiento en el lugar indicado.

- Soldaduras

Para la realización de soldadura, se deberá tener en cuenta el estado de la superficie, y siempre limpiarla antes de efectuarla.

Se empleará preferiblemente soldadura láser, por su gran acabado y rendimiento, ya que tiene una zona afectada térmicamente muy reducida. En el caso de no poder disponer de este método de soldadura, se intentará realizar con procesos de soldadura por arco eléctrico, preferiblemente por MIG (*Metal Inert Gas*), que consiste en una soldadura por arco eléctrico con electrodo consumible protegida con gas inerte. El hecho de usar este proceso frente a otros como el MAG, es que el proceso MIG emplea gas inerte, por lo que no reacciona químicamente y protege la soldadura de posibles ataques de corrosión.



Fig.3\_1\_PC – Soldadura MIG

- Baño de Zinc o galvanizado

El proceso de galvanizado es un proceso clave para la viabilidad del producto, ya que sin este, el producto se oxidaría al estar en contacto directo con el oxígeno, produciéndose corrosión y deteriorando el producto. Por ello, habrá que realizarlo correctamente y garantizando que el producto queda completamente protegido.

Para ello, se hará uso de algunas normas relacionada con el proceso de galvanizado:

**UNE-EN ISO 14713-1:2017** - Recubrimientos de cinc. Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Parte 1: Principios generales de diseño y resistencia a la corrosión. (ISO 14713-1:2017).

**UNE-EN ISO 19598:2017** - Recubrimientos metálicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc y de aleaciones de cinc sobre hierro o acero con tratamiento suplementario sin Cr (VI). (ISO 19598:2016).

#### 4. Condiciones de uso y mantenimiento

Seguidamente, se aportarán recomendaciones para la correcta puesta en servicio de los maceteros y el mantenimiento a realizar para mantenerlo en el mejor estado posible durante un periodo prolongado de tiempo.

En primer lugar, durante su colocación, será importante no arrastrarlo para evitar quitar el recubrimiento de zinc que lo protege, que lo expondría a la corrosión y un deterioro posterior que influiría en su estanqueidad y en su estética general. Por tanto, se recomienda depositarlo en el suelo mediante una grúa o carretilla elevadora. Habrá que tener en cuenta que en caso de emplear una carretilla elevadora, esta tenga la estabilidad necesaria según el peso del macetero para evitar posibles accidentes.

En caso de producirse un accidente y quedar el macetero inutilizado, se deberá contactar con la empresa para su sustitución.

Si el macetero presenta signos de vandalismo, se puede repintar por encima de un nuevo color o del mismo.

También se puede recurrir a la limpieza mediante productos químicos, como el amoníaco. Se aplicará en una proporción 1:10, disuelto en agua, y posteriormente se frotará la superficie a limpiar con un cepillo de nylon. Una vez se acabe, se puede realizar un tratamiento de pasivación para evitar la aparición de manchas de humedad. Por último, se enjuaga con agua y se deja secar por completo.

En caso de producirse una pérdida superficial de la capa de zinc se podrá realizar un galvanizado por pistola, realizado como una proyección térmica, en la zona concreta en la que se ha producido. De esta forma, se puede alargar la vida del macetero sin tener que pasar por un proceso completo de galvanizado.

Respecto al mantenimiento de componentes eléctricos, no deberán necesitar recambios a menos que se fundan alguno de los LED o la batería alcance su vida útil de ciclos, que se estima durará un mínimo de 5 años.

## 5. Condiciones y aspectos del contrato

Cómo último apartado de este pliego de condiciones, se establecerá una lista de condiciones indispensables entre el autor del producto y las diferentes empresas fabricantes y proveedoras para la correcta producción del proyecto.

- El proveedor debe garantizar el suministro de sus respectivos componentes el tiempo que se estime necesario.
- Para las diferentes empresas a las que se les encarga la fabricación de las piezas, será necesario que garanticen el buen estado de las piezas, adaptando y certificando que el producto cumple con todas las normas establecidas.
- Cualquier problema ocasionado con el producto deberá ser comunicado a la empresa.

# PRESUPUESTO Y ESTADO DE MEDICIONES

# ÍNDICE

## 1. Calculo de costes

- 1.1. Costes directos
  - 1.1.1. Costes de materiales
  - 1.1.2. Costes de mano de obra
  - 1.1.3. Costes de taller
  - 1.1.4. Costes directos por macetero
- 1.2. Costes indirectos
- 1.3. Coste industrial
- 1.4. Coste comercial
- 1.5. Precio de venta

## 2. Viabilidad

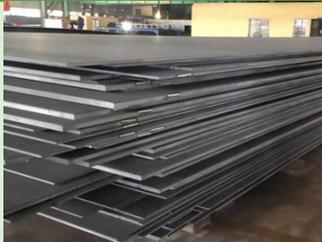
## 1. Cálculo de costes

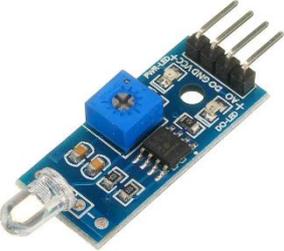
### 1.1. Costes directos

A continuación se detallarán los costes directos del proyecto, que consisten en los costes de los materiales, la mano de obra y los gastos relativos del taller.

#### 1.1.1. Costes de materiales

##### Materiales y componentes a emplear:

Material	Imagen	Coste unitario	Características	Unidades
Planchas de acero		1,16 €/Kg	S235JR	-
Baterías de litio		21,5 €/ud	10 Ah	1
Tubos de acero		2,12 €/Kg	AISI 304	1,49 Kg
Placas solares		25 €/ud	10W - 12V (480 x 273 x 25 mm)	2 ud

<b>Cables</b>		0,1 €/m	-	2,5 m
<b>Sensor fotosensible</b>		0,4 €/ud	-	1 ud
<b>Regulador</b>		6,5 €/ud	12-24V 30A	1 ud
<b>Perfil cuadrado</b>		5 €/m	40x40 mm	0,348 m
<b>Iluminación LED</b>		1 €/m	LED 5730 500 mm	1 m

## Coste componentes eléctricos

Componente	Coste unitario	Unidades	Total
Batería	21,5 €/ud	1 ud.	21,5 €
Placas solares	25 €/ud	2 ud.	50 €
Cables	0,1 €/m	2,5 m	0.25 €
Sensor fotosensible	0,4 €/ud	1 ud.	0,4 €
Regulador	6,5 €/ud	1 ud	6,5 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>78,65 €</b>

### 1.1.2. Costes de mano de obra

#### Procesos de fabricación:

- Corte por chorro de agua → Se estimará según las piezas
- Doblado de chapa → Coste de operario 7 €/h
  - Amortización por macetero → 50 €
  - 40 minutos → 4,7 €/macetero
- Soldadura → Coste de operario 7 €/h
  - Soldadura cuerpo a la base
    - 20 minutos → 2,3 €/macetero
  - Soldadura de la tapa y el soporte al contenedor de baterías
    - 10 minutos → 1,17 €/macetero
  - Soldadura del perfil al contenedor
    - 5 minutos → 0,58 €/macetero
  - Soldadura del contenedor al macetero
    - 10 minutos → 1,17 €/macetero
- Baño de zinc (galvanizado) → Coste de operario 10 €/h
  - 15 minutos → 2,5 €/macetero

## Coste de mano de obra por macetero

- Con contenedor:

Coste contando el contenedor de las baterías para los maceteros que lo lleven.

$$4,7 + 2,3 + 1,17 + 0,58 + 1,17 + 2,5 = \mathbf{12,42 \text{ €}}$$

- Sin contenedor:

Coste sin el contenedor de las baterías para los maceteros más pequeños.

$$4,7 + 2,3 + 2,5 = \mathbf{9,5 \text{ €}}$$

### 1.1.3. Costes de taller

- Coste maquinaria:
  - Dobladora de chapa → 10.000 €
    - El coste de esta máquina se sumara como amortización a los maceteros.

### 1.1.4. Costes directos por macetero

## Contenedor de baterías

	Precio unitario	Unidades	Total
Chapas de acero	1,16 €/Kg	0,95 Kg	1,1 €
Corte por chorro de agua	-	-	+15 €
Perfil 40x40	5 €/m	0,348 m	1,74 €
Cuerpo por extrusión	10 €/m	0,150 m	1,5 €
Tubo cableado	2,12 €/Kg	1,49 Kg	3,16 €
Soporte placas solares	15 €/Kg	0,28 Kg	4,2 €
Coste componentes eléctricos	-	-	79,65 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>106,35 €</b>

**Macetero rectangular:**

	Precio unitario	Unidades	Total
Chapas de acero	1,16 €/Kg	25,67 x 2= 51,34 Kg	59,55 €
Base	1,16 €/Kg	28,87 Kg	33,49 €
Corte por chorro de agua	-	-	+20 €
Proceso de estampación	-	-	+16
Coste contenedor de baterías	105,35 €/ud	1 ud	106,35 €
Coste mano de obra	-	-	12,42 €
Amortización dobladora			+ 50 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>285,39 €</b>

**Macetero cuadrado:**

	Precio unitario	Unidades	Total
Chapas de acero	1,16 €/Kg	19,12 x 2= 38,24 Kg	44,36 €
Base	1,16 €/Kg	11,42 Kg	13,25 €
Corte por chorro de agua	-	-	+15 €
Proceso de estampación	-	-	+8 €
Coste mano de obra	-	-	9,5 €
Amortización dobladora	-	-	+50 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>140,11 €</b>

**Macetero en esquina:**

	Precio unitario	Unidades	Total
Chapas de acero	1,16 €/Kg	$20,53 + 17,70 =$ 38,23 Kg	44,35 €
Base	1,16 €/Kg	11,42 Kg	13,25 €
Corte por chorro de agua	-	-	+15 €
Proceso de estampación	-	-	+8 €
Coste mano de obra	-	-	9,5 €
Amortización dobladora	-	-	+50 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>140,09 €</b>

**Macetero a 90 grados:**

	Precio unitario	Unidades	Total
Chapas de acero	1,16 €/Kg	$38,53 + 38,37 =$ 76,9 Kg	89,20 €
Base	1,16 €/Kg	39,12 Kg	45,38 €
Corte por chorro de agua	-	-	+25 €
Proceso de estampación	-	-	+24 €
Coste contenedor de baterías	105,35 €/ud	1 ud	106,35 €
Coste mano de obra	-	-	12,42 €
Amortización dobladora	-	-	+50 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>352,35 €</b>

### Macetero a 45 grados:

	Precio unitario	Unidades	Total
Chapas de acero	1,16 €/Kg	36,35 + 29,42 = 65,77 Kg	76,29 €
Base	1,16 €/Kg	29,78 Kg	34,54 €
Corte por chorro de agua	-	-	+25 €
Proceso de estampación	-	-	+16 €
Coste contenedor de baterías	105,35 €/ud	1 ud	106,35 €
Coste mano de obra	-	-	12,42 €
Amortización dobladora	-	-	+50 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>320,61 €</b>

#### 1.2. Costes indirectos

Los costes indirectos son los relativos a los consumos generales de la fábrica como son la iluminación, los alquileres... y los costes de la mano de obra indirecta, como el coste de los administrativos, carretilleros...

Para este coste, se asignará un ratio de un 10% respecto al coste directo.

#### 1.3. Coste industrial

El coste industrial consiste en la suma del coste directo y el coste indirecto, es decir, el coste de la fabricación el producto con las partes que intervienen en este proceso.

	Costes directos	Costes indirectos (10%)	Coste industrial
<b>Macetero rectangular</b>	285,39 €	28,54 €	<b>313,93 €</b>
<b>Macetero cuadrado</b>	140,11 €	14,01 €	<b>154,12 €</b>
<b>Macetero en esquina</b>	140,09 €	14,01 €	<b>154,10 €</b>
<b>Macetero a 90 grados</b>	352,35 €	35,24 €	<b>387,59 €</b>
<b>Macetero a 45 grados</b>	320,61 €	32,06 €	<b>352,67 €</b>

#### 1.4. Coste comercial

El coste comercial incluye los gastos de la distribución del producto así como del marketing del mismo. Para este coste, también se le asignará un ratio, en este caso de un 20% respecto al coste industrial (Costes directos + indirectos).

	Coste industrial	Costes de comercialización (20%)	Coste comercial
<b>Macetero rectangular</b>	313,93 €	62,79 €	<b>376,72 €</b>
<b>Macetero cuadrado</b>	154,12 €	30,82 €	<b>184,94 €</b>
<b>Macetero en esquina</b>	154,10 €	30,82 €	<b>184,92 €</b>
<b>Macetero a 90 grados</b>	387,59 €	77,52 €	<b>465,11 €</b>
<b>Macetero a 45 grados</b>	352,67 €	70,53 €	<b>423,20 €</b>

### 1.5. Precio de venta

Por último, el precio de venta se calcula sumándole el porcentaje de beneficios de la empresa al coste comercial. En este caso calcularemos los beneficios en un 40%.

	Coste comercial	Beneficio industrial (40%)	Precio de venta
<b>Macetero rectangular</b>	376,72 €	150,69 €	<b>527,41 €</b>
<b>Macetero cuadrado</b>	184,94 €	73,98 €	<b>258,92 €</b>
<b>Macetero en esquina</b>	184,92 €	73,97 €	<b>258,89 €</b>
<b>Macetero a 90 grados</b>	465,11 €	186,04 €	<b>651,15 €</b>
<b>Macetero a 45 grados</b>	423,20 €	169,28 €	<b>592,48 €</b>

## 2. Viabilidad

Como ya se ha comentado, el proyecto se calcula para lote de 200 unidades de maceteros, centrándonos concretamente en situarlos en la ciudad de Valencia.

El estudio se realizará para unos 4 años. Se estimará que los dos primeros años se vende un lote completo cada año, y los siguientes años se venden unas 150 unidades cada uno.

Los cálculos realizados a continuación son una aproximación a las previsiones de ventas y costes para ver si el producto es rentable a corto o largo plazo y cuando se recuperarían las inversiones realizadas.

Para estos costes se realizarán varias estimaciones de costes:

- Coste de máquina dobladora de chapa → 10.000 €
- Equipo de soldadura láser → 3.500 €
- Se estimará la inflación en un 3%
- Se contabilizará el coste del alquiler del taller en unos 60.000 €.

En cuanto a la proporción de maceteros vendidos, se estimará que el 40% serán rectangulares, el 25% cuadrados, 15% en esquina, un 12% a 90 grados y por último, un 8% de maceteros a 45 grados.

	%	TOTAL	Ingresos totales	Costes totales
<b>Rectangulares</b>	40 %	80	42.192,59 €	22.831,49 €
<b>Cuadrados</b>	25 %	50	12.945,76 €	7.005,28 €
<b>En esquina</b>	15 %	30	7.766,81 €	4.202,82 €
<b>A 90 grados</b>	12 %	24	15.627,57 €	8.456,48 €
<b>A 45 grados</b>	8 %	16	9.479,74 €	5.129,73 €
<b>TOTAL</b>	100 %	200	88.012,47 €	47.625,79 €

### Inversión inicial:

GASTO	COSTE
<b>Dobladora de chapa</b>	10.000 €
<b>Soldadura láser</b>	3.500 €
<b>Alquiler del taller</b>	60.000 €
<b>TOTAL</b>	73.500 €

### Beneficio neto y rentabilidad para un año:

Beneficio neto = Ingresos por ventas – Costes totales

Beneficio neto → 88.012,47 € – 47.625,79€ = 40.386,67 €

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{40.386,67\text{€}}{73.500\text{€}} = 0,55$$

Ahora se realizará el cálculo de la rentabilidad para los tres primeros años de ventas.

AÑO	VENTAS	INGRESOS	COSTES	Beneficio neto anual	Beneficio Neto global
1	200	88.012,47 €	47.625,79 €	40.386,67 €	40.386,67 €
2	200	88.012,47 €	47.625,79 €	40.386,67 €	80.773,34 €
3	150	66.009,36 €	35.719,35 €	30.290,01 €	111.063,35 €
4	150	66.009,36 €	35.719,35 €	30.290,01 €	141.353,36 €
<b>TOTAL</b>					141.353,36 €

Los dos primeros años, los gastos y los ingresos son los mismos, por lo tanto hacen un total de:

- Ingresos totales 2 primeros años = 176024,94 €
- Costes totales 2 primeros años = 95251,58 €

Para el tercer año, al venderse un 25% menos, los ingresos y costes se reducirán en consecuencia.

- Ingresos totales 3<sup>er</sup> año = 66.009,36 €
- Costes totales 3<sup>er</sup> año = 35.719,35 €

Por tanto para los tres primeros años:

- Ingresos totales → 242.034,3 €
- Costes totales → 130.970,93 €

$$\text{Beneficio neto} \rightarrow 242.034,3\text{€} - 130.970,93\text{€} = 111.063,37\text{€}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{111.063,37\text{€}}{73.500\text{€}} = 1,51$$

El producto tendrá un ratio de rentabilidad de 1,51 para 3 años.

Por último, se calculará la viabilidad para los 4 años.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INVERSIÓN</b>	73.500 €	1500	1500	1500	1500
<b>VENTAS</b>	-	200	200	150	150
<b>GASTOS</b>	-	47.625,79 €	47.625,79 €	35.719,35 €	35.719,35 €
<b>INGRESOS</b>	-	88.012,47 €	88.012,47 €	66.009,36 €	66.009,36 €
<b>BENEFICIOS</b>	-	40.386,67 €	40.386,67 €	30.290,01 €	30.290,01 €
<b>FLUJO CAJA</b>	-73.500 €	38.886,67 €	38.886,67 €	28.790,01 €	28.790,01 €
<b>VAN</b>	-73.500 €	- 35.745,95 €	908,47 €	26.692,70 €	51.725,93 €

Como se puede observar, se empezarían a obtener beneficios a partir del segundo año de ventas, aproximadamente hacia finales de este.