

# POT



Junio 2022

Diseño de Cápsula de interior para plantas con control de temperatura y humedad.

Grado en I. en Diseño Industrial y Desarrollo de productos

Tutora: Cristina Rebollo



Tras muchos meses de duro trabajo, constancia y dedicación, este proyecto ha llegado a su fin. Un proyecto realizado con mucho cariño y cuidando cada detalle.

Gracias a todas las personas que han estado a mi lado en este proceso de aprendizaje, ha sido un proceso de momentos buenos y otros también muy malos.

Gracias a mi familia, amigos y sobre todo mi tutora de tfg. Gracias a mi pareja por escuchar mis quejas día tras día.

Y por último, qué no mejor agradecimiento a mi misma por la dedicación y el esfuerzo.

Os dejo por aquí el proyecto que espero que os guste tanto como me ha gustado a mi.



# ÍNDICE GENERAL

## Volumen I: MEMORIA

### ÍNDICE

1. Objeto	10
2. Alcance	10
3. Antecedentes	12
3.1. Contexto	12
3.2 Justificación de uso	14
3.3 Estudio de mercado y análisis de productos existentes	18
3.4 Conclusiones	21
3.5 Usuario entorno y uso	21
4. Normas y referencias	22
4.1 Disposiciones legales y normativa aplicada	22
4.2 Programas informáticos	23
5. Definiciones y abreviaturas	25
6. Definición del diseño	26
6.1 Metodología	26
6.2 Requisitos de diseño	27
7. Análisis de soluciones.	30
7.1 Sistema electrónico	30
7.2 Propuestas conceptuales	36
7.3 Evaluación	41
8. Resultados finales	42
8.1 Evolución propuesta final.	42
8.2 Descripción general de la propuesta.	53
8.3 Tolerancias de fabricación	60
8.4 Materiales.	61

8.5 Procesos de fabricación.	62
8.6 Descripción de montaje	64
8.7 Embalaje y promoción	69
8.8 Publicidad	72
<b>9. Ensayos</b>	<b>73</b>
9.1 . Ensayo de carga vertical.	73
9.2 Ensayo de rigidez y estabilidad.	73
9.3 Conclusiones.	73
<b>10. Presupuesto y viabilidad</b>	<b>74</b>
<b>11. Orden de prioridad de documentos.</b>	<b>75</b>

# Volumen II: ANEXOS

## ÍNDICE

<b>1. ANEXO I: Estudio de mercado</b>	<b>78</b>
1.1 Tabla comparativa	82
1.2 Conclusiones	84
<b>2. ANEXO II: Diseño conceptual</b>	<b>85</b>
2.1 Creación de objetivos.	86
2.2. Análisis de objetivos y árbol de objetivos.	89
2.3 Especificaciones de diseño obtenidas.	95
<b>3. ANEXO III: Proceso de diseño</b>	<b>96</b>
3.1 Moodboard	97
3.2 Propuestas de diseño.	99
3.3 Evaluación	104
3.4 Detalles del diseño.	112
<b>4. ANEXO IV: Características componentes</b>	<b>119</b>
4.1 Características de los componentes.	120
4.2 Cálculo de las resistencias.	128
<b>5. ANEXO V: Normativas</b>	<b>130</b>
5.1 Disposiciones legales.	131
5.2 Bibliografía	134

# Volumen III: PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

1. Especificaciones del producto	140
2. Especificaciones de los materiales	142
3. Fabricación	148
4. Calidades mínimas	160
5. Estudio mecánico	162
6. Especificaciones técnicas de los componentes.	167
7. Montaje	169
8. Responsabilidades.	175

# Volumen IV: PLANOS

## ÍNDICE

1. Conjunto	176
2. Depósito de agua.	176
3. Tapa	176
4. Junta hermética	176
5. Recipiente aparatos electrónicos	176
6. Recipiente tierra	176
7. Cápsula	176
8. Codo	176

# **Volumen V: ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO.**

## **ÍNDICE**

1. Precio materiales	178
2. Precio componentes	179
3. Costes fabricación	180
3. Costes fabricación	180
4. Tiempos de ensamblaje	182
5. Tiempos de embalaje	183
6. Costes de mano de obra	184
7. Cálculo de precio y viabilidad	185
6.1 Cálculo del precio de venta	186
6.2 Análisis del precio de venta	187



**POT**

**Volumen I:  
MEMORIA**

# Volumen I: MEMORIA

## ÍNDICE

<b>12. Objeto</b>	<b>10</b>
<b>13. Alcance</b>	<b>10</b>
<b>14. Antecedentes</b>	<b>12</b>
3.1. Contexto	12
3.2 Justificación de uso	14
3.3 Estudio de mercado y análisis de productos existentes	18
3.4 Conclusiones	21
3.5 Usuario entorno y uso	21
<b>15. Normas y referencias</b>	<b>22</b>
4.1 Disposiciones legales y normativa aplicada	22
4.2 Programas informáticos	23
<b>16. Definiciones y abreviaturas</b>	<b>25</b>
<b>17. Definición del diseño</b>	<b>26</b>
6.1 Metodología	26
6.2 Requisitos de diseño	27
<b>18. Análisis de soluciones.</b>	<b>30</b>
7.1 Sistema electrónico	30
7.2 Propuestas conceptuales	36
7.3 Evaluación	41
<b>19. Resultados finales</b>	<b>42</b>
8.1 Evolución propuesta final.	42
8.2 Descripción general de la propuesta.	53
8.3 Tolerancias de fabricación	60
8.4 Materiales.	61
8.5 Procesos de fabricación.	62
8.6 Descripción de montaje	64

8.7 Embalaje y promoción	69
8.8 Publicidad	72
<b>20. Ensayos</b>	<b>73</b>
9.1 . Ensayo de carga vertical.	73
9.2 Ensayo de rigidez y estabilidad.	73
9.3 Conclusiones.	73
<b>21. Presupuesto y viabilidad</b>	<b>74</b>
<b>22. Orden de prioridad de documentos.</b>	<b>75</b>

# 1. Objeto

Este proyecto introduce la idea de un nuevo producto inspirado en el concepto de un invernadero convencional pero pensado para espacios de interior, propiciando un ambiente neutro y aportando protección a las plantas.

Nuestro invernadero pretende controlar, mantener y resolver los problemas que conlleva un invernadero común.

Se pretende resolver el problema de tener poca variedad de plantas pequeñas en espacios cerrados, ya que esta cápsula se adapta a las necesidades de diferentes especies vegetales.

Al mismo tiempo y teniendo en cuenta sus funcionalidades, se pretende que el producto tenga un diseño atractivo y que llame la atención por su sencillo funcionamiento.

Finalmente, este proyecto pretende resolver las limitaciones que presentan estos productos, queriendo conseguir un producto que automatice el proceso de riego en cualquier tipo de planta, dándole una mayor versatilidad, ampliando las funciones, y ajustando el máximo posible el coste con las funcionalidades que se quieren conseguir.

# 2. Alcance

El proyecto contempla distintas fases, que serán el diseño conceptual, el análisis de ideas realizando un estudio de mercado, la elección de materiales, análisis de la disposición de los elementos electrónicos, realización de los render del modelo, planos de los productos, costes y presupuestos. Terminando con el respectivo packaging del producto.

1. Búsqueda de información y antecedentes.
2. Estudio de Mercado.
3. Normativa.
4. Diseño conceptual a partir de objetivos, restricciones y especificaciones
5. Evaluación de las propuestas.
6. Diseño preliminar.
7. Diseño de detalle.

Toda la información necesaria para para definir por completo el producto vendrá determinada en los siguientes documentos:

- Memoria.
- Anexos.
- Pliego de condiciones.
- Planos
- Estado de mediciones.

## 3. Antecedentes

### 3.1. Contexto

Hoy en día, existe una amplia gama de invernaderos en el mercado tanto exterior como interior, los cuales han servido como antecedentes para el desarrollo del proyecto a realizar.

En primer lugar, en la imagen 1 se muestra un invernadero tradicional exterior. El principal inconveniente de este producto es la elevada cantidad de espacio ocupado y la necesidad de disponer de una superficie de grandes dimensiones para su ubicación.



Imagen 1: Invernadero convencional.

En la Imagen 2, se muestra un invernadero cuya función es meramente decorativa, siendo un objeto básico, sin cumplir ninguno de los requisitos que tiene un invernadero, únicamente un área cubierta.



Imagen 2 : Mini invernadero de madera y cristal.

También existen en el mercado productos similares al que se va a proponer en este proyecto fin de grado.

En la imagen 3, encontramos un invernadero pequeño con termómetro, incluye un separador para depositar más de una planta. El principal inconveniente de este producto es la insuficiencia de funciones para un óptimo crecimiento de estos seres vivos, como, por ejemplo, tener que estar regando constantemente, la incomodidad de tener que levantar la tapa o su escasa ventilación.



Imagen 3: Invernadero pequeño de plástico.

Otro producto a comentar es el mostrado en la Imagen 4, que presenta un diseño más atractivo e innovador, controla el crecimiento de la planta por meses y, que lleva un cuentagotas para el regadío.

Además de que este producto no se puede considerar un invernadero como tal, ya que está abierto, presenta otros inconvenientes, como son el tener que estar pulsando el botón para regar y que necesitar supervisión para el mantenimiento.



Imagen 4: Invernadero cuentagotas

## 3.2 Justificación de uso

Los invernaderos se han transformado en una tendencia que defiende el cuidado de nuestro entorno y hábitat. Estas instalaciones cubiertas dan cobijo a las plantas de las condiciones climáticas extremas como el frío, el viento o la nieve. Por lo general los invernaderos están compuestos de materiales altamente resistentes con acabados transparentes para dejar paso a los rayos solares, aunque hoy en día existen infinidad de estilos.

El uso de invernaderos varía ampliamente en los diferentes países de climas mediterráneos siendo imposible ofrecer un prototipo de cultivo que sea representativo de la cuenca Mediterránea.

Las razones de esta diversidad más importantes son:

- Las características del clima local

Los diferentes tipos de plantas que se cultivan están adaptados a las condiciones climáticas de cada lugar. En zonas de invierno más frío e insolación escasa, se cultiva la lechuga, mientras que en regiones de temperatura más alta, con elevada insolación invernal es posible el cultivo de especies más delicadas como el tomate. Las condiciones climáticas de verano suelen influir en la elección de cultivo a realizar, prefiriendo no cultivar en los invernaderos durante los meses más calurosos en las zonas de altas temperaturas.

- Las condiciones económicas locales

Estas condiciones van asociadas al clima correspondiente. Algunos países practican el llamado cultivo precoz en invierno. Este cultivo se realiza en plantas que exigen mucha luz y temperatura, como por ejemplo: el tomate.

- Los factores sociológicos del país

En determinados países es casi inexistente la demanda local de productos menos exigentes en calor y que podrían ser cultivados con facilidad en invierno, tales como lechugas o apios.

Las principales plantas a cultivar en estos invernaderos suelen ser las plantas ornamentales, hortalizas o plantas aromáticas. Denominadas como plantas pequeñas o medianas.

Las plantas ornamentales son plantas que cultivamos con el fin de decorar nuestro espacio, ya sean por sus flores, sus hojas, su estética o sencillamente porque nos gustan. Este tipo de plantas es preferible cultivarlas en invernaderos pequeños de uso doméstico.

Se podría decir que todas las plantas de interior se pueden cultivar en estos espacios, teniendo en cuenta las condiciones especiales, como humedad o exposición solar.

Cuando se habla de plantas de interior se refiere a aquellas que por las condiciones de donde son originarias o su hábitat natural deben de estar protegidas del sol directo y también a las variaciones de temperatura por el día y la noche.

Plantas más comunes en invernaderos domésticos:

### **Plantas ornamentales** (Imagen 5)

- Columnea.
- Orquídea.
- Azalea.
- Calceolaria.
- Agapanthus.
- Flor de pascua.
- Kenti.



Imagen 5: Plantas ornamentales..

### **Plantas aromáticas** (Imagen 6)

- Albahaca.
- Laurel.
- Menta.
- Perejil.
- Orégano



Imagen 6: Plantas aromáticas..

### **Plantas especiales**

La gente actualmente está interesada en plantas especiales (Imagen 7). Estas plantas suelen utilizarse con fines decorativos en el hogar e incluso en la oficina.

Al igual que las flores, ¿Por qué no cultivar estas plantas?

- Bambú.
- Cactus.
- Suculentas.



Imagen 7: Plantas especiales..

## **¿QUE HAY QUE TENER EN CUENTA PARA EL REGADO DE UNA PLANTA?**

El agua es el primer sustento para el crecimiento y vida de una planta, ya que gracias a ella pueden absorber los nutrientes que contiene la tierra.

Normalmente, el principal problema de las plantas de interior son los encharcamientos producidos por un exceso de agua.

Existen varios tipos de riego de las plantas, algunas hay que regarlas desde arriba sin mojar las hojas y otra o se podría decir la mayoría, se riegan colocando agua en el plato bajo la maceta, para que la tierra absorba a través de los agujeros de drenaje del macetero.

Esto es una buena forma para regar plantas delicadas como las orquídeas o los helechos.

Otros factores a tener en cuenta son el clima o la ubicación, ya que son importantes a la hora del riego.

Si se encuentra en un lugar seco y caluroso habrá que regarla más habitualmente. Si se encuentran en una zona fresca no será necesaria tanta agua.

### 3.3 Estudio de mercado y análisis de productos existentes

Para la realización del estudio de mercado, se han buscado algunos productos existentes o similares al que se propone en este proyecto fin de grado y sus respectivas características.

Aquí podéis ver una tabla comparativa a modo resumen de todos estos productos. Para ver la información detallada comprobar el "Anexo 1, Estudio de mercado". La siguiente tabla está organizada por complejidad de productos.

#### 3.3.1 Tabla comparativa

Modelo	Precio	Capacidad Deposito	Higrómetro	Riego Automatizado
<b>Smart Grow.</b> <b>Bosch</b> 	249€	1,5 L	NO	SI
<b>Véritable classic.</b> 	199€	2 L	NO	SI
<b>Huerto doméstico T12</b> 	145€	4 L	NO	SI

Modelo	Precio	Capacidad Deposito	Higrómetro	Riego Automatizado
<b>PAULO Invernadero natural.</b> Casa. 	29€	--	NO	NO
<b>Huerto de madera con patas.</b> Alice´s Garden. 	89€	--	NO	NO
<b>Jar Cafeto- Pikaplant.</b> Koffieplantje. 	60€	--	NO	NO
<b>Invernadero grow.</b> Design House Stockholm 	35€	--	NO	NO

<b>Soaker.</b> <b>IKEA.</b>		15€	-	NO	NO
--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----	---	----	----

Tabla 1: Tabla comparativa de productos existentes.

### 3.4 Conclusiones

A modo de resumen se establecen las características generales encontradas en el estudio de mercado de las que se podrán extraer aquellas que sean aplicables al diseño.

Como se ha podido comprobar en la tabla comparativa de productos, la capacidad de almacenaje de agua ronda de 1,5L a 4L siendo la máxima, ninguno de estos productos contiene higrómetro, ni pantalla LCD para dar información sobre la temperatura y porcentaje de humedad que se encuentra la planta, característica principal que se quiere implementar en este proyecto.

Puntos a tener en cuenta:

- Materiales resistentes como el vidrio y el plástico.
- Limpieza de líneas dando lugar a formas redondeadas.
- Diversidad de acabados y colores para la estructura general.
- Es obligatorio dejar espacio para los elementos de automatización.
- El sistema de la cápsula debe ser seguro.
- La estructura debe ser ligera pero muy resistente.
- El sistema debe ser sencillo para que sea fácil de utilizar.
- Incorporación de un sensor que mida la temperatura y humedad.

### 3.5. Usuario, entorno y uso

Los invernaderos pueden encontrarse en gran cantidad de lugares: en casas, en zonas de cultivo, en un entorno agrario, en oficinas o tiendas de plantas, entre otros.

El producto que presenta este proyecto va dirigido a un uso doméstico o en oficinas de trabajo, sin fines profesionales, ya que su finalidad es que sea sencillo e intuitivo, tratando de que una persona sin conocimiento de cuidado de plantas pueda hacer uso de él.

Este producto podría ser utilizado por cualquier persona interesada en tener plantas sin necesidad de tener conocimientos de cómo cuidarlas o para cualquier persona que le guste el producto y quiere hacer uso de él.

## **4. Normas y referencias**

### **4.1. Disposiciones legales y normativa aplicada**

El diseño y la estructura del invernadero desarrollado cumple con la normativa europea, según los requisitos de las normas ISO 9001 y 14001 con las que Novedades Agrícolas esta norma está certificada desde el año 2000.

La normativa tenida en cuenta en la realización de este proyecto es la siguiente:

- Normas sobre el medio ambiente.
- Normas para proyectos.
- Normas aplicadas en lo referente a los componentes eléctricos pertenecientes al producto:
  - Normas AENOR.
  - Normas UNE.

Para una información más detallada puede consultarse en el apartado.  
*“Volumen II, ANEXO 5, 5.1 normativa”*

## 4.2 Programas Informáticos

Para la realización del proyecto se han utilizado diferentes herramientas informáticas presentadas a continuación:

### EDICIÓN DE IMAGENES Y REDACCIÓN:



### MODELADO 3D Y RENDERIZADOS:



**ESQUEMA ELÉCTRICO:**



## 5. Definiciones y abreviaturas

Abreviatura	Definición
ISO	Organización Internacional de Normalización
O	Objetivo
R	Restricción
D	Deseo
LCD	Liquid-Crystal Display
UNE	Una norma española
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
EN	Normas europeas
PP	Polipropileno
V	VOLTIO
DC	Corriente continua
mA	Miliamperios
Bits	Binary digit
SMMA CET	Stirene-MetilMeta-Acrlato
PS	Poliestireno
Mpa	Mega pascales

Mpa	Mega pascales
Ct	Coste total
Van	Valor actual neto
Pay Back	Tiempo de retorno

Tabla 2: Abreviaturas y definiciones.

## 6. Definición del diseño

### 6.1 Metodología

La metodología para la realización del proyecto es clave para asegurar su éxito y su buena definición. Se van a establecer los pasos a seguir previamente.

- Establecer los requisitos de diseño, especificando las características del proyecto y el producto.
- Elaboración de propuestas conceptuales, cumpliendo los requisitos de diseño establecidos.
- Análisis de las propuestas conceptuales generadas mediante metodologías de evaluación cualitativa y cuantitativa (DATUM y ponderación).
- Elaboración de diseño de detalle tras haber realizado la elección de la solución final. Definiendo las características del producto a mayor detalle cómo son los materiales, dimensiones finales, piezas y componentes.
- Establecer consideraciones de diseño, asegurando la economía y viabilidad técnica del producto.

**Problema:**

Este proyecto nace de la necesidad de que sea un producto flexible que se adapte a nuestras necesidades de la forma más natural posible.

Este producto permite al usuario tener plantas en estado de crecimiento y evolución sin tener que estar pendiente de regarlas, hecho que puede facilitar la vida a muchos usuarios, abarcando un amplio abanico de personas que le gustan mucho las plantas y no saben/pueden cuidarlas.

Para poder llevar a cabo este proyecto, se crea un reto bastante amplio para el diseñador. Por un lado tendremos el reto de la realización de un buen sistema eléctrico con todos los componentes necesarios y que este funcione correctamente, sin que su uso se vea afectado por ningún otro elemento del producto y por otro lado, habrá que considerar la viabilidad económica del proyecto, ya que al ser un avance tecnológico podría resultar caro y no ser competente en el mercado.

Otro factor a tener en cuenta es el campo del diseño, punto que se quiere tener muy presente en etapas posteriores, ya que se quiere conseguir un producto innovador y cómodo para su uso en función de su forma.

## 6.2 Requisitos de diseño

La identificación de objetivos se realiza a partir de la base de la investigación formal previa, sobre la búsqueda de información, antecedentes y estudio de mercado.

De esta forma, se establecerán objetivos reales considerando la competencia, y realizando así un producto económicamente viable.

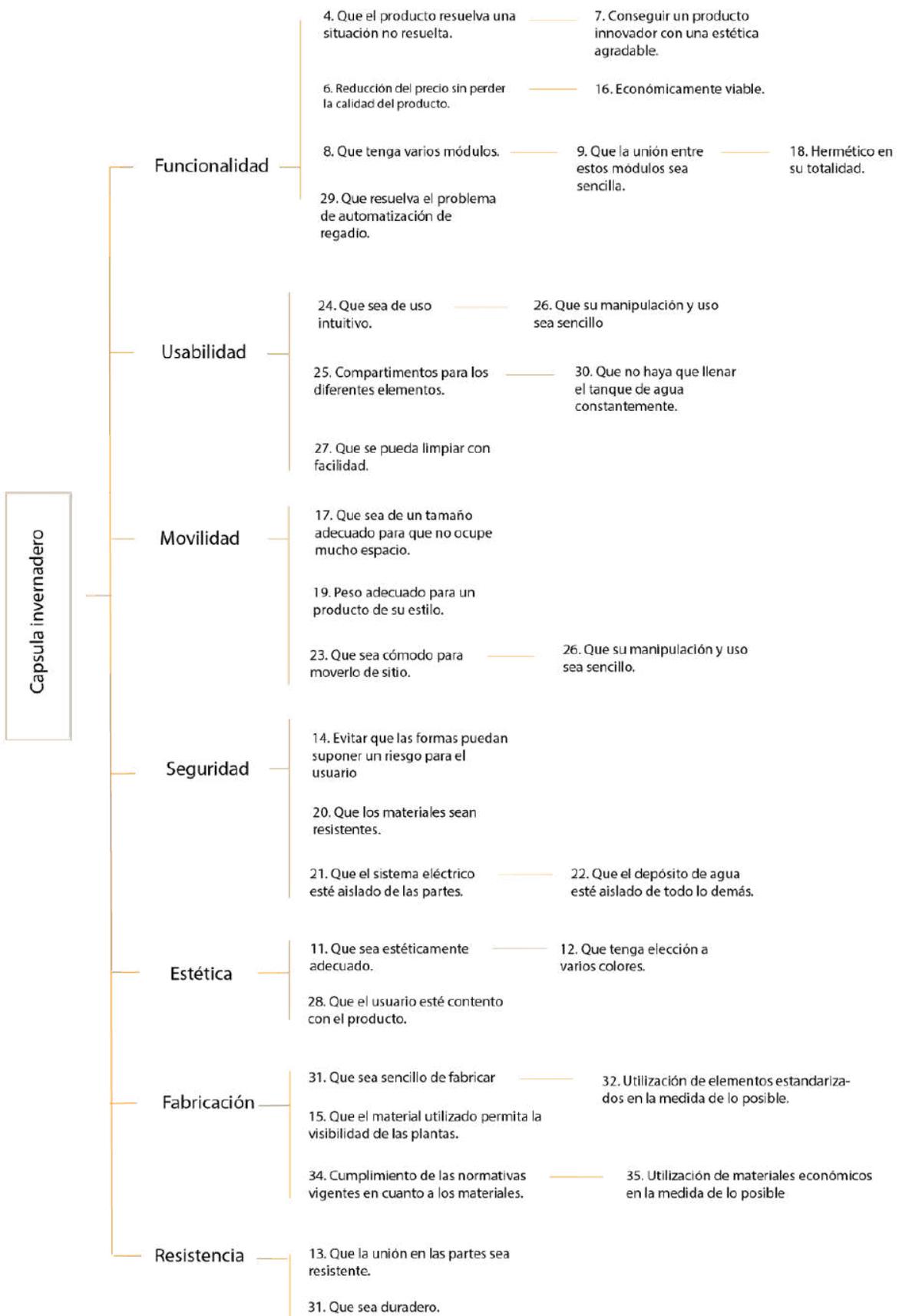
Los objetivos van a ser clasificados dependiendo del punto del producto en el que se encuentra, bajo la perspectiva de estas categorías:

- Objetivos de la diseñadora.
- Producto.
- Fabricante.
- Uso en los usuarios.

A continuación se enumeran objetivos que tendrán que resolverse posteriormente en el diseño. Estos serán clasificados según el criterio:

- Objetivos optimizables (O).
- Restricciones (R).
- Deseos (D).

Después de realizar el esquema por categorías de objetivos se procede a realizar el esquema general que se muestra a continuación en la siguiente tabla:



## **Especificaciones de diseño obtenidas**

Para terminar con el proceso de los objetivos de diseño obtenidos se procede a convertir las restricciones, objetivos optimizables y deseos en especificaciones.

De esta manera será más sencilla su accesibilidad durante el proceso de diseño.

Especificaciones definitivas:

1. Lo más innovador posible
2. Lo más económico posible
3. Lo más intuitivo posible
4. Como mínimo debe tener 3 compartimentos.
5. Tamaño lo más reducido posible.
6. Lo menos pesado posible
7. Materiales más resistentes posible.
8. Que la estética sea lo más atractiva posible.
9. Lo más fácil de fabricar posible.

Para ver con exactitud el proceso llevado a cabo de los objetivos, comprobar el *"Volumen II, Anexo 2. 2.1 Creación de objetivos"*

## 7. Análisis de soluciones

Para el desarrollo de la cápsula invernadero, va a intervenir en la fase final una persona especializada en ingeniería eléctrica para poder conformar adecuadamente una parte electrónica de este producto.

La cápsula dispondrá en su interior almacenamiento para los componentes electrónicos, la disposición de estos elementos influirá en la forma del producto final.

### 7.1 Sistema electrónico

El funcionamiento de la cápsula estará automatizado, por tanto el sistema eléctrico tiene que disponer de seguridad y fiabilidad suficiente para que no resulte un riesgo.

El circuito es un sistema sencillo de riego automatizado. Constará de pocos elementos pero suficientes para realizar las acciones requeridas.

El circuito está compuesto por una pequeña bomba de 5v alimentada directamente de un cargador de móvil del mismo voltaje, un sistema de corriente continua que internamente alimenta al transistor, el encargado también de alimentar al motor. El transistor será el encargado de que la bomba trabaje a una velocidad fija.

Por otro lado tendremos 2 LEDs, uno de color verde, que cuando se ilumine indicara que el sistema esta funcionando y el rojo que indicara que la humedad del suelo es baja, es decir, que la tierra esta seca.

También contamos con la parte de los sensores. En primer lugar el sensor DHT11, conectado directamente al arduino, nos enviará la información de la temperatura y humedad ambiente, pero solo haremos caso a la temperatura, ya que en este caso la humedad no es tan importante. El sensor de humedad del suelo (enterrado en la tierra, a mayor enterramiento habrá más humedad del suelo), está conectado a la pantalla LCD, la encargada de mostrar en porcentaje la temperatura y humedad del suelo cada momento.

Estos valores serán escalados porque los sensores tienen salida analógica y el arduino será el encargado de escalar esta información y mostrarla en porcentaje.

**Componentes:**

- Arduino uno R3 microcontrolador.
- Sensor de temperatura y humedad relativa en el aire DHT11.
- Pantalla LCD de 16 pins.\*
- Sensor de humedad del suelo.
- Mini bomba de agua no sumergible DC Arduino 2,5-6V.
- Transistor.
- 2 LEDs.
- 3 Resistencias de 220 Ohmios.\*\*
- Cables macho a macho para Arduino.
- Cables macho a hembra para Arduino.

Para consultar la información específica de cada componente consultar *"Anexo 4, Características de componentes"*

\*\*Para cálculo de las resistencias se han realizado los cálculos pertinentes para su selección. Estos cálculos pueden ser consultados en el *"Anexo 4; 2,2 Cálculo de las resistencias"*.

**Montaje:**

El montaje de los componentes electrónicos quedará igual que en el sistema eléctrico realizado en este apartado, *"Imagen 8"*

**Funcionamiento:**

Este sistema de riego automático con Arduino riega cuando detecta una combinación de bajos niveles de temperatura en el aire y humedad en el suelo, y deja de regar cuando esos niveles de temperatura y humedad son altos.

Los valores de riego o no riego los determina el ingeniero electrónico a través del código que hay que compilar y subir a la placa del microcontrolador Arduino.

### 7.1.1 Desarrollo diagrama eléctrico

A continuación se va a mostrar el esquema eléctrico del producto, teniendo en cuenta todos los elementos necesarios para su funcionamiento. El voltaje de este esquema para los sensores coincide con los 5V que es capaz de dar el arduino de tensión de salida.

Por lo tanto, se ha buscado que todos los elementos del circuito, menos la bomba, todos los demás van en paralelo para recibir la misma tensión de 12V para evitar que Arduino tenga que alimentar a todos estos y no provocar problemas, como una insuficiencia de corriente.

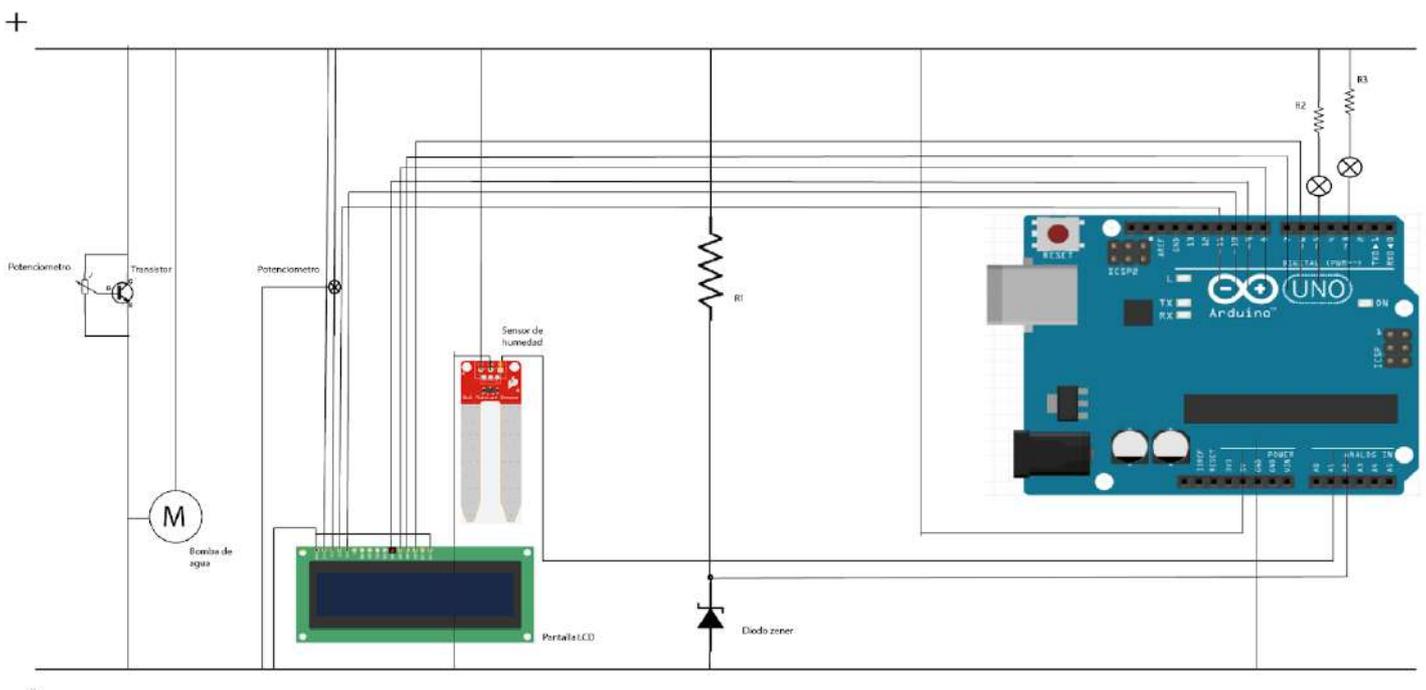


Imagen 8: Esquema eléctrico

**Simulación:**

Para una mejor representación del esquema eléctrico realizado, se ha llevado a cabo esta simulación donde se ve con más claridad los elementos utilizados y el funcionamiento de este sistema.

El programa utilizado para esta simulación ha sido Tinkercad, es un programa libre de automatización de diseño electrónico que ayuda a realizar pruebas de prototipos para realizar productos finales.

En la siguiente imagen se muestra la simulación:

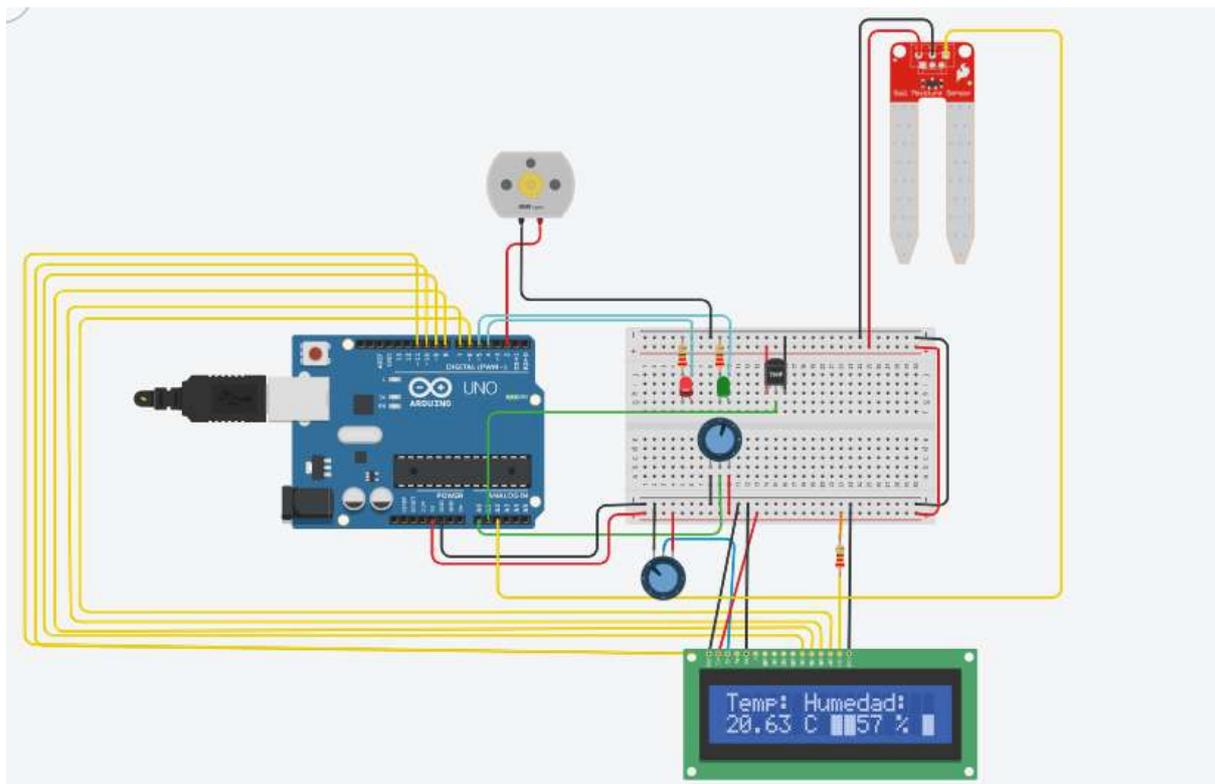
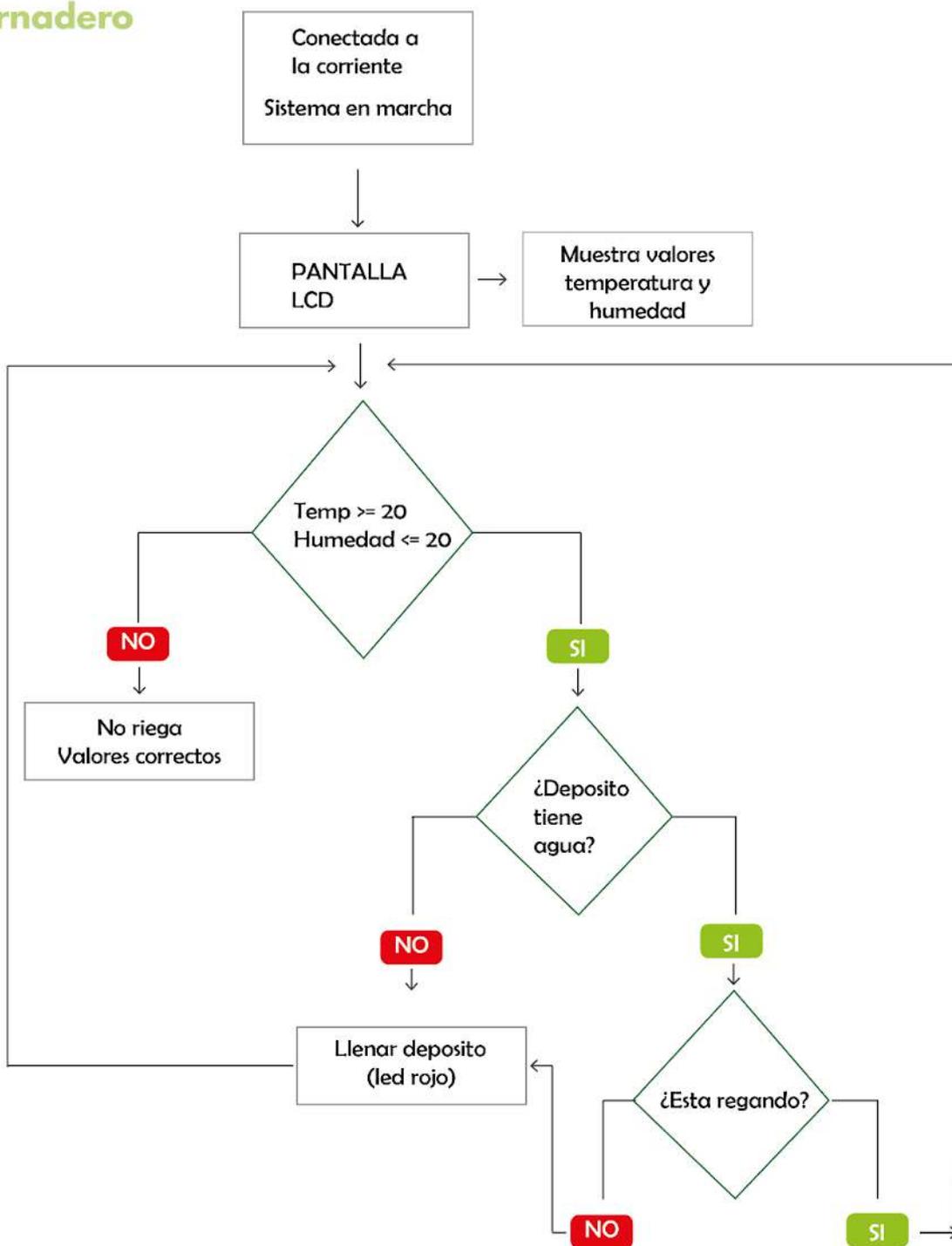


Imagen 9: Simulación circuito electrónico.

Posibles combinaciones del circuito:

Capsula Invernadero



## 7.1.2 Código Arduino

Arduino será la herramienta que se encargará de gestionar y controlar cada uno de los componentes ya definidos.

La gestión de los componentes se realiza en función de un código informático, siendo este un código abierto que puede ser modificado y accesible a todo el mundo.

En este proyecto, al tener tantas acciones que realizar, se requerirá de un especialista en la materia, teniéndolo en cuenta en los gastos finales del producto, añadiendo un apartado para "gastos de programación de arduino". Este apartado puede comprobarse en el *"Volumen V: Estado de mediciones, 6.2 Análisis del precio de venta"*

## 7.2. Propuestas conceptuales

### 7.2.1. Diseños estructura del producto

Como anteriormente se comenta en las restricciones, el producto viene condicionado por las partes del sistema eléctrico, ya que este ocupa un espacio determinado que no se puede cambiar. Los componentes nos obligan a tener un volumen longitudinal destinado para ello.

El tamaño del producto será lo más adecuado para el crecimiento de las plantas, pero suficiente para no ocupar mucho espacio y que pueda manejarse con facilidad pudiendo depositarlo en cualquier superficie.

Teniendo claros estos aspectos mencionados se procede a bocetar las ideas conceptuales.

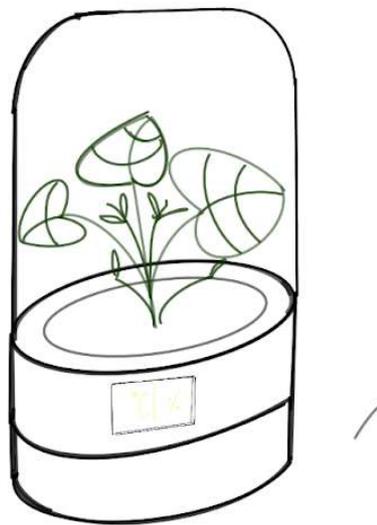
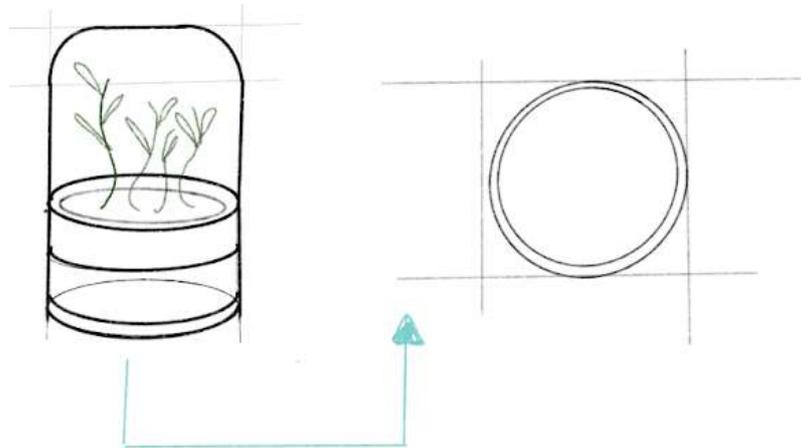
#### **Propuesta 1**

En esta primera propuesta se ha intentado diseñar un volumen más dinámico dando pie a formas más cilíndricas y no tan rectangulares, el espacio para los sistemas eléctricos se incrementa. Esta propuesta incita más el juego estético para sus acabados superficiales.

En primer lugar, la primera pieza empezando por arriba sería la cápsula, encargada de proteger a las plantas. Debajo de esta pieza quedaría la pieza para la tierra, donde van a ser cultivadas las variedades de plantas. Continuando con la siguiente pieza tendríamos la parte de los componentes electrónicos, esta pieza deberá ser lo suficientemente grande para que los elementos puedan instalarse cómodamente. Por último lugar tendremos el depósito de agua, en esta pieza se tendrá que pensar un sistema de llenado fácil e intuitivo, sin dejar de lado la capacidad de este, siendo suficiente para no tenerlo que llenar continuamente

En resumen, esta idea transmite adaptabilidad y movimiento al usuario, siendo una forma más flexible, favoreciendo la interacción directa con el usuario e inclusividad en el producto, pero por otro lado se dificulta la fabricación ya que es más difícil y costoso conseguir formas cilíndricas.

En cuanto la disposición de los elementos esta propuesta tendrá una extracción unidimensional, es decir, solo permite que se saquen los elementos verticalmente esto es una ventaja que la parte electrónica quedará abajo del todo y el usuario no tendrá que manipularla para realizar el llenado del depósito ya que este se llenara de igual forma que la propuesta 1.



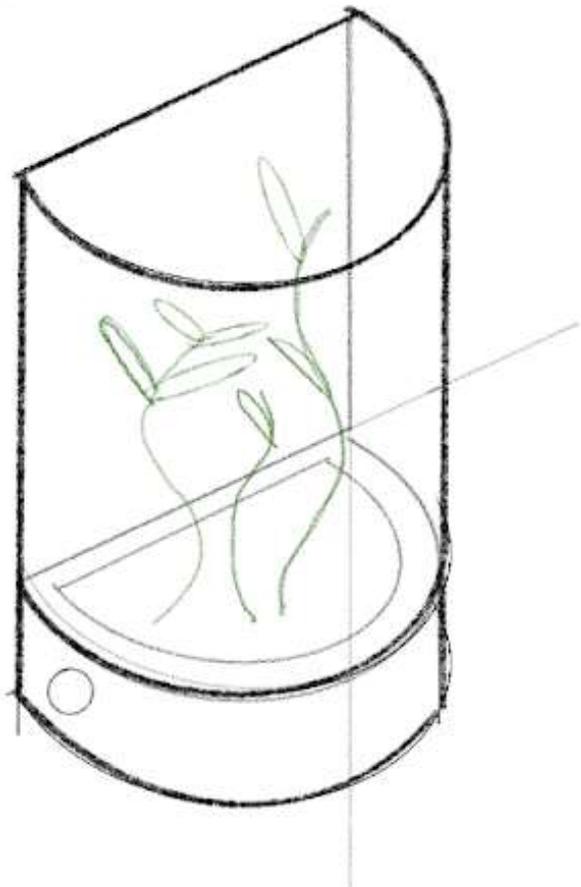
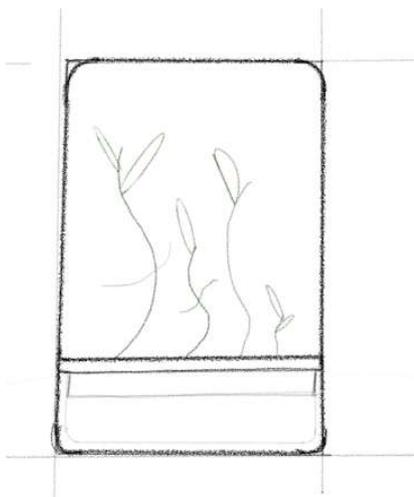
## Propuesta 2

En correlación con la propuesta anterior, se ha hecho una fusión de la primera y tercera propuesta.

Por un lado el producto es recto, forma más simétrica y lineal que transmite estabilidad y por contraposición la otra cara más cilíndrica forma que da sensación de dinamismo.

La disposición de los elementos sería parecida a la propuesta 1. En la parte superior la cápsula, donde quedarán recogidas las plantas, en la parte inferior de esta pieza irá una pequeña bandeja para depositar la tierra y en último lugar una pieza de mayor dimensión que la bandeja, donde irán los aparatos electrónicos a la derecha y el depósito de agua a la izquierda, al ser una pieza en común habrá que resolver de forma correcta una buena separación, ya que esto puede suponer un problema.

Esta propuesta continúa con la misma línea, quedando los elementos electrónicos en la parte inferior, y macetero en la parte superior, para no limitar el crecimiento de las plantas, ya que se busca un producto no de elevadas dimensiones.



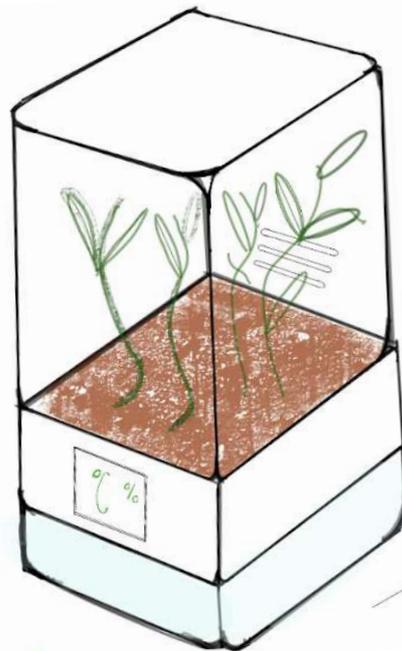
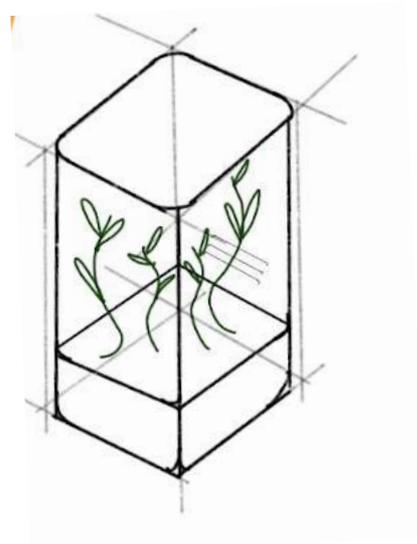
### **Propuesta 3**

En esta propuesta se propone lo contrario a la anterior, un modelo de base rectangular, como muchos elementos habituales del hogar (ordenadores, equipos de música, etc.). En esta propuesta se ha buscado que el producto pueda mimetizarse con la estética del hogar.

Esta tendencia de formas rectas da una sensación de estabilidad y solidez.

En cuanto a la estructura consta de las siguientes partes: la parte superior será de un material transparente, para dejar entrar los rayos de luz y se genere el efecto invernadero, y la parte inferior donde se encuentran todos los elementos electrónicos, la pantalla Oled y el depósito de agua, el cual tendrá que ser de unas dimensiones suficientes para no tenerlo que llenar continuamente. Este depósito de agua, tendrá un ranura donde pueda insertarse un tubo de llenado para que resulte más sencilla su manipulación y no tener que desmontar el producto.

En cuanto al tipo de extracción de la cápsula para poder acceder a las plantas, es unidireccional.

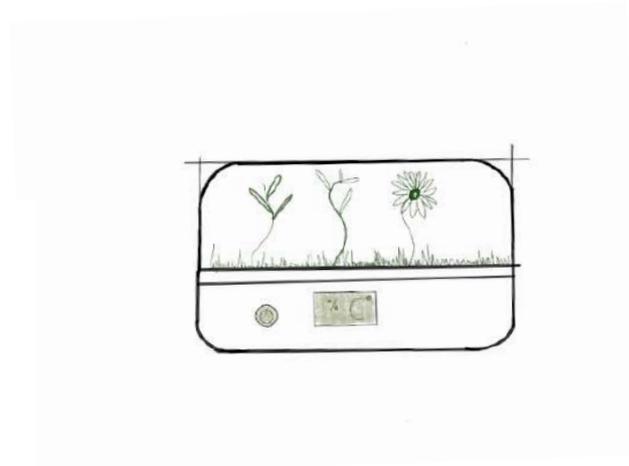
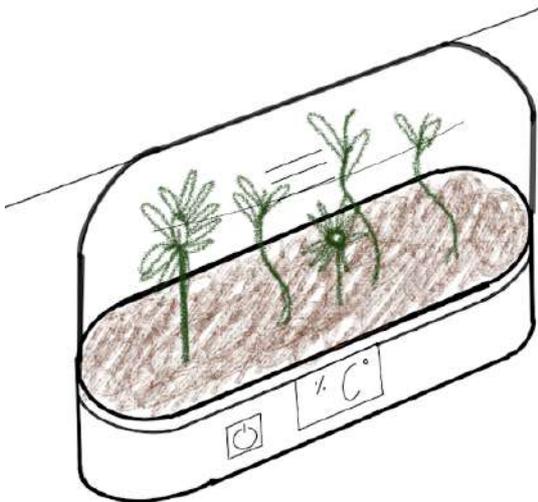


### **Propuesta 4**

Esta propuesta cuenta con muchas ventajas ya que se ha diseñado pensando en el depósito de agua, al ser un volumen alargado, ocupa más espacio y se puede disponer de mayor cantidad de litros.

Los dispositivos eléctricos quedarán a un lado de la parte inferior, y la parte superior como en las demás propuestas quedaría por encima de este, habiendo más amplitud para plantar.

Esta propuesta presenta una desventaja, al ser su base horizontal más amplia ocupa más espacio, esto podría ser un problema para el crecimiento de las plantas, ya que es más pequeña.



### 7.3. Evaluación

En este apartado se va realizar la evaluación de los diferentes diseños presentados para elegir la propuesta más adecuada cumpliendo los objetivos propuestos. En la siguiente tabla (tabla 3) se muestran la ponderación resultante de cada propuesta:

PROPUESTAS				
	1	2	3	4
Ponderación	96.75	37.35	83	44.25

Tabla 3: Ponderación de propuestas.

Para la evaluación de las propuestas, se ha utilizado el método cualitativo DATUM y el método cuantitativo de ponderación. El desarrollo de ambas metodologías se puede ver en el apartado "*Volumen 3 – Evaluación de propuestas*".

Finalmente, se comprueba que la propuesta 1 es la más adecuada ya que ha obtenido mayor puntuación. Esta propuesta se va utilizar como base para la concepción del producto final. El modelo estará sujeto a cambios durante los procesos posteriores para acabar de adecuar las restricciones propuestas y correcta adaptación con el sistema eléctrico.

## 8. Resultados finales

### 8.1 Evolución propuesta final

Tras la evaluación de las propuestas conceptuales presentadas, se ha llegado a la elección de la *propuesta 1*, propuesta que cumple con los objetivos y especificaciones marcados.

Se trata de un objeto simple con una forma cilíndrica que lo hace más atractivo y vistoso. En próximas etapas se tendrá que tener en cuenta el color, característica que hará más interesante este producto.

El proyecto buscaba un diseño que fuera ligero y compacto para un uso cómodo. El diseño final consta de varias piezas, explicadas cada una de ellas en el "*Volumen I: Memoria, 8.1.3 Desarrollo de todas las partes e identificación*".

El sistema de unión de cada una de estas piezas va a resolverse con una junta hermética. Con este sistema el producto quedará totalmente cerrado menos la cápsula, esta pieza quedará suelta para poder manipularla con facilidad.

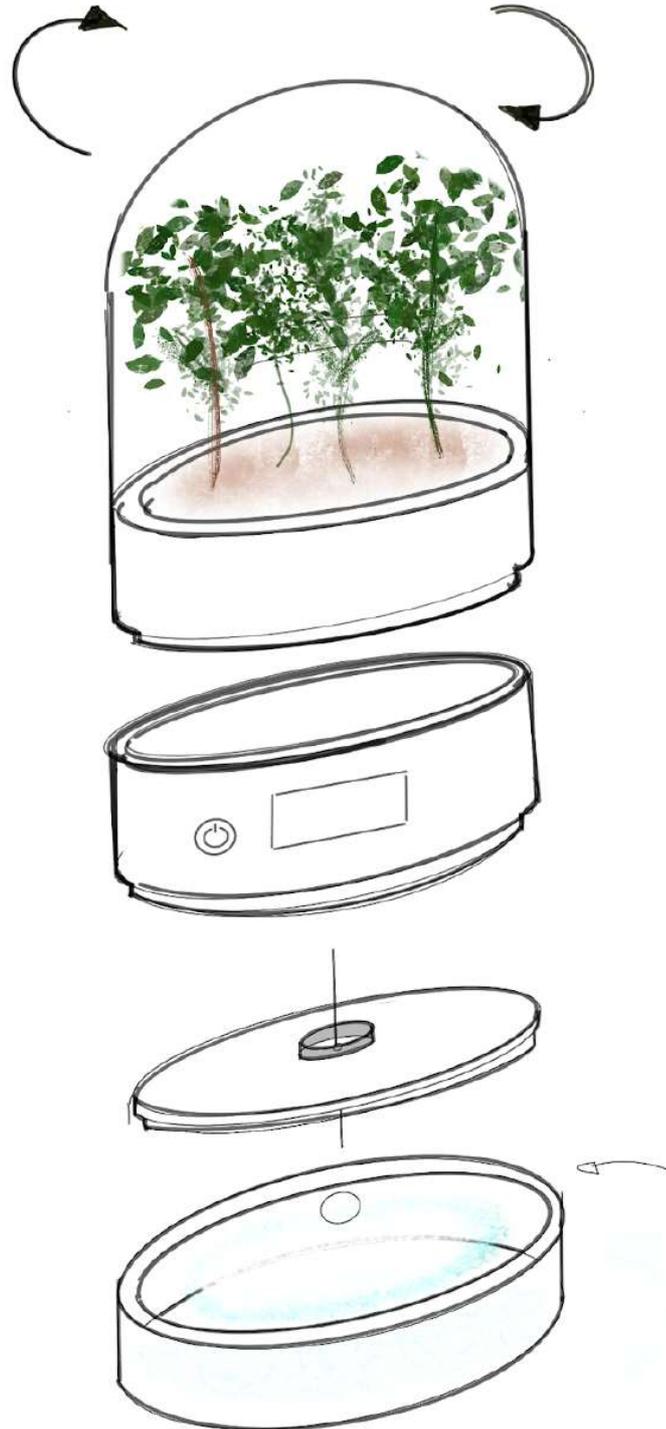
Este producto se ha pensado que puede ser fabricado mediante inyección, ya que se pretende que tenga una elevada producción, punto que hay que tener en cuenta en etapas posteriores.

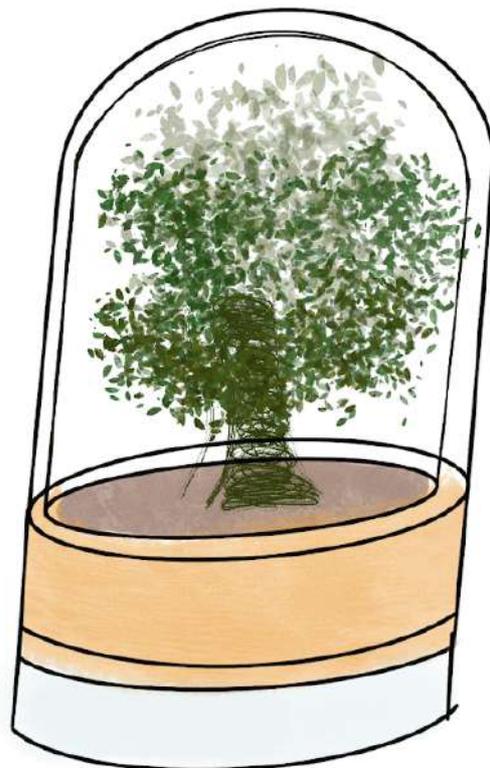
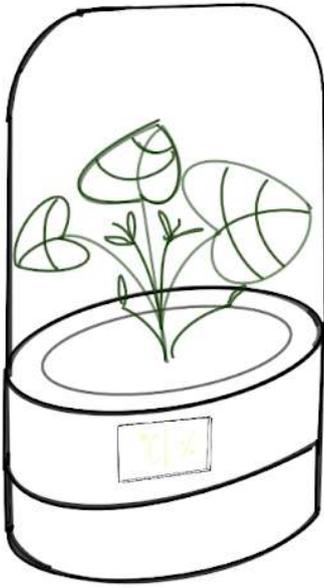
El riego de la planta se realizará desde abajo hacia arriba de la tierra, ya que para la mayoría de las plantas que se pueden poner en este invernadero es más beneficioso, pudiendo tener mejor absorción de nutrientes. Este problema se resolverá realizando unos pequeños agujeros en la parte de abajo de cada una de las piezas por donde pasará una manguera que suministra el agua de esta planta de abajo arriba.

La disposición de los elementos se ha organizado con el depósito de agua en la parte más inferior del producto. Ha sido organizada de esta manera porque hay que tener cuidado cuando se usan elementos electrónicos con agua, con esto se resolverá el problema de que no llegue ninguna gota a la parte superior. Además, se hará uso de un pasamuros entre las piezas para que no pueda llegar agua a través de las partes.

Esta es la definición inicial de la propuesta, pero se valorarán posibles cambios para una mejor adaptación y mejora.

**8.1.1. Bocetos que definen la solución final.**





### 8.1.2 Dimensiones generales.

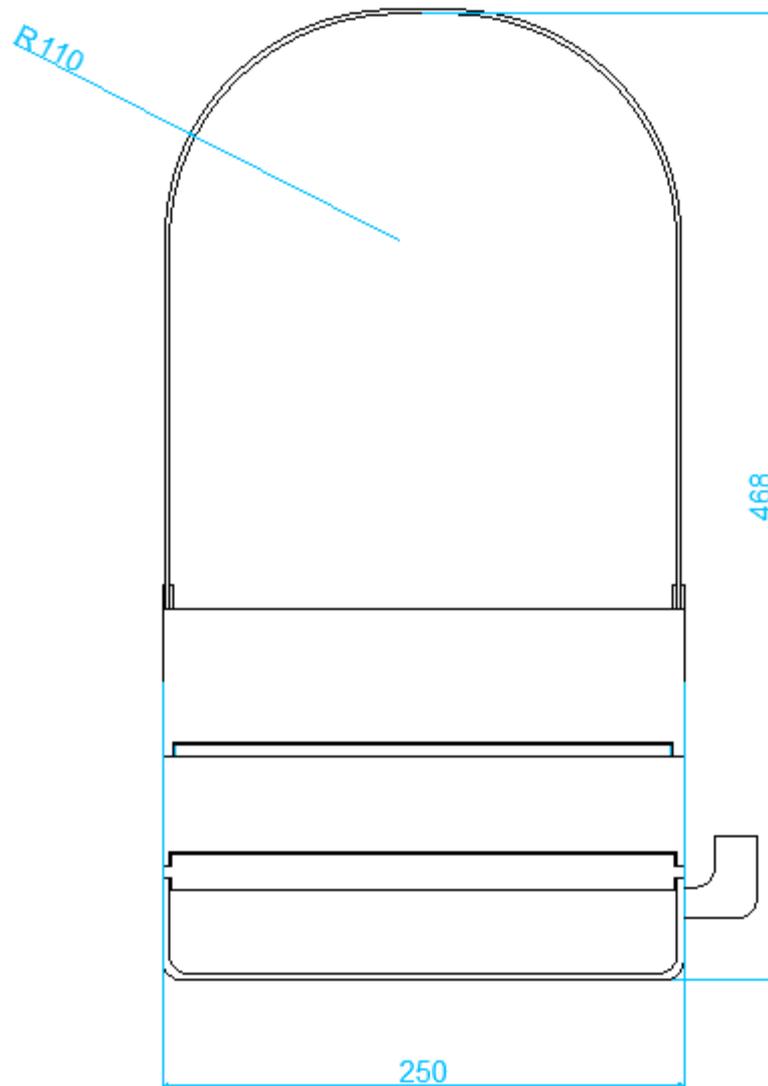


Imagen 10: Dimensionado general..

### 8.1.3 Desarrollo de todas las partes e identificación.

En este apartado se explica detalladamente el desarrollo de cada una de las partes que forman el producto.

El total de componentes termina siendo el siguiente:

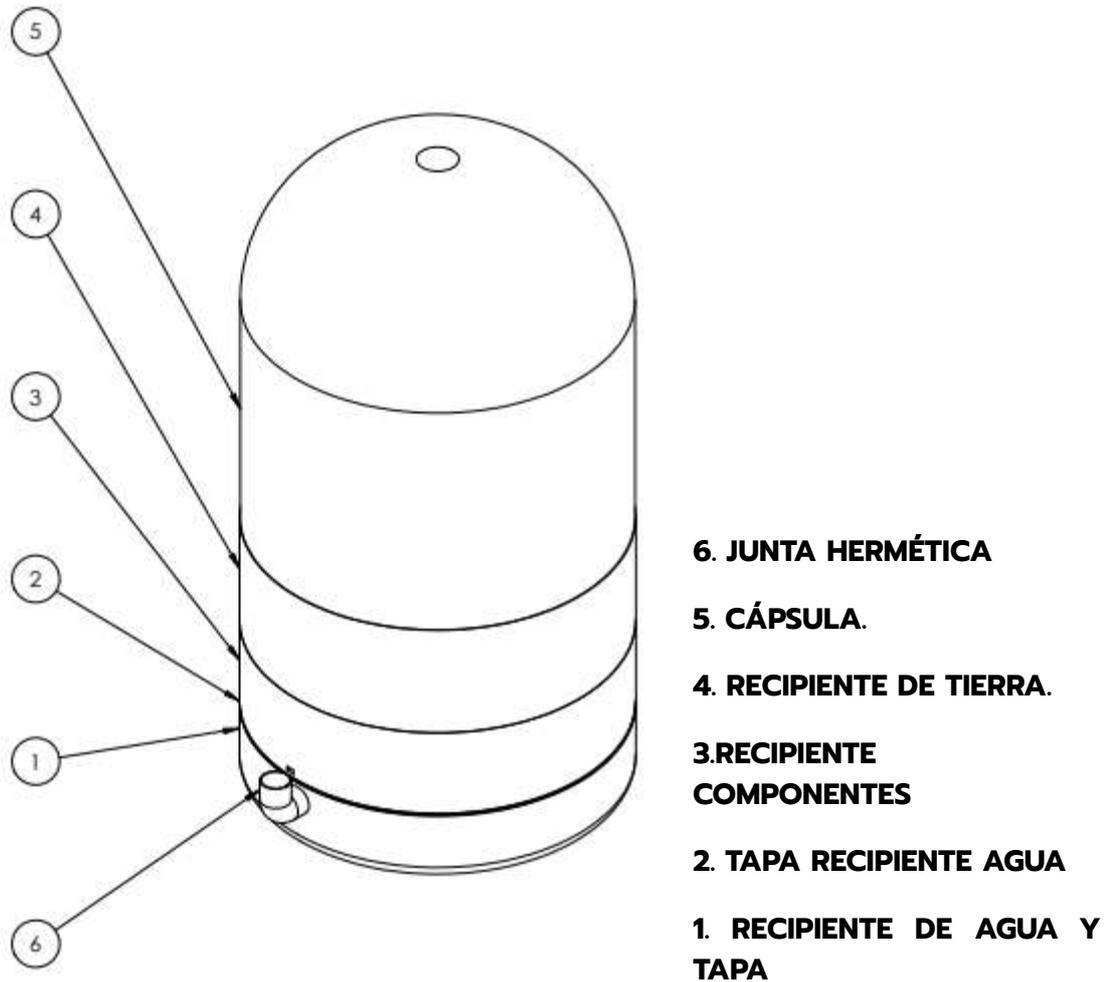


Imagen 11: Explosión cápsula.

A continuación se explica detalladamente la función y un pequeño resumen explicativo de cada una de las piezas.

## CÁPSULA

Es la pieza superior del producto. Funciona como contenedor para las plantas, al ser transparente puedes ver a través de ella.

Está pensada para ser lo suficientemente cómoda para el crecimiento de plantas aromáticas y ornamentales, permitiendo un cómodo crecimiento y desarrollo de estas.

Por lo general la altura media de una planta pequeña ronda los 10 cm y plantas medianas 50 cm. Este producto está pensado para etapas de crecimiento y mantenimiento de plantas pequeñas y algunas plantas medianas.

Esta cápsula tendría unas dimensiones de : 290x250mm con un espesor de 2mm.

La unión con el recipiente para la tierra, es muy sencilla, se deja caer sobre esta pieza ya que se ha realizado un reborde de unos 11 mm para su ajuste.



Imagen 12: Pieza cápsula..

## RECIPIENTE DE TIERRA

Siguiendo la estética del producto, esta parte es cilíndrica como el resto de piezas, el punto más fuerte que se ha tenido que trabajar aquí es la forma de unión con la pieza superior, la cápsula, este problema se ha resuelto de la siguiente manera: (Imagen derecha).

Estos pequeños salientes realizan la función de sujeción de la pieza superior, recorriendo todo el diámetro de la pieza.

Las dimensiones de esta pieza, se han obtenido en relación a los litros de tierra que se necesitan por planta, ya que una planta pequeña necesita aproximadamente unos 3L.

A esta pieza se le realizará un taladro por donde pasará la manguera para regar la planta.

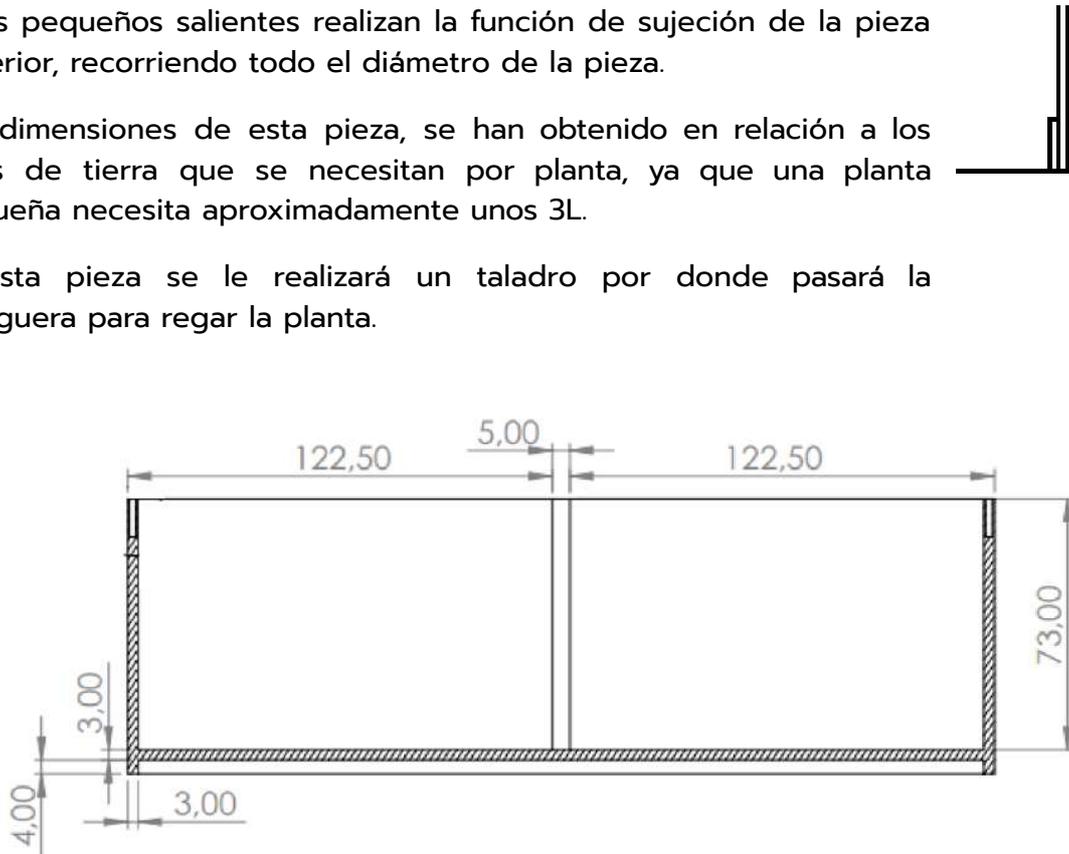


Imagen 13: Acotación recipiente tierra

Cálculo del volumen de la pieza:  $V = \pi r^2 h$

$$V = \pi \times 125^2 \times 73 = 3,63 \text{ L.}$$



Imagen 14: Pieza recipiente tierra

### **RECIPIENTE APARATOS ELECTRÓNICOS**

Parte principal del producto, encargada de cubrir y proteger los elementos electrónicos del producto.

El sistema de cierre de esta parte se ha tenido en cuenta para que su uso sea sencillo. Se trata de un sistema de cierre hermético, utilizado en dos piezas.

A esta pieza también se le realizará un taladro, para que pueda pasar la manguera de una pieza a otra, donde se pondrá un pasamuros del mismo diámetro evitando que pase agua.

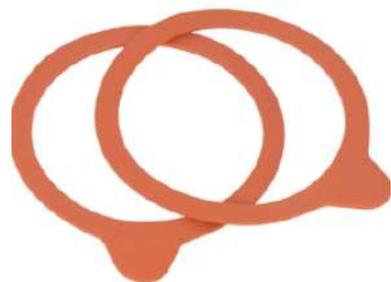
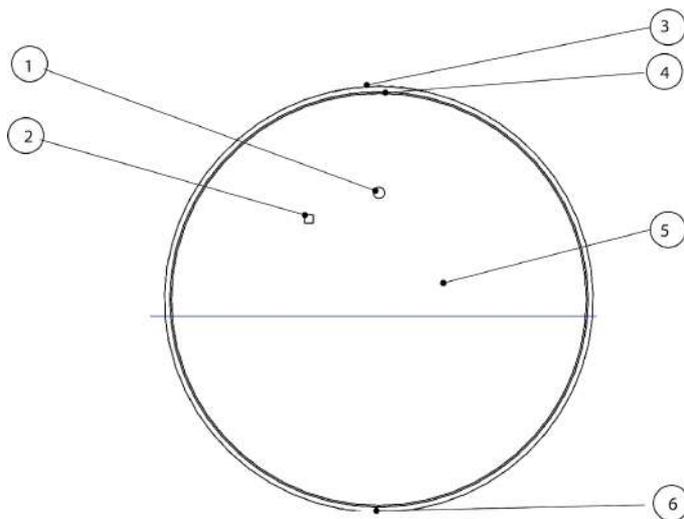




Imagen 15: Pieza componentes electrónicos.

A continuación se muestra una imagen de donde irán conectados los componentes de forma esquemática.



1. Manguera
2. Arduino
3. Leds rojo y verde
4. Pantalla LCD
5. Bomba de agua con transistor
6. Cable alimentación

### **CODO DE LLENADO DE AGUA**

Esta pieza ha sido pensada para que el depósito de agua se pueda llenar con facilidad sin tener que desmontar todas las piezas.

Es un codo de llenado donde el diámetro superior es 20 mm igual que los usados en las botellas de agua comunes.



### **RECIPIENTE DE AGUA Y TAPA**

Recipiente donde se almacena el agua para el posterior riego. Su volumen permite almacenar 1,5 L de agua, suficiente para regar una planta pequeña o mediana.

Respecto a la tapa es una pieza para tapar el recipiente de agua, para que no haya ninguna pérdida y este no esté en contacto con las demás piezas, se trata de un elemento pequeño donde el sistema de unión también es de cierre hermético como el resto del producto.

A estas piezas también se les realizará un taladro para el paso de la manguera y transporte del agua.



Imagen 16: Pieza depósito de agua.



Imagen 17: Pieza tapa.

## **8.2 Descripción general de la propuesta**

La solución final es la unión de todas las partes realizadas por separado anteriormente. Para una buena resolución y cohesión de las partes se han tenido que realizar cambios puntuales detallados más adelante.

### **8.2.1 Características técnicas**

Para el sistema de riego se ha tenido en cuenta que sea funcional principalmente, siendo un sistema sencillo e intuitivo. Tanto el funcionamiento como todo el producto. Intentando conseguir un sistema apto teniendo presentes las etapas de fabricación y montaje.

El sistema eléctrico sigue siendo el mismo explicado en etapas anteriores quedando en excepción la pantalla LCD.

En cuanto al producto final terminó teniendo más puntuación la forma cilíndrica cuyas partes son extraíbles en el eje y verticalmente, siendo esta fácil y simple sin tener mecanismos con interferencias.

El funcionamiento se ha limitado al funcionamiento por cable, simplemente cuando el producto esté enchufado este trabajara por sí solo, realizando las funciones detección de la humedad del suelo y regando cuando sea necesario. La pantalla LCD incorporada será la encargada de mostrar los valores de temperatura y humedad con números grandes y visibles.

### **8.2.2 Características estéticas**

La propuesta prima la sencillez e innovación, buscando enfocar este producto a la tendencia "Everywhere like home", donde los individuos demandan soluciones que permitan mejorar su estilo de vida tanto física como emocionalmente. Esta tendencia se caracteriza principalmente por diseños menos normativos teniendo diseño de interiores más flexibles, donde se utiliza mobiliario para el crecimiento de alimentos vegetales en el hogar.

### 8.2.3 Entorno de uso e integración.



Imagen 18: Integración del producto.



Imagen 19: Integración del producto.



Imagen 20: Integración en oficina.



Imagen 20: Cápsula invernadero



Imagen 21: Cápsula invernadero en varios colores.

### 8.2.4 Naming

Para la búsqueda del nombre del producto, se ha hecho una pequeña investigación de productos similares, el inconveniente que encontramos en los nombres es que todos incluyen la palabra invernadero, concepto que no nos encaja, ya que queremos darle personalidad e identificación a este producto.

El nombre del producto va a ser POT, este nombre nace de un recuerdo más personal, así es como llamaba a mi abuelo cuando era pequeña porque su nombre no lo sabía pronunciar. Este nombre es en su honor.



Imagen 22: Nombre del producto

### 8.3 Tolerancias de fabricación

Para la fabricación de la cápsula invernadero va ser necesario especificar las calidades óptimas para cuando se realice el montaje no haya desajustes o interferencias entre piezas.

Cumpliendo con la normativa vigente actual de la norma UNE EN 22768-1 , de la normativa europea ISO 2768-:1989, se definen como las tolerancias generales para dimensiones lineales sin tener que indicarse en el plano.

Norma utilizada para simplificar las piezas del proyecto en el apartado de *"Volumen IV, Planos"*

Las tolerancias van a ser consideradas como un valor de clase medio (ISO 2768-m) evitando tener que indicar cada tolerancia por cota.

Para más información consultar el *"Pliego de condiciones 4. Calidades mínimas"*

## 8.4 Materiales

Para un mejor entendimiento de materiales por pieza se ha hecho la siguiente tabla (tabla 4) a modo de resumen:

PIEZA	MATERIAL
Deposito de agua	PP
Contenedor aparatos eléctricos	PP
Recipiente tierra	PP
Capsula	Policarbonato
Junta hermética	Caucho de silicona
Codo de llenado	PP

Tabla 4: Materiales de las piezas

Para una visión más amplia del estudio de materiales realizado se puede consultar el "*Pliego de condiciones- 2 Especificaciones materiales*", donde se ha realizado una amplia explicación de los materiales escogidos y comparación entre ellos.

## 8.6. Procesos de fabricación

En la elección de los procesos de fabricación se ha tenido presente el criterio de facilitar la producción y la simplicidad del montaje. Además, teniendo en cuenta que el material principal es plástico, concretamente PP, que será utilizado para el recipiente de tierra, contenedor de los aparatos eléctricos/electrónicos y el depósito de agua. El estudio ha sido bastante sencillo pero se ha tenido que buscar más en detalle un material para la parte la goma hermética que su función es ejercer de cierre de las partes.

**La clasificación se va realizar por materiales:**

### PP (polipropileno)

Las piezas principales que son de polipropileno se van a fabricar mediante el proceso de inyección de plásticos. Siento que es el método más productivo dentro de los estudiados.

La inyección de plásticos es el proceso de fundir gránulos de plástico, cuando están suficientemente fundidos, son inyectados a presión en la cavidad del molde, rellenando y solidificando para la creación del producto final.

A continuación se deja una imagen del proceso:

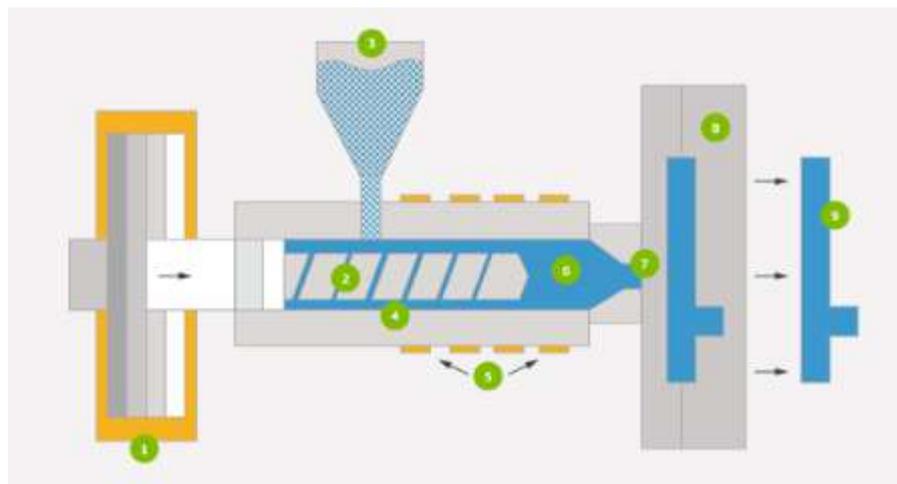


Imagen 23: Proceso de inyección.

**Policarbonato**

La cápsula, elemento superior del producto, va a ser fabricada por policarbonato, material muy resistente con buenas propiedades. Para la fabricación se va realizar mediante inyección de plásticos, mismo método explicado anteriormente.

**Caucho de silicona**

La cinta hermética de caucho se obtiene por método de trabajo paralelo, ya que se va utilizar la purificación de la savia de árboles y se convertirá en caucho mediante el proceso de vulcanización.

Posteriormente se realizará un troquelado a partir de una plancha de caucho de silicona.

Toda la fabricación detallada está explicada en el *"Pliego de condiciones- 3 Fabricación"*

## 8.6 Descripción de montaje

En este apartado se va explicar detalladamente en qué orden se van a unir cada una de las piezas y las uniones utilizadas.

El montaje de la cápsula es bastante lineal, por eso es bastante sencillo ya que no está formado por muchas piezas. Se empieza con el paso 0, que es el paso que indica con qué pieza se inicia el montaje.

### Paso 0:

Componente con el que se inicia el montaje, depósito de agua.

El depósito es el que contiene el agua para posteriormente regar la planta. Este tiene dos espacios con los que se trabajara, el agujero lateral por donde se deposita el agua y el superior por donde se procede con el siguiente elemento.

La tapa, que irá unida a este elemento para hermetizar lo máximo posible el agua



Imagen 24: Depósito de agua.

### Paso 1:



Imagen 25: Depósito de agua.

En segundo lugar será unir el codo de llenado de agua dentro del orificio del depósito de agua.

El elemento de unión de estas piezas va a ser el adhesivo CT1, seleccionado porque es uno de los pocos adhesivos perfectos para el PP. La unión de las superficies que van a ser pegadas van a requerir de preparación y limpieza. La calidad del resultado va a depender de la limpieza y la preparación de estas.



Imagen 26: Depósito de agua y tapa.

### Paso 2:

En segundo lugar se introducirá verticalmente la tapa del depósito de agua.

Esta unión va ser no desmontable, proceso un poco más lento pues se va fijar mediante un adhesivo CT1 y este requiere una preparación de la superficie. Este adhesivo tiene fuerza suficiente para soportar los esfuerzos, es muy utilizado en plásticos aunque también metales.

### Paso 3:

En este paso se montaran todos los componentes electrónicos dentro de la pieza de componentes, se pasará el cable que cargara el sistema y se instalará la pantalla LCD juntos a las luces leds, el circuito se montará igual que en la "imagen 8".

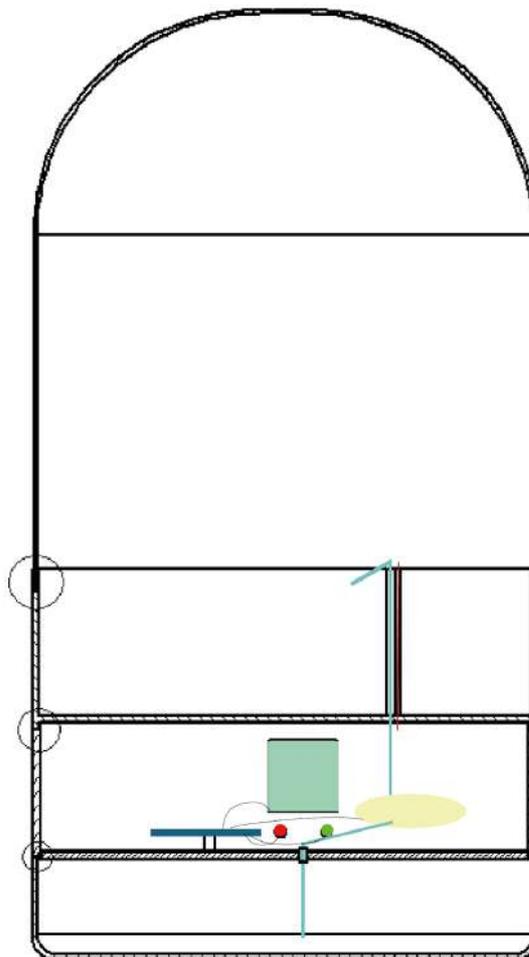


Imagen 27: Pieza aparatos electrónicos.

Se ha querido hacer este pequeño esquema para explicar en más detalle cómo irían colocados los aparatos electrónicos y el flujo del sistema de riego.

El microcontrolador irá sujeto con un tornillo a una pequeña pletina, del microcontrolador saldrán todos los cables para los diferentes dispositivos electrónicos. Estos dispositivos electrónicos no irán sujetos ya que no es necesario. Los demás elementos que sí que irán sujetos son la pantalla y los leds que llevarán un poco de pegamento adhesivo CT1.

Por otro lado el riego del dispositivo como se ha comentado en puntos anteriores ira de abajo arriba, todas las piezas tendrán un pequeño agujero para que la manguera pueda pasar, esta manguera pasará por un pasamuros que evitará que lleve cualquier elemento a otras partes



**Paso 4 :**

En el tercer lugar se introducirá de la misma manera que la pieza anterior, verticalmente, la pieza de los aparatos electrónicos. Unión desmontable, pues esta estará fijada mediante una arandela hermética que realizará su fijación



Imagen 28

**Paso 5:**

En cuarto lugar se introducirá la parte del contenedor de tierra, de forma vertical.

Esta unión no será fija ya que la tierra ejerce fuerza en sentido contrario y permite que el producto no se abra. Al ser un elemento estático no tendremos problema.



Imagen 29



Imagen 30

**Paso 5:**

Por último se inserta la cápsula en el eje vertical de las demás piezas. Esta unión es desmontable, va suelta en el conjunto para poder tener una mejor manipulación.

**Producto final:**



Imagen 31: Producto final.

## 8.7 Embalaje y promoción

El envase o packaging es el primer punto de atención a la vista del usuario hacia el producto.

Los envases más llamativos serán los examinados con más admiración y detalle, por el contrario, los más simples son los que pasen desapercibidos o no llamen la atención del usuario o cliente, siendo difícilmente visibles y dejando al producto olvidado.

La apariencia estética y composición visual del objeto son las que definen el impulso del consumidor. Es decir que el trabajo no será bueno si no se sabe vender bien, relación entre usuario producto y envase.

Por lo tanto un buen producto deberá llevar un buen diseño gráfico para generar una relación directa entre contenido y envase para poder transmitir un mensaje contundente y claro. Deberá ser atractivo y llamativo para destacar sobre otros productos.

### 8.8.1 Ensamblaje de packaging

Este ensamblaje es muy sencillo. En primer lugar se prepara el cartón corrugado cerrando el fondo con adhesivo. Al acabar este paso se prepara el producto con las protecciones de cartón corrugado.

Al envolver el producto en estas protecciones se procede a introducirlo dentro de la caja de cartón, con su respectiva garantía e instrucciones de uso y cerrarla con una pegatina para evitar que este se abra con facilidad y garantizando que el producto llegue nuevo sin abrir al usuario.

El último paso es montar la caja exterior que envuelve todas las partes.

Esta caja es automontable de fondo automático. Después de haber montado la caja se inserta la caja de cartón corrugado con la cápsula invernadero en el interior, siendo cerrada la caja exterior con otra pegatina adhesiva.



Imagen 32: Packaging.

### 8.8.2 Material envase.

El material utilizado para la fabricación de la caja interior de cartón corrugado es reciclado de fibra, un material usado habitualmente para estos productos, barato y ecológico. Entre sus características es destacable porque es reciclable al 100% garantizando un buen acabado.

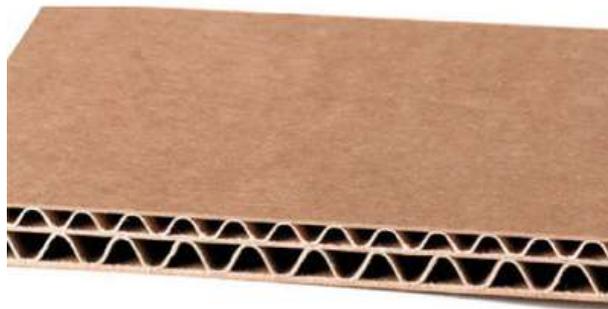


Imagen 33: Cartón corrugado

### 8.8.3 Packaging con el producto.

El packaging de la siguiente imagen será el packaging del producto final.

Se ha buscado una correlación de colores entre las partes, utilizando el color verde hoja como color principal.

En primer lugar tendríamos en la cara principal del packaging el producto, objeto que queda en primer plano y se lleva todo el protagonismo, por encima de este el nombre con la descripción.

En la cara superior que queda perpendicular a la cara principal, tendríamos el nombre del producto en grande, por último, el lateral izquierdo, donde iría una descripción general del producto, marcado CE y nombre con descripción.



Imagen 34: Packaging producto final.

## 8.7 Publicidad

En este apartado podemos ver cómo podría mostrarse el producto al usuario, de modo que pueda captar su atención y termine comprándolo.

Con esto se pretende enseñar de una forma más sencilla las posibilidades de personalizar el producto en varios colores, generando un impulso de compra, conocimiento del producto e intriga por parte del consumidor.



Imagen 34: Publicidad Pot..

## 9. Ensayos

En este apartado se van a describir los ensayos a los que se va a someter el producto a realizar.

### 9.1 . Ensayo de carga vertical

En este ensayo se determinará si el producto diseñado soporta la carga vertical aplicada. Comprobando que no hay fallo.

### 9.2 Ensayo de rigidez y estabilidad

En este ensayo se muestra la rigidez y estabilidad del producto diseñado colocando una carga en la superficie observando así las deformaciones a los posibles fallos.

### 9.3 Conclusiones.

Los ensayos se han representado en el *"Volumen III, Pliego de condiciones: 5. Estudio mecánico"*

Gracias a estos ensayos realizados en SolidWorks se sabe que las piezas que van a ser fabricadas cumplen un correcto funcionamiento.

## 10. Presupuesto y viabilidad económica

El proyecto realizado tiene bastantes puntos fuertes, en primer lugar su estética es llamativa e innovadora, la sencilla solución de riego y la poca competitividad en el mercado.

Otro punto importante es el coste del producto, pues la competencia registra precios elevados desde 150€ a 249€

En las siguientes tablas se observan los costes de cada una de las partes y la viabilidad económica del producto en 5 años.

En el *"Volumen V, estado de mediciones: 6. Cálculo precio de venta y viabilidad"* se recoge toda la información detallada y el estudio de inversiones necesarias para poder realizar el proyecto en gran escala.

## 10.1 Presupuesto

Tras el cálculo de todos los costes que conlleva la fabricación del producto, el siguiente paso es conocer el precio de la cápsula invernadero para posteriormente estudiar su viabilidad.

A continuación en esta tabla se recogen todos los costes de fabricación, costes directos e indirectos, costes industriales y coste real para poder llegar a saber el coste de venta al público:

	PRECIO
Materiales	3,2
Elementos comerciales	52,2
Fabricación	1,05
Mano de obra	2,03
<b>COSTES DIRECTOS</b>	<b>58,1</b>
Costes indirectos(10%)	5,8
<b>COSTES INDUSTRIALES</b>	<b>63,9</b>
Distribución y marketing (15%)	9,6
<b>Coste real</b>	<b>73,5</b>
Beneficio industrial(30%)	22
IVA (21%)	15,4
<b>PRECIO DE VENTA (+25%)</b>	<b>111,4€</b>

Tabla 5: Presupuesto.

## 10.2 Viabilidad del producto

Respecto a la viabilidad técnica del producto, se ha realizado un estudio detallado en el "Volumen 5, Estado de mediciones"

- Se ha establecido un plan de 5 años, haciendo una producción inicial de 800 cápsulas invernadero.
- Se va realizar una inversión inicial de 50000€, para poner a punto la maquinaria, coste de los moldes y acondicionamiento del espacio.
- El coste del producto se encuentra en elevada posición respecto a los encontrados en el mercado

Como se puede observar en la tabla 6, el balance de ventas nos hará recuperar la inversión después del primer año, obteniendo muchos beneficios en los años siguientes.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	50000	2000	2000	2000	2000	2000
Unidades vendidas	0	800	1600	1800	750	500
Gastos	-	58080	116160	130680	54450	36300
Ingresos	-	88000	176000	198000	82500	55000
Beneficio industrial	-	29920	59850	67320	28050	18700
Flujo de caja	50000	28920	58850	66320	27050	17700
VAN	-	-24192	28217	85176	106298	118846

↑  
PAY-BACK

Tabla 6: Viabilidad del producto.

## 11. Orden de prioridad de documentos

1. Memoria.
2. Anexos
3. Pliego de condiciones.
4. Planos
5. Estado de mediciones



**POT**

**Volumen II:  
ANEXOS**

# Volumen II: ANEXOS

## ÍNDICE

<b>1. ANEXO I: Estudio de mercado</b>	<b>78</b>
1.1 Tabla comparativa	82
1.2 Conclusiones	84
<b>2. ANEXO II: Diseño conceptual</b>	<b>85</b>
2.1 Creación de objetivos.	86
2.2. Análisis de objetivos y árbol de objetivos.	89
2.3 Especificaciones de diseño obtenidas.	95
<b>3. ANEXO III: Proceso de diseño</b>	<b>96</b>
3.1 Moodboard	97
3.2 Propuestas de diseño.	99
3.3 Evaluación	104
3.4 Detalles del diseño.	112
<b>4. ANEXO IV: Características componentes</b>	<b>119</b>
4.1 Características de los componentes.	120
4.2 Cálculo de las resistencias.	128
<b>5. ANEXO V: Normativas</b>	<b>130</b>
5.1 Disposiciones legales.	131
5.2 Bibliografía	134



# ANEXO 1

## Estudio de mercado

Para la realización de este proyecto se ha tenido que llevar a cabo una búsqueda de información sobre los productos existentes en el mercado con características similares.

A continuación se van a mostrar imágenes de estos productos similares. Se ha ordenado por complejidad de producto, empezando por Smart grow invernadero para vegetales con luces led incluidas hasta el invernadero grow, producto muy simple por su estructura, la única función que tiene este elemento es realizar efecto invernadero.

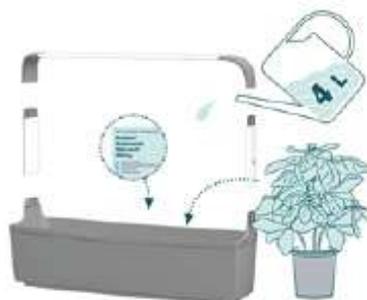
**Smart Grow.  
Bosch**



**Véritable classic.**



**Huerto doméstico T12**



**Socket.  
IKEA.**



**PAULO Invernadero natural.**  
Casa.



**Huerto de madera con patas.**  
Alice´s Garden.



**Jar Cafeto- Pikaplant.**  
Koffieplantje.



**INVERNADERO GROW.**  
Design House Stockholm



## 1.1 Tabla comparativa

En este apartado se ha seguido la misma ordenación que en el apartado anterior. Se ha realizado una tabla comparativa de forma más esquemática y visual con las diferentes características que cumple cada uno de los productos.

Modelo	Precio	Capacidad Deposito	Higrómetro	Riego Automatizado
<b>Smart Grow.</b> <b>Bosch</b> 	249€	1,5 L	NO	SI
<b>Véritable classic.</b> 	199€	2 L	NO	SI
<b>Huerto doméstico T12</b> 	145€	4 L	NO	SI
<b>Soaker.</b> <b>IKEA.</b> 	15€	-	NO	NO

Modelo	Precio	Capacidad Deposito	Higrómetro	Riego Automatizado
--------	--------	--------------------	------------	--------------------

**PAULO Invernadero natural.**  
Casa.



29€

–

NO

NO

**Huerto de madera con patas.**  
Alice's Garden.



249€

–

NO

NO

**Jar Cafeto- Pikaplant.**  
Koffieplantje.



249€

–

NO

NO

**Invernadero grow.**  
Design House Stockholm



249€

--

NO

NO

## 1.2 Conclusiones

Actualmente el mercado de invernaderos es muy extendido, hay gran variedad de tipos según funciones. Tenemos de invernaderos agrícolas, que son los más conocidos, hasta invernaderos de plantas aromáticas para el uso doméstico, también como se ha presentado anteriormente, estructuras decorativas que también las llamamos invernaderos.

En este apartado se han escogido los invernaderos similares al producto que se quiere conseguir, tanto en funciones, como en estructura, ya que si se realizara un estudio más detallado contaremos con múltiples productos alejándonos de lo deseado.

A modo de resumen se establecen las características generales encontradas en el estudio de mercado de las que se podrán extraer aquellas que sean aplicables al diseño. Como se ha podido comprobar en la tabla comparativa de productos, la capacidad de almacenaje de agua ronda de 1,5L a 4L siendo la máxima, ninguno de estos productos contiene higrómetro para dar información sobre la temperatura y porcentaje de humedad que se encuentra la planta, característica principal que se quiere implementar en este proyecto.

Finalmente, este proyecto pretende resolver las limitaciones que presentan estos productos dándoles una mayor versatilidad ampliando las funciones, teniendo presente la estética y ajustando el máximo posible el coste con las funcionalidades que se quieren conseguir

### **Puntos a tener en cuenta:**

- Materiales resistentes como el vidrio, plástico y madera.
- Limpieza de líneas dando lugar a formas redondeadas.
- Diversidad de acabados y colores para la estructura general.
- Es obligatorio dejar espacio para los elementos de automatización.
- Es obligatorio realizar una salida de extracción de gases.
- El Sistema de la cápsula debe ser seguro.
- La estructura debe ser ligera pero muy resistente, dando lugar a estructuras sólidas.
- El sistema debe ser sencillo para que sea fácil de utilizar.
- Incorporación de un higrómetro.
- Riego automatizado
- Espacio suficiente para el crecimiento de las plantas.
- Ampliación de funciones.

# ANEXO 2

## Diseño conceptual

## 2.Creación de objetivos

### 2.1 Problema

El ritmo de vida ha cambiado, cada vez nos preocupa más la falta de tiempo, el estrés de las ciudades... todo esto provoca que estemos más desconectados de nuestra esencia natural, es por ello que se desatienden algunos aspectos de nuestro día a día.

A partir de este pensamiento, se plantea este proyecto como una forma de acercar la naturaleza a los espacios de trabajo y a los hogares. Se propone crear un concepto de invernadero, siendo una cápsula pensada para contener y acercar la vegetación a todo tipo de usuario en cualquier espacio. Destinado a personas con pocos conocimientos de cuidado y/o escaso tiempo para atenderlas, esta cápsula se encargará de controlar en gran medida el cuidado diario de las plantas.

El cuidado de las plantas de interior, es una actividad que aun no siendo compleja, requiere de una dedicación y paciencia que muchas veces no se tiene. Este proyecto nace de la necesidad de crear un producto flexible que se adapte a nuestras necesidades de la forma más natural posible.

El producto que se propone en este TFG facilita al usuario la posibilidad de tener plantas sin tener que estar pendiente de regarlas. Este hecho permite que todas aquellas personas que gustándoles las plantas no saben o no pueden cuidarlas, puedan hacerlo de una manera sencilla.

Para poder llevar a cabo este proyecto, se crea un reto bastante importante para el diseñador. Por un lado, habría que realizar un buen sistema eléctrico con todos los componentes necesarios, y que este funcione correctamente sin que su uso se vea afectado por ningún otro elemento del producto.

Por otro lado, no hay que dejar de lado la viabilidad económica del producto, ya que al tener parte electrónica podría derivar en un aumento en el precio y no ser competente en el mercado.

Otro punto a tener en cuenta es el campo del diseño, un punto que se tendrá muy presente en etapas posteriores, ya que se quiere conseguir un producto innovador y cómodo de uso en función de su forma.

## Objetivos

Se va realizar un estudio de las expectativas a conseguir, y también se va tener en cuenta el mercado de productos existentes, evaluando y contrarrestando las características principales como el peso, precio y materiales. De esta forma, se establecen objetivos reales teniendo en cuenta la competencia, realizando así un producto económicamente viable.

Los objetivos se van a clasificar en diferentes categorías dependiendo del punto del producto en el que influyen en mayor medida bajo la perspectiva de estas categorías:

- Objetivos de la diseñadora.
- Producto.
- Fabricante.
- Uso en los usuarios.

A continuación se enumeran objetivos que tendrán que resolverse posteriormente en el diseño. Estos serán clasificados según el criterio:

- Objetivos optimizables (O).
- Restricciones (R).
- Deseos (D).

Esta identificación de objetivos se realiza a partir de la base de la investigación formal previa, sobre la búsqueda de información, antecedentes y estudio de mercado.

### Objetivos de la diseñadora:

1. Que su precio sea competitivo. (R)
2. Que sea viable un producto con estas características. (D)
3. Producto que sea alternativo a lo existente en el mercado (R)
4. Que el producto resuelva una situación no resuelta. (R)
5. Que no resulte un producto complicado de resolver. (D)
6. Reducción del precio sin perder la calidad del producto. (R)
7. Conseguir un producto innovador con una estética agradable. (O).
8. Precio competitivo en el mercado. (R)
9. Utilización de materiales no contaminantes e intentar que sea (D)
10. Que el embalaje sea resistente. (O)
11. Que el material utilizado en el producto sea fácil de reciclar. (O)
12. Que el material utilizado en el embalaje sea reciclado/ecológico. (O)

**Producto:**

13. Que tenga varios módulos. (R)
14. Que la unión entre estos módulos sea sencilla. (D)
15. Que sea estéticamente adecuado. (D)
16. Que tenga elección a varios colores. (D)
17. Que la unión en las partes sea resistente. (R)
18. Evitar que las formas puedan suponer un riesgo para el usuario. (R)
19. Que el material utilizado permita la visibilidad de las plantas. (R)
20. Económicamente viable. (D)
21. Compartimentos para los diferentes elementos. (O)

**Objetivos de usuario:**

22. Que sea de un tamaño adecuado para que no ocupe mucho espacio. (O)
23. Hermético en su totalidad. (R)
24. Peso adecuado para un producto de su estilo. (D)
25. Que los materiales sean resistentes. (O)
26. Que el sistema eléctrico esté aislado de las partes. (R)
27. Que el depósito de agua esté aislado de todo lo demás. (R)
28. Que sea cómodo para moverlo de sitio. (R)
29. Que sea de uso intuitivo. (R)
30. Diferentes compartimentos para cada uno de los elementos. (O)
31. Que su manipulación y uso sea sencillo. (O)
32. Que se pueda limpiar con facilidad. (O)
33. Que el usuario esté contento con el producto. (D).
34. Que resuelva el problema de automatización de riego. (R)
35. Que no haya que llenar el tanque de agua constantemente. (O)
36. Que sea duradero (O)
37. Modo de llenado de agua cómodo y fácil (O).

**Fabricante:**

38. Que sea sencillo de fabricar. (O)
39. Utilización de elementos estandarizados en la medida de lo posible. (R)
40. Que tenga una relación calidad precio razonable. (R)
41. Cumplimiento de las normativas vigentes en cuanto a los materiales. (R)
42. Que los aparatos electrónicos estén en un compartimento protegido. (R)
43. Utilización de materiales económicos en la medida de lo posible. (O)

## 2.2. Análisis de objetivos y árbol de los objetivos

### 2.2.1 Análisis

Tras la identificación de los distintos objetivos, se va a proceder a su organización y clasificación, pretendiendo establecer un orden de importancia en cada uno de ellos que permita un desarrollo de ideas conceptuales acertadas (los objetivos que han sido repetidos se eliminarán)

Clasificación según los distintos factores que intervienen en el diseño:

- Movilidad.
- Usabilidad.
- Funcionalidad.
- Seguridad.
- Estética.
- Fabricación.
- Resistencia.

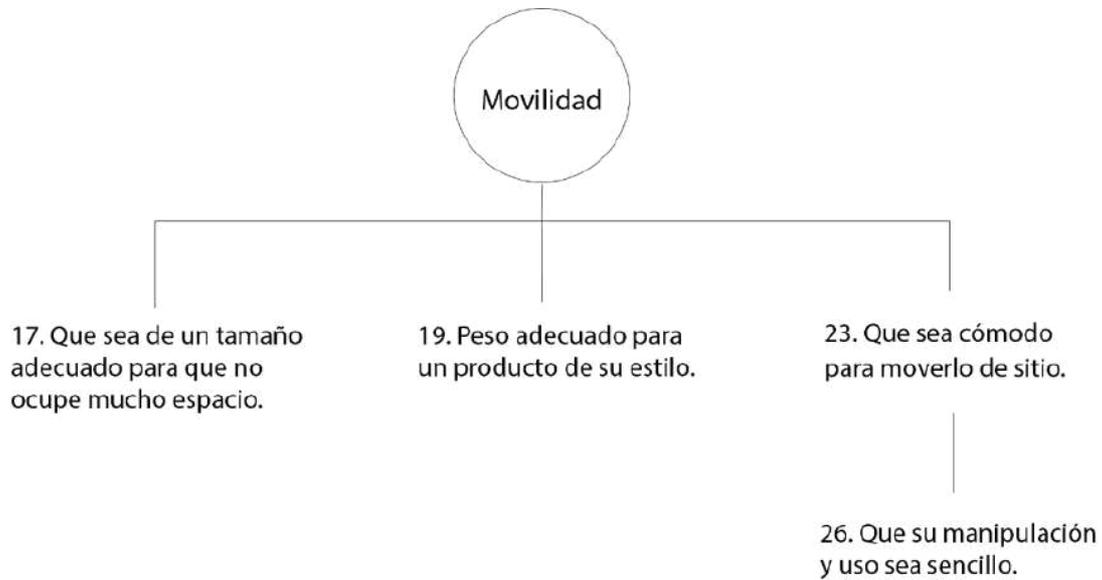
En primer lugar, se van a enumerar los objetivos que son considerados de carácter general siendo estos los que afectan al desarrollo del diseño genérico, por tanto no van a ser clasificados de la misma manera que el resto.

Objetivos de carácter general:

1. Conseguir que el producto sea viable.
2. Conseguir que el producto sea de calidad.
3. Conseguir un producto que resuelva una necesidad.
4. Conseguir que el producto no sea complicado de resolver.
5. Conseguir un producto innovador con una estética agradable.

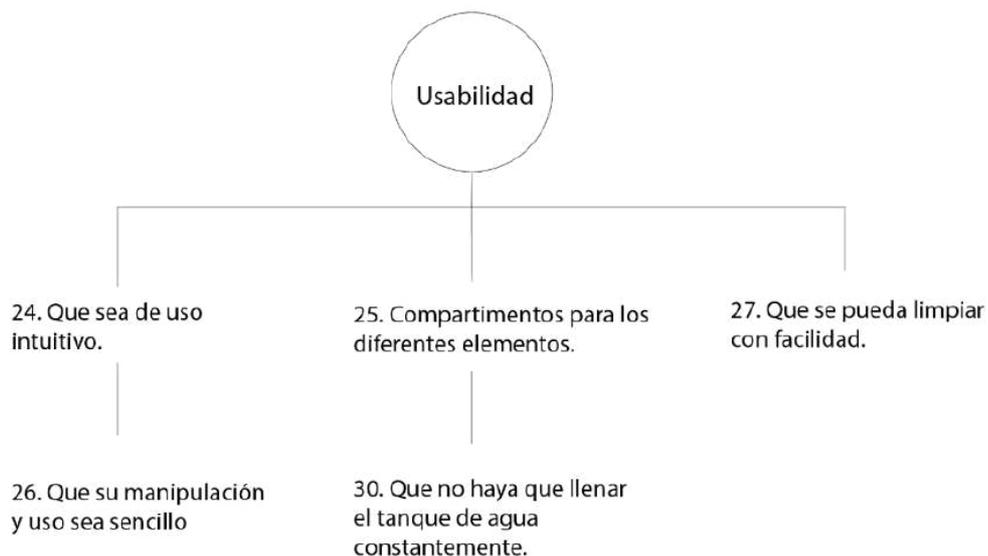
**Movilidad**

- 17. Que sea de un tamaño adecuado para que no ocupe mucho espacio.
- 19. Peso adecuado para un producto de su estilo.
- 23. Que sea cómodo para moverlo de sitio.
- 26. Que su manipulación y uso sea sencillo



**Usabilidad**

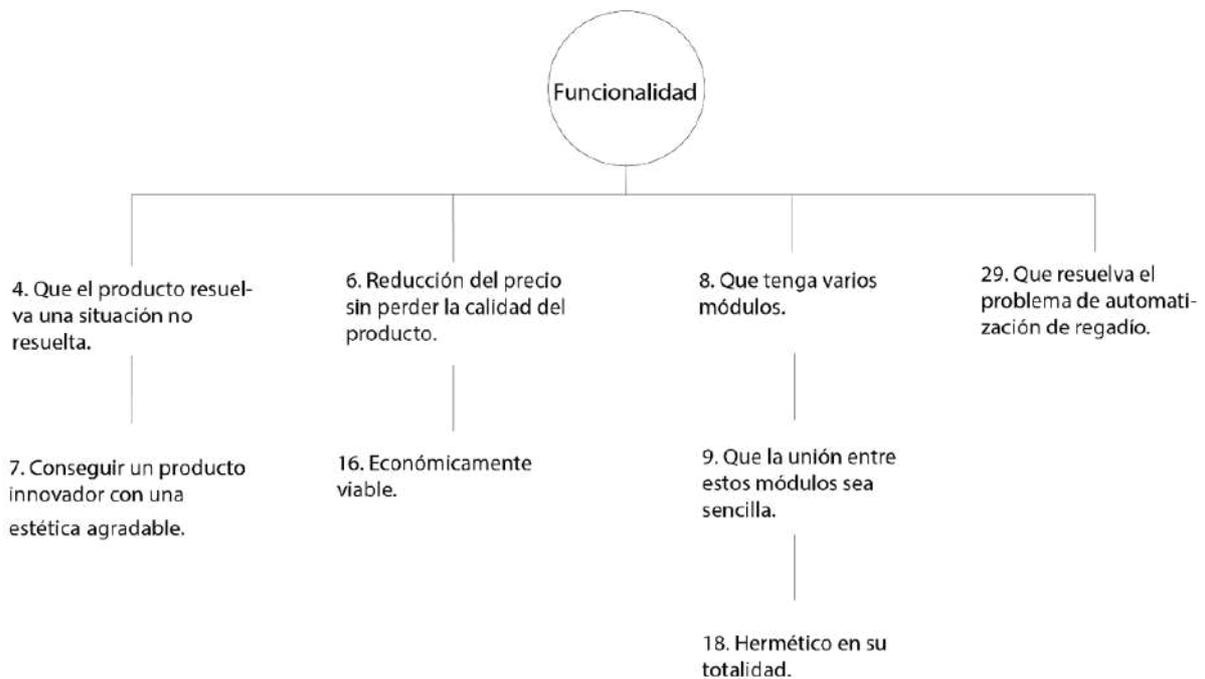
- 24. Que sea de uso intuitivo.
- 25. Compartimentos para los diferentes elementos
- 26. Que su manipulación y uso sea sencillo
- 27. Que se pueda limpiar con facilidad.
- 30. Que no haya que llenar el tanque de agua constantemente.



## Funcionalidad

- 4. Que el producto resuelva una situación no resuelta.
- 7. Conseguir un producto innovador con una estética agradable.
- ~~1. Precio competitivo.~~
- 6. Reducción del precio sin perder la calidad del producto.
- 8. Que tenga varios módulos.
- 9. Que la unión entre estos módulos sea sencilla.
- 16. Económicamente viable.
- 18. Hermético en su totalidad.
- 29. Que resuelva el problema de automatización de riego.
- ~~33. Que tenga una relación calidad precio razonable.~~

33 y 1 = 6. Reducción del precio sin perder la calidad del producto.



### Seguridad

- 14. Evitar que las formas puedan suponer un riesgo para el usuario
- 20. Que los materiales sean resistentes.
- 21. Que el sistema eléctrico esté aislado de las partes.
- 22. Que el depósito de agua esté aislado de todo lo demás.



### Estética

- 11. Que sea estéticamente adecuado.
- 12. Que tenga elección a varios colores.
- 28. Que el usuario esté contento con el producto.



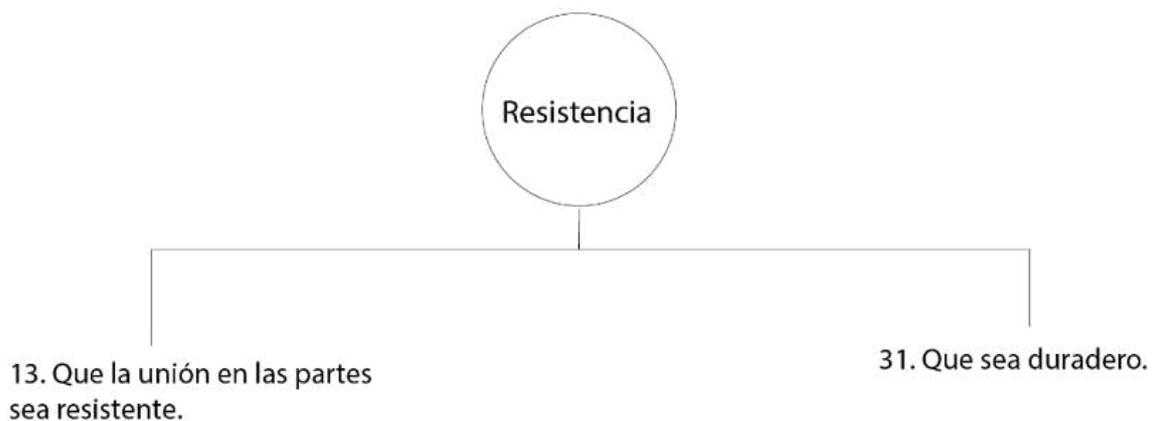
**Fabricación**

- 15. Que el material utilizado permita la visibilidad de las plantas.
- 31. Que sea sencillo de fabricar.
- 32. Utilización de elementos estandarizados en la medida de lo posible.
- 34. Cumplimiento de las normativas vigentes en cuanto a los materiales.
- 35. Utilización de materiales económicos en la medida de lo posible.

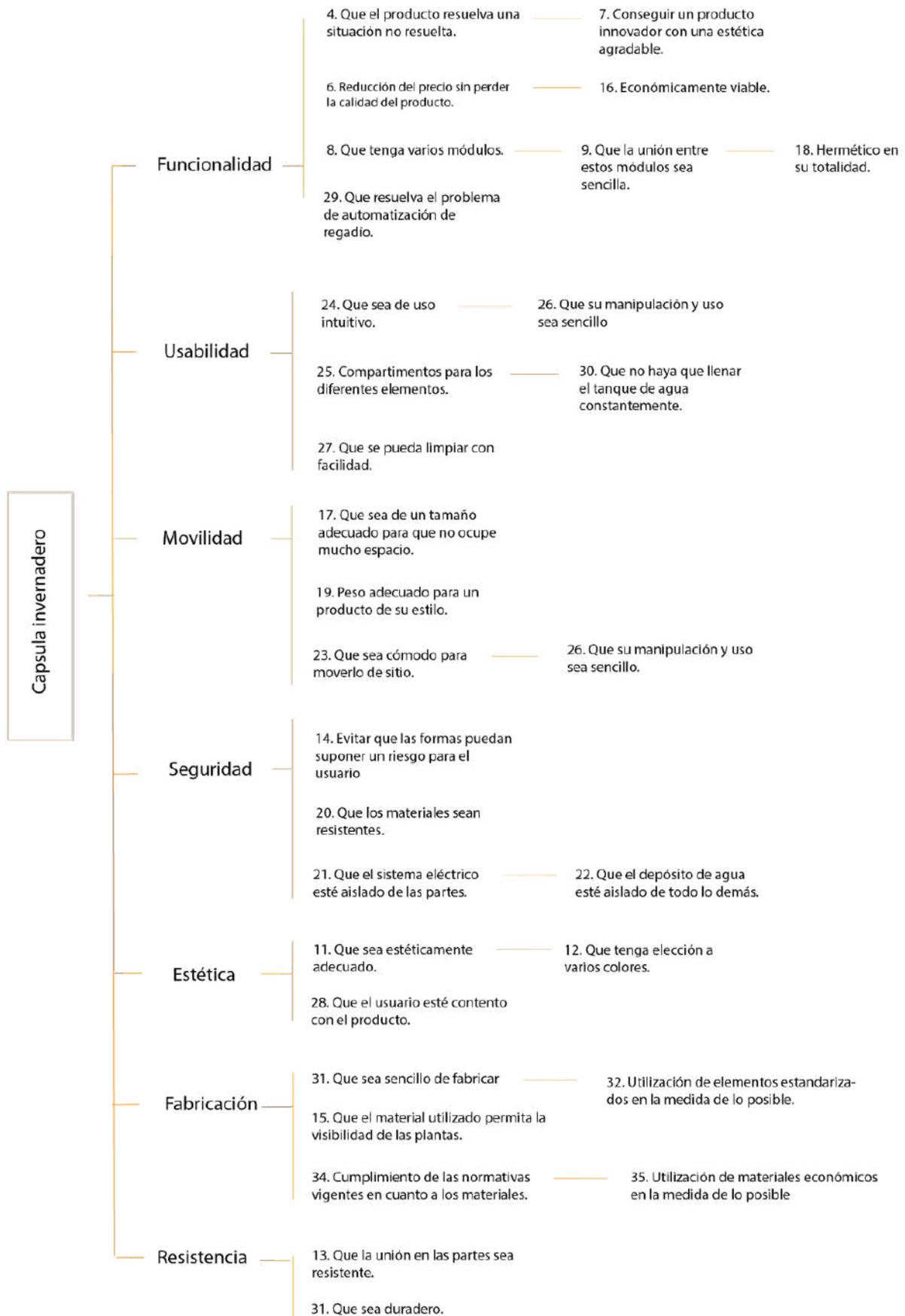


**Resistencia**

- 13. Que la unión en las partes sea resistente.
- 31. Que sea duradero.



Después de realizar el esquema por categorías de objetivos se procede a realizar el esquema general que se muestra a continuación en la siguiente tabla:



## 2.3 Especificaciones de diseño obtenidas

Para terminar con el proceso de los objetivos de diseño obtenidos se procede a convertir las restricciones, objetivos optimizables y deseos en especificaciones.

Todas las restricciones se van agrupar en la tabla siguiente (tabla 7), de manera que sea más sencilla su accesibilidad durante el proceso de diseño.

Objetivo	Especificacion	Variable	Escala	Criterio
7. Conseguir un producto innovador con una estética agradable.	Lo mas innovador posible	Nivel de atracción	Ordinal (atractivo nada, Atractivo, poco atractivo)	Que resulte muy atractivo
6. Reducción del precio sin perder la calidad del producto.	Lo mas económico posible	Precio	Proporcional (€)	Que sea económico
24. Que sea de uso intuitivo.	Lo mas intuitivo posible	Nivel de intuición	Ordinal (intuitivo, nada, atractivo, poco intuitivo)	Que resulte muy intuitivo
25. Compartimentos para los diferentes elementos.	Que tenga un mínimo de 3 compartimentos	nº de compartimentos	Intervalos (1-4)	Dentro del intervalo deseado el máximo posible
17. Que sea de un tamaño adecuado para que no ocupe mucho espacio.	Que el tamaño sea lo mas reducido posible	Dimensiones	Proporcional (mm)	Menor tamaño posible
19. Peso adecuado para un producto de su estilo.	Lo menos pesado posible	Peso	Proporcional (g)	Menor peso posible
20. Que los materiales sean resistentes.	Materiales lo mas resistentes posible	Resistencia	Proporcional	Lo mas resistentes posible
11. Que sea estéticamente adecuado.	Que la estética sea lo más atractiva posible	Estética: Mucho Bastante Neutro	Ordinal	Que llame la atención
31. Que sea sencillo de fabricar	Lo mas fácil de fabricar posible	Facilidad de fabricación	Ordinal (muy-poco)	Cuanto de sencillo sea

Tabla 7 : Objetivos y especificaciones.

# ANEXO 3

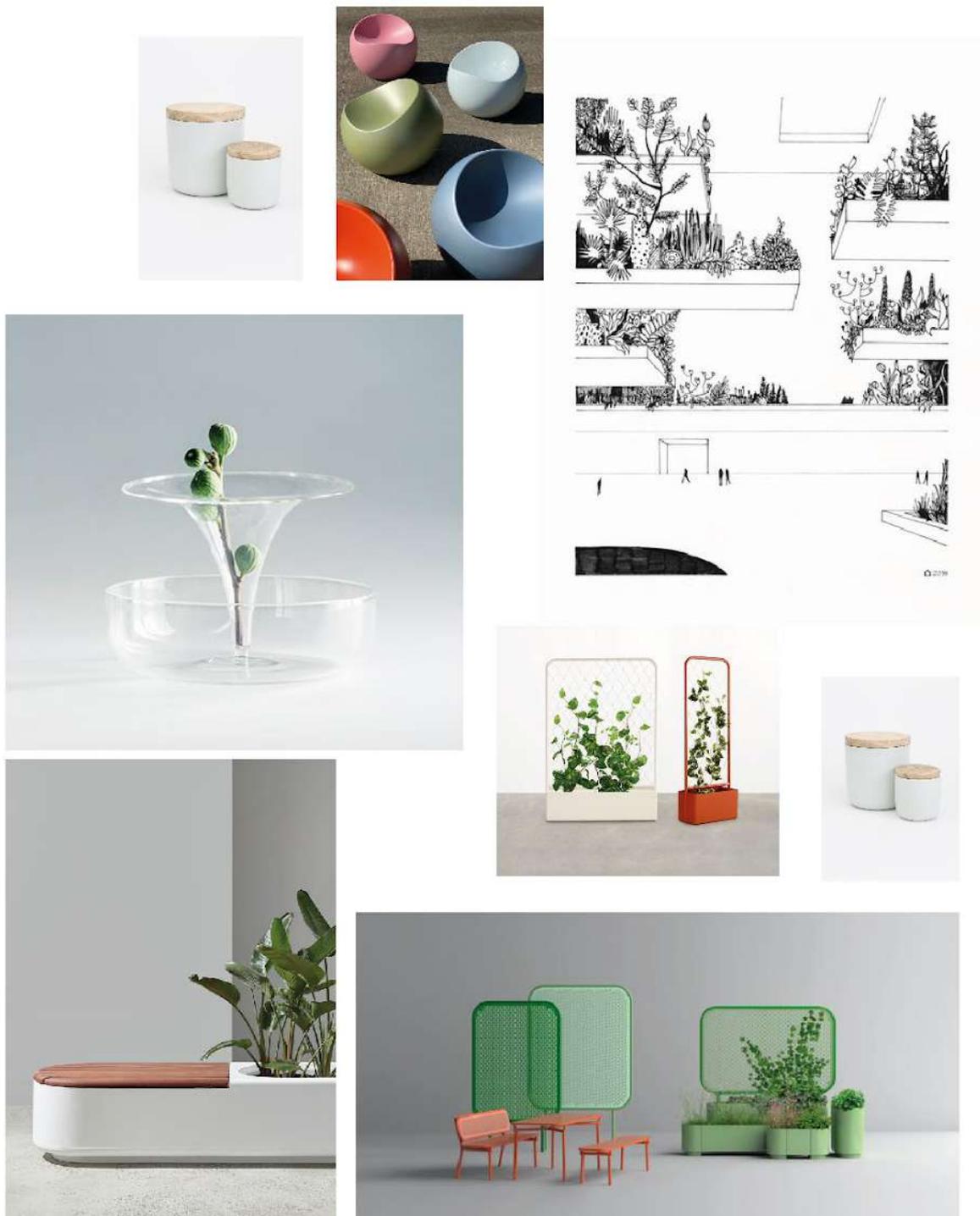
## PROCESO DE DISEÑO

## 3.1 Moodboard

En este apartado se van a mostrar imágenes que han servido de inspiración para generar las propuestas conceptuales, trabajo que reúne información, colores y formas orgánicas que se desean plasmar en el producto final.

En resumen se trata de un montaje de imágenes y conceptos abstractos como guía visual para la diseñadora.

Se utilizará para crear un pequeño esquema mental en el que de una sola mirada se exprese lo que se quiere llegar a conseguir.





## 3.2 Propuestas de diseño

Como anteriormente se comenta en las restricciones, el producto viene condicionado por las partes del sistema eléctrico, ya que este ocupa un espacio determinado que no se puede cambiar. Los componentes nos obligan a tener un volumen longitudinal destinado para ellos.

Teniendo en cuenta las restricciones más importantes, no hay que olvidar aquellas que se atañen directamente al diseño.

Como punto fuerte de diseño, se va tener en cuenta la interacción entre cuerpo y depósito, para que su manipulación sea lo más cómoda posible.

El tamaño del producto será lo más cómodo para el crecimiento de las plantas, pero lo suficiente para no ocupar mucho espacio y pueda manejarse con facilidad pudiendo depositarlo en cualquier superficie, tanto en el suelo como en alguna mesa.

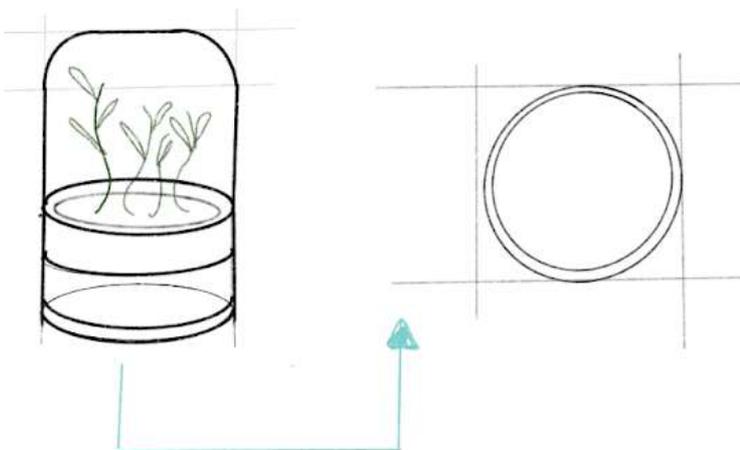
Teniendo claros estos aspectos mencionados se procede a bocetar las ideas conceptuales.

### Propuesta 1

En esta propuesta se propone un volumen dinámico dando pie a formas más cilíndricas y no tan rectangulares. Esta propuesta incita más el juego estético para sus acabados superficiales, dejando más libertad a estos..

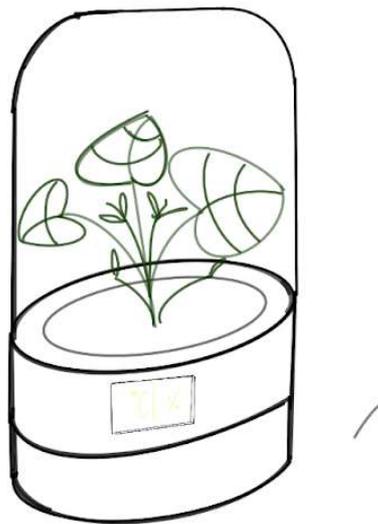
En primer lugar, la primera pieza empezando por arriba sería la cápsula, encargada de proteger a las plantas. Debajo de esta pieza quedaría la pieza para la tierra, donde van a ser cultivadas las variedades de plantas. Continuando con la siguiente pieza tendríamos la parte de los componentes electrónicos, esta pieza deberá ser lo suficientemente grande para que los elementos puedan instalarse cómodamente.

Por último lugar tendremos el depósito de agua, en esta pieza se tendrá que pensar un sistema de llenado fácil e intuitivo, sin dejar de lado la capacidad de este, siendo suficiente para no tenerlo que llenar continuamente.



En resumen, esta idea transmite adaptabilidad y movimiento al usuario, siendo una forma más flexible, favoreciendo la interacción directa con el usuario e inclusividad en el producto, pero por otro lado se dificulta la fabricación ya que es más difícil y costoso conseguir formas cilíndricas.

En cuanto la disposición de los elementos esta propuesta tendrá una extracción de los elementos unidimensionales, es decir, solo permite que se saquen los elementos verticalmente esto es una ventaja que la parte electrónica quedará abajo del todo y el usuario no tendrá que manipularla para realizar el llenado del depósito ya que este se llenara de igual forma que la propuesta 1.



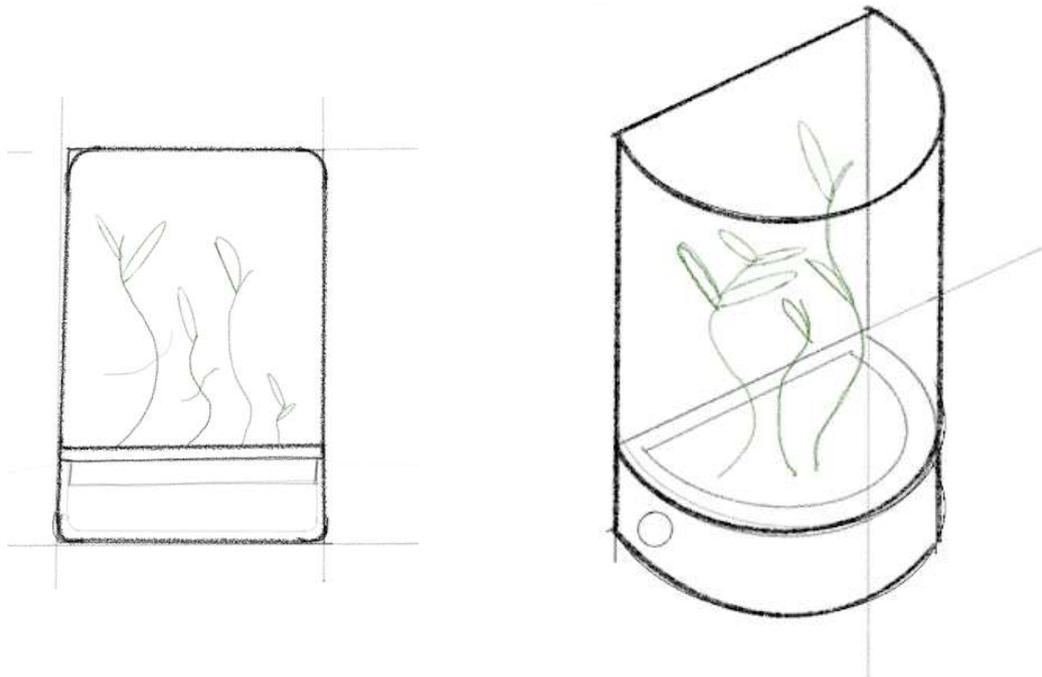
## Propuesta 2

En correlación con la propuesta anterior, se ha hecho una fusión de la primera y tercera propuesta.

Por un lado el producto es recto, forma más simétrica y lineal que transmite estabilidad y por contraposición la otra cara más cilíndrica forma que da sensación de dinamismo.

La disposición de los elementos sería parecida a la propuesta 1. En la parte superior la cápsula, donde quedarán recogidas las plantas, en la parte inferior de esta pieza irá una pequeña bandeja para depositar la tierra y en último lugar una pieza de mayor dimensión que la bandeja, donde irán los aparatos electrónicos a la derecha y el depósito de agua a la izquierda, al ser una pieza en común habrá que resolver de forma correcta una buena separación, ya que esto puede suponer un problema.

Esta propuesta continúa con la misma línea, quedando los elementos electrónicos en la parte inferior, y macetero en la parte superior, para no limitar el crecimiento de las plantas, ya que se busca un producto no de elevadas dimensiones.



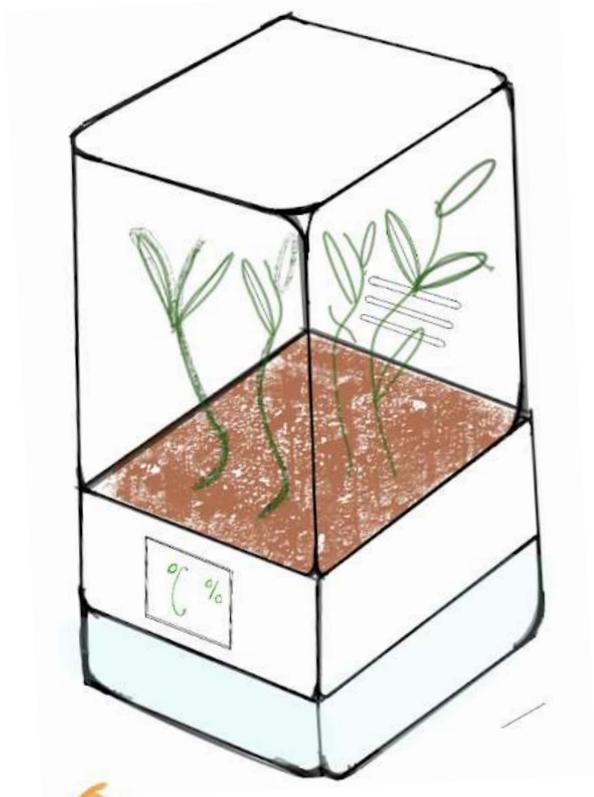
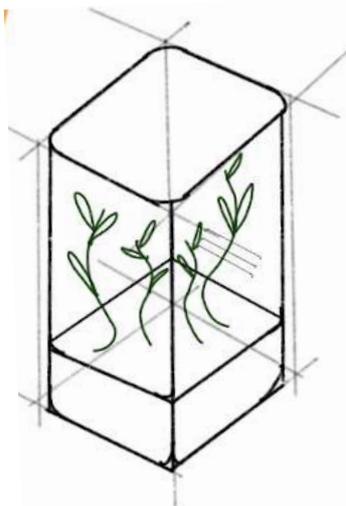
### **Propuesta 3**

En esta propuesta se propone lo contrario a la anterior, un modelo de base rectangular, como muchos elementos habituales del hogar (ordenadores, equipos de música, etc.). En esta propuesta se ha buscado que el producto pueda mimetizarse con la estética del hogar.

Esta tendencia de formas rectas da una sensación de estabilidad y solidez.

En cuanto a la estructura consta de la siguientes partes: la parte superior será de un material transparente, para dejar entrar los rayos de luz y se genere el efecto invernadero, y la parte inferior donde se encuentran todos los elementos electrónicos, la pantalla Oled y el depósito de agua, el cual tendrá que ser de unas dimensiones suficientes para no tenerlo que llenar continuamente. Este depósito de agua, tendrá un ranura donde pueda insertarse un tubo de llenado para que resulte más sencilla su manipulación y no tener que desmontar el producto.

En cuanto al tipo de extracción de la cápsula para poder acceder a las plantas, es unidireccional.

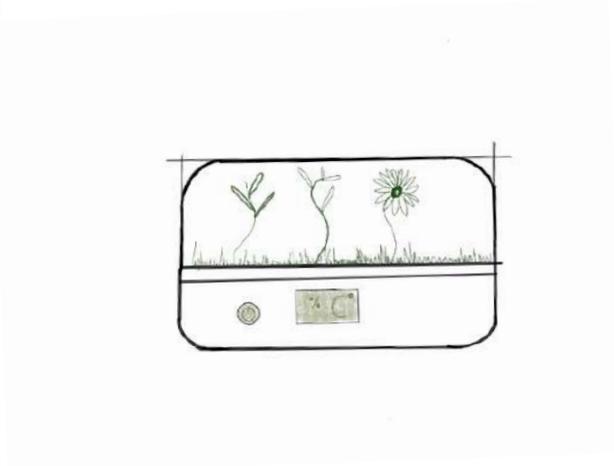
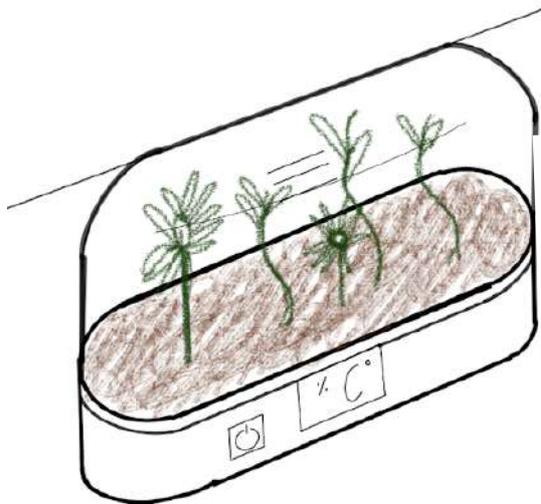


### Propuesta 4

Esta propuesta cuenta con muchas ventajas ya que se ha diseñado pensando en el depósito de agua, al ser un volumen alargado, ocupa más espacio y se puede disponer de mayor cantidad de litros.

Los dispositivos eléctricos quedarán a un lado de la parte inferior, y la parte superior como en las demás propuestas quedaría por encima de este, habiendo más amplitud para plantar.

Esta propuesta presenta una desventaja, al ser su base horizontal más amplia ocupa más espacio, esto podría ser un problema para el crecimiento de las plantas, ya que es más pequeña.



## 3.3. Evaluación

En este apartado se va realizar la evaluación de los diferentes diseños presentados para elegir la propuesta más adecuada cumpliendo los objetivos propuestos.

### 3.3.1. Método cualitativo DATUM

El método DATUM consiste en la comparación de las diferentes alternativas de diseño propuestas. Para esta tarea se toma de referencia unas de las propuestas como principal para que las demás sean comparadas y evaluadas.

Si la propuesta a evaluar cumple la especificación, se valorará de la siguiente manera:

- Mejor que la propuesta de referencia, se califica con un "+".
- Peor que la propuesta de referencia, se califica con un "-".
- Igual que la propuesta de referencia, será calificada con un "=".

Se han escogido como especificaciones principales según importancia. De esta selección las más importantes son:

1. Lo más innovador posible
2. Lo más económico posible
3. Lo más intuitivo posible
4. Como mínimo debe tener 3 compartimentos.
5. Tamaño lo más reducido posible.
6. Lo menos pesado posible
7. Materiales más resistentes posible.
8. Que la estética sea lo más atractiva posible.
9. Lo más fácil de fabricar posible.

A continuación se muestra una tabla (tabla 8) donde se muestra los datos obtenidos del DATUM:

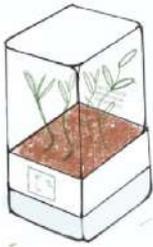
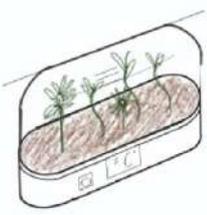
PROPUESTAS				
OB- JETI- VOS				
<b>1</b>	+	=	-	<b>D A T U M</b>
<b>2</b>	+	-	=	
<b>3</b>	+	+	+	
<b>4</b>	-	-	-	
<b>5</b>	=	=	=	
<b>6</b>	+	+	+	
<b>7</b>	=	+	+	
<b>8</b>	-	-	-	
+	4	3	3	
-	2	3	3	
=	2	2	2	
<b>Total</b>	2	0	0	

Tabla 8: DATUM

En esta evaluación se sugiere que el modelo más adecuado es la propuesta 1. Esto puede ser por su simplicidad y porque su posterior fabricación va a ser más sencilla de realizar, que formas más cuadradas.

También se puede observar que muchos objetivos son iguales en las propuestas, y esto deberá tenerse en cuenta en el diseño de detalle de la propuesta seleccionada.

### 3.3.2 Método cuantitativo

Después de haber realizado el método datum se realizará el método cuantitativo, ya que todas las especificaciones no se evalúan con la misma importancia, por lo tanto, es necesario priorizar y comparar las propuestas.

El método cuantitativo que se va realizar es el de ponderación, ordenando las especificaciones según la importancia o prioridad que tengan.

Para poder aplicar este método se debe realizar una tabla donde se van a comparar las especificaciones en eje vertical y eje horizontal, quedando en la unión los valores:

- 1 si la especificación de la fila tiene más importancia que la de la columna.
- 0 en caso contrario.
- 0 aquellas especificaciones de similar importancia.

De tal manera que las especificaciones que obtengan más puntuación serán más importantes.

En la siguiente tabla (tabla 9) se pueden observar los valores obtenidos para cada especificación:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
1	-	1	0	0	0	0	0	1	0	2
2	0	-	1	0	0	1	1	0	0	3
3	0	0	-	0	1	1	1	0	0	3
4	1	1	1	-	0	1	1	0	0	5
5	0	1	0	0	-	1	1	0	0	3
6	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	-	1	0	1
8	0	0	1	0	0	1	0	-	0	2
9	0	1	1	0	0	1	1	1	-	5

Tabla 9: Método cuantitativo.

A partir de esta tabla podemos determinar el orden de precedencia de las especificaciones, dado el número de estas especificaciones que son más importantes.

El resultado final se puede ver en el siguiente gráfico:

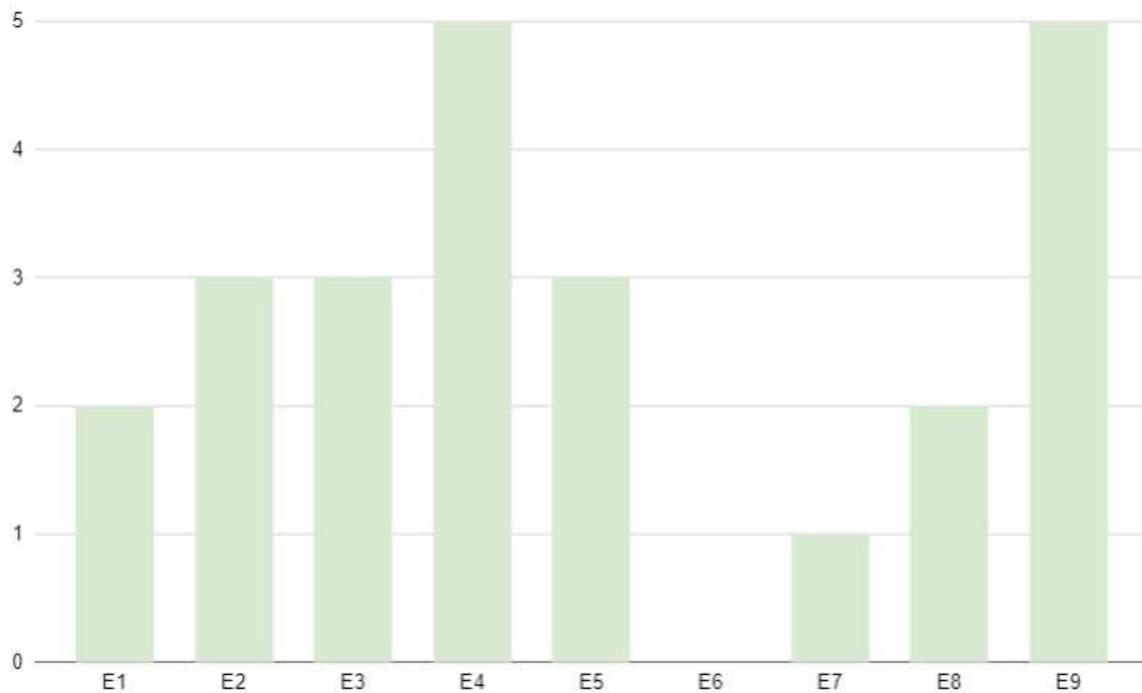


Tabla 10: Gráfico especificaciones.

Como se puede observar que las especificaciones más importantes son E4 y E9 con valor de 5.

Este valor de importancia se va a transformar para que la suma de las puntuaciones de un valor total de 100.

En la siguiente tabla (tabla 11) se pueden ver las puntuaciones:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Total
0	13	4	26	26	0	22	9	100

Tabla 11: Valor sobre 10 especificaciones.

Una vez que se determine el orden de prioridad de cada especificación, se determinará el nivel de cumplimiento para cada una de ellas.

Una vez establecidos los valores anteriores, se va comprobar en qué medida se adapta cada propuesta a la especificación. El nivel de cumplimiento se mide del 0 al 10 en porcentaje quedando los valores de la siguiente manera (tabla 11):

A	Muy bien	100%
B	Bien	75%
C	Regular	50%
D	Mal	25%
E	Muy mal	0%

Tabla 11: Valor sobre 10 especificaciones

A continuación de haber asignado estos valores se aplican para cada propuesta en función de la especificación (tabla 12):

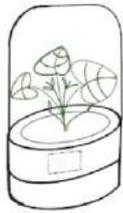
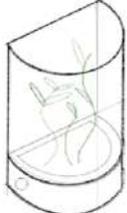
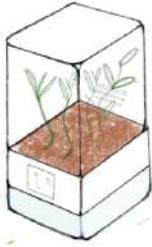
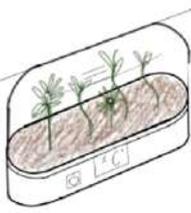
ESPECIFICACIÓN	PROPUESTAS			
				
<b>1</b>	A	B	C	A
<b>2</b>	B	D	B	D
<b>3</b>	A	B	C	C
<b>4</b>	A	D	A	D
<b>5</b>	A	B	B	E
<b>6</b>	A	A	A	E
<b>7</b>	B	B	B	B
<b>8</b>	A	E	A	A
<b>9</b>	A	E	A	C

Tabla 12: Valor especificaciones

Para terminar con la evaluación de ponderación cuantitativa se va a calcular la ponderación resultante.

Esta es la fórmula utilizada:

Puntuación ponderada =  $\sum$  Valor de la especificación x Cumplimiento.

### **Propuesta 1**

Puntuación ponderada =  $(8*1) + (13*0,75) + (13*1) + (22*1) + (13*1) + (0*1) + (4*0,75) + (8*1) + (20*1) = 96.75$

### **Propuesta 2**

Puntuación ponderada =  $(8*0,75) + (13*0,25) + (13*0,75) + (22*0,25) + (13*0,75) + (0*1) + (4*0,75) + (8*0) + (20*0) = 37,25$

### **Propuesta 3**

Puntuación ponderada =  $(8*0,5) + (13*0,75) + (13*0,5) + (22*1) + (13*0,75) + (0*1) + (4*0,75) + (8*1) + (20*1) = 83$

### **Propuesta 4**

Puntuación ponderada =  $(8*1) + (13*0,25) + (13*0,5) + (22*0,25) + (13*0) + (0*0) + (4*0,75) + (8*1) + (20*0,5) = 44.25$

En la siguiente tabla (tabla 13) se muestra el resumen de las ponderaciones obtenidas de cada propuesta:

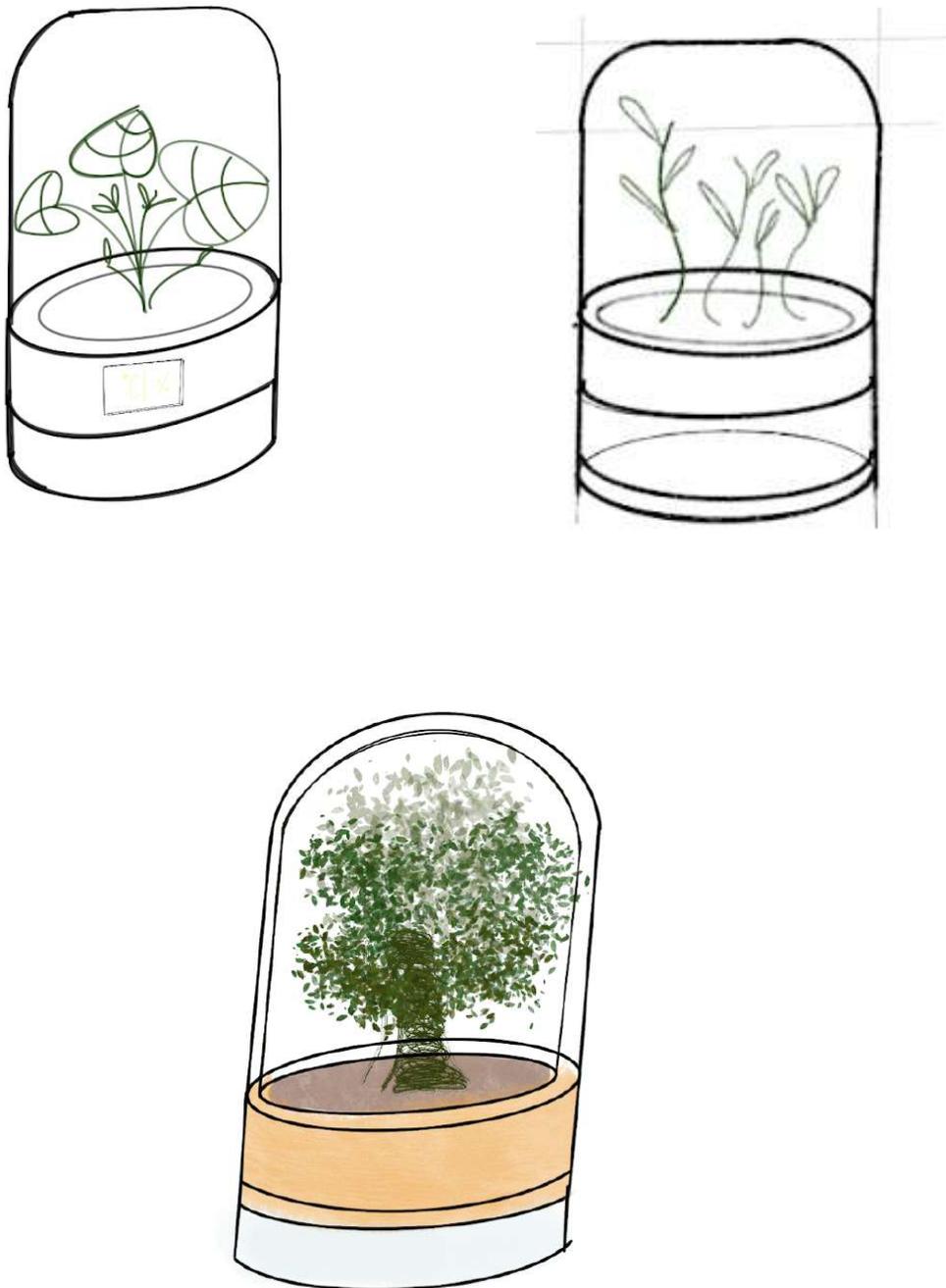
	PROPUESTAS			
	1	2	3	4
Ponderación	96.75	37.35	83	44.25

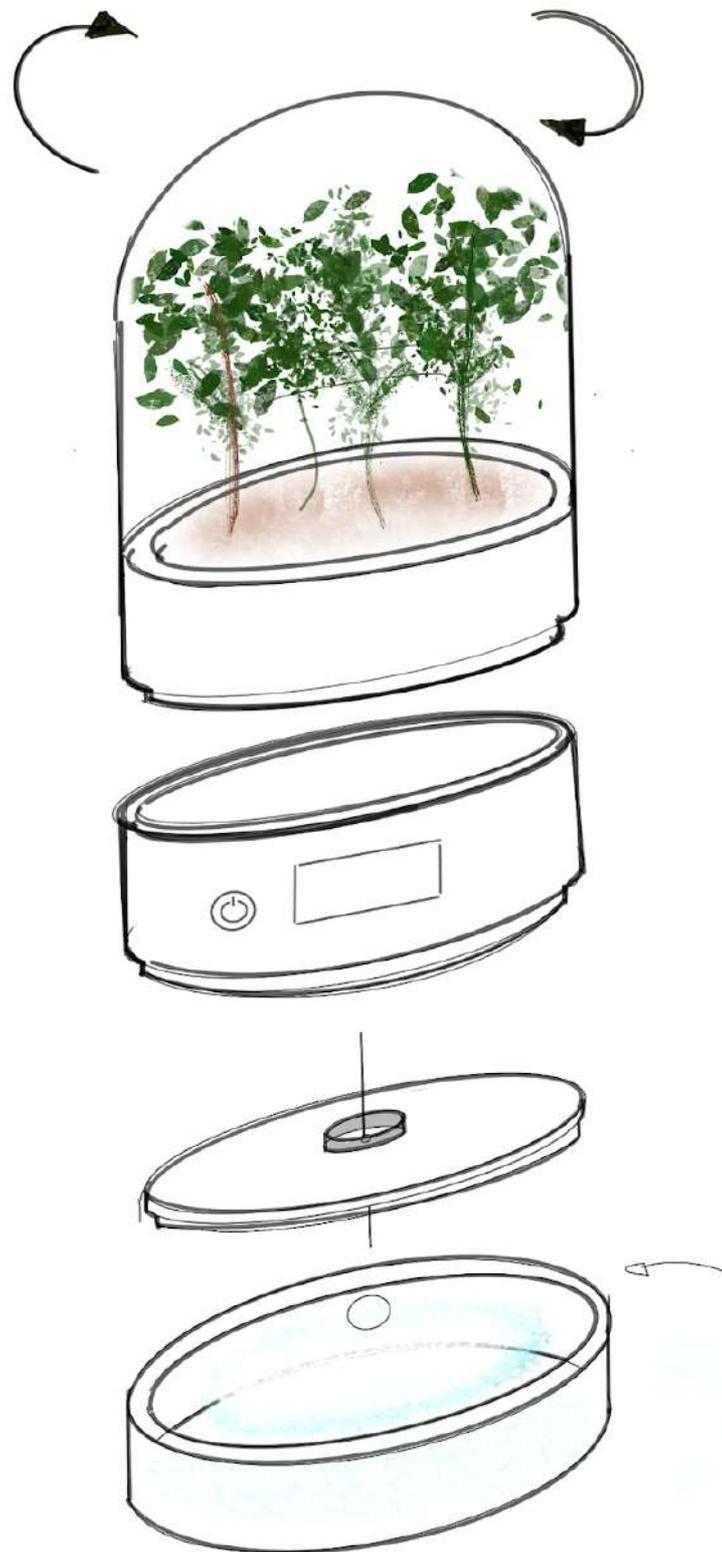
Tabla 13: Valor de cada propuesta.

Tras la evaluación de las propuestas, se comprueba que el resultado para la más adecuada es el 1 y el 3, quedando por encima el 1.

Se utilizará este modelo para la resolución del producto final.

El modelo estará sujeto a cambios durante los procesos posteriores para acabar de adecuar las restricciones propuestas y correcta adaptación con el sistema eléctrico.





## 3.4 Detalles del diseño

### 3.4.1 Dimensionado

#### **Capacidad de los elementos:**

Para el dimensionado del producto se ha tenido en cuenta el estudio de mercado realizado en las primeras etapas del proyecto, teniendo en cuenta las necesidades de las plantas, respecto a cada componente.

Por lo general los productos del mercado rondan la capacidad de almacenamiento de 1,5 a 2,5 L, por tanto tenemos un margen bastante amplio para poder adaptarnos a él.

El diseño de este proyecto debe incluir como mínimo 3 compartimentos, el primero donde se deposite el abono o tierra para el cultivo de las semillas, el segundo para el almacenamiento de los aparatos electrónicos y el tercero el tanque de agua, el cual lleva una entrada para que pueda llenarse con facilidad. El espacio será repartido equitativamente según las necesidades de cada uno.

#### **Dimensiones de cada elemento:**

#### **CÁPSULA**

Funciona como contenedor para las plantas, al ser transparente puedes ver a través de ella.

Por lo general la altura media de una planta pequeña ronda los 10 cm y plantas medianas 50 cm. Este producto está pensado para etapas de crecimiento y mantenimiento de plantas pequeñas y algunas plantas medianas.

Esta cápsula tendría unas dimensiones de : 290x250mm con un espesor de 2mm.

La unión con el recipiente para la tierra, es muy sencilla, se deja caer sobre esta pieza ya que se ha realizado un reborde de unos 11mm para su ajuste.



Imagen 36: Cápsula

## RECIPIENTE CONTENEDOR DE TIERRA

Las dimensiones de esta pieza, se han obtenido en relación a los litros de tierra que se necesitan por planta, ya que una planta pequeña necesita aproximadamente unos 3L.

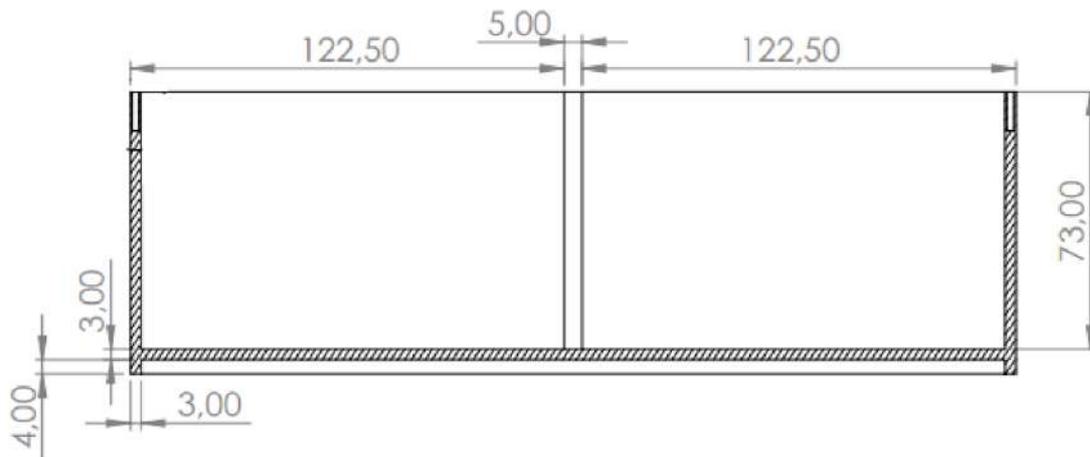


Imagen 37: Cotas contenedor de tierra

Cálculo del volumen de la pieza:  $V = \pi R^3 h$

$$V = \pi 120^3 \times 74 = 3,63 L$$

Valor bastante aceptable.



Imagen 38: Contenedor de tierra

## RECIPIENTES PARA APARATOS ELECTRÓNICOS

Parte principal del producto, encargada de cubrir y proteger los elementos electrónicos del producto.

Consta de dos partes, la que encierra los componentes eléctricos y el sistema de cierre hermético para protegerlos. El sistema de cierre se ha tenido en cuenta para que su uso sea sencillo. Se trata de un sistema de cierre hermético, conseguido con la utilización de una junta de goma.

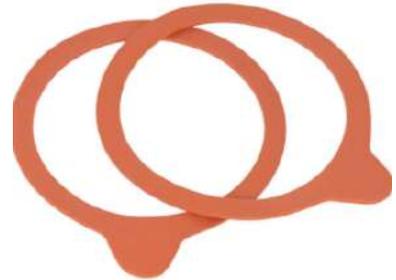


Imagen 39: Recipiente aparatos electrónicos.

## CODO DE LLENADO DE AGUA

Esta pieza ha sido pensada para que el depósito de agua se pueda llenar con facilidad sin tener que desmontar todas las piezas.

Es un codo de llenado donde el diámetro superior es 20 mm igual que los usados en las botellas de agua comunes.

Para poder llenar el depósito con más facilidad se recomienda utilizar un embudo.



Imagen 40: Embudo pequeño

## RECIPIENTE DE AGUA Y TAPA

Recipiente donde se almacena el agua para el posterior riego.

Su volumen permite almacenar 1,5 L de agua, suficiente para regar una planta pequeña o mediana.

Respecto a la tapa es una pieza para tapar el recipiente de agua, para que no haya ninguna pérdida y este no esté en contacto con las demás piezas, se trata de un elemento pequeño donde el sistema de unión también es de cierre hermético como el resto del producto.



Imagen 41: Tapa depósito de agua.



Imagen 42: Depósito de agua.

### 3.4.2. Estudio ergonómico

Para la realización de este proyecto no se va tener que realizar ningún estudio ergonómico en cuanto al agarre, el usuario no tiene apenas interacción con el producto, ya que este está destinado a ser apoyado encima de una mesa o en el suelo.

Para este producto se van a disponer de algún consejos para la utilización de la cápsula invernadero:

1. Levantar la cápsula superior con las dos manos para una mejor sujeción (al ser un producto cilíndrico resultará más cómodo).
2. Cuando el producto vaya a estar destinado en un lugar alto como puede ser una mesa, es recomendable que la mesa si cumpla con los requisitos ergonómicos pertinentes, por ejemplo, su altura deberá estar entre 71 y 79 cm. Aunque la medida mínima para una altura normal serían unos 73 cm.

# ANEXO 4

## CARACTERÍSTICAS COMPONENTES

## 4.1. Características de los componentes

En este apartado se describen las características técnicas principales de los componentes.

Para la elección de estos componentes se ha realizado una búsqueda exhaustiva para una correcta elección según las funcionalidades requeridas.

Como se ha explicado en puntos anteriores, se quiere que la cápsula tenga un funcionamiento sencillo y esto se verá reflejado en los componentes escogidos.

A continuación se explican brevemente los componentes y sus características.

### Arduino uno

Para que este sistema electrónico funcione correctamente será necesario el uso de un microcontrolador. Este microcontrolador será un Arduino uno, ya que es de bajo coste y de fácil utilización.

Arduino es una placa que contiene los elementos necesarios para poder conectar periféricos a las entradas y salidas de un micro-controlador. Es decir, es una placa impresa con los componentes necesarios para que funcione correctamente el micro-controlador.



Imagen 43: Arduino uno.

## Sensor de temperatura y humedad relativa en el aire DHT11

El DHT11 es un sensor de temperatura y humedad digital relativa de bajo coste y fácil uso. Integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos

### Características técnicas:

- Voltaje de Operación: 3V-5V DC
- Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C
- Precisión de medición de temperatura:  $\pm 2.0$  °C
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
- Precisión de medición de humedad: 5% RH.
- Resolución Humedad: 1% RH
- Modelo: DHT11
- Dimensiones: 16\*12\*5 mm
- Peso: 1 gr.
- Carcasa de plástico celeste

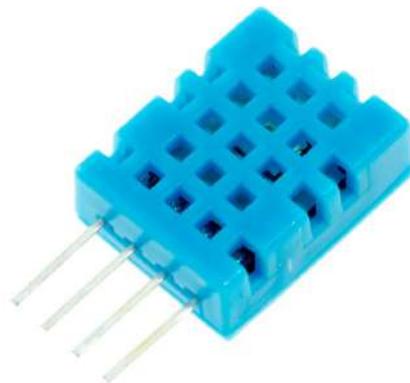


Imagen 44: Sensor dht11.

### Pantalla LCD de 16 pins

Esta pequeña pantalla LCD (Liquid-Crystal Display) es de 16 x 2.. Esta pantalla será la encargada de mostrar los valores de temperatura y humedad de la planta.

La pantalla tiene un fondo azul y un texto blanco, con 16 pines para crear una configuración de funcionamiento básico, así como una tarjeta de desarrollo de conexión.

Funciona en el desarrollo de proyectos electrónicos para ver texto, números o iconos. Es compatible con muchos tipos diferentes de tarjetas de desarrollo. Es ideal para crear interfaces hombre-máquina (HMI) para controlar o mostrar información.

#### Especificación y características:

- Tipo: Pantalla LCD Monocromática
- Modelo: 16x2 "2 filas y 16 caracteres"
- Controlador: HD44780
- Color: Fondo azul y texto blanco
- Modo de operación: 4 y 8 bits.
- Voltaje de alimentación: 5V DC
- Corriente máximo: 25 mA
- Peso: 32 g



Imagen 45: Pantalla LCD.

## Sensor de humedad de suelo con higrómetro YL-69

Este sensor es capaz de medir la humedad del suelo. Al aplicar un pequeño voltaje entre los terminales de la unidad YL-69, transmitirá una corriente que depende principalmente de la resistencia generada en el suelo y depende en gran medida de la humedad. Por tanto, cuando aumenta la humedad, aumenta la corriente, y cuando disminuye la corriente, disminuye.

### Especificaciones:

- Voltaje de entrada: 3.3 - 5 VCD
- Voltaje de salida: 0 ~ 4.2 V
- Corriente: 35 mA
- VCC: Tensión de alimentación
- GND: Tierra
- AO: Salida analógica que entrega una tensión proporcional a la humedad. Puede ser medida directamente desde un puerto analógico en un microcontrolador, con Arduino, CI, etc.
- Peso: 7.0 g.

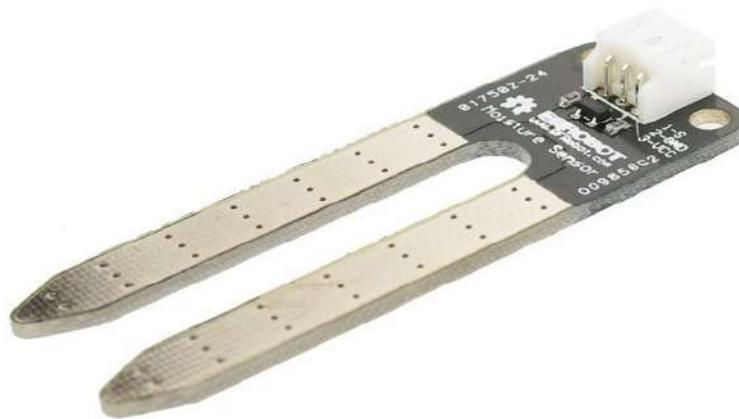


Imagen 46: Sensor de humedad del suelo.

### Mini bomba DC 3-5V

La mini bomba está diseñada para su uso en pequeños proyectos como fuentes, sistemas de riego automático, hidroponía, máquinas expendedoras de bebidas como café...

Es compatible con Arduino porque su tensión de alimentación oscila entre los 2,5 y los 6 voltios.

El agua fluye de 80 a 120 l/hora y se puede usar para bombear a una altura de 40 a 110 cm.

#### Especificaciones:

- Rango de voltaje: DC 3V-5V
- Tensión nominal: DC 3,7 V
- Corriente sin carga: 0,4 a
- Peso: 40g
- El paquete incluye:
- 1 pieza. \* bomba



Imagen 47: Mini bomba de agua.

## Transistor

Es adecuado, tanto para aplicaciones de amplificación como de conmutación. Puede amplificar corriente pequeña con voltaje pequeño o mediano; por lo tanto, solo puede manejar baja potencia (no más de medio vatio). Puede operar a frecuencias medias altas.

### Especificaciones:

- Módulo de relé de 5V
- Puede ser utilizado como un módulo del tablero del desarrollo del microcontrolador
- Señal de control TTL 5V-12V
- Control de la señal de CC o CA, puede controlar la carga de 220V AC.
- Hay un contacto normalmente abierto y normalmente cerrado
- Luz indicadora de poder
- Lámpara de control, tira brillante, brillante
- Transistor para aumentar la bobina del relé, controlar la alta impedancia del pie.
- El pasador de control tiene un circuito de extracción para evitar la falsa acción del relé suspendido



Imagen 48: Transistor.

## 2 LEDs

Un diodo emisor de luz es un diodo semiconductor que produce luz cuando se le suministra voltaje. Por otro lado, un diodo es una válvula bipolar que permite que la corriente fluya en una sola dirección.

Se puede decir que el LED es una fuente de luz. Cuando se aplica un voltaje en cualquiera de sus extremos, la recombinación de sus electrones libera energía en forma de fotones.

El color de la luz que produce un LED está relacionado con la energía de los fotones que emite, lo que se conoce como banda prohibida de semiconductores. Los LED actuales abarcan longitudes de onda en los espectros infrarrojo, ultravioleta y visible.

En comparación con las fuentes de luz fluorescentes o incandescentes, las luces LED son más prácticas porque tienen una vida más larga, consumen menos energía y son más pequeñas. Es por eso que se utilizan en tantos productos e incluso en la iluminación del hogar.

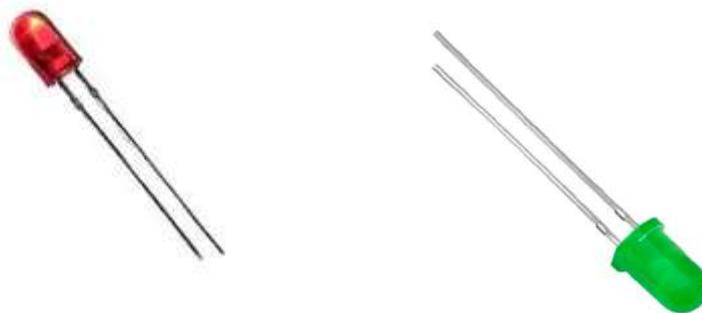


Imagen 49: Diodos rojo y verde.

## 2 Resistencias de 220 Ohmios

La resistencia es la oposición o dificultad al movimiento de la corriente. Cuanto mayor sea la resistencia del elemento del circuito, mayor será la resistencia del circuito. La resistencia se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y se representa con la letra R.



Imagen 50: Resistencia.

### Cables macho a macho y macho a hembra para Arduino

La función de cable macho a macho/hembra se usa comúnmente en placas de prueba para conectar los dos componentes de entrada de la placa anterior.

Se denomina macho - hembra por la fina protuberancia de los extremos del cable.



Imagen 51: Cables macho y hembra.

### Mangueras de pvc para la bomba

Para que el agua del circuito fluya entre las partes se va a utilizar están mangueras de pvc para distribuir el agua.

Todas saldrán del depósito de componentes electrónicos, una irá en dirección hacia arriba la cual será la encargada del regadío de las plantas, y la otra irá en sentido hacia abajo que será la encargada de recoger el agua.



Imagen 52: Manguera de pvc.

## 4.2 Cálculo de las resistencias

Para cálculo de las resistencias se han realizado los cálculos pertinentes para su selección.

La conocida Ley de Ohm, utilizada para determinar la relación entre tensión, resistencia y corriente en el circuito eléctrico.

Conocido el voltaje de 5V que se distribuye alrededor de todo el circuito perpendicularmente y la corriente que requiere cada componente, podamos obtener el valor mínimo de cada una de las resistencias.

**Fórmula:**

$$V = I * R$$

**Valores de los leds**

REFERENCIA Y COLOR	CÁPSULA (DIÁMETRO)	LUMINOSIDAD	LONGITUD DE ONDA	ÁNGULO	CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN	TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN
PART NUMBER AND COLOR	PACKAGE	LUMINOUS INTENSITY	WAVELENGTH	VIEWING ANGLE	FORWARD CURRENT	FORWARD VOLTAGE
BL-85141 <span style="color:red">◆</span>	3 mm	10 mcd	700 nm	40°	20 mA	2.2-2.6 VDC
BL-82141 <span style="color:green">◆</span>	3 mm	40 mcd	568 nm	35°	20 mA	2.2-2.6 VDC
BL-83141 <span style="color:yellow">◆</span>	3 mm	30 mcd	585 nm	35°	20 mA	2.2-2.6 VDC
BL-85134 <span style="color:red">◆</span>	5 mm	12 mcd	700 nm	35°	20 mA	2.2-2.6 VDC
BL-82134 <span style="color:green">◆</span>	5 mm	80 mcd	568 nm	35°	20 mA	2.2-2.6 VDC
BL-83134 <span style="color:yellow">◆</span>	5 mm	70 mcd	585 nm	35°	20 mA	2.2-2.6 VDC

Imagen 53: Valores leds

### Cálculo resistencia led rojo:

Sabiendo que la intensidad que sale del arduino son 5V y la tensión de alimentación del led rojo está entre 2,2-2,6VDC, sería necesario incorporar una resistencia para limitar el exceso de corriente entre los dos componentes.

Si se conecta una resistencia directamente al arduino el voltaje del mismo excede el rango soportado por el diodo led, por lo tanto a la larga quemaría el pin del arduino y en consecuencia el led.

Para no exceder, comúnmente, se limita el voltaje a 2V, valor suficiente para hacerlo brillar bien.

$$3 = 0,020 * R$$

Por lo tanto toda resistencia que esté por encima de  $150\Omega$  será un valor aceptado para el buen funcionamiento del led rojo.

### **Cálculo resistencia led verde:**

Sabiendo que la intensidad que sale del arduino son 5V y la tensión de alimentación del led verde estaría entre 2,2-2,6VDC, sería necesario incorporar una resistencia para limitar el exceso de corriente entre los dos componentes.

Para no exceder el voltaje comúnmente se limita a 2V valor suficiente para hacerlo brillar bien (20mA)

$$3 = 0,020 * R$$

$$R = 150\Omega$$

Por lo tanto para el buen funcionamiento del led verde cualquier resistencia que esté por encima de  $150\Omega$  será un valor aceptado.

Para el funcionamiento del circuito electrónico se van a incorporar dos resistencias de valor  $220\Omega$  en los dos diodos leds, valor sacado de la tabla de resistencias normalizadas. Este valor estaría por encima de  $150\Omega$  valor aceptado a lo explicado anteriormente

# ANEXO 5

## **Normativa**

## 5.1 Disposiciones legales y normativa aplicada

- El diseño y la estructura de los invernaderos desarrollados en Novedades Agrícolas cumplen con la normativa europea, según los requisitos de las normas ISO 9001 y 14001 con las que Novedades Agrícolas está certificada desde el año 2000. Se han seguido las recomendaciones de la Convención Europea de construcciones metálicas: Norma Española: UNE 76-208-92
- EN 13031-1 Norma Europea de construcción de invernaderos

### 5.1.1 Normas sobre el medio ambiente

- 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).

### 5.1.2. 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..

### 5.1.3. Normativa general aplicable a planos y dibujo técnico

Normativa a tener en cuenta en el proceso de elaboración de planos técnicos.

- UNE-EN ISO 128-20:2002: Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas. Esta norma indica el tipo de líneas y las reglas que influyen a éstas para el proceso de dibujo de diagramas, planos y mapas.
- UNE-En ISO 128-21:2002: Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 21: Preparación de líneas mediante sistemas de DAO.
- UNE 1120:1996 Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.
- UNE-EN ISO 128-1:2020 Documentación técnica de productos (TPD). Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales.
- UNE-EN ISO 128-2:2020 Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas.
- UNE-EN ISO 128-3:2020 Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes.
- UNE-EN ISO 6410-3:2021 Dibujos técnicos. Roscas y piezas roscadas. Parte 3: Representación simplificada. (ISO 6410-3:2021). UNE 1135:1989 Dibujos técnicos. Lista de elementos
- . UNE 1135:1990 Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.
- UNE- EN ISO 5455:1996 Dibujos técnicos. Escalas
- UNE-EN ISO 5457:2000 Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).
- UNE-EN ISO 7083:1996 Dibujos técnicos. Símbolos para las tolerancias geométricas. Proporciones y medidas. (ISO 7083:1983)
- UNE- EN ISO 7200:2004 Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004)
- UNE-EN ISO 1660:2017 Especificación geométrica de productos (GPS). Tolerancia geométrica. Tolerancias de perfiles (ISO 1660:2017) UNE 1027:1995 Dibujos técnicos. Plegado de plano

### **5.1.4 Normas aplicadas en lo referente a los componentes eléctricos pertenecientes al producto:**

- UNE-EN 50086-2-2/A11:1999. Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50086-2-3/A11:1999. Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50085-1:2006. Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)

### **5.1.5 Normas para materiales plásticos**

- Norma DIN 7728: termoplásticos
- Norma DIN 7708: termoestables
- Norma DIN ISO 1629: elastómeros

## 5.2 Bibliografía

### Normativa

- AENOR
- UNE

### Libros

- COLECCIÓN DE PROBLEMAS DE ANTROPOMETRÍA PARA DISEÑO. Margarita Vergara Mo- nederó, M<sup>a</sup>Jesús Agust Torres. Publicacions de la Universitat Jaume I, 2012.
- DISEÑO CONCEPTUAL. M<sup>a</sup> Rosario Vidal Nadal, Antonio Gallardo Izquierdo, Juan Elías Ramos Barceló. Publicacions de la Universitat Jaume I, 1999.
- INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES. William D. Callister. Reverté, 2007.
- FUNDAMENTOS DE CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES. William E. Smith. McGraw Hill (España), 2006.
- PROBLEMAS RESUELTOS DE SISTEMAS MECÁNICOS PARA DISEÑO INDUSTRIAL. Antonio Pérez González, José L. Iserte Vilar, Octavio Bernad Ros. Publicacions de la Universitat Jaume I, 2012.
- IDIP 1020-Diseño para fabricación: Procesos y tecnología (I)
- DISEÑO PARA FABRICACIÓN: PROCESOS Y TECNOLOGÍAS II – Julio Serrano Mira, Gracia M. Bruscas Bellido, José Vicente Abellán Nebot, Pedro Rosado Castellano (2018)

**Consulta en Asignaturas**

- DI 1007 - EXPRESIÓN GRÁFICA II
- DI1010 - MATERIALES I
- DI1013 - MECÁNICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES
- DI 1014 - DISEÑO CONCEPTUAL
- DI1015 - MATERIALES II
- DI1020 - DISEÑO PARA FABRICACIÓN: PROCESOS Y TECNOLOGÍAS (I)
- DI1021 - DISEÑO PARA FABRICACIÓN: PROCESOS Y TECNOLOGÍAS (II)
- DI1022 - METODOLOGÍAS DEL DISEÑO
- DI1023 - ERGONOMÍA
- DI1028 - DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR II
- DI1029 - SISTEMAS MECÁNICOS
- DI1032 - PROYECTOS DE DISEÑO
- DI1036 - TECNOLOGÍAS DEL PLÁSTICO Y DISEÑO DE PRODUCTOS (No cursada) DI1038 - PRESENTACIÓN DE DISEÑOS ASISTIDA POR ORDENADOR
- DI1046 - DISEÑO PARA EL ENTORNO Y EL HÁBITAT
- DI1045 - SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS
- DI1046 - DISEÑO PARA EL ENTORNO Y EL HÁBITAT
- DI1048 - TRABAJO DE FINAL DE GRADO

## WEBGRAFIA DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Sensor de humedad

[https://www.digikey.es/es/products/detail/adafruit-industries-llc/386/5356713?utm\\_adgroup=Humidity%2C%20Moisture%20Sensors&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Shopping\\_Product\\_Sensors%2C%20Transducers&utm\\_term=&productid=5356713&gclid=CjwKCAjw9-KTBhBcEiwAr19ig6Nlrm0TDJ1jPshj6D1P-UBDVifSmhyMpQSUeqfzBv6boZOWy0cJR0CQdQQAvD\\_BwE](https://www.digikey.es/es/products/detail/adafruit-industries-llc/386/5356713?utm_adgroup=Humidity%2C%20Moisture%20Sensors&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Shopping_Product_Sensors%2C%20Transducers&utm_term=&productid=5356713&gclid=CjwKCAjw9-KTBhBcEiwAr19ig6Nlrm0TDJ1jPshj6D1P-UBDVifSmhyMpQSUeqfzBv6boZOWy0cJR0CQdQQAvD_BwE)

Pantalla LCD

[https://www.digikey.es/es/products/detail/lumex-opto-components-inc./LCD-A2X1C50TR/5352909?utm\\_adgroup=Display%20Modules%20-%20LCD%2C%20OLED%20Character%20and%20Numeric&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Shopping\\_Product\\_Optoelectronics\\_NEW&utm\\_term=&productid=5352909&gclid=CjwKCAjw9-KTBhBcEiwAr19ig-YVuMrCsNH-Qx3GIhjFQFe76L-Uwou1KedyulPuzL9A12e-tJRFVBoCiPcQAvD\\_BwE](https://www.digikey.es/es/products/detail/lumex-opto-components-inc./LCD-A2X1C50TR/5352909?utm_adgroup=Display%20Modules%20-%20LCD%2C%20OLED%20Character%20and%20Numeric&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Shopping_Product_Optoelectronics_NEW&utm_term=&productid=5352909&gclid=CjwKCAjw9-KTBhBcEiwAr19ig-YVuMrCsNH-Qx3GIhjFQFe76L-Uwou1KedyulPuzL9A12e-tJRFVBoCiPcQAvD_BwE)

Sensor de humedad de suelo con higrómetro YL-69

<https://www.taloselectronics.com/products/sensor-de-humedad-del-suelo-yl38-y-yl69>

Mini bomba de agua

[https://es.aliexpress.com/item/1005002944539535.html?gatewayAdapt=glo2esp&spm=a2g0o.detail.0.0.5d323a08uLphHz&gps-id=pcDetailBottomMoreThisSeller&scm=1007.13339.274681.0&scm\\_id=1007.13339.274681.0&scm-url=1007.13339.274681.0&pvid=210d5c89-a615-40aa-9f6f-8872522735ad&t=gps-id:pcDetailBottomMoreThisSeller,scm-url:1007.13339.274681.0,pvid:210d5c89-a615-40aa-9f6f-8872522735ad,ttp\\_buckets:668%232846%238110%231995&pdp\\_ext\\_f=%257B%2522sku\\_id%2522%253A%25221200022902713632%2522%252C%2522sceneId%2522%253A%25223339%2522%257D&pdp\\_pi=-1%253B1.26%253B-1%253B-1%2540salePrice%253BEUR%253Brecommend-recommend](https://es.aliexpress.com/item/1005002944539535.html?gatewayAdapt=glo2esp&spm=a2g0o.detail.0.0.5d323a08uLphHz&gps-id=pcDetailBottomMoreThisSeller&scm=1007.13339.274681.0&scm_id=1007.13339.274681.0&scm-url=1007.13339.274681.0&pvid=210d5c89-a615-40aa-9f6f-8872522735ad&t=gps-id:pcDetailBottomMoreThisSeller,scm-url:1007.13339.274681.0,pvid:210d5c89-a615-40aa-9f6f-8872522735ad,ttp_buckets:668%232846%238110%231995&pdp_ext_f=%257B%2522sku_id%2522%253A%25221200022902713632%2522%252C%2522sceneId%2522%253A%25223339%2522%257D&pdp_pi=-1%253B1.26%253B-1%253B-1%2540salePrice%253BEUR%253Brecommend-recommend)

Cables macho a macho para Arduino

[https://www.amazon.es/dp/B01NGTXASZ/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_2?psc=1&pd\\_rd\\_i=B01NGTXASZ&pd\\_rd\\_w=Q5LHl&pf\\_rd\\_p=444f018a-62d7-48b2-a88a-cea784dc658f&pd\\_rd\\_wg=hJ3sy&pf\\_rd\\_r=OP3N46YAEV9F8VJO4RRB&pd\\_rd\\_r=b6ce42e9-4163-4fdd-a4ff-05207c521d08&s=electronics&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzN1FKTVc2RVM2UFhSJmVuY3J5cHRIZElkPUeWnJc4NzU5WlGxWkpVT0ZZRzFHJmVuY3J5cHRIZEFkSWO9QTAzNzMTQyM1RJRvVMVNStk5KJndpZGdlE5hbWU9c3BfZGV0YWlsJmFjdGlvbj1jbGlja1Jl](https://www.amazon.es/dp/B01NGTXASZ/ref=sspa_dk_detail_2?psc=1&pd_rd_i=B01NGTXASZ&pd_rd_w=Q5LHl&pf_rd_p=444f018a-62d7-48b2-a88a-cea784dc658f&pd_rd_wg=hJ3sy&pf_rd_r=OP3N46YAEV9F8VJO4RRB&pd_rd_r=b6ce42e9-4163-4fdd-a4ff-05207c521d08&s=electronics&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzN1FKTVc2RVM2UFhSJmVuY3J5cHRIZElkPUeWnJc4NzU5WlGxWkpVT0ZZRzFHJmVuY3J5cHRIZEFkSWO9QTAzNzMTQyM1RJRvVMVNStk5KJndpZGdlE5hbWU9c3BfZGV0YWlsJmFjdGlvbj1jbGlja1Jl)

[ZGlyZWN0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==](#)

### Cables macho a hembra para Arduino

[.https://www.amazon.es/dp/B01NGTXASZ/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_2?psc=1&pd\\_rd\\_i=B01NGTXASZ&pd\\_rd\\_w=O5LHI&pf\\_rd\\_p=444f018a-62d7-48b2-a88a-cea784dc658f&pd\\_rd\\_wg=hJ3sy&pf\\_rd\\_r=OP3N46YAEV9F8VJ04RRB&pd\\_rd\\_r=b6ce42e9-4163-4fdd-a4ff-05207c521d08&s=electronics&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzN1FKTVc2RVM2UFhSJmVuY3J5cHRIZElkPUeWnJc4NzU5WlgxWkpVT0ZZRzFHJmVuY3J5cHRIZEFkSWQ9OTAzNzM5MTQyM1RJRvVdVMVNSTk5KJndpZGdldE5hbWU9c3BfZGV0YWlsJmFjdGlvbj1jbGlja1JlZGlyZWN0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==](https://www.amazon.es/dp/B01NGTXASZ/ref=sspa_dk_detail_2?psc=1&pd_rd_i=B01NGTXASZ&pd_rd_w=O5LHI&pf_rd_p=444f018a-62d7-48b2-a88a-cea784dc658f&pd_rd_wg=hJ3sy&pf_rd_r=OP3N46YAEV9F8VJ04RRB&pd_rd_r=b6ce42e9-4163-4fdd-a4ff-05207c521d08&s=electronics&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzN1FKTVc2RVM2UFhSJmVuY3J5cHRIZElkPUeWnJc4NzU5WlgxWkpVT0ZZRzFHJmVuY3J5cHRIZEFkSWQ9OTAzNzM5MTQyM1RJRvVdVMVNSTk5KJndpZGdldE5hbWU9c3BfZGV0YWlsJmFjdGlvbj1jbGlja1JlZGlyZWN0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==)

### Manguera

[https://es.aliexpress.com/item/1005001724103214.html?spm=a2g0o.detail.1000014.5.1d7e29b3xwmjOr&gps-id=pcDetailBottomMoreOtherSeller&scm=1007.40000.267768.0&scm\\_id=1007.40000.267768.0&scm-url=1007.40000.267768.0&pvid=27cd2954-d117-4654-84de-faeca54bdb4f&t=gps-id:pcDetailBottomMoreOtherSeller,scm-url:1007.40000.267768.0,pvid:27cd2954-d117-4654-84de-faeca54bdb4f,tpp\\_buckets:668%232846%238110%23312&pdp\\_ext\\_f=%257B%2522sku\\_id%2522%253A%252212000017350276268%2522%252C%2522sceneld%2522%253A%252230050%2522%257D&pdp\\_pi=-1%253B0.72%253B-1%253B-1%2540salePrice%253BEUR%253Brecommend-recommend](https://es.aliexpress.com/item/1005001724103214.html?spm=a2g0o.detail.1000014.5.1d7e29b3xwmjOr&gps-id=pcDetailBottomMoreOtherSeller&scm=1007.40000.267768.0&scm_id=1007.40000.267768.0&scm-url=1007.40000.267768.0&pvid=27cd2954-d117-4654-84de-faeca54bdb4f&t=gps-id:pcDetailBottomMoreOtherSeller,scm-url:1007.40000.267768.0,pvid:27cd2954-d117-4654-84de-faeca54bdb4f,tpp_buckets:668%232846%238110%23312&pdp_ext_f=%257B%2522sku_id%2522%253A%252212000017350276268%2522%252C%2522sceneld%2522%253A%252230050%2522%257D&pdp_pi=-1%253B0.72%253B-1%253B-1%2540salePrice%253BEUR%253Brecommend-recommend)

### Relé

[https://www.amazon.es/WINGONEER-KY-019-Escudo-m%C3%B3dulo-arduino/dp/B06XHJ2PBJ/ref=pd\\_sbs\\_sccl\\_2\\_1/260-8973794-9559705?pd\\_rd\\_w=qvYkO&pf\\_rd\\_p=d8b7a3ad-e524-413a-bc55-4285322acd8d&pf\\_rd\\_r=N4T6PM0627YWYVC5VGSV&pd\\_rd\\_r=56e80b7f-34c1-467f-ae41-9a314173445e&pd\\_rd\\_wg=dZISM&pd\\_rd\\_i=B06XHJ2PBJ&psc=1](https://www.amazon.es/WINGONEER-KY-019-Escudo-m%C3%B3dulo-arduino/dp/B06XHJ2PBJ/ref=pd_sbs_sccl_2_1/260-8973794-9559705?pd_rd_w=qvYkO&pf_rd_p=d8b7a3ad-e524-413a-bc55-4285322acd8d&pf_rd_r=N4T6PM0627YWYVC5VGSV&pd_rd_r=56e80b7f-34c1-467f-ae41-9a314173445e&pd_rd_wg=dZISM&pd_rd_i=B06XHJ2PBJ&psc=1)

### Pasamuros

<https://es.rs-online.com/web/p/pasamuros/1366963>

## MATERIALES

<https://curiosoando.com/que-propiedades-tiene-el-polipropileno-y-para-que-se-utiliza>

<https://aguilera.es/?productos=depositos-de-acero-inoxidable-para-la-reserva-de-agua>

<https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-pre/opm-bus-pref/38-opc-fag-pre6>

[https://www.merefsa.com/es/productos/cauchos-de-silicona\\_kgr/](https://www.merefsa.com/es/productos/cauchos-de-silicona_kgr/)

<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>

## Webgrafía

- UNE-ISO 37120:2015 ->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/une/?c=N0054983>
- UNE-EN ISO 14001:2015->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/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-denormas/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>
- UNE 157601:2007->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/une/?c=N0039367>
- UNE 1027:1995->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/UNE?c=N0000025>
- UNE 1039:1994->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/une/?Tipo=N&c=N0000034>
- UNE-EN ISO 3098-1:2015 (Ratificada) ->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N005459420>
- UNE-EN ISO 3098-2:2001->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/UNE?c=N0024156>
- UNE-EN ISO 3098-4:2001->  
<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/UNE?c=N0024166>
- UNE-EN ISO 3098-5:1998  
-><https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-denormas/UNE?c=N00133>



**POT**

**Volumen III:  
PLIEGO DE  
CONDICIONES**

# Volumen III: PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

1. Especificaciones del producto	140
2. Especificaciones de los materiales	142
3. Fabricación	148
4. Calidades mínimas	160
5. Estudio mecánico	162
6. Especificaciones técnicas de los componentes.	167
7. Montaje	169
8. Responsabilidades.	175



# 1. Especificaciones del producto

El producto de este proyecto es una cápsula invernadero, cuya finalidad es el crecimiento y cuidado de la planta. A continuación se van a especificar las dimensiones y peso de cada una de las piezas.

## Deposito de agua

Dimensiones	250x50 mm
$\rho(\text{PP})=0.9 \text{ g/cm}^3$ Peso (kg)	0.16 kg

## Tapa

Dimensiones	250x15 mm
Peso (kg)	0.18 kg

## Pieza para componentes

Dimensiones	250x69 mm
Peso (kg)	0.22 kg

## Recipiente de tierra

Dimensiones	250x80 mm
Peso (kg)	0.2 kg

**Goma elástica**

Dimensiones	diametro: 240 mm
Peso (kg)	0.10 kg

**Capsula**

Dimensiones	249x290 mm
Peso (kg)	0.45 kg

**Codo de llenado**

Dimensiones	Ø 20 mm
Peso (kg)	0.0025kg

**TOTAL**

1.31 kg
---------

Para que este producto sea posible, se ha tenido que dividir en compartimentos para cada necesidad, uno para la tierra, otro compartimento para los aparatos electrónicos y eléctricos y por último el depósito de agua.

Se debe tener en cuenta que en los datos de la tabla no se han añadido el peso de los componentes electrónicos, que se estima aproximadamente que sea de 0.250kg.

En este apartado no se han tenido en cuenta el máximo peso que puede llegar a alcanzar el producto, esto se tendrá en cuenta para el estudio mecánico..

## 2. Especificaciones de los materiales

En este apartado se va realizar una búsqueda de materiales, en función de las características se seleccionara el óptimo para este producto. La cápsula invernadero está compuesta de 6 piezas, que pueden llegar a necesitar hasta 3 o 4 materiales diferentes. Cada pieza va a requerir unas cualidades del material diferentes.

Se ha procedido al estudio de la viabilidad de diferentes materiales para la fabricación de los componentes:

### 2.1 Depósito de agua + codo de llenado + pieza para aparatos electrónicos + recipiente de tierra

#### PP (polipropileno)

El polipropileno conocido por las siglas PP es uno de los materiales plásticos más utilizados actualmente. Abarca muchos usos desde textiles hasta envases. El polipropileno se obtiene a partir de la polimerización del propileno, siendo un material que entra en la categoría de los termoplásticos.

Las ventajas más destacables para la utilización de este material son:

- Gran versatilidad
- Baja absorción de humedad.
- Resistencia química
- Ligereza
- Buen coste
- Aislante eléctrico..

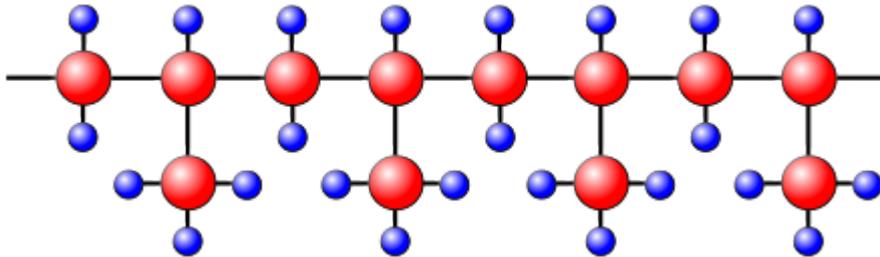
Unas de las aplicaciones más amplias de este material es su uso para la fabricación de tanques o depósitos de agua para el almacenamiento de agua u otros líquidos.

Otro punto a tener en cuenta, es que el polipropileno es un material que se puede reciclar fácilmente, propiedad que es importante tener en cuenta en la actualidad, su incineración no tiene efectos contaminantes y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental.

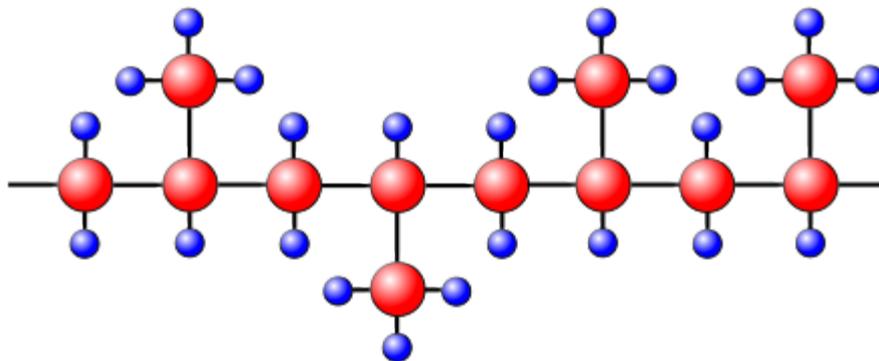
En este material hay tres variantes en función de la distribución de la cadena y son los siguientes

PP isotáctico:

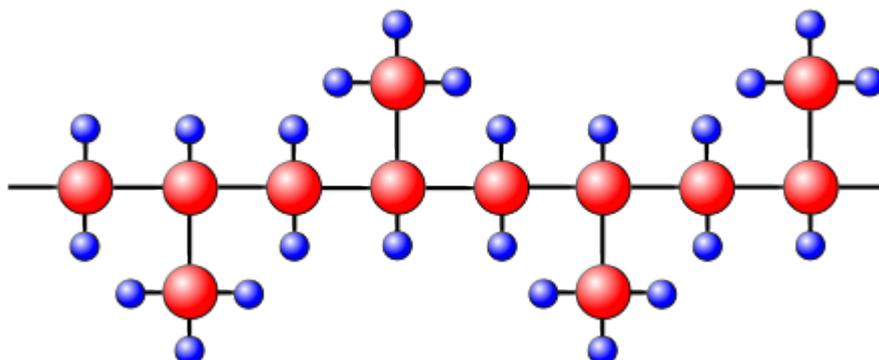
La ordenación regular de los grupos se caracteriza con una alta cristalinidad. Esto produce que el material tenga gran resistencia mecánica y tenacidad. Variante más utilizada para la inyección de piezas (tapas, rosca, juguetes, contenedores, etc...)

PP atáctico:

Esta variante tiene una gran pegajosidad, característica que permite adherirse en superficies aunque haya polvo. Suele utilizarse como base para los adhesivos en fundido.

PP sindiotáctico:

Es el menos resistente, al ser poco cristalino, tiene los grupos metilos acomodados en forma alterna lo cual hace ser más elástico que el PP isotáctico.



### **Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)**

Es un material formado por una cadena polimérica y fibras de vidrio, en concreto epoxi, vinilester o poliéster. Las fibras aportan resistencia y la resina aporta resistencia al medio ambiente como define la forma de la pieza.

Su característica principal es que es muy resistente al igual que muchos otros materiales compuestos los dos materiales se complementan adecuadamente para que sea más resistente. También es un material compuesto muy ligero en comparación con su alta resistencia mecánica, es resistente contra los químicos y corrosión. El PRFV es estanco y un punto importante es que es respetuoso con el medio ambiente. Es un material altamente duradero con una larga vida útil.

### **Policarbonato**

Este material ha sido escogido por su gran reciclabilidad y la resistencia a impactos. El depósito de agua es susceptible a recibir golpes, por lo que se quiere de un material que no se quiebre ni deforme. Otra característica a tener en cuenta es la fabricabilidad de las piezas, ya que se busca un material que sea compatible con la inyección. El Policarbonato es un material que puede ser fabricado por inyección permitiendo espesores de hasta 5mm.

Características principales:

- Alta resistencia a los impactos,
- Extremada transparencia.
- Alta rigidez y resistencia.
- Grandes propiedades del policarbonato como aislamiento eléctrico óptimo.

### **Conclusión:**

Después de la búsqueda de información sobre los materiales, y la comparación de las características expuestas se ha llegado a la conclusión que el PP polipropileno es el más adecuado para estas piezas.

Las piezas más importantes para la elección de este material han sido el depósito de agua y el depósito de los componentes electrónicos y eléctricos, ya que son los más restrictivos, en cuanto a los elementos que contienen en ellos.

El polipropileno es un material muy usado en depósitos de agua y también tiene como característica principal aislante eléctrico. Material muy acertado por su bajo coste, reciclabilidad y ligereza.

Para la elección del material de estas piezas se ha escogido un material plástico frente a otros materiales por las ventajas siguientes:

Son ligeros y por tanto reducen los costes del transporte.

Son duraderos, resistentes y seguros.

Pueden fabricarse en infinidad de formas.

Presentan excelentes características como aislantes térmicos y eléctricos. Los plásticos están normalizados en base a las normas DIN 7728

## 2.2 Càpsula

### SMMA CET

Familiar de resinas transparentes, está diseñada utilizando una base de copolímeros estireno-acrílicos. Estos copolímeros ofrecen un balance de los beneficios propios de sus componentes individuales: versatilidad y facilidad de procesamiento, resistencia mejorada al impacto manteniendo en todo momento una alta transparencia. Puede ser utilizado para inyección como para extrusión y soplado. Es ideal para paredes delgadas.

Características principales:

- Es ligero
- Baja densidad
- Facilidad de proceso. (ciclos de inyección rápidos)
- Aumenta la vida útil de los utillajes.
- Bajo coste.

### PS (poliestireno)

El poliestireno es la quinta resina más importante en términos de producción y consumo, encontrado en muchas aplicaciones en objetos de la vida cotidiana.

El poliestireno de cristal se trata de un termoplástico rígido, de excelente transparencia y rigidez, por sus propiedades estéticas, mecánicas y respetuosas con la salud y el medio ambiente es utilizado en numerosas aplicaciones de consumo.

Polímero versátil para distintos sectores, plástico duro y sólido con una buena resistencia al calor, se usa en productos que requieren transparencia como son los envases, ventanas y equipos de laboratorio.

Otra de sus características principales es que su aplicación es muy amplia. Se busca un material que sea sostenible, reciclable y que cuide el medio ambiente.

Transparente



## **Policarbonato**

Este material ha sido escogido por su gran reciclabilidad y la resistencia a impactos. Otra característica a tener en cuenta es la fabricabilidad de las piezas, ya que se busca un material que sea compatible con la inyección. El Policarbonato es un material que puede ser fabricado por inyección permitiendo espesores de hasta 5mm.

Características principales:

- Alta resistencia a los impactos,
- Extremada transparencia.
- Alta rigidez y resistencia.
- Grandes propiedades del policarbonato como aislamiento eléctrico óptimo.

## **Conclusión:**

El material elegido para la cápsula es el Policarbonato, ya que es el *material* más completo, es un material más resistente que el poliestireno, y cumple con un requisito indispensable para la elaboración de este proyecto, la característica más importante de este material es que es más ecológico que los otros materiales comparados y también puede ser por inyección.

## **2.3 Junta hermética de las piezas**

### **Caucho de silicona**

La silicona tiene una alta transparencia, versatilidad y un excelente comportamiento en diversos medios físicos y químicos, pudiendo ser transformada en múltiples procesos productivos como inyección, moldeo por compresión, extrusión, autoclave, colada, etc. Muy utilizada para juntas planas troqueladas, juntas moldeadas y juntas soldadas.

Características:

- Resistencia térmica.
- Superficie no porosa, hidrófuga además de impermeable.
- Propiedades dieléctricas, aislantes eléctricos.
- Alta elasticidad.
- Resistencia mecánica.
- Alto desgarramiento.
- Resistencia atmosférica, resistencia a la intemperie y las radiaciones UV.
- Gran dureza.
- Dificulta los deslizamientos.

### **Caucho natural (NR)**

Caucho más utilizado en el mundo, a partir del cual se han ido desarrollando todos los cauchos sintéticos.

Se caracteriza:

- Buenas características mecánicas, destacan la resistencia a tracción y la resistencia al desgarro.
- Excelente resiliencia.
- Buena deformación.
- Coeficiente de rozamiento muy elevado, dificulta deslizamientos indeseados.

### **Conclusión**

Comparando las opciones expuestas anteriormente se llega a la conclusión de utilizar la junta hermética con caucho de silicona. Principalmente porque su abanico de características se ajusta más a nuestras necesidades del producto.

### 3. Fabricación

Para empezar con este apartado se ha realizado una tabla (tabla 14) para diferenciar los materiales que van a ser comprado o los que van a fabricados:

PIEZA	FABRICADA O COMPRADA	DETALLES
Deposito de agua	Fabricada	PP isotáctico
Contenedor aparatos eléctricos	Fabricada	PP isotáctico
Recipiente tierra	Fabricada	PP
Capsula	Fabricada	Policarbonato
Junta hermética	Fabricada	Caucho de silicona
Codo	Fabricada	PP
Cargador	Comprada	Compra por internet
Sistema eléctrico	Comprada	Compra por internet
Pasa-muros	Comprada	Compra por internet

Tabla 14: Piezas compradas o fabricadas.

En primer lugar se va a explicar los procesos de fabricación más densos. Se empieza por el proceso de inyección de plásticos que abarca: Cápsula, recipiente de tierra, contenedor de productos electrónicos, depósito de agua.

### 3.1 Depósito de agua de PP atáctico

El proceso de inyección de plásticos es el más utilizado y conocido en el mercado, ya que es un proceso rentable, cuando se trata de fabricación en gran escala, y muy preciso. Con la inyección se pueden obtener piezas de variado peso y con geometrías complicadas.

Las características más importantes del proceso de inyección son las siguientes:

- La pieza es obtenida en una única etapa.
- Se necesita poco o ningún trabajo después de haber obtenido la pieza.
- Proceso automatizable totalmente.
- Condiciones de fabricación fácilmente reproducibles.
- Piezas de gran calidad.

Para este caso de inyección de plásticos se han de tener en cuentas las siguientes restricciones para su fabricación:

- Dimensiones de la pieza.
- Propiedades mecánicas. La pieza deberá resistir las condiciones de uso a las que está destinada durante un tiempo de vida útil.
- Peso de la pieza. Relacionada con las propiedades de ella es de gran importancia.
- Tiempo de ciclo. Para poder ampliar la producción será necesario minimizar el tiempo de ciclo de cada pieza.
- Consumo energético. Disminución del consumo y menor coste de producción.

La inyección de plásticos es el proceso de fundir gránulos de plástico, cuando están suficientemente fundidos, son inyectados a presión en la cavidad del molde, rellenando y solidificando para la creación del producto final. A continuación se deja una imagen del proceso:

1. Cierre del molde.
2. Inyección:
  - Fase de llenado
  - Fase de mantenimiento
3. Plastificación o dosificación y enfriamiento de la pieza.
4. Apertura del molde y extrusión de la pieza.

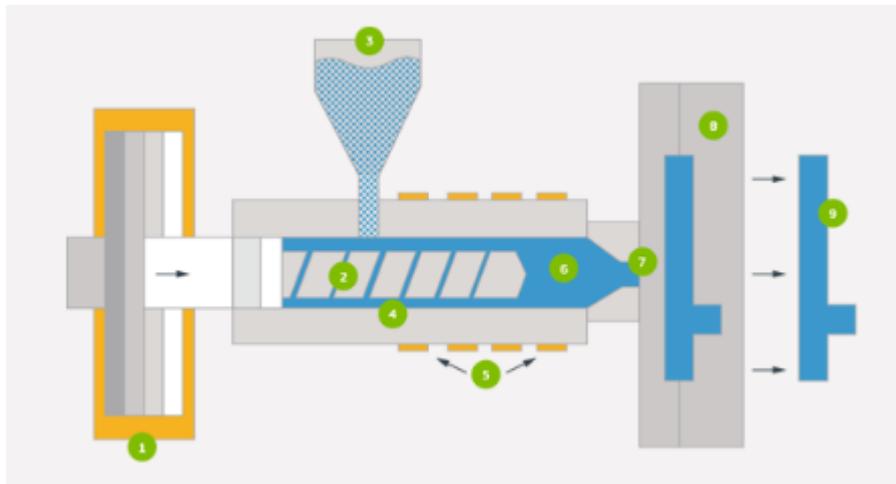


Imagen 53: Proceso inyección de plásticos.

Explicación detallada de cada una de las partes del proceso:

- **Cierre del molde**

Con esta primera etapa se inicia el ciclo, preparándolo para poder recibir la inyección del material en estado fundido. En esta etapa se aplica la fuerza de cierre, que es aquella que hace la máquina para poder mantener el molde cerrado durante el proceso de inyección. Esta fuerza depende de la superficie proyectada de la pieza y de la presión real, presión específica, que se tiene en la cavidad del molde.

- **Inyección:**

En esta etapa se producen dos fases, fase de llenado y fase de mantenimiento.

- Fase de llenado

Una vez que el molde ha sido cerrado y aplicada la fuerza de cierre, se empieza la fase de llenado del molde. El husillo de la unidad de inyección, inyecta el material fundido en el interior del molde a una elevada presión, al inyectar, el husillo avanza sin rotación. La duración de esta etapa puede ser de decenas hasta varios segundos, dependiendo de la pieza, material a inyectar y características del proceso.

La finalidad de esta etapa es llenar el molde con suficiente cantidad de material. Se tendrán que tener en cuenta estas variables: Velocidad de inyección, presión de inyección y temperatura del material .

La unidad de cierre mueve las dos mitades del molde para unirlos. La unidad de plastificación se mueve hacia el canal en el molde.

Tan pronto como el material que se moldea contacta con el molde en la operación de inyección, comienza a enfriarse y solidificar. Por dicho motivo la inyección ocurre rápidamente, con lo que la cavidad se llena mientras el material se encuentra en estado fundido. Este proceso requiere presiones muy elevadas ya que el compuesto es muy viscoso. Durante la inyección de las dos mitades del molde están completamente presionadas por el efecto de la fuerza de cierre.

Si la presión de inyección dentro de moldes es mayor que la fuerza de cierre, la línea de partición está forzada a abrirse, permitiendo al compuesto que se moldea escapar de la cavidad (con lo que se produce rebaba y requiere un trabajo adicional con tal de eliminarla)

Durante el enfriamiento el material se contrae dentro del molde, por este motivo habrá que añadir más material para que el volumen de la pieza sea el deseado. Cuanto tenemos tiempo de mantenimiento correcto, se puede obtener piezas de compactación adecuada, estabilidad dimensional, ausencia de deformaciones y buenas propiedades mecánicas. Sin embargo, al conseguir dicho tiempo no es una garantía cuando se tiene un punto de inyección demasiado pequeño, pues este solidifica antes de que se llene la cavidad.

Tan pronto como el material llena el molde, este comienza a enfriarse, este enfriamiento comienza en las paredes del molde hasta desplazarse al interior de la pieza. Durante un periodo de tiempo el material permanece fluido en la región interna de la pieza.

Al enfriarse el compuesto se contrae. Si la presión con la que se inyecta se retira después de la fase de llenado, no será posible controlar las dimensiones de la pieza.

Hay que tener en cuenta ya que es importante que la transición de la fase de presión de llegada a la fase de presión de mantenimiento suceda en el momento correcto.

#### -Fase de mantenimiento

En el inicio de esta fase, la cavidad ya ha recibido la mayoría del material que necesita, pero una pequeña cantidad de material es inyectada para compensar la contracción. En el final de esta fase aún queda material sobrante en la cámara de inyección denominado cojín.

Para la contracción de material debido al proceso de solidificación, deben dejarse amplitudes para la contracción y encogimiento del material en el diseño de la pieza. Además de afectar a la precisión dimensional de esta, la contracción puede introducir tensiones internas que pueden hacer la pieza inservible. La velocidad de contracción para los plásticos debe ser facilitada por el fabricante y ha de utilizarse en el diseño de la pieza.

En la siguiente tabla cogida del libro de la asignatura "DI 1020-Diseño para fabricación: Procesos y Tecnologías (I)" se muestran algunos valores que pueden servir de orientación de porcentajes de contracción experimentados por distintos plásticos, en este caso el dato que tendremos de referencia será de termoplástico polipropileno.

<i>Termoplásticos</i>	
<i>Material</i>	<i>% de contracción durante la solidificación</i>
Acetal	2,0-2,5
Acrílicos	0,3-0,8
ABS	0,3-0,8
Poliamida	0,3-1,5
Policarbonato	0,5-0,7
Polietileno	1,5-5,0
<b>Polipropileno</b>	<b>1,0-2,5</b>
Poliestireno	0,2-0,6
PVC rígido	0,1-0,5

Imagen 54: % de concentración en la fase de solidificación

- **Plastificación**

Después de aplicar la presión de mantenimiento, comienza a girar el husillo, de forma que el material va pasando progresivamente de la tolva a la cámara de inyección. Esta fase se realiza de forma paralela a la etapa de enfriamiento, acelerando así el tiempo total del ciclo. A medida que el husillo va transportando el material este sufre un retroceso debido a la acumulación de la zona delantera. El retroceso finaliza cuando ha llegado a una posición definida con anterioridad. En este momento ya está todo preparado para poder inyectar la siguiente pieza.

En la etapa de plastificación intervienen estos factores:

- Velocidad de giro del husillo.
- Contrapresión.
- Succión.

- **Apertura del molde y expulsión de la pieza**

Cuando el material de la pieza se considera que ha alcanzado la temperatura denominada de extracción el molde se abre y expulsa la pieza para que el ciclo de inyección se reinicie.

- **Enfriamiento**

Esta fase empieza simultáneamente con la de llenado de inyección, ya que el material empieza a enfriarse tan pronto toca la pared del molde. Finaliza cuando la pieza alcanza la temperatura adecuada para su extracción. En determinadas ocasiones es necesario esperar un tiempo, entre la etapa de plastificación y la de apertura de molde, para que se consiga el enfriamiento requerido de la pieza. El objetivo de ello es conseguir una consistencia que impida una deformación cuando la pieza es expulsada. La variable que afecta más a esta fase es la de temperatura de molde.

Partes del proceso de inyección de las piezas:

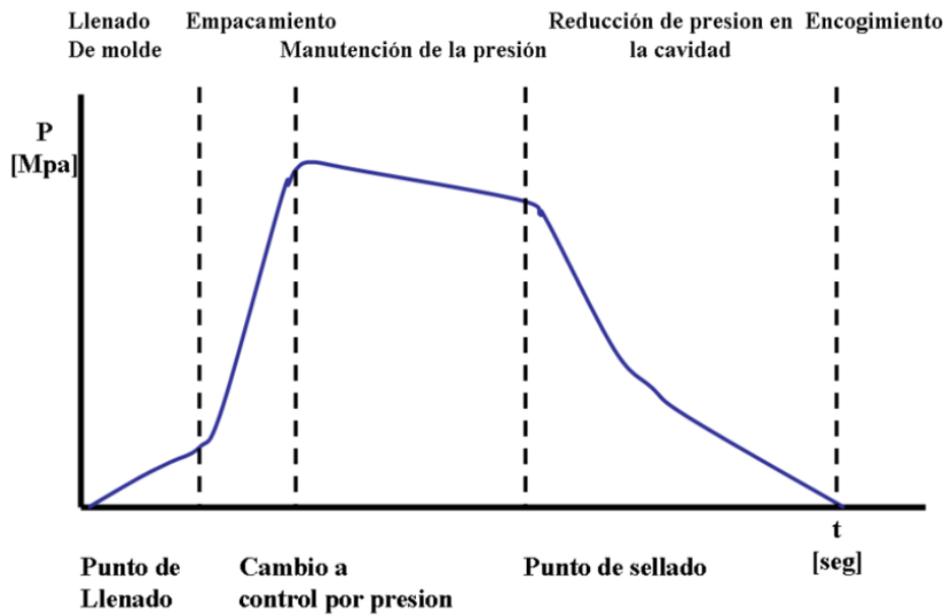


Imagen 55: Gráfica del proceso de inyección

Partes de las piezas del proceso de inyección:

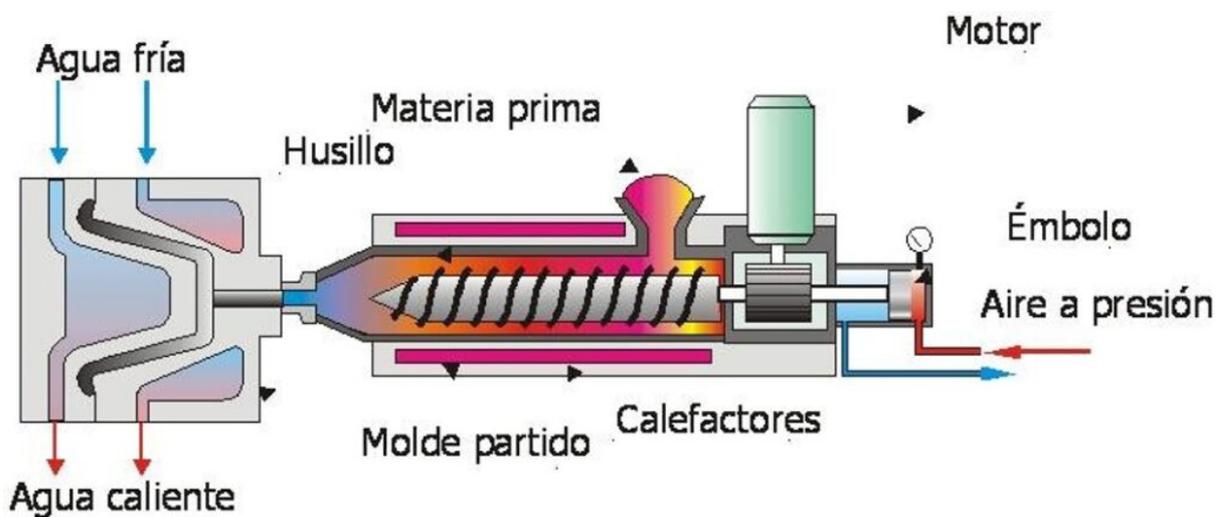


Imagen 56: Piezas en proceso de inyección

Se debe de concretar el punto de inyección o también llamado entrada del material.

Este punto de inyección será en el centro del producto, para que el material se reparta de manera uniforme cuando se introduce en el molde. El molde de las piezas de la cápsula será parecido a este, pudiéndose tomar como ejemplo.

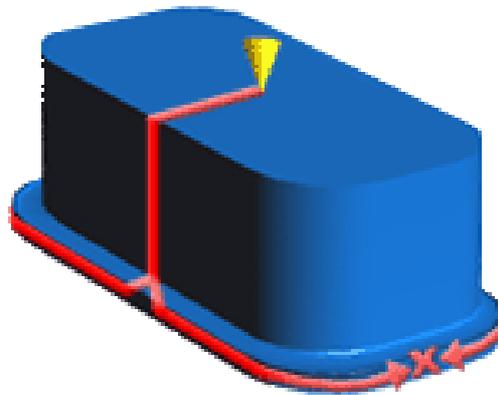


Imagen 57: Molde inyección.

Finalmente se ha pensado en este proceso de fabricación ya que se quiere que la cápsula invernadero sea un producto industrial, con el objeto de conseguir gran cantidad de ventas con una gran producción y rentabilidad económica.

### Condiciones de fabricación para moldeo por inyección

Para la fabricación de las piezas por moldeo de inyección, se van a tener que tener en cuenta las capacidades y los tamaños de las máquinas como también las características de estas, para tener posteriormente un cálculo aproximado del tiempo que será necesario para el ciclo de secado y el coste por hora de la máquina a utilizar. En la siguiente tabla (tabla 15) se muestran las capacidades y tamaños de las máquinas de inyección y en la tabla 16 las características de las máquinas inyectoras

Volumen pieza (cm <sup>3</sup> )	% Conductos alimentación	Volumen necesario
16	37	22
32	27	41
64	19	76
128	14	146
256	10	282
512	7	548

Tabla 15: .Capacidades y tamaños de las máquinas de inyección

Fuerza de cierre (KN)	Volumen bruto (cm <sup>3</sup> )	Ciclo de secado (s)	Potencia (KW)	Coste horario(€/h)
300	35	1,7	5,5	22,25
500	85	7,9	7,5	27,05
800	200	3,3	18,5	29,75
1100	285	3,9	22	32,50
1600	285	3,6	22	37
5000	2300	6,1	63	66,75

Tabla 16: Características de las máquinas inyectoras.

### **3.2 Contenedor sistema eléctrico de PP**

El proceso de fabricación para esta pieza, va ser el escogido y explicado anteriormente, inyección de plásticos. Este proceso ha sido escogido por su similar forma al depósito de agua y mismas características, se ha optado porque sea del mismo material para que todo el producto quede uniforme, no haya disimilitud de materiales o sean incompatibles.

### **3.3 Recipiente de tierra de PP**

La producción será igual a la del depósito de agua y el contenedor del sistema eléctrico.

### **3.4 Cápsula de PP.**

Para esta pieza se ha realizado de la misma manera que las piezas anteriores aunque en este caso el material es policarbonato, ya que se quiere que la pieza sea transparente..

### **3.5 Junta hermética de caucho**

Estas juntas herméticas se fabrican a partir de árboles de caucho, a través de la salvia o tan conocido como látex, material utilizado en la mayoría de los utensilios de nuestro hogar. El látex es purificado directamente de los campos de caucho generalmente. Este material es originario de EE.UU y países asiáticos como Indonesia, etc...

El proceso del látex se trabaja mediante un proceso complejo que lo convierte en tablas, a lo que conocemos como caucho.

Estas tablas resultantes de caucho se cortan para posteriormente triturarlas a una elevada temperatura para que se mezclen con químicos que modifican las propiedades, esta mezcla para por molienda y se aplana, cuando el material sigue en estado caliente, en una máquina de fresado, proceso llamado vulcanizado (proceso que le aporta las características elásticas del material).

Como último paso, ya generadas las planchas de caucho, se realiza el proceso de troquelado. El proceso de troquelado requiere de una máquina troqueladora y un molde llamado troquel, el cual tiene la forma especial requerida, la forma está definida mediante flejes de corte o de hendido. Este molde realiza cortes dobles y perforaciones sobre el plástico.

Posteriormente y según requiera la pieza, se pasa a limpiar el recorte original de la lámina. Dicho proceso de expulsión o limpieza puede ser realizado dentro de la misma máquina, mediante la estación de expulsión o con una herramienta especial desbrozadora, que es utilizada fuera de la máquina.

El proceso de troquelado se define como proceso mecánico de producción, herramienta empleada para dar forma a materiales sólidos, se ejerce una fuerza sobre los elementos del troquel.

### Esquema del proceso de Fabricación del caucho natural:

#### Limpieza caucho:



Imagen 59: Limpieza del caucho

## Secado proceso de laboratorio



Imagen 60: Proceso secado de caucho

Para el espesor de junta es muy importante elegir una junta lo más delgada posible. Las razones son:

1. En muchos casos —particularmente en el sellado de gases— un material más fino requiere una tensión mínima menor para sellar.
2. La resistencia a la relajación de la tensión (la capacidad de una junta de soportar los efectos de la tensión y de la temperatura sin reducir indebidamente el espesor) disminuye incrementando el espesor de la junta.
3. Un material más fino posee mayor capacidad para soportar altas cargas. No obstante, la junta ha de tener un espesor suficiente para tolerar la deformación debida a la rugosidad y a las irregularidades e imperfecciones superficiales de la brida.

## 4. Calidades mínimas

Como se especifica en el punto de la "Volumen I: Memoria, 4. Tolerancias de fabricación", para que las piezas se ajusten correctamente será necesario tener en cuenta unas tolerancias adecuadas y acordes a las mínimas que permite este proceso.

Teniendo en cuenta que es difícil definir las variaciones dimensionales de cada una de las cotas, se definen unas tolerancias generales de clase media acordes a ISO 2768-m según la norma UNE EN 22768-1.

Para la elección adecuada de estas tolerancias, se ha consultado la tabla de valores de tolerancias dimensionales y geométricas para la inyección de plásticos cogida del libro de "Diseño para fabricación: Procesos y tecnología (I)"

Material	Tolerancia dimensional ( $\pm$ )		Planitud		Concentricidad
	0-25	adicional por cada 25 mm	0-75	adicional por cada 75 mm	
Resinas epoxi	0,13	0,02	0,25	0,05	0,13
Resina fenólica	0,15	0,04	0,25	0,05	0,13
Resina fenólica con fibra	0,15	0,04	0,35	0,18	0,18
ABS	0,13	0,04	0,40	0,40	0,25
Acetal	0,15	0,05	0,30	0,25	0,25
Poliamida	0,10	0,04	0,25	0,13	0,25
Policarbonato	0,10	0,02	0,13	0,05	0,13
Poliétileno de alta densidad	0,20	0,08	0,60	0,35	0,70
Poliétileno de baja densidad	0,18	0,06	0,50	0,25	0,25
Polipropileno	0,18	0,05	0,55	0,35	0,40
Poliestireno	0,10	0,04	0,18	0,15	0,25
PVC rígido	0,20	0,03	0,40	0,13	0,25

Imagen 60: Concentricidad polipropileno

En la siguiente tabla (tabla 17) se muestran las calidades mínimas que se requieren para el moldeo por inyección.

Material	Valor nominal	Tolerancia
PP	0,5 hasta 3 mm	± 0,05 mm
PP	+ 3 hasta 6 mm	± 0,05 mm
PP	+ 6 hasta 30 mm	± 0,1 mm
PP	+ 30 hasta 120 mm	± 0,15 mm
PP	+ 120 hasta 400 mm	± 0,2 mm

Tabla 17: Calidades mínimas moldeo por inyección

Las medidas de cada pieza están especificadas en el apartado de “*Volumen IV: Planos*”

## 5. Estudio mecánico

En la cápsula invernadero no se llegan a producir esfuerzos mecánicos extremos que puedan ser un peligro para el usuario o el producto.

El estudio mecánico de este proyecto tiene como objetivo conocer las tensiones internas que tendrá que soportar el producto.

En primer lugar se va a calcular el peso total estimado del producto, incluyendo tierra y agua que cabe en este:

**PESO PIEZAS + CANTIDAD DE TIERRA + CANTIDAD DE AGUA= TOTAL**

$$1,5 \text{ kg} + 3,5 \text{ kg} + 1,3 \text{ kg} \approx 6,3 \text{ kg}$$

Así mismo se sabe que:  $P = m \times g$  (9,81 m/s<sup>2</sup>) ;

$$P = 7,3 \times g = 61,8 \text{ N}$$

Se va realizar un estudio donde se justifica la elección del material del producto. Este estudio mecánico se ha realizado mediante el criterio Von Mises, criterio escogido por las características del material, ya que el PP es un material dúctil. Se va realizar el estudio de deformaciones cuando el producto esté lleno, es decir, con agua, tierra y los componentes electrónicos. Se entiende que el producto cuando está vacío soporta la carga de cada una de las piezas.

### **Justificación mecánica: Criterio de fallo**

Para conocer cuál sería la tensión equivalente más desfavorable en el producto, se va aplicar la fuerza de peso (en sentido hacia abajo) que va actuar sobre ellos. En concreto, la parte del depósito de agua y los componentes electrónicos, ya que son los que más peso deben soportar.

Para este estudio se necesita conocer las propiedades del material a utilizar. Consultar la siguiente tabla (tabla 18):

**POLIPROPILENO**

Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	900
Modulo elastico. (N/mm <sup>2</sup> )	0.45 kg
Modulo cortante (N/mm <sup>2</sup> )	340
Coefficiente de Poisson	0,39
Limite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	26,25
Limite de tracción (N/mm <sup>2</sup> )	5,25

Tabla 18: Propiedades del material a utilizar (Fuente: SolidWorks)

Ecuación a tener en cuenta:

$$\sigma_{eq} \leq S_y$$

**5.1 Depósito de agua y tapa**

Para el cálculo del criterio de fallo se ha utilizado von Mises, este criterio ha sido escogido porque el PP es un material dúctil.

El resultado es el siguiente:

$$\sigma_{eq} \leq S_y$$

$$0,04364 \text{ N/ mm}^2 \leq 26,25 \text{ N/mm}^2$$

ico tensión nodal Tensiones1

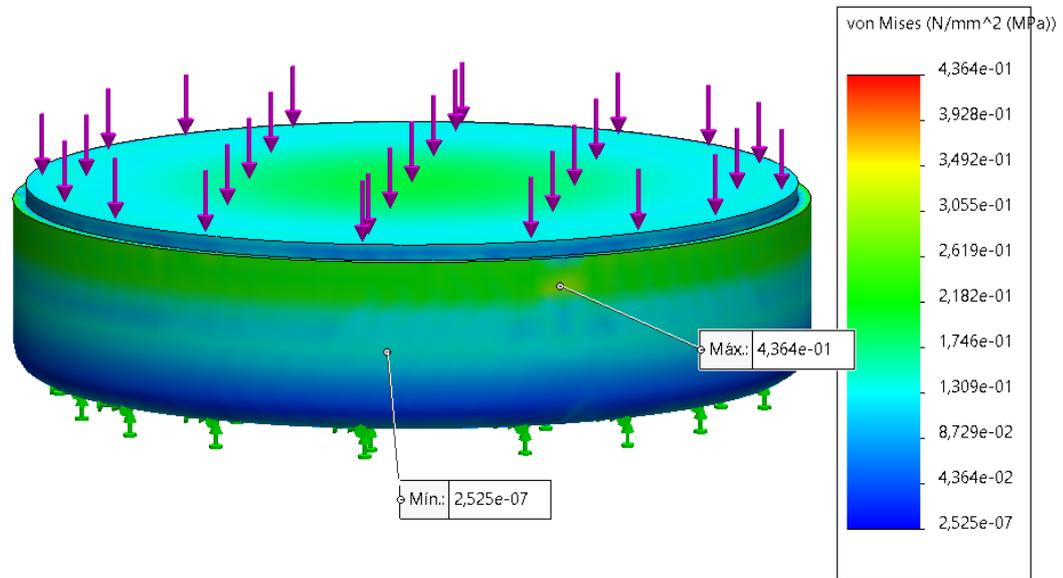


Imagen 62: Primer caso (Fuente: SolidWorks)

## 5.2 Contenedor componentes electrónicos:

Para el cálculo de esta pieza, se ha llevado a cabo el mismo procedimiento.

$$\sigma_{eq} \leq S_y$$

$$0,0005616 \text{ N/mm}^2 \leq 26,25 \text{ N/mm}^2$$

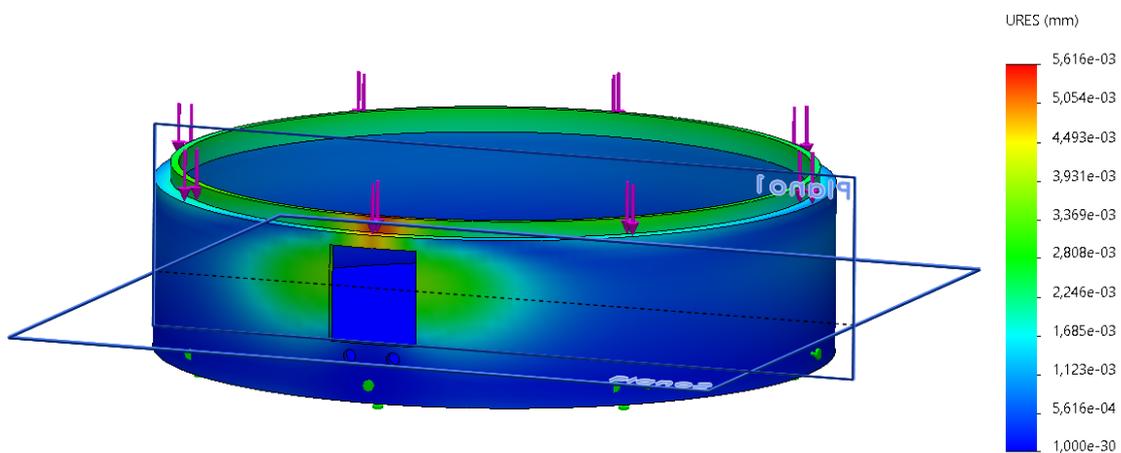


Imagen 63: Segundo caso (Fuente: SolidWorks)

**Justificación mecánica: Deformaciones**

Las deformaciones que se podrían originar serán las mostradas en la siguiente imagen. Estas deformaciones no son apreciables ya que están por debajo del 1 mm. En la zona máxima de estas piezas es de 0.01275mm muy por debajo del valor mencionado.

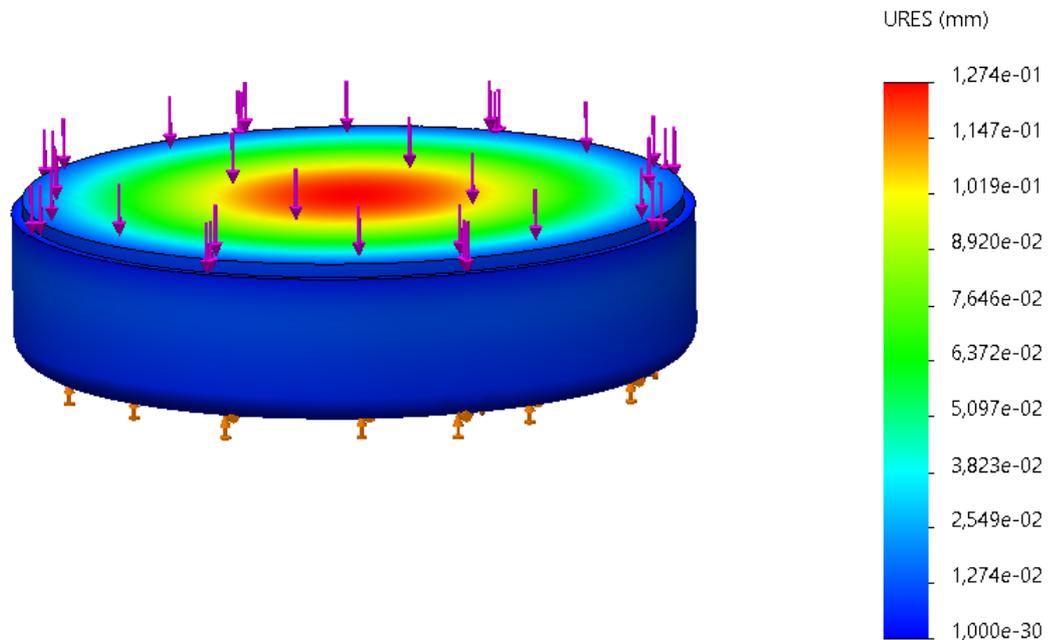


Imagen 64: Tercer caso (Fuente: SolidWorks)

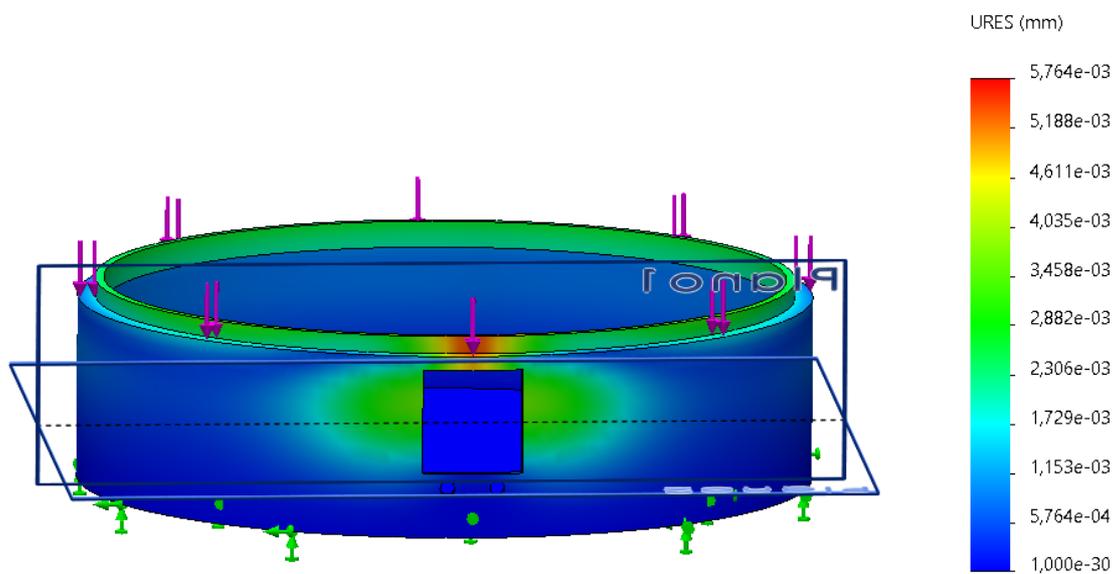


Imagen 65: Cuarto caso (Fuente: SolidWorks)

**Conclusiones**

Tras la realización de este ensayo, el producto no supera el límite elástico del material, la deformación no excede de 1 mm, valor que es considerado como máximo para que no flexione, por tanto se cumplen los ensayos del producto.

## 7. Especificaciones técnicas de componentes

A continuación se va mostrar una tabla de los componentes eléctricos y electrónicos, la mayoría de estos no son susceptibles de cambios, pero sí podrá variar el fabricante si se mantienen las características técnicas de tensión, corriente y potencia de los distintos elementos. electrónicos.

Componentes	Características	Fabricante
<b>Arduino uno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Alimentación: 5V</li> <li>· Pines digitales (entrada / salida): 14</li> <li>· Entradas analógicas: 6</li> <li>· Corriente máxima por pin: 20mA</li> </ul>	E-ika electrónica
<b>Placa de pruebas board</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Puntos: 420.</li> <li>· Dimensiones: 55mm x 82mm x 10mm.</li> <li>· Peso: 95g.</li> </ul>	MULTICOMP PRO
<b>Sensor de humedad del suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Voltaje de entrada: 3.3 - 5VCD</li> <li>· Voltaje de salida: 0 ~ 4.2V</li> <li>· Corriente: 35 mA</li> <li>· Peso 7g</li> </ul>	DigiKey
<b>Cables puente (genricos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tipo: cable de conexión, hembra a hembra</li> <li>· Tensión: máx. 30V</li> <li>· Corriente: máx. 3A</li> </ul>	MULTICOMP PRO
<b>Motor cc, bomba de agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Rango de voltaje: DC 3V-5V</li> <li>· Tensión nominal: DC 3,7V</li> <li>· Corriente sin carga: 0,4 a</li> <li>· Peso: 40g</li> </ul>	YI-GO Store

Componentes	Características	Fabricante
<b>Pantalla LCD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Modo de operación: 4 y 8 bits.</li> <li>· Voltaje de alimentación: 5V DC</li> <li>· Corriente máximo: 25mA</li> <li>· Peso: 32 g</li> </ul>	Geekcreit
<b>Resistencias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Resistencia: 220Ω</li> <li>· Potencia Max: 1/4W.</li> <li>· Tolerancia : 5%</li> </ul>	KOA Speer
<b>LED rojo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Corriente: 20 mA.</li> <li>· Voltaje: 2 a 2.4V.</li> <li>· Tensión: 1,8V</li> </ul>	Shenzhen Siyuanhengye Technology Co., Ltd.
<b>LED verde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Diámetro: 5mm.</li> <li>· Color del lente: Transparente.</li> <li>· Corriente: 20 mA.</li> <li>· Voltaje: 3.3V.</li> </ul>	
<b>Sensor de temperatura y humedad DHT11</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Voltaje de Operación: 3V - 5V DC.</li> <li>· Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C.</li> <li>· Precisión de medición de temperatura: ±2.0 °C.</li> <li>· Resolución Temperatura: 0.1 °C.</li> <li>· Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH</li> </ul>	BricooGreek

## 7. Montaje

En este apartado se va explicar detalladamente en qué orden se van a unir cada una de las piezas y las uniones utilizadas.

El montaje de la cápsula es bastante lineal, por eso es bastante sencillo ya que no está formado por muchas piezas. Se empieza con el paso 0, que es el paso que indica con qué pieza se inicia el montaje.

Lista de piezas y componentes:

1. Depósito de agua
2. tapa
3. Codo de llenado
4. Junta hermética
5. Contenedor componentes electrónicos
6. componentes electrónicos
7. Recipiente de tierra
8. Cápsula

**PASO 0**

Componente con el que se inicia por la parte inferior del producto el montaje, depósito de agua.

El depósito es el que contiene el agua para posteriormente regar la planta. Este tiene dos espacios con los que se trabajara, el agujero lateral por donde se deposita el agua y el superior por donde se procede con el siguiente elemento. La tapa, que irá unida a este elemento para hermetizar lo máximo posible el agua



Imagen 66: Depósito de agua.

**PASO 1**

En segundo lugar será unir el codo de llenado de agua dentro del orificio del depósito de agua.

El elemento de unión de estas piezas va a ser el adhesivo CT1, seleccionado porque es uno de los pocos adhesivos perfectos para el PP.

La unión de las superficies que van a ser pegadas van a requerir de preparación y limpieza. La calidad del resultado va a depender de la limpieza y la preparación de estas.



Imagen 67: Depósito de agua con tubo de llenado.

**PASO 2**

A continuación se introducirá verticalmente la tapa del depósito de agua.

Esta unión va ser no desmontable, proceso un poco más lento pues se va fijar mediante un adhesivo CT1 y este requiere una preparación de la superficie. Este adhesivo tiene fuerza suficiente para soportar los esfuerzos, es muy utilizado en plásticos aunque también metales.



Imagen 68.

**PASO 3**

En este paso se montaran todos los componentes electrónicos dentro de la pieza de componentes, se pasará el cable que cargara el sistema, se atornilla el arduino a unos pequeños salientes que tiene esta pieza y se instalará la pantalla LCD juntos a las luces leds.



Imagen 69

**PASO 4**

En este paso se montaran todos los componentes electrónicos dentro de la pieza de componentes, se pasará el cable que cargara el sistema y se instalará la pantalla LCD junto a las luces leds. La unión de estas piezas quedará fijada mediante la junta hermética de caucho natural.



Imagen 70

**PASO 5**

En cuarto lugar se introducirá la parte del contenedor de tierra, de forma vertical.

Esta unión no será fija ya que la tierra ejerce fuerza en sentido contrario y permite que el producto no se abra. Al ser un elemento estático no tendremos problema.



Imagen 71

**PASO 6**

Por último se inserta la cápsula en el eje vertical de las demás piezas. Esta unión es desmontable, va suelta en el conjunto para poder tener una mejor manipulación.



Imagen 72

**PRODUCTO COMPLETO FINAL**



Imagen 74: Producto final

## 9. Responsabilidades

El proyectista deberá resolver el diseño y desarrollo de la cápsula invernadero que automatice el proceso de regadío, siendo un proyecto completo y eficiente.

El proyecto contempla todos los puntos para desarrollar por completo el producto, desde el desarrollo hasta su fabricación y viabilidad técnica. En caso de que se materialice el producto será responsabilidad del proyectista llevar a cabo las comprobaciones necesarias, estudios, cálculos de funcionamiento y seguridad.



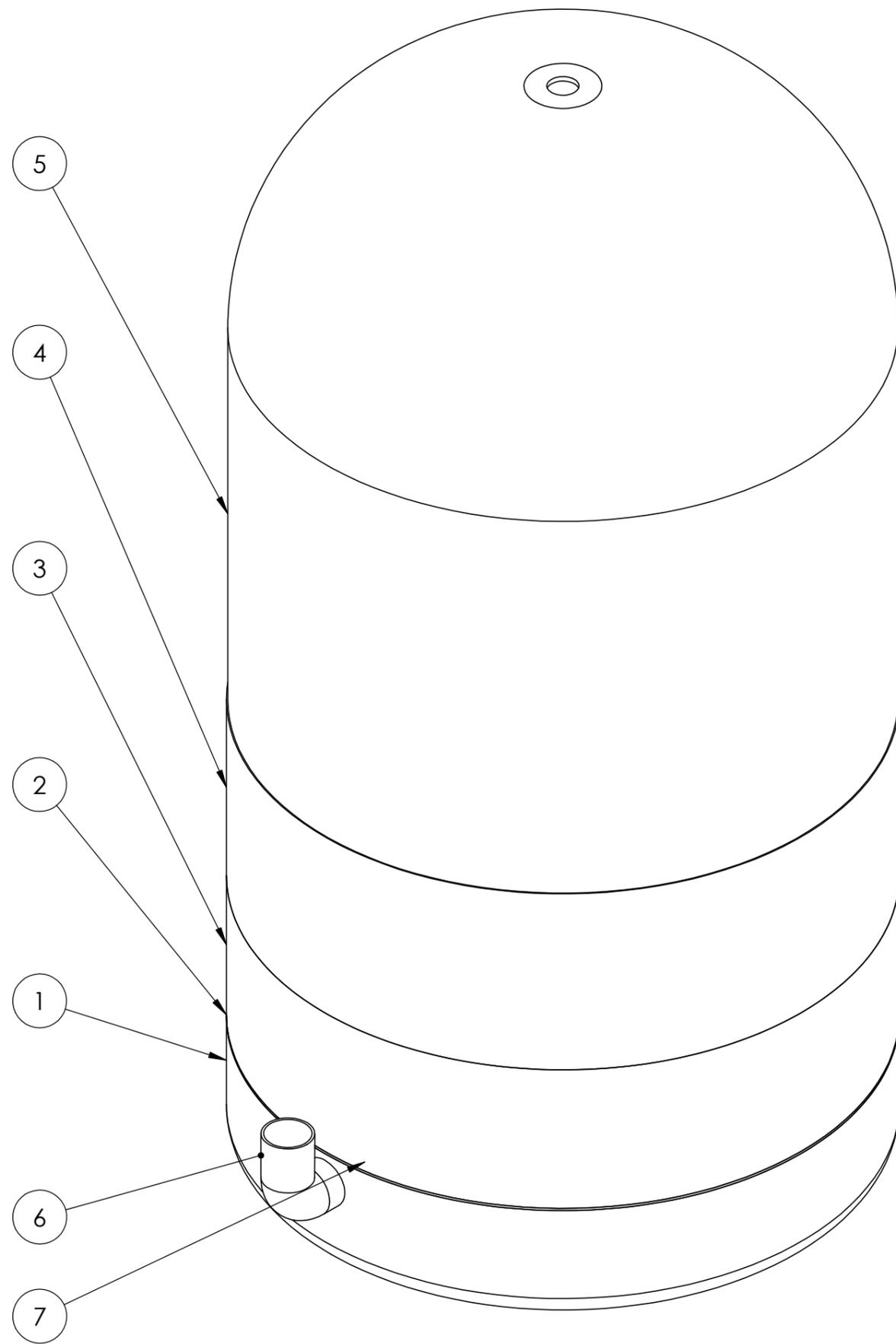
**POT**

**Volumen IV:  
PLANOS**

# Volumen IV: PLANOS

## ÍNDICE

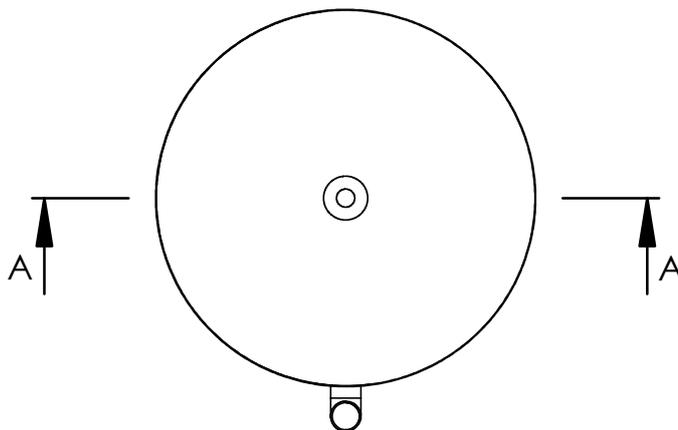
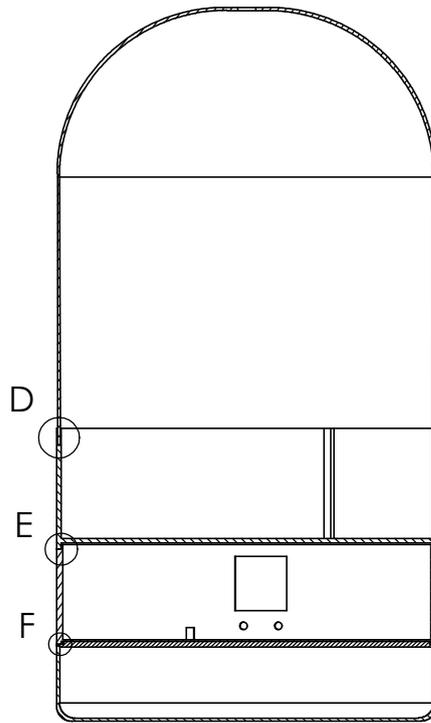
1. Conjunto	176
2. Depósito de agua.	176
3. Tapa	176
4. Junta hermética	176
5. Recipiente aparatos electrónicos	176
6. Recipiente tierra	176
7. Cápsula	176
8. Codo	176



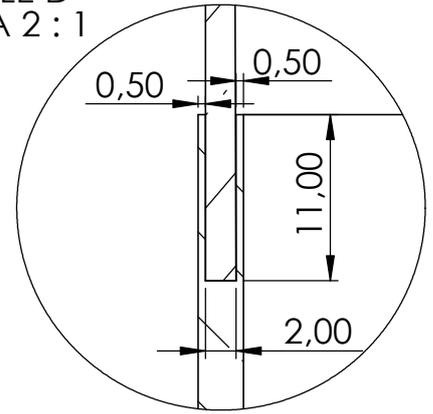
1	Deposito de agua	1	PP
1	Tapa	2	Caucho
1	Recipiente aparatos electronicos	3	PP
1	Recipiente tierra	4	PP
1	Cápsula	5	PS
1	Codo	6	PP
1	Junta hermetica	7	PP
Cantidad	Nº de Pieza	Nº Elemento	Materiales

IDIDP	1:5	Cápsula invernadero		mm	A3
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	0
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

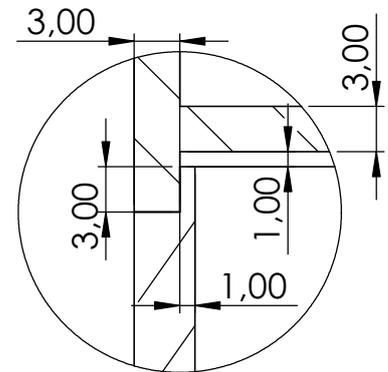
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5



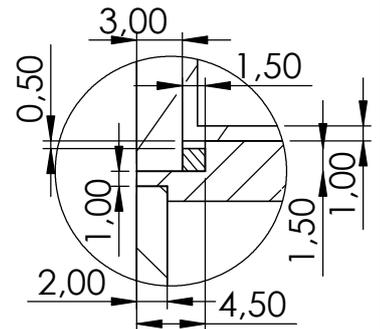
DETALLE D  
ESCALA 2 : 1

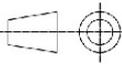


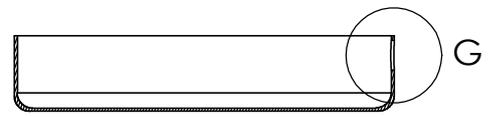
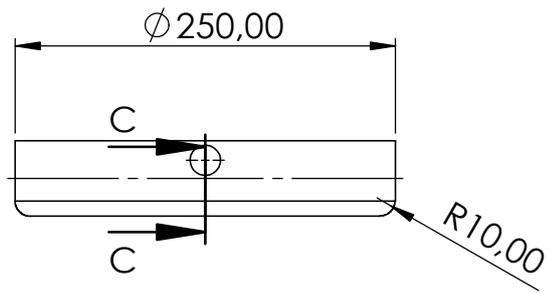
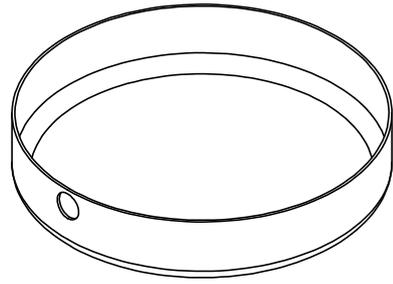
DETALLE E  
ESCALA 2 : 1



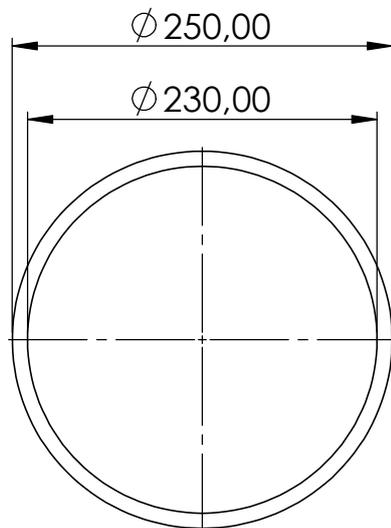
DETALLE F  
ESCALA 2 : 1



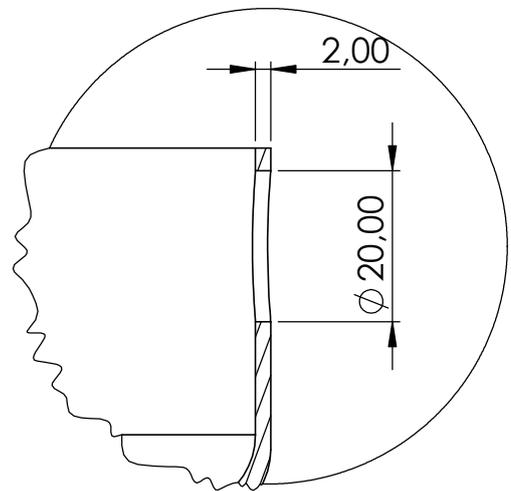
IDIDP	1:5	Cápsula invernadero		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	0
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

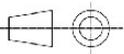


SECCIÓN C-C

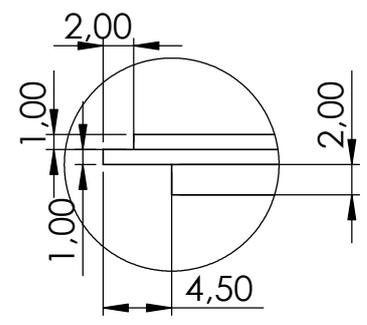


DETALLE G  
ESCALA 1 : 1

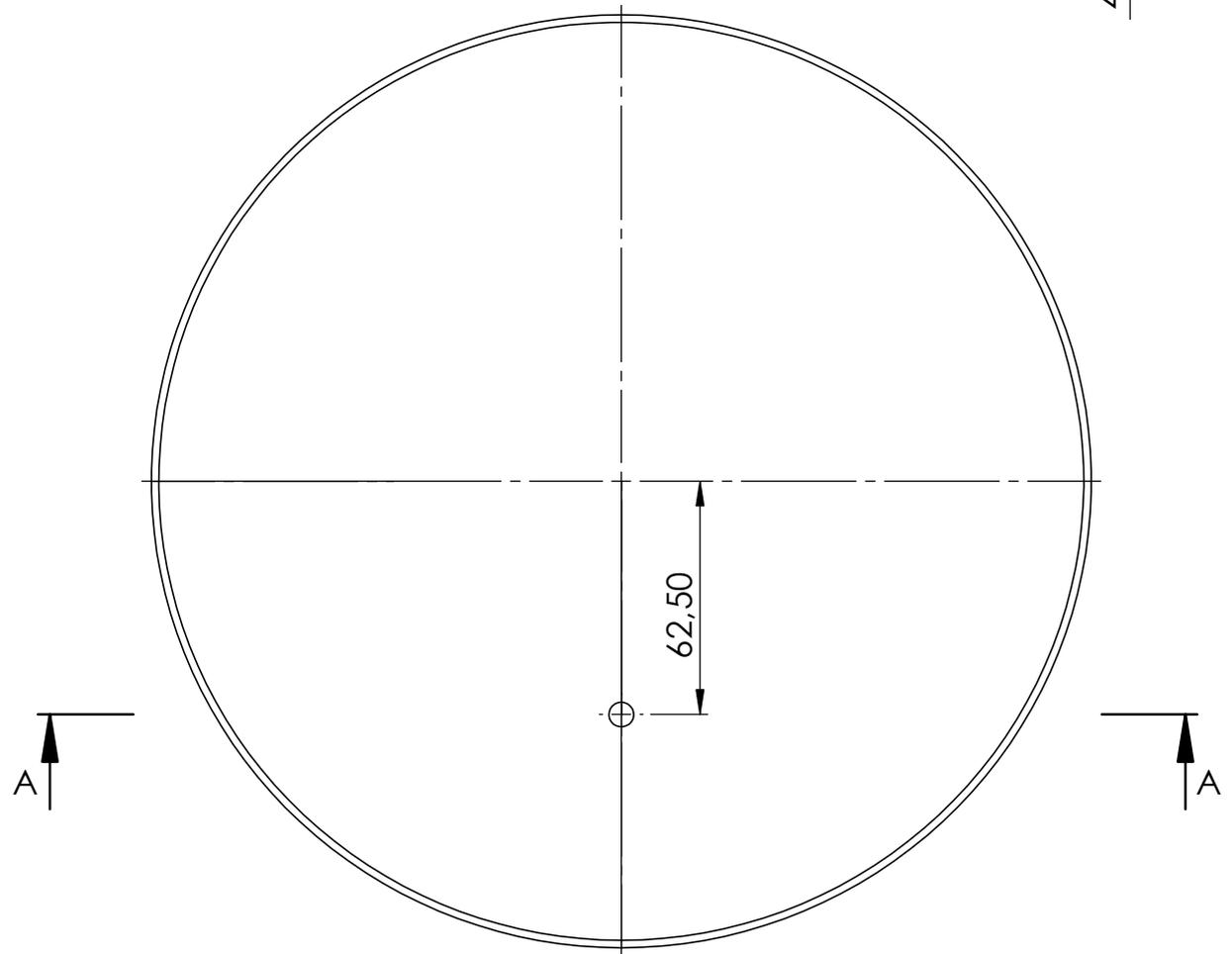
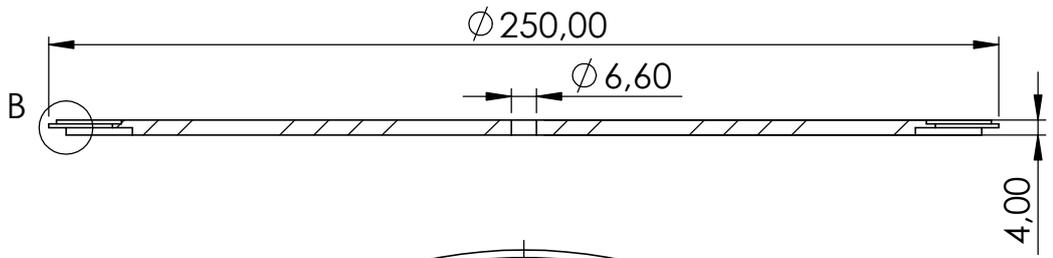


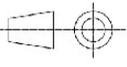
IDIDP	1:5	Deposito de agua		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	1
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

DETALLE B  
ESCALA 2 : 1

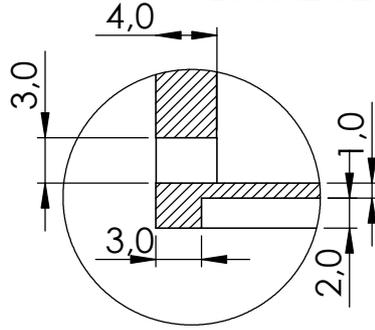


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2

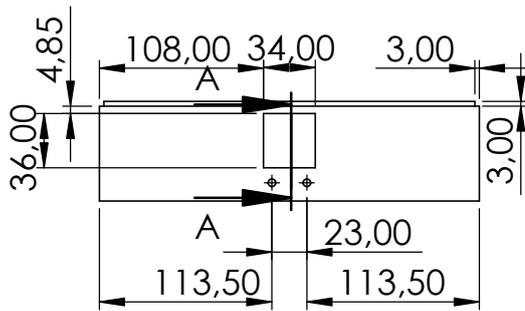
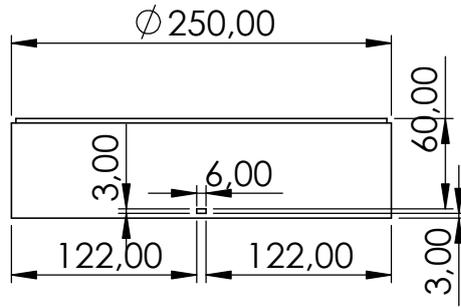
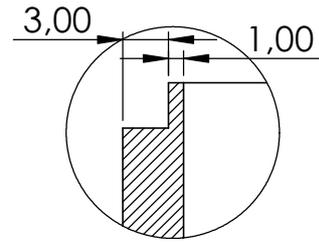


IDIDP	1:2	Tapa deposito		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	2
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

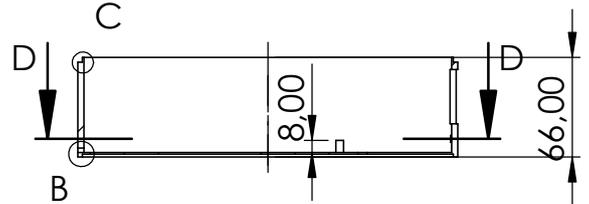
DETALLE B  
ESCALA 2 : 1



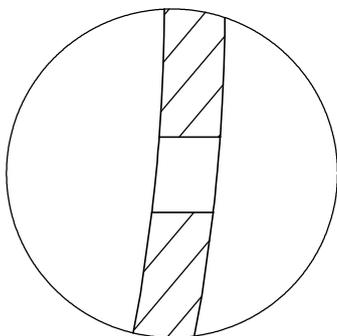
DETALLE C  
ESCALA 2 : 1



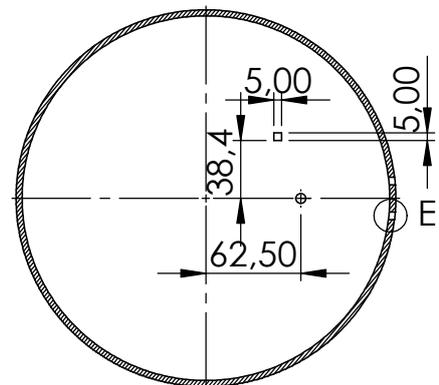
SECCIÓN A-A

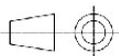


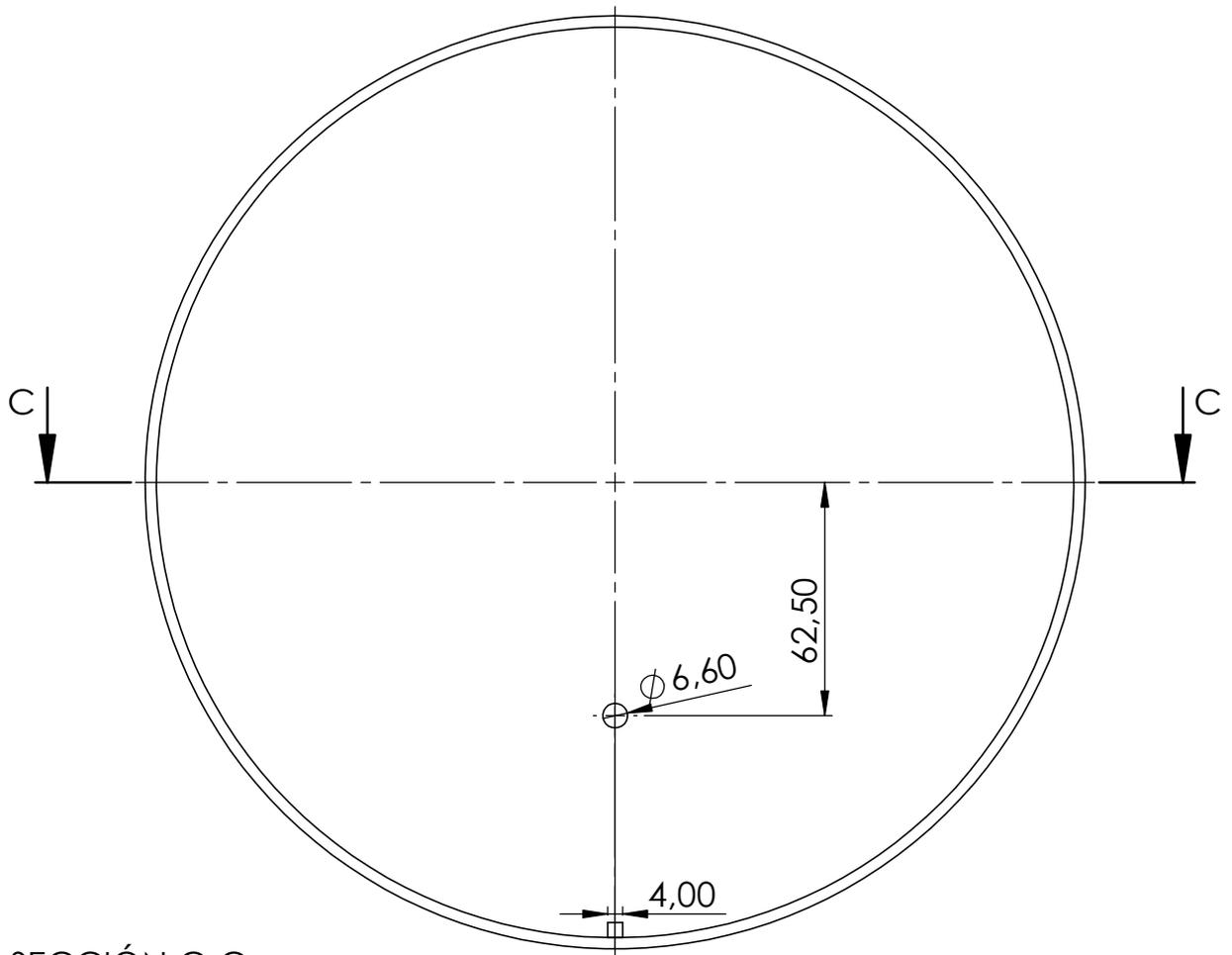
DETALLE E  
ESCALA 2 : 1



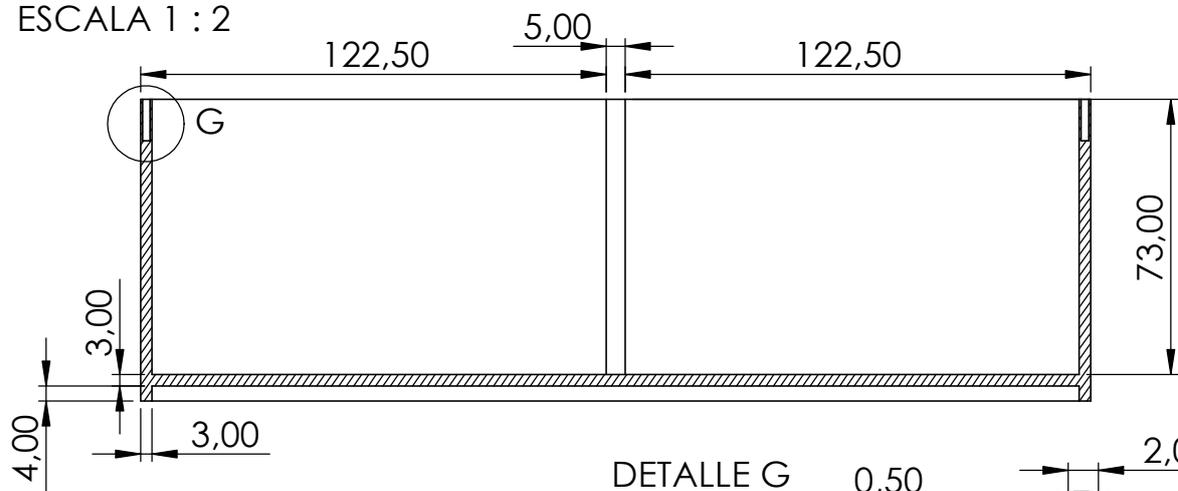
SECCIÓN D-D



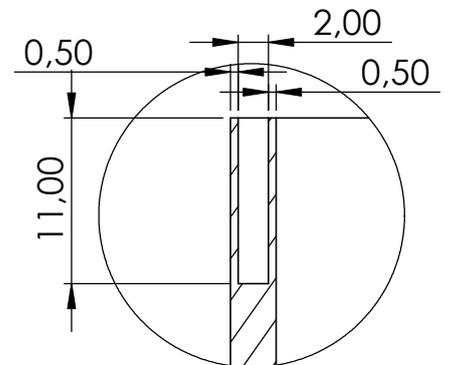
IDIDP	1:5	Recipiente componentes electronicos		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	3
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

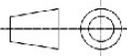


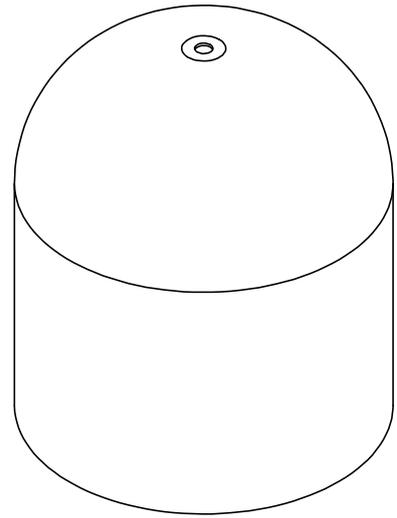
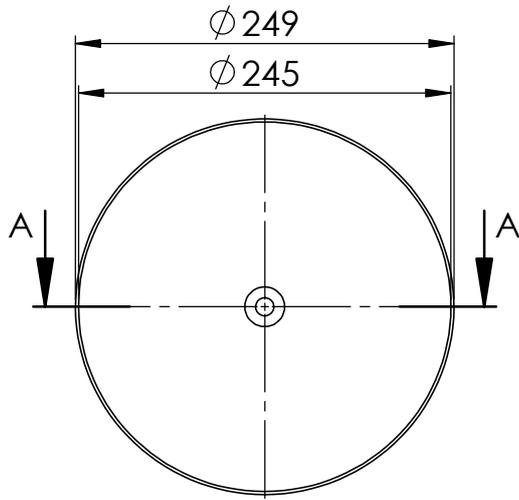
SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 2



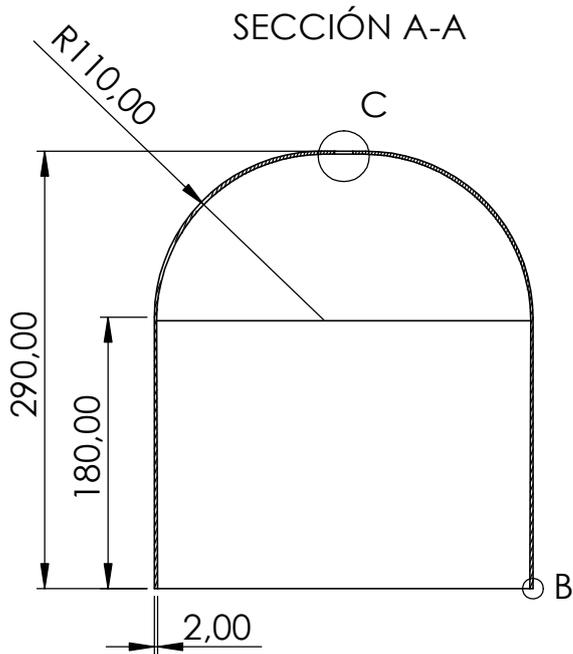
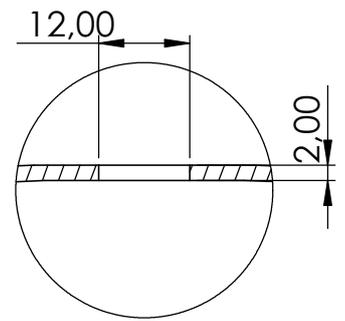
DETALLE G  
ESCALA 2 : 1



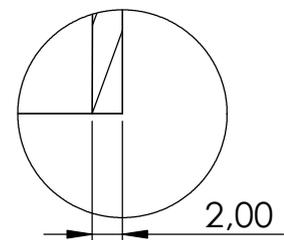
IDIDP	2:1	Pieza tierra		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	4
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

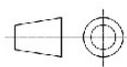


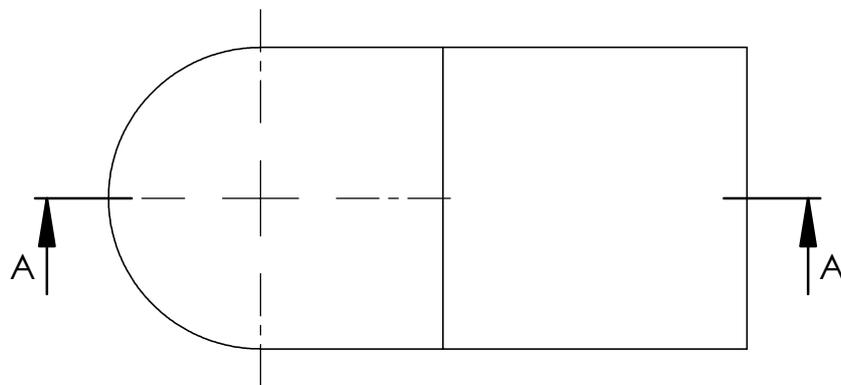
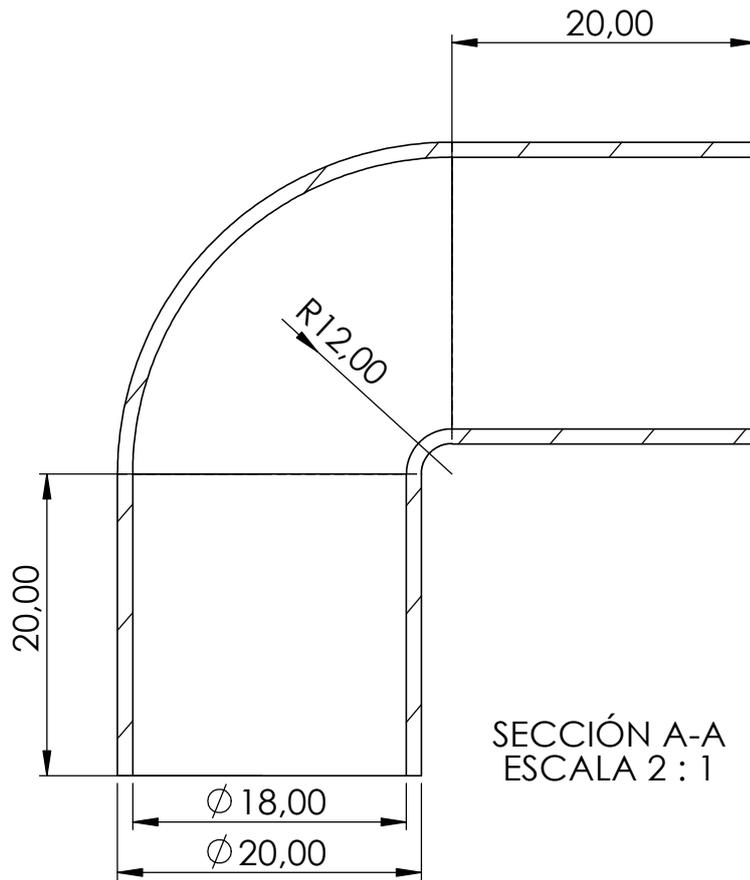
DETALLE C  
ESCALA 1 : 1

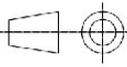


DETALLE B  
ESCALA 2 : 1

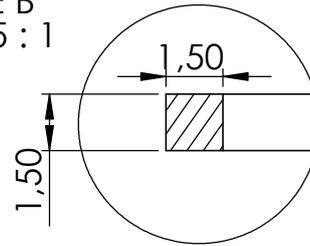


IDIDP	1:5	Pieza cápsula		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	5
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

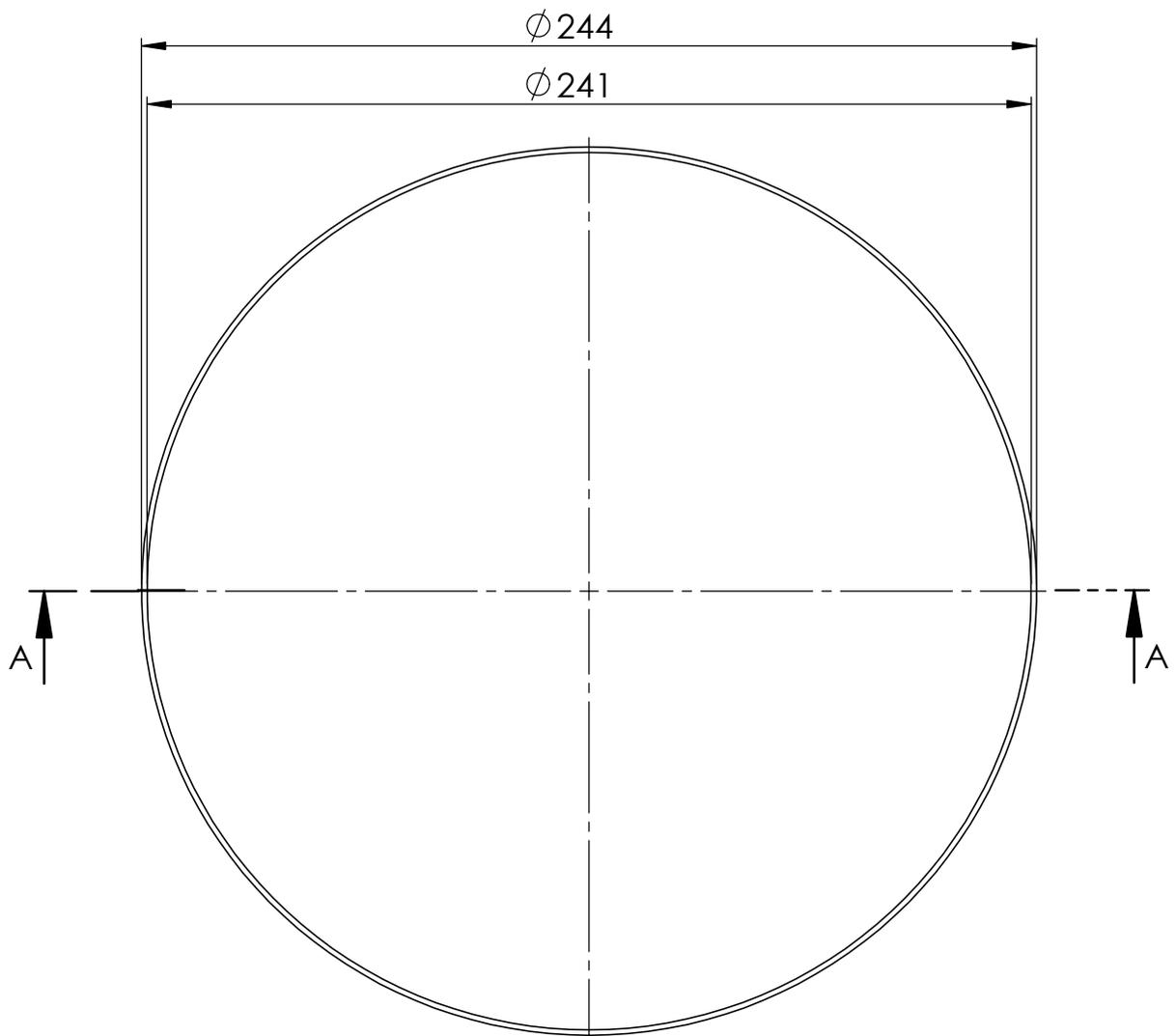


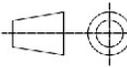
IDIDP	2:1	Codo		mm	A4
		García Martínez, Elena	Cápsula invernadero	10/05/22	6
		Tutor: Cristina Rebollo	Tolerancia: ISO 2768-m		

DETALLE B  
ESCALA 5 : 1



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2



IDIDP	1:2	Junta hermetica	mm	A4
		García Martínez, Elena Tutor: Cristina Rebollo	Cápsula invernadero -	10/05/22 7



**POT**

**Volumen V:  
ESTADO DE  
MEDICIONES**

# **Volumen V: ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO.**

## **ÍNDICE**

1. Precio materiales	178
2. Precio componentes	179
3. Costes fabricación	180
3. Costes fabricación	180
4. Tiempos de ensamblaje	182
5. Tiempos de embalaje	183
6. Costes de mano de obra	184
7. Cálculo de precio y viabilidad	185
6.1 Cálculo del precio de venta	186
6.2 Análisis del precio de venta	187



# 1. Precio materiales

En primer lugar se va conocer el precio de cada material para la producción de la cápsula invernadero.

Pieza	Material	Precio dist €/kg	M (kg)	Real
Capsula	Policarbonato	3,33	0,45	1,5
Recipiente tierra	PP	1,3	0,2	0,65
Contenedor aparatos electrónicos	PP	1,3	0,22	0,29
Junta hermética	Caucho de silicona	1,44	0,10	0,14
Deposito de agua	PP	1,3	0,16	0,21
Tapa	PP	1,3	0,18	0,23
Codo llenado de agua	PP	1,3	0,0025	0,003
<b>TOTAL</b>				<b>3,02</b>

Tabla 19: Precio de materiales

## 2. Precio componentes

A continuación se va mostrar en una tabla los componentes comerciales que son necesarios para el producto y el coste de estos.

Componente	Precio ud. (€)	Cantidad(€)	Coste (€)
Arduino uno	12,95	1	12,95
Sensor de humedad del suelo	5,78	1	5,78
Cables puente	0,22	30	6,6
Bomba de agua	1,5	1	1,5
Pantalla LCD	3,35	1	3,35
Led rojo	0,85	1	0,85
Led verde	0,85	1	0,85
Sensor de temperatura y humedad	4,75	1	4,75
Transistor	1	1	7,49
Pasamuros	0,6	2	1,2
Manguera	0,9	2	1,8
Resistencias	0,06	2	0,12
Cargador	5	1	5
<b>TOTAL</b>			<b>52,2</b>

### 3. Costes fabricación

En este apartado, se procede a calcular el tiempo de fabricación por pieza y su coste. Gracias a los datos que se han podido obtener en el "Volumen III, Pliego de condiciones: 3. Fabricación". Se logra obtener el tiempo total para el proceso de inyección. En la siguiente tabla se recogen los salarios de los operarios que utilizan las herramientas.

La estimación del coste se ha realizado comparando diferentes sistemas de evaluación y de guías para este tipo de cálculos, ya que no se tienen datos exactos. En la siguiente tabla (tabla 21) se pueden comprobar los datos obtenidos:

Pieza	Proceso	Coste por hora (€)	Tiempo por pieza(s)	Precio unitario (€)
Inyector Cápsula	Cilco seco	-	6,1	
	Inyección	12	86,93	0,31
Recipiente de tierra	Cilco seco	-	6,1	
	Inyección	12	86,18	0,31
Contenedor aparatos electrónicos	Cilco seco	-	3,6	
	Inyección	12	47,29	0,17
Junta hermética	Triturado	-	-	
	Vulcanizado			
	Troquelado	-	-	sin información
Deposito de agua	Cilco seco	-	3,3	
	Inyección	12	34,41	0,13

Tapa	Cilco seco	-	3,3	
	Inyección	12	37,69	0,13
Codo de llenado	Cilco seco	-	1,71	
	Inyección	12	0,56	0,003
<b>TOTAL</b>				<b>1,053</b>

Tabla 21: Costes de fabricación.

## 4. Tiempos de ensamblaje

Los tiempos de ensamblaje han sido calculados mediante las tablas del libro *"Diseño para fabricación: procesos y tecnologías II"*

PASO	ACCIÓN	TIEMPO(s)	REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
1	Union de los elementos del circuito	124	1	124
2	inserccion de los elementos del circuito en la pieza	60	1	60
3	Pegado del codo al deposito de agua	12	1	12
4	union de todas las partes	60	1	60
5	Depositar en la caja	9	1	9
6	Cierre de caja	12	1	12
<b>TOTAL</b>				<b>277</b>

Tabla 22: Tiempos de ensamblaje.

Esta operación será realizada por un único operario, ya que no es un embalaje donde intervienen muchas piezas. El coste horario del operario es de 9,5€.

$$9,5 \times t = Ct$$

Tiempo total de ensamblaje= 277 s ~ 0,077 h

Por cada vez que se repite el proceso de ensamblaje el coste por producto será de 0,1€.

## 5. Tiempo de embalaje

Con el fin de obtener el coste de mano de obra va ser necesario hacer una estimación de tiempo de embalaje del producto.

En la siguiente tabla (tabla 23) se puede ver el desglose del embalaje del producto:

Proceso	Tiempo unit.	Repeticiones	Tiempo final
Montaje de la caja	60	1	60
Preparar protecciones	15	3	45
Introducir cápsula	15	1	15
Cerrar caja	30	1	30
<b>TOTAL</b>			<b>150</b>

Tabla 23: Tiempos de embalaje.

## 5. Costes de mano de obra

En este apartado se pretende realizar el cálculo aproximado de los costes de mano de obra, pudiendo obtener el precio de fabricación de una cápsula.

Para ello se estiman los costes de sueldo de los operarios según el cargo en el desarrollo del producto.

La mano de obra necesaria consistirá en:

- 1 inyector: operario encargado de la maquinaria y proceso de inyección.
- 1 operario para ensamblar el producto.
- 1 operario de taller encargado del embalaje.

Para conocer la estimación de salario se han hecho consultas en internet y se han cogido los datos de la página Indeed, extrayendo las diferentes medias salariales en España obtenemos la siguiente estimación (tabla 24):

Mano de obra	Proceso	Coste (€/h)	Tiempo (s)	Tiempo (h)	Precio unitario (€)
Inyector	Inyección	9	317,17	0,1	0,9
Ensamblaje	Ensamblar	9,5	277	0,077	0,73
Operario de taller	Embalaje	9,5	150	0,04	0,4
<b>TOTAL</b>					<b>2,03€</b>

Tabla 24: Coste mano de obra.

Enlace de la página web:

[hWWSV://ZZZ.iQdeed.eV/VaOaUieV/PeciQicR-aXWRPRWUi\]-SaOaUieV?SeUiRd=hRXUO\](https://www.indeed.es/jobs?q=operario+de+taller&from_job_posting=true&from_job_posting=true)

## 6. Cálculo de precio y viabilidad

### 6.1 Cálculo del precio de venta

Tras el cálculo de todos los costes que conlleva la fabricación del producto, el siguiente paso es conocer el precio de la cápsula invernadero para posteriormente estudiar su viabilidad.

A continuación se muestra una tabla con los datos de los costes obtenidos, en su totalidad se consideran costes directos, es decir los costes de material, elementos comerciales, fabricación y ensamblaje. Por otro lado también tenemos los costes indirectos, estimando que son un 10% más de los costes directos, se refieren a los costes comerciales que no pueden estimarse de manera clara o aproximada.

Los costes industriales son el sumatorio de los costes indirectos y directos. Distribución y marketing una estimación del 15% más que los costes industriales. El coste real se fijará por el sumatorio de los costes industriales y el coste de distribución y marketing, sin dejar de lado el precio del iva que es un 21% más del coste real.

Con todo ello se procede a realizar el cálculo y conocer el precio de venta final, ver tabla 25:

	PRECIO
Materiales	3,2
Elementos comerciales	52,2
Fabricación	1,05
Mano de obra	2,03
<b>COSTES DIRECTOS</b>	<b>58,1</b>
Costes indirectos(10%)	5,8
<b>COSTES INDUSTRIALES</b>	<b>63,9</b>
Distribución y marketing (15%)	9,6
<b>Coste real</b>	<b>73,5</b>
Beneficio industrial(30%)	22
IVA (21%)	15,4
<b>PRECIO DE VENTA (+25%)</b>	<b>111,4€</b>

Tabla 25: Desglose precio de venta.

## 6.2 Análisis del precio de venta

A continuación se va a analizar el precio de venta obtenido anteriormente para determinar si el producto va a ser viable, ya que se conoce el contexto en el que se encuentra el producto y la evolución del mercado se va a realizar a lo largo de 5 años.

Para realizar el análisis se van a utilizar los siguientes métodos:

1. VAN ( Valor actual neto)
2. Pay Back (tiempo de retorno)

### 6.2.1. Cálculo de VAN

Para obtener el cálculo se va a utilizar la siguiente expresión:

**$$\text{VAN} = \text{Flujo de caja} / (1 + \text{inflación})^{\text{año}} - \text{Inversión inicial}$$**

*\*Flujo de caja = ingresos al año - gastos al año.*

*Se supone una inflación del 4%.*

No se va a tener en cuenta el gasto de nueva maquinaria debido a que estas ya se encuentran previamente en la fábrica, esto no supone una inversión inicial.

Se realizará una inversión de 50.000€ para comprar los moldes de las piezas y para adecuar el espacio de trabajo y realizar las modificaciones necesarias para conseguir una fabricación de calidad y eficiente.

También en esta inversión inicial se considera el gasto del ingeniero electrónico, como se ha explicado en el punto "Volumen I, Memoria: 7.1 Esquema electrónico" se va a contratar a un ingeniero electrónico que se ocupe de hacer el código de arduino para el funcionamiento de la cápsula.

Para ello se estima que se realizará una única vez para toda la tirada de productos estimando el tiempo 1,5h de tiempo en realizar dicho código, siendo el coste horario del ingeniero 15€

Cada año se realizará una inversión de 2000€ para mejoras y reparaciones.

### 6.2.1. Cálculo del Pay-Back

Con este cálculo se estima los años necesarios para amortizar lo invertido.

En el primer año del lanzamiento de venta se prevé la venta de 800 unidades, para el segundo año se estima 1600 ventas y para el tercer año unas 1800 ventas. Reduciendo el cuarto año a 750 y el quinto año a 500 ventas.

### 6.2.2. Tabla resultante de los cálculos y datos del VAN y Pay-Back.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	50000	2000	2000	2000	2000	2000
Unidades vendidas	0	800	1600	1800	750	500
Gastos	-	58080	116160	130680	54450	36300
Ingresos	-	88000	176000	198000	82500	55000
Beneficio industrial	-	29920	59850	67320	28050	18700
Flujo de caja	50000	28920	58850	66320	27050	17700
VAN	-	-24192	28217	85176	106298	118846

↑  
PAY-BACK

Como se puede observar en la tabla, el balance de ventas nos hará recuperar la inversión después del primer año, obteniendo muchos beneficios en los años siguientes.

### 6.2.3 Viabilidad del producto

En el comienzo del proyecto se analizó los productos similares existentes en el mercado "*Volumen I, Memoria 3.3 Estudio de mercado y análisis de productos existentes*" con una ampliación en el "*Volumen II, Anexo, 1.1 Tabla comparativa*". A continuación se van a organizar en una tabla lo que cumplen las funciones más parecidas a la cápsula invernadero, analizando los precios y características.

De esta manera se hará una comparación de si es o no un precio competitivo y asequible en relación al mercado existente y si por el contrario es necesario realizar alguna modificación.

Modelo	Características	Precio
<b>Smart Grow.</b> <b>Bosch</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Control eléctrico mediante iluminación LED.</li> <li>· Capacidad de 1L de agua.</li> <li>· Riego automatizado</li> <li>· Peso: 1,6 kg</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Cultivo de plantas aromáticas.</li> </ul>	249€
<b>Véritable classic.</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Control eléctrico mediante iluminación LED.</li> <li>· Capacidad de 1L de agua.</li> <li>· Peso: 1,3 kg</li> <li>· Tamaño 20x18x 37 cm.</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Cultivo de plantas aromáticas.</li> </ul>	199€
<b>Huerto doméstico T12</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacidad de 4L de agua.</li> <li>· Riego automatizado.</li> <li>· Peso: 1,6 kg</li> <li>· Tamaño 64x17x44 cm</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Cultivo de plantas aromáticas.</li> </ul>	179€
<b>Socket.</b> <b>IKEA.</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Peso: 1,6 kg</li> <li>· Tamaño 64x17x44 cm</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Para uso en exteriores.</li> <li>· Cultivo todo tipo de plantas</li> </ul>	20€

Modelo	Características	Precio
<b>POT.</b> <b>Cápsula invernadero</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Riego automático</li> <li>· Capacidad de 1,5L de agua.</li> <li>· Peso: 1,31 kg.</li> <li>· Pantalla LCD.</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Diferentes compartimentos</li> <li>· Cultivo de plantas aromáticas.</li> <li>· Cultivo de todo tipo de plantas.</li> </ul>	153€
<b>Jar Cafeto- Pikaplant.</b> <b>Koffieplantje.</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Peso: 1,8 kg.</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Cultivo de plantas del café.</li> </ul>	60€
<b>Invernadero grow.</b> <b>Design House Stockholm</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Peso: 1,6 kg.</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Cultivo de plantas del café.</li> </ul>	77€
<b>Invernadero clonador</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Peso: 0,9 kg.</li> <li>· Para uso en el hogar.</li> <li>· Cultivo de todo tipo de plantas.</li> <li>· Ranuras extracción de gases</li> </ul>	14€

Por lo tanto, tras la comparación de los productos existentes se puede decir que el precio final es bastante competitivo en comparación a los modelos existentes en el mercado y sus características. Nos encontramos que nuestro producto POT es un modelo completo de buena calidad.

### **6.2.5 Conclusiones**

Después de conocer el precio de venta y viabilidad económica de la cápsula invernadero, podemos decir que se ha llevado a cabo la solución deseada, este producto cumple con los objetivos establecidos anteriormente en el *"Volumen 2, Anexos, 2.2. Análisis de objetivos y árbol de los objetivos"*.

# POT



Elena García Martínez