



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA



TRABAJO DE FIN DE GRADO  
INGENIERÍA AGRÍCOLA Y AGROAMBIENTAL

**PLANTACIÓN DE 8 ha DE LAVANDÍN  
ECOLÓGICO CON RIEGO POR  
GOTEO EN CEVICO DE LA TORRE  
(PALENCIA)**

**Esther Pérez Alejos**

**Julio 2020**



ESQUELA UNIVERSITARIA  
DE INGENIERIA AGRICOLA

Camino Viejo de Simancas km 4,5 - 47008 Valladolid



*A mis aitas Marian y Fernando por su valentía, sacrificio, cariño y paciencia.  
A Irene y Jesús López, quienes con sus conocimientos y apoyo me han acompañado siempre.  
Gracias Atxu, abuelo Sebas, José y familia.*



## ÍNDICE GENERAL

1. **DOCUMENTO 1.** MEMORIA
2. **DOCUMENTO 2.** PLANOS
3. **DOCUMENTO 3.** PLIEGO DE CONDICIONES
4. **DOCUMENTO 4.** PRESUPUESTO

Documento 1. Memoria

## ÍNDICE DEL DOCUMENTO 1

<b>1. Objeto del proyecto.....</b>	<b>4</b>
1.1. Agentes.....	4
1.2. Naturaleza de la transformación.....	4
1.3. Emplazamiento.....	4
1.4. Extensión.....	4
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
2.1. Motivación.....	4
2.2. Estudios previos.....	5
<b>3. Bases del proyecto.....</b>	<b>5</b>
3.1. Directrices.....	5
3.1.1. Finalidad.....	5
3.1.2. Condicionantes del promotor.....	5
3.2. Condicionantes del proyecto.....	5
3.2.1. Condicionantes internos.....	5
3.2.1.1. Clima.....	5
3.2.1.2. Suelo.....	7
3.2.1.3. Agua de riego.....	7
3.2.2. Condicionantes externos.....	7
3.2.2.1. Comercialización.....	7
3.2.2.2. Materias primas.....	8
3.2.2.3. Legislación.....	8
<b>4. Estudio de alternativas.....</b>	<b>8</b>
4.1. Identificación de alternativas.....	8
4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....	8
4.3. Evaluación de alternativas.....	8
4.3.1. Especie.....	9
4.3.2. Variedad.....	9
4.3.3. Diseño de la plantación.....	9
4.3.3.1. Disposición de plantación.....	9
4.3.3.2. Densidad y marco de plantación.....	9
4.3.3.3. Orientación de las filas.....	9
4.3.4. Implantación del cultivo.....	10
4.3.5. Sistema de riego.....	10
4.3.6. Sistema de mantenimiento del suelo.....	10
4.3.7. Sistema de recolección.....	10
<b>5. Ingeniería del proceso.....</b>	<b>10</b>
5.1. Plantación.....	11
5.1.1. Preparación del terreno.....	11
5.1.2. Establecimiento de la plantación.....	11
5.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación.....	11
5.1.2.2. Recepción y preparación de la planta.....	11
5.1.2.3. Plantación.....	11
5.1.2.4. Instalación del sistema de riego.....	12
5.1.3. Resumen de las labores de plantación.....	12
5.2. Resumen del diseño agronómico del riego.....	12

5.3. Fertilización.....	14
5.4. Control de vegetación adventicia, plagas y enfermedades.....	14
5.4.1. Control de la vegetación adventicia.....	15
5.4.2. Control y tratamiento de plagas y enfermedades.....	15
5.5. Recolección.....	15
<b>6. Instalación de riego.....</b>	<b>15</b>
6.1. Características del gotero.....	16
6.2. Dimensionamiento de la instalación de riego.....	16
6.2.1. Diseño de las subunidades de riego.....	16
6.2.2. Ramales portagoteros.....	16
6.2.3. Tuberías terciarias y secundarias.....	16
6.2.4. Tubería principal.....	17
6.3. Diseño del cabezal de riego.....	17
6.3.1. Datos iniciales.....	17
6.3.2. Dispositivos de filtrado.....	17
6.3.2.1. Filtro de arena.....	18
6.3.2.2. Filtro de malla.....	18
6.3.3. Automatización del sistema de riego.....	18
6.4. Dimensionamiento de la instalación de bombeo.....	18
<b>7. Normas para la ejecución y explotación del proyecto.....</b>	<b>19</b>
7.1. Labores de cultivo.....	19
7.2. Maquinaria.....	19
7.3. Instalación de riego.....	20
7.4. Mano de obra.....	20
7.5. Materias primas.....	20
7.5.1. Material vegetal.....	20
7.5.2. Fertilizantes.....	20
7.6. Medidas de seguridad e higiene y protección general.....	20
7.6.1. Riesgos mecánicos.....	21
7.6.2. Riesgos de incendios.....	21
7.6.3. Higiene.....	21
7.7. Modificaciones.....	21
<b>8. Resumen del presupuesto.....</b>	<b>21</b>
<b>9. Evaluación económica del proyecto.....</b>	<b>23</b>
<b>10. Firma del proyecto.....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE TABLAS DEL DOCUMENTO 1

Tabla 1. Resumen de las temperaturas mensuales - Pág. 6

Tabla 2. Resumen de las labores de implantación - Pág. 12

Tabla 3. Resumen del presupuesto - Pág. 23

## 1. Objeto del proyecto

### 1.1. Agentes

- Promotor: Irene López Pérez, Administradora Única de Agrícola del Cerrato, S.L.
- Proyectista: Esther Pérez Alejos, estudiante del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroambiental en INEA - Universidad Pontificia Comillas.

### 1.2. Naturaleza de la transformación

Este proyecto tiene como objetivo establecer una plantación de 8 ha de *Lavandula hybrida* (lavandín) en ecológico y en régimen de regadío en el término municipal de Cevico de la Torre (Palencia). La esencia de la variedad elegida, la "Súper", es más fina y menos alcanforada que la de otros lavandines.

El marco de plantación será de 1,8 x 0,7 m y la plantación contará con un sistema de riego por goteo que permita cubrir en todo momento las necesidades hídricas de las plantas y aumentar sus rendimientos sin afectar a la calidad del destilado.

### 1.3. Emplazamiento

La finca objeto del proyecto está situada en el término municipal de Cevico de la Torre, provincia de Palencia, en la comarca del Cerrato (plano nº1 del Documento 2. Planos). Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud: 41° 50' 54.56" N
- Longitud: 4° 25' 24.46" W
- Altitud: 780 m

La finca se encuentra en el polígono 4 del municipio y las parcelas son los números: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 (planos nº2 y nº3 del Documento 2. Planos). El acceso a la misma se realiza a través de la carretera P-110, que nace en la P-102 y ésta su vez de la autovía A-62. Siguiendo esta carretera durante 9,5 km y 50 m antes de su cruce con el arroyo Maderano, surge a mano derecha un camino vecinal, el camino Parapajas. Se accede a la finca siguiendo este camino en línea recta durante 0,5 km.

### 1.4. Extensión

La finca objeto del proyecto tiene una extensión total de 8 ha útiles y todas ellas se dedicarán al cultivo del lavandín.

## 2. Antecedentes

### 2.1. Motivación

El proyecto se redacta como requisito indispensable para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Agrícola y Agroambiental.

## 2.2. Estudios previos

Como paso previo a la realización del proyecto se han elaborado una serie de estudios para garantizar la viabilidad del mismo y reducir sus riesgos. Los estudios que se han realizado se exponen a lo largo del Anejo I. Condicionantes y son los siguientes:

- Estudio climatológico de la zona objeto del proyecto.
- Estudio edafológico de la finca objeto del proyecto.
- Análisis de agua de riego del arroyo Maderano.
- Estudio de comercialización.
- Legislación.

## 3. Bases del proyecto

### 3.1. Directrices

#### 3.1.1. Finalidad

El objetivo principal del presente proyecto es tratar de aumentar la rentabilidad de la finca del promotor mediante el establecimiento de una plantación de aromáticas en ecológico. Este objetivo se debe cumplir atendiendo a criterios técnicos, económicos y medioambientales.

#### 3.1.2. Condicionantes del promotor

El promotor desea establecer un cultivo de plantas aromáticas en ecológico y en régimen de regadío que tenga un buen manejo y una elevada rentabilidad en un plazo medio de tiempo. El promotor considera que el lavandín podría ser una alternativa viable debido a que su manejo es sencillo y no demasiado costoso. Además, es conocedor de que actualmente el precio del litro de destilado del lavandín es elevado respecto al de otros cultivos aromáticos.

El promotor cuenta con maquinaria propia para realizar las labores de mantenimiento del cultivo. Estas máquinas fueron adquiridas por la sociedad de la que es Administrador Único hace años y están totalmente amortizadas. Por lo tanto, no se adquirirán más máquinas que la segadora de aromáticas.

### 3.2. Condicionantes del proyecto

#### 3.2.1. Condicionantes internos

##### 3.2.1.1. Clima

Para la realización del estudio climatológico se han empleado datos procedentes de tres observatorios: del de Astudillo para los datos termo-pluviométricos, del de Quintana del Puente para los datos de precipitaciones y del de Valladolid para los datos de insolación y vientos.

#### Elementos climáticos térmicos

En la Tabla 1. se muestra el resumen de las temperaturas mensuales de la zona:

Tabla 1. Resumen de las temperaturas mensuales.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	set.	oct.	nov.	dic.	P	V	O	I	AN.
<b>T<sub>a</sub></b>	15,5	20,5	25,5	29,0	34,0	37,0	39,5	39,2	36,0	29,0	23,0	15,5	34,0	39,5	36,0	20,5	39,5
<b>T'<sub>a</sub></b>	13,0	16,6	22,1	23,8	29,6	34,0	36,6	36,2	31,3	24,9	17,9	13,1	25,2	35,6	24,7	14,2	25,0
<b>T</b>	7,2	10,3	14,5	15,6	20,6	26,0	29,4	28,9	24,0	17,7	11,3	7,9	16,9	28,1	17,7	8,5	17,8
<b>t<sub>m</sub></b>	3,6	5,3	8,5	9,7	14,1	18,4	21,1	21,2	17,1	12,7	7,3	4,6	10,8	20,2	12,4	4,5	12,0
<b>t</b>	0,0	0,3	2,5	3,8	7,5	10,7	12,9	13,3	10,3	7,6	3,3	1,2	4,6	12,3	7,1	0,5	6,1
<b>t'<sub>a</sub></b>	-6,4	-5,3	-3,8	-2,5	0,5	4,4	7,3	8,0	4,5	0,9	-3,2	-5,4	-1,9	6,6	0,7	-5,7	-0,8
<b>t<sub>a</sub></b>	-12	-10	-10	-4,8	-3,0	2,2	2,8	5,2	0	-2,5	-10	-11	-10	2,2	-10	-12	-12

El carácter interior de la zona de estudio, apartada de casi toda influencia marítima, determina que el clima es de tipo mediterráneo templado y continentalizado, con inviernos fríos. La zona pertenece, en la clasificación de Köppen, al clima "Csb" (templado con verano seco y caluroso).

Esta zona tiene una amplia oscilación térmica. Las temperaturas son particularmente frescas, siendo bastante abundantes los días en los que las mínimas no superan los 0°C. La temperatura media del mes de enero es de unos 3°C y la del mes de julio de unos 20°C, pero se llegan a alcanzar mínimas absolutas de hasta 12°C bajo cero. En verano, rara vez se alcanzan los 40°C de temperatura.

Las temperaturas invernales no deberían presentar problemas para el cultivo de plantas arbustivas, entre las que se encuentra el lavandín. El lavandín tolera heladas durante el reposo invernal de hasta -15°C, por lo que no se deberían producir daños sobre el cultivo a causa de las heladas invernales.

#### Elementos climáticos hídricos

En cuanto a las precipitaciones, estas rondan los 420 mm anuales de media, concentradas en primavera y en otoño, siendo estas las dos estaciones más lluviosas. Los meses más lluviosos son mayo y octubre. En cuanto a la intensidad de las precipitaciones se concluye que la máxima cantidad de precipitación acumulada en 24 horas se da en el mes de julio. Las precipitaciones son elevadas en los meses estivales y otoñales debido a las tormentas.

Aunque la precipitación media anual de la zona sea de 420 mm y las necesidades del lavandín rondan los 300 mm anuales, se implantará un sistema de riego porque la distribución de las precipitaciones a lo largo del año resulta muy irregular.

#### Elementos climáticos secundarios

Los vientos registrados en la zona no suponen un problema para el cultivo de plantas arbustivas debido a su baja intensidad.

La frecuencia con la que se producen granizadas en la zona es muy baja y por lo tanto, no se considerará necesaria la instalación de un sistema de defensa contra el granizo. Los demás elementos climáticos secundarios tampoco originarán problemas.

### Conclusión

El cultivo de lavandín y/o de cualquier otra planta aromática es posible en la zona objeto del proyecto sin que, en principio, surjan problemas graves. Se dispondrá de un sistema de riego automatizado para garantizar el aumento de los rendimientos sin afectar a la calidad del producto final.

#### 3.2.1.2. Suelo

El suelo de la parcela objeto del proyecto presenta unas características físicas y químicas adecuadas para el cultivo del lavandín y de otras aromáticas, como se puede observar en el apartado 2 del Anejo I. Sin embargo resulta necesaria, como labor previa a la plantación, la realización de una enmienda orgánica para elevar el contenido en materia orgánica del suelo. También se realizará un abonado de fondo con potasio.

#### 3.2.1.3. Agua de riego

El agua que se va a emplear en la plantación procede del arroyo Maderano. Este agua, por sus características, no generará problemas a lo largo del desarrollo de las distintas actividades del proceso productivo. También será apta para el riego de la plantación.

Aunque el agua es apta para el riego y su calidad es buena, se deberá tener en cuenta que su elevada dureza podría llegar a formar precipitados, obturando los goteros del sistema de riego. En este sentido, se recomienda realizar revisiones y limpiezas de los emisores de forma periódica.

### 3.2.2. Condicionantes externos

#### 3.2.2.1. Comercialización

El aceite esencial de lavandín tiene buen mercado. Todos los aceites que se comercializan en España son autóctonos y se acepta la calidad existente, pues no existen demasiadas referencias a nivel nacional. No obstante, actualmente, se está llevando a cabo una mejora en la selección del material vegetal del que se dispone para garantizar una cierta homogeneidad en las producciones finales.

Aunque hay un mayor crecimiento del mercado ecológico, por el momento éste solo representa el 5-10% del total, según campañas. No obstante, resulta conveniente controlar la producción en ecológico para evitar la sobre-producción. Porque si esto llegara a suceder, habría que venderlo al mismo precio que los destilados que provienen de producciones convencionales. El mercado del aceite esencial de lavandín en ecológico está en crecimiento, al contrario que el

del mercado convencional. Esta tendencia seguirá en aumento, entre otras cosas porque se ha observado que las plantaciones cada vez viven menos por los impactos del cambio climático.

El promotor venderá el lavandín a una empresa dedicada al cultivo y el destilado de la misma especie aromática. Esta empresa, quien se encargará del transporte hasta su planta de destilado, se sitúa en Tiedra (Valladolid). La empresa en cuestión pagará al promotor 30 €/litro por el destilado. En este importe ya está contemplado el coste que a la empresa destiladora le supone el transporte.

Para el primer año se estima una producción de 30 litros/ha. No se considera una cosecha como tal, pero puesto que igualmente hay que segarlas para fortalecer el sistema radicular de las plantas, se venderá lo que se siegue.

En los años dos y tres de la plantación y en los dos últimos años de vida del cultivo, se estima una producción de 100 litros/ha de destilado.

En los años centrales, que serán los más productivos, se estima una producción de 110 litros/ha de destilado.

#### 3.2.2.2. Materias primas

No habrá, en principio, problemas para el acopio de las materias primas necesarias en el proceso productivo. Además, en las proximidades de la plantación, hay a disposición varios talleres dedicados a la venta y a la reparación de maquinaria agrícola y suministros en general.

#### 3.2.2.3. Legislación

Las tierras que dan derecho a pago son las destinadas a actividades agrícolas, con excepción de los cultivos permanentes distintos a los indicados en el artículo 14.1 del R.D. 262/2008. El lavandín no es admisible, por lo tanto, a los derechos de pago único porque está considerado como un cultivo de carácter permanente.

#### 3.3. Situación actual

La finca es propiedad del promotor (planos nº2 y nº3 del Documento 2. Planos) y se la tiene arrendada, para su explotación en régimen ecológico, a un agricultor del mismo término municipal. El precio del arrendamiento acordado entre ambas partes asciende a 120 €/ha y año. El cobro de los Derechos de Pago Básico de la PAC que corresponden a la finca lo percibe el agricultor.

El contrato de arrendamiento concluye al fin del mes de agosto del año 2020. A partir de este momento el propietario decide establecer el plan para la plantación de lavandín en el mes de febrero de 2021. Su principal objetivo es incrementar la rentabilidad producida por la finca.

### 4. Estudio de alternativas

#### 4.1. Identificación de alternativas

Debido a la naturaleza de la transformación que se pretende realizar en la finca, se han considerado como elementos que pueden generar alternativas los siguientes:

- Especie.
- Variedad.
- Diseño de la plantación.
- Técnicas de cultivo.

#### 4.2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El clima es el factor que más podría condicionar el desarrollo de este proyecto porque en la zona existe un riesgo elevado de heladas primaverales tardías. Es por eso por lo que se desaconsejaría, por ejemplo, el cultivo de especies frutales de floración temprana. Sin embargo, no habría ningún problema para cultivar plantas aromáticas, como es el lavandín.

La finca llevada a estudio no presenta problemas respecto a los demás condicionantes del medio físico, como el suelo o el agua de riego. El suelo es apto, con una debida preparación, para el cultivo de cualquier especie aromática.

El promotor desea establecer un cultivo de plantas aromáticas en ecológico y en régimen de regadío que tenga un buen manejo y una elevada rentabilidad en un plazo medio de tiempo.

#### 4.3. Evaluación de alternativas

La elección de cada una de las alternativas se ha realizado mediante un análisis multicriterio de las alternativas planteadas y en función de una serie de parámetros, como se puede ver en el Anejo III. Estudio de alternativas.

##### 4.3.1. Especie

La especie aromática que se va a emplear en la plantación es el lavandín (*Lavandula hybrida*). Esta especie se adapta perfectamente a las características edafo-climáticas de la finca objeto del proyecto. Será recomendable instalar un sistema de riego con el fin de garantizar la alimentación hídrica de las plantas y obtener así el máximo rendimiento posible. Además, la situación actual del mercado del destilado de esta especie hace aún más interesante su cultivo.

##### 4.3.2. Variedad

La variedad de lavandín “Súper” es la que más se cultiva actualmente en España. Es una planta de mata más grande y con inflorescencias de color azul-grisáceo. Aunque su rendimiento es algo menor que el de la variedad “Abrial”, posee una mayor rusticidad, adaptándose de manera favorable incluso en altitudes superiores a los 1.000 m. La variedad elegida, por haber obtenido una mayor puntuación en el análisis multicriterio y tener una mayor rusticidad, es la Súper.

##### 4.3.3. Diseño de la plantación

###### 4.3.3.1. Disposición de plantación

La disposición más adecuada para esta plantación es la rectangular o en líneas. Esta disposición, que es la que se va a llevar a cabo (plano nº 4 del Documento 2. Planos), se adapta muy bien a las plantaciones de densidad baja y media. La disposición rectangular o en líneas deja un espacio adecuado en las calles para el paso de la maquinaria a la vez que permite un buen aprovechamiento del terreno, aunque las labores sólo se pueden realizar en una dirección.

#### 4.3.3.2. Densidad y marco de plantación

La plantación en proyecto contará con un marco de plantación de 1,8 x 0,7 m (detalle a escala 1:100 del plano nº4 del Documento 2. Planos), lo que permitirá tener una densidad baja de plantas por hectárea.

La producción será mayor que en las plantaciones con marcos tradicionales, aunque no será tan elevada como en las plantaciones de alta densidad. Sin embargo, la inversión inicial será menor, lo que se traducirá en una mayor rentabilidad y un plazo de retorno de la inversión más corto.

#### 4.3.3.3. Orientación de las filas

Las filas de plantas se van a orientar en dirección al eje longitudinal de la finca (plano nº 4 del Documento 2. Planos). Con esta orientación se consigue un buen aprovechamiento del terreno y una optimización del tiempo empleado en las operaciones de cultivo.

#### 4.3.4. Implantación del cultivo

La plantación se puede hacer de forma manual o a máquina. En caso de hacerlo manualmente, un grupo de tres personas podría llegar a plantar de 2.500 a 3.000 plantas en 8 horas. Sin embargo, si la plantación se realiza de forma mecanizada, que es como se ha decidido hacer, el rendimiento de trabajo será de 3 horas/ha y el resultado final el óptimo en cuanto a disposición y arraigo de las plantas.

#### 4.3.5. Sistema de riego

Se va a instalar un sistema de riego por goteo que estará totalmente automatizado (planos nº5 y nº6 del Documento 2. Planos). Este tipo de riego, en comparación con otros sistemas, utiliza de forma más eficiente el agua, permite la automatización total del sistema, mejora la disponibilidad de agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante fertirrigación.

Como este sistema de riego moja muy poco volumen de suelo, el crecimiento de las plantas adventicias se concentrará alrededor de los goteros, siendo más fácil controlarlas.

La limitación más importante a tener en cuenta es la posible obstrucción de los goteros. Esto haría disminuir la uniformidad del riego y podría causar daños en las plantas. No obstante, se podría solucionar empleando soluciones ácidas para las tuberías.

#### 4.3.6. Sistema de mantenimiento del suelo

Al tratarse de una plantación en régimen ecológico, el sistema de mantenimiento elegido es el del laboreo. Por lo tanto, no se aplicarán herbicidas de ningún tipo y bajo ningún concepto a lo largo de la vida de la plantación.

Este sistema consiste en la realización de una serie de labores sistemáticas a lo largo del año. La frecuencia de realización de las labores variará según las condiciones ambientales, ecológicas y agronómicas. El suelo se mantendrá libre de vegetación trabajándolo en superficie, lo que eliminará la competencia con las plantas adventicias y disminuirá las pérdidas de agua por evapotranspiración.

#### 4.3.7. Sistema de recolección

La recolección se va a realizar de forma mecánica con una segadora-picadora específica para plantas aromáticas. Este sistema se adapta bien a la disposición y a la densidad de plantación que se va a establecer. Tiene además unos bajos requerimientos de mano de obra y por lo tanto, cumple con los objetivos de mecanización que se pretenden conseguir. Es el sistema de recolección más rápido y el que permite realizar la cosecha en el momento más óptimo, disminuyéndose las pérdidas por la caída de las flores.

## 5. Ingeniería del proceso

### 5.1. Plantación

#### 5.1.1. Preparación del terreno

Antes de instalar las plantas en la parcela es conveniente preparar el terreno mediante una serie de labores que tienen por objeto la corrección de algunos factores edáficos desfavorables. Una adecuada preparación del terreno mejora la permeabilidad del suelo al aire y al agua, limpia la tierra de raíces y vegetación espontánea, favorece la actividad microbiana y moviliza las reservas de nutrientes y facilita el desarrollo de las raíces de las plantas recién establecidas.

Al tener las lavándulas un sistema radicular compuesto por una raíz principal pivotante y raíces secundarias muy superficiales, junto con la escasez de agua del ecosistema, es necesario preparar bien el terreno de forma que la raíz principal pueda profundizar rápidamente para aprovechar el agua existente en las capas más profundas del terreno. Para ello, se realizará una labor profunda, de unos 50-60 cm, con un arado de desfonde. A continuación de dicha labor, se realizarán dos pases de cultivador con el fin de mullir y nivelar el terreno.

Las operaciones que se van a realizar, en orden cronológico, son las siguientes: enmienda orgánica (81t/ha), desfonde, abonado de fondo (543kg/ha) y pases de cultivador.

#### 5.1.2. Establecimiento de la plantación

##### 5.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación

Después de la preparación del suelo se procederá a replantar la plantación. Esta operación consiste en marcar, mediante jalones o cañas, la posición que van a ocupar las filas de lavandín.

En primer lugar, se marcarán con la ayuda de una estación total y de los planos las calles de servicio. A continuación, se marcarán las cabeceras de las filas de plantas a lo largo de las calles de servicio. Dentro de las hileras de plantas se establecerán jalones cada 30 m. No será necesario marcar la ubicación exacta de cada planta, pues el equipo plantador dispone de un sistema que posiciona correctamente a cada una de ellas de acuerdo con el marco de plantación previamente establecido.

#### 5.1.2.2. Recepción y preparación de la planta

La petición de los alvéolos al vivero se ha de hacer con la suficiente antelación y especificando la variedad deseada, que en este caso es la "Súper". Los plantones deberán estar certificados y presentar un buen desarrollo y un adecuado estado sanitario. La cantidad de plantones que se encargará al vivero deberá ser un 15% superior al número total de plantas necesarias, para así poder efectuar la reposición de marras durante el mes de enero o febrero del segundo año de la plantación, si fuera necesario.

Cuando se recepcionen los plantones, que será durante la última semana del mes de febrero, se comprobará el buen desarrollo de las plantas y su estado sanitario. Si la plantación no se llevara a cabo según se recibiera el material vegetal, la conservación de los plantones se realizaría en zanjas de 50-60 cm de profundidad, en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad y se recubrirían sus raíces con tierra o arena húmeda hasta el momento de la plantación. Antes de proceder a plantarlas, los alvéolos se sacarían de las zanjas y se procedería a una poda ligera de sus raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.

#### 5.1.2.3. Plantación

La plantación se realizará en febrero, con el terreno en tempero y con una máquina plantadora de tres filas específica para aromáticas. Detrás de la máquina irá una persona reponiendo los fallos que pudieran cometer los operarios y/o los que sucedan por los pequeños atraques que la máquina pudiera causar.

#### 5.1.2.4. Instalación del sistema de riego

Antes de plantar el lavandín se instalarán las tuberías principales, secundarias y terciarias del sistema de riego, así como el cabezal (planos nº5 y nº6 del Documento 2. Planos). En las cabeceras de las líneas de las plantas se dispondrán los ramales portagoteros enrollados. Una vez instalados los arbustos, se procederá a extender los ramales de riego para ubicarlos en su posición definitiva.

#### 5.1.3. Resumen de las labores de plantación

A continuación, en la Tabla 2, se presenta un resumen de las labores necesarias para establecer la plantación y hasta la primera recolección. Se indican la época de realización de cada una de las labores y las necesidades de maquinaria y de mano de obra.

Tabla 2. Resumen de las labores de implantación.

ORDEN	ÉPOCA	LABOR	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	MANO DE OBRA
1	15-25 octubre	Enmienda orgánica	Aumento del contenido en materia orgánica del 1,3 al 2%	Tractor 140 CV y remolque esparcidor de estiércol	1 tractorista
2	25-31 octubre	Desfonde	Labor profunda de 50-60 cm	Tractor 140 CV y arado de desfonde	1 tractorista
3	1-7 noviembre	Abonado	Abonado de fondo	Tractor 140 CV y abonadora suspendida centrífuga con tolva de 1000 l	1 tractorista
4	10-15 noviembre	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
5	1-10 enero	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
6	10-15 enero	Replanteo y marqueo	Replanteo y marqueo de las líneas de cultivo	Jalones, cañas, cuerdas, cinta métrica, estación total	1 técnico y 2 peones
7	15-31 enero	Instalación tuberías riego	Instalación de tuberías principales y secundarias de riego	Manual	3 peones
8	15-20 febrero	Recepción de plantas	Acondicionamiento en zanjas de las plantas	Tijeras de poda	3 peones
9	20-28 febrero	Plantación	Plantación con arado	Máquina plantadora de aromáticas (arado), tractor de 140 CV y tractor de 110 CV	2 tractoristas y 2 peones
10	1-3 marzo	Rodillado	Pase de rodillo para asentar el cultivo	Tractor 140 CV y rodillo	1 tractorista
11	4-6 marzo	Instalación ramales riego	Instalación de los ramales de riego	Manual	3 peones
12	6-31 marzo	Riego de implantación	Riegos copiosos para la correcta implantación del cultivo	Sistema de riego por goteo	1 peón
13	1-7 abril	Revisión de plantas	Revisión visual de las plantas	-	2 peones
14	1-15 mayo	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista

ORDEN	ÉPOCA	LABOR	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	MANO DE OBRA
15	1-7 agosto	Siega de fortalecimiento	Pase de segadora para el fortalecimiento del cultivo	Tractor 140 CV y segadora de discos	1 tractorista
16	1-15 octubre	Eliminación de flores y tallos secos	Eliminación de flores marchitas y tallos secos para el fortalecimiento del cultivo	Tijeras de poda	4 peones
17	15-20 octubre	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
18	15-20 noviembre	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
19	1-10 febrero	Reposición de marras	Reposición de plantas en mal estado	Manual	2 peones
20	10-15 febrero	Riego	Riego para la implantación de las nuevas plantas	Sistema de riego por goteo	1 peón
21	1-10 marzo	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
22	1-10 mayo	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
23	25-31 julio	Recolección	Siega del lavandín	Tractor 140 CV con segadora y tractor de 110 CV con remolque	2 tractoristas

## 5.2. Resumen del diseño agronómico del riego

El período de actividad vegetativa de la variedad “Súper” en la zona en la que se sitúa el proyecto comienza a mediados del mes de marzo. El fin de dicho período se produce unos días después del desecamiento de sus hojas. Sin embargo, una vez realizada la recolección, no tiene sentido realizar más riegos de manera continuada, pues durante los meses de octubre y noviembre se producen suficientes precipitaciones como para mantener la actividad vegetativa de la planta, como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes.

Además, durante la fase previa a la siega las necesidades de agua no son demasiado elevadas y resulta interesante no regar para favorecer la desecación de la planta. Por lo tanto, los riegos anuales comenzarán, con carácter general, el día 1 de abril y finalizarán el día 30 de septiembre. Así, la planta acumulará las reservas necesarias para el siguiente ciclo productivo.

La dosis de riego teórica será la misma a lo largo de toda la vida útil de la plantación, a excepción del primer y el segundo año. A lo largo de estos dos años el aporte hídrico será superior para favorecer el buen arraigo de las plantas.

### 5.3. Fertilización

Las operaciones de fertilización se llevarán a cabo, en caso de ser necesarias, a partir del tercer año de plantación y hasta el final de la vida útil de la misma. Estas operaciones se realizarían en el mes de febrero con la abonadora descrita previamente. La fertilización habría que realizarla con anterioridad al inicio del movimiento de la savia de la planta. Con ello, además, se aprovecharían las últimas lluvias del invierno, lo que beneficiaría a la solubilización de los productos añadidos en el suelo. De esta forma los nutrientes estarían disponibles en la solución del suelo al inicio de la actividad vegetativa del cultivo.

El lavandín es poco exigente en nutrientes. Prueba de ello es que de forma natural crece en terrenos pobres. Por esta razón, la fertilización natural debería ser equilibrada y nunca en dosis elevadas.

En general, el abonado más adecuado para las lavándulas sería el siguiente: 45 UF/ha de nitrógeno, 30 UF/ha de fósforo y 70 UF/ha de potasio.

### 5.4. Control de vegetación adventicia, plagas y enfermedades

#### 5.4.1. Control de la vegetación adventicia

Los problemas más acusados en lo que a vegetación adventicia se refiere en el cultivo de lavandín se podrían dar durante los primeros años de la plantación. Para reducir este problema es recomendable, aunque no de carácter obligatorio, realizar una o dos falsas siembras antes de establecer la plantación.

En un cultivo ecológico de lavandín, durante el primer año hay que hacer un control mecánico de la flora adventicia entre filas y un control manual dentro de las filas. Se realizará tantas veces como sea necesario y se tratará de hacer cuando las hierbas se encuentran en estado de plántula o tengan un máximo de dos hojas. El resto de los años se podrá reducir el número de pasadas, tanto dentro de la fila como entre filas. Es importante no tocar demasiado las plantas porque se descalzan fácilmente.

#### 5.4.2. Control y tratamiento de plagas y enfermedades

El control y el tratamiento de las enfermedades y las plagas en producción ecológica debe realizarse por medio de alternativas naturales al uso de fitosanitarios y plaguicidas de síntesis. El objetivo de esta restricción es evitar daños en las plantas, el medio ambiente y en los humanos.

Preferentemente se utilizarán las técnicas culturales previamente descritas y el control biológico de enfermedades y plagas, favoreciendo el desarrollo de predadores y parásitos de las plagas y, en caso de necesidad, mediante el uso de feromonas de confusión sexual.

Todos los productos que pudieran llegar a utilizarse, tendrán que estar autorizados para el uso en agricultura ecológica.

## 5.5. Recolección

El primer año de cultivo, normalmente, no tiene lugar ninguna cosecha porque la producción es muy baja. Pero sí se hará una siega para el fortalecimiento del sistema radicular y se venderá lo que se recolecte. A partir del segundo o tercer año, según las condiciones, la producción será la suficiente como para ser cosechada.

El momento óptimo para la recolección varía de un lugar a otro según la altitud y exposición, el año meteorológico y, naturalmente, según la variedad. En este caso la recolección se llevará a cabo a finales del mes de julio o principios del mes de agosto.

La recolección mecánica se realiza con una máquina recolectora-picadora acoplada al tractor. Se conoce que la calidad conseguida con este método de recolección es ligeramente inferior a la que se obtiene cosechando de forma manual o con otros métodos mecánicos, pero está comprobado que es económicamente mucho más rentable. En un día con una máquina de este tipo se pueden recolectar de 8 a 10 ha. Posteriormente, la cosecha se desplazará en remolques destiladores hasta la planta destiladora.

Se recomienda la adquisición de una segadora BE400HD de la casa Bonino, o similar.

## 6. Instalación de riego

El lavandín se puede cultivar en condiciones de secano porque sus requerimientos hídricos mínimos son bajos (300mm/año). No obstante, la producción aumenta si se realizan riegos puntuales y en el estudio de alternativas se decidió instalar riego por goteo.

En este tipo de sistemas el agua se aplica a bajas presiones y caudales y con intervalos entre riegos muy cortos. La toma de riego dispone de un caudal de 40 l/s y el manejo y el mantenimiento del sistema de riego van a estar completamente automatizados, lo que permitirá aumentar la eficacia del riego y disminuirá los costes de mano de obra.

La finca presenta una topografía completamente llana. Debido a las dimensiones de la parcela y a su geometría se dispondrá de dos sectores de riego, con las tuberías terciarias orientadas en dirección Oeste-Este. La tubería principal seguirá la dirección del lado menor de la parcela (plano nº 5 del Documento 2. Planos).

### 6.1. Características del gotero

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se concluye que se colocará un ramal portagoteros por cada fila de plantas y un gotero por planta, separados los goteros 0,70 m entre sí. Se van a emplear goteros autocompensantes pinchados de 2,00 l/h.

### 6.2. Dimensionamiento de la instalación de riego

#### 6.2.1. Diseño de las subunidades de riego

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en dos subunidades de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria y éstas a su vez por las tuberías

secundarias y la tubería principal, que parte del cabezal de riego (plano nº 5 del Documento 2. Planos).

La topografía de la finca es prácticamente llana, con una pendiente menor al 0,1%. Por lo tanto, a efectos de cálculo, no se han tenido en consideración las variaciones de nivel entre los distintos elementos del sistema de riego, por ser éstas de carácter despreciable.

#### 6.2.2. Ramales portagoteros

El objetivo principal del cálculo de los ramales portagoteros ha sido el de lograr que la aportación de agua por los emisores sea lo más uniforme posible, es decir, que todos emisores apliquen la misma cantidad de agua. Para alcanzar este objetivo han sido necesarias dos condiciones en el diseño:

- Que los emisores sean de buena calidad para que no haya diferencias significativas en sus caudales debido a una incorrecta fabricación.
- Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

Los goteros autocompensantes no tienen una presión de trabajo definida, sino un rango de presiones entre los cuales el caudal es constante. Por lo tanto, para determinar la variación máxima de presión,  $dH$ , y proceder al cálculo de la red de riego se ha considerado una presión de trabajo de 30 m.c.a. y una variación máxima de 6 m.c.a.

Otro criterio para el cálculo de la variación máxima de presiones ha sido el económico. Se sabe que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55% de las pérdidas de carga admisibles en la subunidad se producen en los ramales portagoteros, mientras que el 45% restante se produce en las tuberías terciarias.

#### 6.2.3. Tuberías terciarias y secundarias

Las tuberías terciarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal y las tuberías secundarias hasta los ramales portagoteros. Se emplearán tuberías de PVC con una presión de trabajo de 60 m.c.a. e irán enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Para cumplir el criterio económico planteado en el cálculo de los ramales portagoteros, las pérdidas de carga máximas admisibles en las tuberías terciarias y secundarias serán del 45% de la máxima variación de presión admisible,  $dH$ .

Los cálculos aplicados a la tubería terciaria que porta mayor caudal, que es la que abastecerá a los ramales portagoteros, dan como resultado que el caudal de dicha tubería será de 17,54 m<sup>3</sup>/h. La longitud de dicha tubería terciaria es de 145,8 m.

Para el dimensionamiento de las tuberías terciarias se ha seguido el criterio de que el agua que transporta la tubería no tiene que sobrepasar la velocidad de 2 m/s.

#### 6.2.4. Tubería principal

La tubería principal transporta el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las tuberías secundarias y terciarias. Al igual que en las tuberías terciarias, se emplearán tuberías de PVC de 60 m.c.a. enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Para el dimensionamiento de la tubería principal se ha seguido el criterio de que el agua que transporte la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s.

Como el diámetro de la tubería deberá ser de, al menos, de 147,8 mm, se ha adoptado una solución normalizada y se ha elegido una tubería de 160 mm de diámetro exterior y 150,6 mm de diámetro interior.

### 6.3. Diseño del cabezal de riego

#### 6.3.1. Datos iniciales

Para el diseño del cabezal de riego ha sido necesario conocer el caudal que va a circular por el mismo y la presión que deberá tener el agua.

La subunidad 2 de riego es la que presenta un caudal mayor, con 17544 l/h o, lo que es lo mismo, 0,00487 m<sup>3</sup>/s. Este caudal se ha aumentado en un 15% para prever posibles fugas, obteniendo un caudal de cálculo de 0,00560 m<sup>3</sup>/s.

La presión que debe tener el agua tiene que ser tal que compense las pérdidas de carga máximas de la instalación, que se producen en el último ramal portagoteros de la subunidad 2, con un valor de 6,48 m.c.a.. Por lo tanto, para que la presión en el último gotero del último ramal de la subunidad 2 sea de 30 m.c.a., la presión a la salida del cabezal de riego será de, al menos, 36,48 m.c.a.

#### 6.3.2. Dispositivos de filtrado

El agua de riego, que procede del arroyo Maderano, debe ser filtrada adecuadamente para prevenir posibles obturaciones de los goteros y el desgaste prematuro del cabezal de riego. Se van a emplear dos tipos de filtros: filtros de arena y filtros de malla (plano nº 6 del Documento 2. Planos).

##### 6.3.2.1. Filtro de arena

El filtro de arena realizará el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos como son las algas, las bacterias y los restos vegetales; y los contaminantes inorgánicos como las arenas, limos y arcillas.

El dispositivo consta de un depósito metálico o plástico lleno de arena silíceo o granítica. El agua, que penetra por un orificio en la parte superior del depósito, atraviesa la arena y sale por un colector situado en la parte baja. El depósito dispone de una abertura en la parte superior para realizar el mantenimiento de la arena.

El espesor de la capa de arena deberá ser, como mínimo, de 45 cm. Se recomienda emplear un filtro de arena de 120 mesh. Se instalarán dos filtros.

### 6.3.2.2. Filtro de malla

El filtrado en este tipo de dispositivos se realiza mediante una serie de mallas concéntricas fabricadas de material no corrosivo (acero o plástico). El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cilindro de malla filtrándose a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y saliendo por la tubería del colector. Las partículas filtradas quedan retenidas en el interior del cartucho de malla.

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado y tratado con fosfato de cinc y posterior aplicación electrostática de una capa de pintura de epoxi-poliéster de 120-160 micras con función protectora y anticorrosiva. Irá equipado con una malla de filtrado de 120 mesh de acero inoxidable con soporte de PVC. Tendrá una capacidad de filtrado de 10-30 m<sup>3</sup>/h y una superficie de filtración de 800 cm<sup>2</sup>.

### 6.3.3. Automatización del sistema de riego

En el cabezal de riego se instalará un programador electrónico para automatizar y controlar el riego (plano n° 6 del Documento 2. Planos). El programador se encargará de abrir y cerrar las electroválvulas de las subunidades de riego cuando corresponda.

## 6.4. Dimensionamiento de la instalación de bombeo

La presión a la salida del cabezal de riego deberá ser de 36,48 m.c.a. A esta presión se deberán sumar además las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego.

La toma de agua se encuentra elevada 1,5 m por encima de la altura de la bomba, de tal forma que ésta se encuentra siempre en carga y no es necesario impulsar el agua a una cota superior.

La altura manométrica total necesaria se ha obtenido sumando las pérdidas de carga y la presión necesaria a la salida del cabezal, dando como resultado 57,93 m.c.a.

Se va a instalar una bomba eléctrica horizontal monoblock de 7,5 CV (5,59 kW), con una frecuencia de corriente de 50 Hz y un voltaje de 400 V en trifásico.

La tubería de aspiración será de un diámetro ligeramente superior al de la tubería principal. Se va a instalar una tubería de acero galvanizado de 200 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, fabricada en acero S235JR.

La toma de agua consistirá en una columna de anillos de hormigón de 1,00 m de diámetro interior y 1,00 m de altura, machiembrados. La altura total de la columna será de 2,00 m. Esta columna permitirá mantener el nivel del agua a la entrada de la bomba, evitando que se descebe.

La conexión del arroyo con la columna de anillos de hormigón se realizará mediante tubería de PVC de 315 mm de diámetro exterior y 6,2 mm de diámetro interior. Irá enterrada a 1m de profundidad sobre lecho de arena de río.

Detrás de la bomba se situará una ventosa, que será trifuncional. Se colocará una válvula de retención después de la bomba, siguiendo a la ventosa y a la toma rápida de manómetro, para impedir el retorno del agua.

Se colocarán válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal. La toma rápida de presión y el manómetro se situarán detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

La instalación irá dotada de codos de 90°, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, portabridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

## **7. Normas para la ejecución y explotación del proyecto**

### **7.1. Labores de cultivo**

Las labores de preparación del terreno, abonado, plantación, labores culturales y en definitiva, cualquier labor relacionada con la explotación, se debe realizar con arreglo a las normas contenidas en la Memoria y Anejos del presente proyecto, empleándose maquinaria y aperos específicos.

Los titulares de la explotación quedan facultados para introducir aquellas innovaciones o modificaciones que estimen convenientes siempre que no varíen sustancialmente los objetivos marcados para la explotación.

### **7.2. Maquinaria**

La maquinaria y los equipos necesarios para ejecutar el proyecto se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

La maquinaria sólo podrá ser manejada por personal cualificado. En caso de que se preste a terceros, se informará del servicio de mantenimiento del que requiere y de cómo debe hacerse. Los operarios deberán trabajar con las máximas condiciones de seguridad durante el manejo de la maquinaria.

Las modificaciones en la maquinaria prevista en el presente proyecto son competencia del técnico responsable de la explotación y cuando no se utilicen las máquinas, éstas deben guardarse en un almacén habilitado para ello.

Todos los componentes de las máquinas deben conservarse según lo establecido en sus respectivos manuales del usuario, atendiendo a las indicaciones del fabricante.

### **7.3. Instalación de riego**

En la instalación de riego habrá que vigilar el correcto funcionamiento de los goteros, limpiando los que estén obstruidos o sustituyendo los que estén estropeados. Se procurará también no pisar las tuberías de PE con la maquinaria y en el cabezal de riego habrá que vigilar la limpieza de los filtros, limpiándolos cuando las pérdidas de carga superen los 4 m.c.a.

Por lo general, se revisará la instalación de riego cada 2 ó 3 días como máximo, comprobando el correcto funcionamiento de la instalación.

#### 7.4. Mano de obra

En todo lo referente a la contratación, seguros sociales y descansos del personal se deberá tener en cuenta la normativa vigente.

#### 7.5. Materias primas

##### 7.5.1. Material vegetal

Las características del material vegetal se han de ajustar a lo especificado en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, así como a las técnicas y métodos empleados en su recepción y plantación.

##### 7.5.2. Fertilizantes

El abono orgánico (estiércol de vacuno) debe estar exento de elementos extraños y ser de origen ecológico. El estiércol debe estar bien hecho y deben evitarse los que sean excesivamente pajizos. La enmienda orgánica se va a aplicar mediante un remolque esparcidor de estiércol.

Los fertilizantes minerales, en caso de ser necesarios, se deberán ajustar a las normas estipuladas en la legislación vigente para producción ecológica respecto a su composición y riqueza.

#### 7.6. Medidas de seguridad e higiene y protección general

##### 7.6.1. Riesgos mecánicos

Se ha de tener en cuenta los riesgos específicos de cada máquina y aplicar las medidas de seguridad oportunas, descritas en los manuales de uso de las propias máquinas.

##### 7.6.2. Riesgos de incendios

En el tractor propiedad del promotor se instalará un extintor. Ha de ser de eficacia mínima 13A - 89B de tipo de polvo seco de 3 kg y se deberá colocar en un soporte a una altura de 0,80 a 1,20 m. Se verificará periódicamente, cada tres meses como máximo, la accesibilidad y el estado aparente del extintor. Cada seis meses se realizarán las operaciones previstas por el fabricante y cada doce meses se verificarán por personal especializado. Dichas visitas se registrarán en tarjetas unidas al extintor.

##### 7.6.3. Higiene

Todo el personal deberá disponer periódicamente de ropa de trabajo adecuada a las condiciones precisas para las tareas a realizar. Igualmente, utilizarán calzado adecuado. Dispondrán de taquillas y vestuarios homologados, aseos y duchas en una nave perteneciente al promotor.

Se dispondrá de botiquín de primeros auxilios dotado con los mínimos elementos necesarios, debiendo ser revisado al menos cada tres meses.

### 7.7. Modificaciones

El capataz de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que estime convenientes, pero sin alterar los principios fundamentales que debe seguir la explotación expuestos en el presente proyecto.

## 8. Resumen del presupuesto

A continuación, en la Tabla 3, se presenta el resumen del presupuesto del Documento 4. Presupuesto.

Tabla 3. Resumen del presupuesto.

<b>Capítulo</b>	<b>Importe (€)</b>
1. Cabezal de riego	12.573,63
2. Instalación de riego	56.659,43
3. Plantación	93.733,08
4. Maquinaria y equipos	6695,00
5. Seguridad y salud	2266,00
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>171.927,14</b>
13% de gastos generales	22.350,53
6% de beneficio industrial	10.315,63
<b>Presupuesto de ejecución por contrata SIN IVA (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>204.593,30</b>
21% IVA	42.964,59
<b>Presupuesto de ejecución por contrata CON IVA</b>	<b>247.557,89</b>
<b>Honorarios</b>	
<b>Proyecto</b>	2% s/PEM
21% IVA	
<b>TOTAL HONORARIOS PROYECTO</b>	<b>4160,64</b>
<b>Dirección de obra</b>	2% s/PEM
21% IVA	
<b>TOTAL HONORARIOS DIRECCIÓN</b>	<b>4160,64</b>
<b>TOTAL HONORARIOS</b>	<b>8321,27</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>255.879,16</b>

**Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.**

## **9. Evaluación económica del proyecto**

La cuantía de la inversión necesaria para la puesta en marcha de proyecto es de 204.557,89€, IVA no incluido.

La financiación del proyecto va a ser mixta, contado con un 20% de capital propio y 80% de capital prestado. El préstamo concedido es de 163.674,64€, con un tipo de interés anual del 1% y un sistema anual de devolución de cuotas constantes de 10 años.

Los cobros ordinarios derivan de la venta de la cosecha, considerando un precio medio del destilado de 30 €/l. También se considera el cobro de las ayudas a la plantación y el cultivo del lavandín, que ascienden a 1.240 €/año.

En los pagos ordinarios se consideran los gastos financieros, la mano de obra y los servicios contratados a profesionales, las reparaciones, el mantenimiento y la adquisición de repuestos para la plantación y los equipos de la explotación, los suministros para las labores (gasoil y aceite), el canon de riego y los tributos.

Para realizar la evaluación financiera de la inversión se han empleado una serie de indicadores, que son: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), el Valor Anual Equivalente (VAE) y el Periodo de Recuperación (PR).

Considerando la financiación ajena y una tasa de actualización del 2%, se obtiene un VAN de 43.741,26€, un periodo de recuperación de 9,26 años y un VAE de 4.618€. El valor de la TIR es del 7,28%. Por lo tanto, se cumplen las condiciones necesarias para garantizar la viabilidad y la rentabilidad del presente proyecto.

Del análisis de sensibilidad se puede concluir que, aún en el caso de que subieran los intereses al 2% y de que se perdiera la subvención, el proyecto seguiría siendo viable y rentable. Se obtendrían un VAN de 28.414,27€, una TIR del 4,62%, un VAE de 3.000,04€ y un plazo de recuperación de 9,51 años.

## **10. Firma del proyecto**

La redacción del presente proyecto se finaliza en julio de 2020, en Valladolid, por la estudiante del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroambiental Esther Pérez Alejos.

Fdo.: Esther Pérez Alejos

ANEJOS

## ÍNDICE DE ANEJOS

**Anejo I.** Condicionantes

**Anejo II.** Situación actual

**Anejo III.** Estudio de alternativas

**Anejo IV.** Ingeniería del proceso

**Anejo V.** Instalación de riego

**Anejo VI.** Normas para la ejecución y explotación del proyecto

**Anejo VII.** Justificación de precios

**Anejo VIII.** Estudio económico

**Anejo IX.** Estudio básico de seguridad y salud

## Anejo I. Condicionantes

## ÍNDICE DEL ANEJO I

<b>1. Estudio climatológico.....</b>	<b>5</b>
1.1. Elección del observatorio.....	5
1.2. Radiación.....	5
1.3. Elementos climáticos térmicos.....	6
1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas.....	6
1.3.2. Representación gráfica de las temperaturas.....	7
1.3.3. Régimen de heladas.....	7
1.3.3.1. Estimaciones directas.....	7
1.3.3.2. Estimaciones indirectas.....	8
1.4. Elementos climáticos hídricos.....	12
1.4.1. Cuadro resumen de precipitaciones y estudio de precipitaciones máximas.....	12
1.4.2. Estudio de la dispersión: método de los quintiles.....	16
1.5. Elementos climáticos secundarios.....	16
1.5.1. Vientos.....	18
1.5.2. Fenómenos atmosféricos.....	19
1.6. Índices y clasificación climática.....	26
1.7. Conclusión.....	26
<b>2. Estudio edafológico.....</b>	<b>26</b>
2.1. Características y descripción de los suelos.....	26
2.2. Resultados de los análisis físico-químicos.....	26
2.2.1. Toma de muestras.....	27
2.2.2. Exposición de los datos de campo.....	28
2.2.3. Resultados de los análisis físico-químicos.....	29
2.3. Parámetros ecológicos especiales.....	30
2.3.1. Textura.....	31
2.3.2. Afloramientos rocosos.....	32
2.3.3. Permeabilidad.....	32
2.3.3.1. Cementación.....	32
2.3.3.2. Microporosidad.....	34
2.3.4. Capacidad de retención de agua.....	36
2.3.5. Reacción del suelo.....	38
2.3.6. Conductividad.....	39
2.3.7. Materia orgánica.....	40
2.3.8. Abundancia de calcio.....	41
2.3.8.1. Caliza activa.....	42
2.3.8.2. Carbonatos.....	43
2.3.9. Capacidad de intercambio catiónico.....	44
2.3.10. Cationes de cambio.....	46
2.3.11. Fertilidad.....	49
2.4. Clasificación de los suelos.....	49

<b>3. Análisis del agua de riego.....</b>	<b>49</b>
3.1. Toma de muestras.....	49
3.2. Resultados de los análisis.....	49
3.3. Interpretación de los resultados.....	50
3.3.1. Salinidad.....	50
3.3.2. pH.....	52
3.3.3. Sodicidad.....	52
3.3.4. Carbonato sódico residual (Eaton).....	53
3.3.5. Dureza.....	55
3.3.6. Norma Riverside de la clasificación del agua de riego.....	56
3.4. Conclusiones.....	56
<b>4. Estudio de comercialización.....</b>	<b>56</b>
4.1. Introducción.....	57
4.2. Objetivos.....	57
4.3. Usos comerciales.....	58
4.4. Productos elaborados.....	59
4.5. Canales de comercialización.....	60
4.6. Mercado.....	61
4.7. Demanda.....	62
4.8. Precios.....	62
4.9. Calidades existentes.....	63
4.9.1. Calidad según perfumería.....	64
4.9.2. Normas de calidad existentes.....	64
<b>5. Legislación.....</b>	<b>64</b>
5.1. Derechos de pago único.....	64
5.2. Legislación consultada.....	64

### ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO I

Tabla 1. Resumen mensual de radiaciones - Pág. 5
Tabla 2. Año tipo de temperaturas para el observatorio de Astudillo - Pág. 6
Tabla 3. Cuadro resumen de temperaturas para el observatorio de Astudillo - Pág. 9
Tabla 4. Temperatura media de las mínimas - Pág. 10
Tabla 5. Media de las temperaturas máximas absolutas - Pág. 12
Tabla 6. Cuadro resumen de precipitaciones del año tipo - Pág. 12
Tabla 7. Cuadro resumen de precipitaciones máximas - Pág. 13
Tabla 8. Estudio de las precipitaciones por quintiles, en décimas de mm - Pág. 15
Tabla 9. Distribución de frecuencia de precipitación - Pág. 18
Tabla 10. Número medio mensual de días de los fenómenos atmosféricos - Pág. 19
Tabla 11. Zonas de influencia climática según Lang - Pág. 20
Tabla 12. Zonas de Martonne - Pág. 21
Tabla 13. Tipo de invierno según las subdivisiones - Pág. 22
Tabla 14. Clasificación climática de Köppen - Pág. 23

Tabla 15. Categorías climáticas - Pág. 23
Tabla 16. Subgrupos - Pág. 24
Tabla 17. Subdivisiones - Pág. 28
Tabla 18. Porcentajes de arena, limo y arcilla - Pág. 30
Tabla 19. Calicata de terreno en ladera - Pág. 30
Tabla 20. Calicata de terreno llano - Pág. 30
Tabla 21. Conversión de la escala ISSS a la USDA - Pág. 31
Tabla 22. Calicata en terreno llano - Pág. 31
Tabla 23. Calicata en ladera - Pág. 33
Tabla 24. Microporosidad - Pág. 34
Tabla 25. Permeabilidad - Pág. 35
Tabla 26. Valores de c - Pág. 35
Tabla 27. Resultados del estudio de la capacidad de retención de agua - Pág. 36
Tabla 28. C.R.A. - Pág. 37
Tabla 29. Reacción del suelo - Pág. 37
Tabla 30. Clasificación U.S.D.A. - Pág. 38
Tabla 31. Clasificación Wilde - Pág. 38
Tabla 32. Clasificación para la conductividad eléctrica - Pág. 39
Tabla 33. Conductividad eléctrica - Pág. 39
Tabla 34. Escala de salinidad - Pág. 40
Tabla 35. Clasificación de la materia orgánica - Pág. 40
Tabla 36. Valores de materia orgánica - Pág. 40
Tabla 37. Determinación de la caliza activa - Pág. 41
Tabla 38. Clasificación de la caliza activa - Pág. 41
Tabla 39. Contenido en carbonatos - Pág. 42
Tabla 40. Clasificación por carbonatos - Pág. 42
Tabla 41. Clasificación del suelo según su C.I.C. - Pág. 42
Tabla 42. Resultados de la C.I.C. obtenidos en laboratorio - Pág. 43
Tabla 43. Parámetros para valorar el porcentaje de saturación - Pág. 44
Tabla 44. Cálculo del porcentaje de saturación de bases - Pág. 45
Tabla 45. Fósforo y potasio - Pág. 46
Tabla 46. Fertilidad del suelo - Pág. 49
Tabla 47. Análisis del agua de riego - Pág. 51
Tabla 48. Efectos de los distintos niveles de alcalinidad sobre el suelo - Pág. 51
Tabla 49. Clasificación del agua según su dureza - Pág. 52

## ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEJO I

Figura 1. Representación gráfica de las temperaturas - Pág. 7
Figura 2. Frecuencias de precipitaciones - Pág. 15
Figura 3. Precipitaciones medias - Pág. 16
Figura 4. Evolución mensual de las precipitaciones - Pág. 16
Figura 5. Fenómenos atmosféricos - Pág. 18
Figura 6. Diagrama ombrotérmico de Gaussen - Pág. 21
Figura 7. Diagrama de termohietas, Climograma - Pág. 22
Figura 8. Gráfico para la clasificación del agua de riego - Pág. 54
Figura 9. Diagrama de los canales de comercialización del aceite esencial - Pág. 59

## 1. Estudio climatológico

### 1.1. Elección del observatorio

Este proyecto se sitúa en el municipio de Cevico de la Torre, a 23 km de Palencia (capital de provincia) y a 780 m de altitud. Esta localidad pertenece a la comarca del Cerrato.

La elección de los observatorios es un paso previo a la realización del estudio climatológico. Los observatorios deben tener unas condiciones geográficas similares a las de la finca donde se va a situar el proyecto para que los resultados se ajusten a las condiciones de la finca objeto de estudio.

En el presente estudio climatológico se van a estudiar la termometría, la pluviometría, los vientos y la radiación, principalmente. Para ello, se emplearán los datos de tres observatorios:

Se dispone de datos termo-pluviométricos de un observatorio situado en Astudillo, localidad que se encuentra a 50 km de la zona del proyecto y a una altitud de 784 m. Las series de datos de temperatura disponibles van desde el año 1989 hasta la actualidad, por lo que es el más adecuado de los observatorios para la realización del presente estudio.

También se dispone de un observatorio con datos únicamente pluviométricos, situado en Quintana del Puente, localidad ubicada a 40 km de la zona del proyecto y a una altitud de 751 m. Las series de datos de precipitación disponibles van desde el año 1960 hasta el momento actual, por lo que también resulta adecuado.

Además, los datos de insolación y viento se han obtenido del observatorio de Valladolid, localidad situada a 45 km de la zona del proyecto y a una altitud de 735 m, en el Valle del Pisuega. Las series de datos de insolación disponibles van desde el año 1976 hasta la actualidad y las rosas de los vientos del observatorio de Valladolid están disponibles desde 1988 y hasta el momento actual también.

### 1.2. Radiación

Para el cálculo de las radiaciones se han utilizado los datos del resumen mensual de instalación de M horas mensuales de sol registrados en la estación de Valladolid y utilizando datos de los últimos treinta años. Los valores se muestran en la siguiente tabla (Tabla 1.):

Tabla 1. Resumen mensual de radiaciones.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
<b>RA</b>	336	468	650	819	939	985	954	846	689	510	360	294
<b>n</b>	3,12	5,22	6,81	7,82	8,98	11,23	11,68	10,81	8,50	5,51	3,92	2,97
<b>N</b>	9,5	10,7	12,0	13,4	14,6	15,2	14,9	13,8	12,5	10,9	9,8	9,2
<b>n/N</b>	0,33	0,38	0,57	0,58	0,62	0,74	0,78	0,78	0,68	0,51	0,40	0,32
<b>RGlover McCulloch</b>	134,9	200,8	346,8	441,4	526,8	617,6	619,2	549,1	409,3	255,3	158,4	116,4
<b>RPenman</b>	121,5	182,1	320,8	408,7	489,2	578,2	580,9	515,2	381,7	234,9	144,0	104,7

$R$  (radiación), en  $ly/día = RA (a + b (n/N))$ , donde:

- $RA$  = radiación solar extraterrestre o radiación global
- $a$  y  $b$  = coeficientes que representan diversos valores, siendo los más utilizados los de Glover y McCulloch y los de Penman:
  - Glover y McCulloch, en  $ly/día$ :  $a = 0,29 \times \cos L = 0,22$  y  $b = 0,55$
  - Penman, en  $ly/día$ :  $a = 0,18$  y  $b = 0,55$
- $n$ , en  $h/día$  = insolación media del observatorio
- $N$ , en  $h/día$  = insolación máxima posible, sacada de los datos de insolación diaria máxima posible

### 1.3. Elementos climáticos térmicos

Tabla 2. Año tipo de temperaturas para el observatorio de Astudillo.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
<b>T<sub>m</sub> (°C)</b>	3,6	5,3	8,5	9,7	14,1	18,4	21,1	21,2	17,1	12,7	7,3	4,6
<b>Desv. típica</b>	1,52	1,68	1,34	1,34	1,19	1,91	1,25	1,42	1,70	1,74	1,55	1,69
<b>CV</b>	0,42	0,32	0,16	0,14	0,08	0,10	0,06	0,07	0,10	0,14	0,21	0,37

#### 1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas para el observatorio de Astudillo:

Tabla 3. Cuadro resumen de temperaturas para el observatorio de Astudillo.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	set.	oct.	nov.	dic.	P	V	O	I	AN.
<b>T<sub>a</sub></b>	15,5	20,5	25,5	29,0	34,0	37,0	39,5	39,2	36,0	29,0	23,0	15,5	34,0	39,5	36,0	20,5	39,5
<b>T'<sub>a</sub></b>	13,0	16,6	22,1	23,8	29,6	34,0	36,6	36,2	31,3	24,9	17,9	13,1	25,2	35,6	24,7	14,2	25,0
<b>T</b>	7,2	10,3	14,5	15,6	20,6	26,0	29,4	28,9	24,0	17,7	11,3	7,9	16,9	28,1	17,7	8,5	17,8
<b>t<sub>m</sub></b>	3,6	5,3	8,5	9,7	14,1	18,4	21,1	21,2	17,1	12,7	7,3	4,6	10,8	20,2	12,4	4,5	12,0
<b>t</b>	0,0	0,3	2,5	3,8	7,5	10,7	12,9	13,3	10,3	7,6	3,3	1,2	4,6	12,3	7,1	0,5	6,1
<b>t'<sub>a</sub></b>	-6,4	-5,3	-3,8	-2,5	0,5	4,4	7,3	8,0	4,5	0,9	-3,2	-5,4	-1,9	6,6	0,7	-5,7	-0,8
<b>t<sub>a</sub></b>	-12	-10	-10	-4,8	-3,0	2,2	2,8	5,2	0	-2,5	-10	-11	-10	2,2	-10	-12	-12

Teniendo en cuenta que los meses para cada estación son:

- Marzo, abril y mayo para primavera (P)
- Junio, julio y agosto para verano (V)

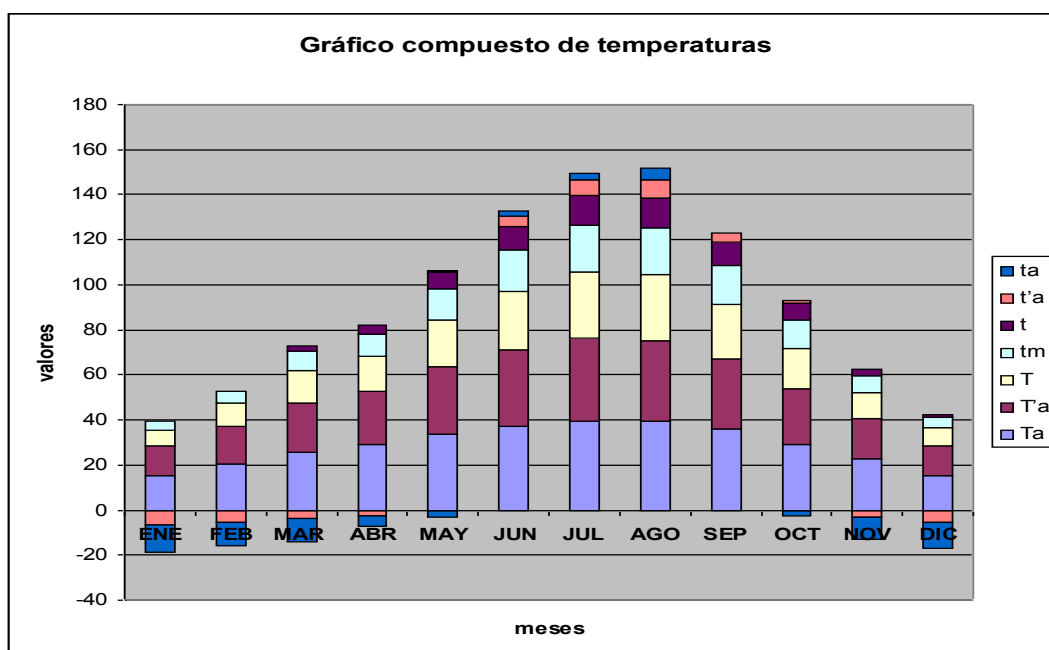
- Septiembre, octubre y noviembre para otoño (O)
- Diciembre, enero y febrero para invierno (I)

Y los significados de las temperaturas y símbolos utilizados son los siguientes:

- $T_a$ : Temperatura máxima absoluta
- $T'_a$ : Media de las temperaturas máximas absolutas
- $T$ : Temperatura media de las máximas
- $t_m$ : Temperatura media mensual
- $t$ : Temperatura media de las mínimas
- $t'_a$ : Media de las temperaturas mínimas absolutas
- $t_a$ : Temperatura mínima absoluta

### 1.3.2. Representación gráfica de las temperaturas:

Figura 1. Representación gráfica de las temperaturas.



### 1.3.3. Régimen de heladas

#### 1.3.3.1. Estimaciones directas

Como el observatorio elegido dispone de datos suficientes, se establece un periodo de 15 años (que es el mínimo) para el cálculo de las temperaturas de los siguientes parámetros:

- Fecha más temprana de la primera helada: de la serie de años estudiada, se fija la fecha en la que la primera helada se produjo antes, que es el 28 de septiembre de 2007.
- Fecha más tardía de la primera helada: igual que antes, pero con la fecha del año en el que la primera helada se produjo más tarde, el 8 de diciembre de 2002.
- Fecha más temprana de última helada: de la serie de datos estudiada se establecen las fechas en las que las últimas heladas se produjeron antes, el 1 de abril de 1992, 2000 y 2007.
- Fecha más tardía de la última helada: igual que en el apartado anterior, con la fecha del año en el que la última helada se produjo más tarde, el 21 de mayo de 1993.
- Fecha media de la primera helada: con todas las fechas de la primera helada de la serie, se calcula la fecha media en la que se produce, el 8 de noviembre.
- Fecha media de última helada: igual que el apartado anterior, con la fecha de las últimas heladas, el 16 de abril.
- Periodo medio de heladas: comprende desde la fecha media de la primera, hasta la fecha media de la última helada, del 8 de noviembre al 6 de abril.
- Periodo máximo de heladas: desde la primera helada más temprana a la última más tardía, del 28 de septiembre al 21 de mayo.
- Periodo mínimo de heladas: desde la primera helada más tardía hasta la última más temprana, del 8 de diciembre al 1 de abril.

Las estimaciones directas son válidas, pero van a extremos muy exagerados. Son más útiles y se acoplan mejor al estudio las estimaciones indirectas.

#### 1.3.3.2. Estimaciones indirectas

Para este tipo de estimaciones no se necesitan los datos directos de las heladas. Se utiliza el cuadro de las temperaturas medias de las mínimas de los últimos 15 años, como mínimo:

Las estimaciones indirectas se calculan mediante tres métodos:

- Método de WALTER Y LIETH:

Periodo de heladas seguras: media de las mínimas inferior a 0 °C ( $t \leq 0$  °C), el mes de enero.

Periodo de heladas probables: media de las mínimas absolutas inferior a 0 °C ( $t'_a \leq 0$  °C), desde noviembre hasta abril.

- Método de EMBERGUER:

Este método hace distinción entre cuatro periodos posibles de heladas y tiene en cuenta el día 15 para la temperatura media mínima de cada mes:

Periodo de heladas seguras (Hs): media de las mínimas inferior a 0 °C ( $t \leq 0$  °C).

Periodo de heladas muy probables (Hp): media de las mínimas entre 0 y 3 °C ( $0$  °C <  $t \leq 3$  °C).

Periodo de heladas probables (H'p): media de las mínimas entre 3 y 7 °C ( $3$  °C <  $t \leq 7$  °C).

Periodo libre de heladas (d): media de las mínimas superior a 7 °C ( $t > 7$  °C).

Temperatura media de las mínimas (T), en °C, para cada mes del año:

Tabla 4. Temperatura media de las mínimas.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
T	10,3	7,6	3,3	1,2	0,0	0,3	2,5	3,8	7,5	10,7	12,9	13,3

Periodo de heladas seguras Hs,  $t \leq 0$  °C:

Primer día de heladas seguras y último día de heladas seguras: no hay periodo de heladas seguras.

Periodo de heladas muy probable, Hp:  $0$  °C  $< t \leq 3$  °C

Primer día de heladas muy probables:

15 de noviembre: 3,3 °C

15 de diciembre: 1,2 °C

$$\frac{3,3 - 1,2}{30} = \frac{3,3 - 3}{x}$$

$x = 4,29$ ; 4 días

15 de noviembre + 4 días = 19 de noviembre.

Último día de heladas muy probables:

15 de marzo: 2,5 °C

15 de abril: 3,8 °C

$$\frac{2,5 - 3,8}{31} = \frac{2,5 - 3}{x}$$

$x = 11,92$ ; 12 días

15 de marzo + 12 días = 27 de marzo

El periodo de heladas muy probables comprenderá el periodo entre el 19 de noviembre y el 27 de marzo.

Periodo de heladas probables, H'p:  $3$  °C  $< t \leq 7$  °C

Primer día de heladas probables:

15 de octubre: 7,6 °C

15 de noviembre: 3,3 °C

$$\frac{7,6 - 3,3}{31} = \frac{7,6 - 7}{x}$$

$$x = 4,33; 4 \text{ días}$$

$$15 \text{ de octubre} + 4 \text{ días} = 19 \text{ de octubre}$$

Último día de heladas probables:

$$15 \text{ de abril: } 3,8 \text{ °C}$$

$$15 \text{ de mayo: } 7,5 \text{ °C}$$

$$\frac{3,8 - 7,5}{30} = \frac{3,8 - 7}{x}$$

$$x = 25,95; 26 \text{ días}$$

$$15 \text{ de abril} + 26 \text{ días} = 11 \text{ de mayo}$$

El periodo de heladas probables será desde el 19 de octubre hasta el 11 de mayo.

Periodo libre de heladas, (d):  $t > 7 \text{ °C}$

El periodo libre de heladas será del 12 de mayo hasta el 18 de octubre.

- Método de PAPADAKIS:

El método Papadakis se basa en el estudio de las temperaturas medias de mínimas absolutas, en °C, y estima como temperatura de cada mes el primer día del mes para el comienzo de cada estación o periodo y el último día de cada mes para el final de periodo.

Papadakis estima tres periodos o estaciones en cuanto a heladas:

Estación libre de heladas (EMLH): los meses en los que la media de las mínimas absolutas es  $\geq 0 \text{ °C}$ .

Estación media disponible libre de heladas (EDLH): la media de las mínimas absolutas es  $\geq 2 \text{ °C}$ .

Estación mínima libre de heladas (EmLH): la media de las mínimas absolutas es  $\geq 7 \text{ °C}$ .

Tabla 5. Media de las temperaturas máximas absolutas.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
$t'_a$	4,5	0,9	-3,2	-5,4	-6,4	-5,3	-3,8	-2,5	0,5	4,4	7,3	8,0

Estación media libre de heladas (EMLH):  $t'_a \geq 0 \text{ °C}$

Fecha inicio de la estación:

$$1 \text{ de abril: } -2,5 \text{ °C}$$

$$1 \text{ de mayo: } 0,5 \text{ °C}$$

$$\frac{-2,5 - 0,5}{30} = \frac{-2,5 - 0}{x}$$

$$x = 25 \text{ días}$$

$$1 \text{ de abril} + 25 \text{ días} = 26 \text{ abril}$$

Fecha de final de la estación:

$$31 \text{ de octubre: } 0,9 \text{ °C}$$

$$30 \text{ de noviembre: } -3,2 \text{ °C}$$

$$\frac{0,9 - (-3,2)}{30} = \frac{0,9 - 0}{x}$$

$$x = 6,59; 6 \text{ días}$$

$$31 \text{ de octubre} + 6 \text{ días} = 6 \text{ de noviembre}$$

Así pues, la EMLH va desde el 26 de abril hasta el 6 de noviembre.

Estación disponible libre de heladas: (EDLH):  $t'_a \geq 2 \text{ °C}$

Fecha de inicio de la estación:

$$1 \text{ de mayo: } 0,5 \text{ °C}$$

$$1 \text{ de junio: } 4,4 \text{ °C}$$

$$\frac{0,5 - 4,4}{31} = \frac{0,5 - 2}{x}$$

$$x = 11,92 \text{ días; } 12 \text{ días}$$

$$1 \text{ de mayo} + 12 \text{ días} = 13 \text{ de mayo}$$

Fecha de final de la estación:

$$30 \text{ de septiembre: } 4,5 \text{ °C}$$

$$31 \text{ de octubre: } 0,9 \text{ °C}$$

$$\frac{4,5 - 0,9}{31} = \frac{4,5 - 2}{x}$$

$$x = 21,53 \text{ días; } 21 \text{ días}$$

$$30 \text{ de septiembre} + 21 \text{ días} = 21 \text{ de octubre}$$

Así pues, la EDLH va desde el 13 de mayo hasta el 21 de octubre.

Estación mínima libre de heladas (EmLH):  $t'_a \geq 7 \text{ °C}$

Fecha de inicio de la estación:

1 de junio: 4,4 °C

1 de julio: 7,3 °C

$$\frac{4,4 - 7,3}{30} = \frac{4,4 - 7}{x}$$

x = 26,9 días; 27 días

1 de junio + 27 días = 28 de junio

Fecha de final de la estación:

31 de agosto: 8 °C

30 de septiembre: 4,5 °C

$$\frac{8 - 4,5}{30} = \frac{8 - 7}{x}$$

x = 8,57 días; 8 días

31 de agosto + 8 días = 8 de septiembre

Así pues, la EmLH comprenderá el periodo desde el 28 de junio hasta el 8 de septiembre.

#### 1.4. Elementos climáticos hídricos

##### 1.4.1. Cuadro resumen de precipitaciones y estudio de precipitaciones máximas

Tabla 6. Cuadro resumen de precipitaciones del año tipo.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.	Anual
<b>P (mm)</b>	43,46	34,53	30,04	43,43	53,52	38,43	15,71	19,85	36,07	50,77	51,31	44,32	461,43
<b>P<sub>m</sub>(mm)</b>	34,45	28,50	17,20	37,60	47,30	35,40	11,30	13,65	31,80	46,50	47,0	33,20	451,3
<b>D.Típ.</b>	33,44	27,78	27,12	25,71	29,87	26,17	16,98	21,83	26,53	38,01	36,19	37,85	99,99
<b>CV</b>	0,77	0,80	0,90	0,59	0,56	0,68	1,08	1,10	0,74	0,75	0,71	0,85	0,22

Tabla 7. Cuadro resumen de precipitaciones máximas.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
<b>P máx. abs. (mm)</b>	31,8	27,0	28,5	25,0	43,0	53,2	30,8	54,4	42,3	39,5	54,5	46,0
<b>P máx. med. (mm)</b>	12,69	11,03	9,51	12,91	16,81	17,29	7,89	11,73	16,50	16,32	16,17	14,01
<b>Frec. (nº)</b>	3	5	1	1	7	7	1	6	5	5	4	4

## 1.4.2. Estudio de la dispersión: método de los quintiles

Dentro de los elementos climáticos hídricos, interesa el estudio de la dispersión con el que se asocian probabilidades de ocurrencia a precipitaciones de un determinado volumen de agua para los periodos mensuales que se consideren.

Este estudio se realiza por el método de los quintiles. Cada quintil separa la muestra en cinco partes:

$$(n/5)*i = X$$

Donde:

n = número de datos

X = posición que ocupa el quintil de orden i

Si X es entero, entonces:  $Q_i = (V_x + V_{x+i})/2$

$V_x$  = precipitación correspondiente a la posición X

Si X es decimal, entonces:  $Q_i = V_y$ ; redondeando ese número al entero superior y el valor del quintil, será el valor de la precipitación de la posición Y.

Para el estudio de las precipitaciones hay que tener en cuenta una serie de 30 años como mínimo. En este caso se utilizan todos los valores de los que se dispone, es decir, los 49 años que nos aporta el observatorio de Quintana del Puente.

Tabla 8. Estudio de las precipitaciones por quintiles, en décimas de mm.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>1</b>	7	35	0	-3	69	15	-3	-3	8	35	0	-3
<b>2</b>	19	42	25	86	150	26	-3	0	26	40	43	22
<b>3</b>	30	45	40	140	183	28	-3	0	26	62	72	30
<b>4</b>	41	50	45	142	202	68	-3	0	40	80	85	35
<b>5</b>	59	66	48	176	205	85	-3	5	47	92	110	53
<b>6</b>	70	68	58	177	205	121	0	6	50	108	120	65
<b>7</b>	100	72	110	190	215	125	6	13	52	114	120	84
<b>8</b>	104	91	115	215	271	128	10	27	60	122	128	109
<b>9</b>	105	96	117	235	272	139	12	27	109	147	130	113
<b>Q1</b>	<b>115</b>	<b>98</b>	<b>120</b>	<b>239</b>	<b>310</b>	<b>142</b>	<b>13</b>	<b>35</b>	<b>118</b>	<b>160</b>	<b>135</b>	<b>118</b>
<b>11</b>	198	120	130	248	314	155	15	36	131	165	195	126
<b>12</b>	198	132	131	290	317	169	15	40	141	182	205	128
<b>13</b>	236	135	135	290	319	180	22	47	145	184	286	191
<b>14</b>	239	140	137	300	321	189	22	48	165	204	319	196
<b>15</b>	266	146	138	311	335	191	36	50	205	215	339	223

<b>16</b>	269	158	142	331	337	238	41	52	235	248	341	228
<b>17</b>	271	164	151	348	337	250	51	58	245	249	345	235
<b>18</b>	272	167	152	353	340	260	69	60	251	271	349	242
<b>19</b>	275	180	152	354	346	268	87	60	260	304	355	259
<b>Q2</b>	<b>278</b>	<b>186</b>	<b>165</b>	<b>361</b>	<b>359</b>	<b>290</b>	<b>89</b>	<b>78</b>	<b>277</b>	<b>312</b>	<b>365</b>	<b>261</b>
<b>21</b>	279	195	165	365	381	302	90	96	284	313	365	264
<b>22</b>	290	212	168	370	415	308	92	108	310	327	425	287
<b>23</b>	297	244	169	372	417	313	93	111	312	395	440	294
<b>24</b>	312	277	172	374	461	315	98	124	315	435	461	325
<b>Me</b>	<b>377</b>	<b>285</b>	<b>172</b>	<b>376</b>	<b>473</b>	<b>354</b>	<b>113</b>	<b>149</b>	<b>318</b>	<b>465</b>	<b>470</b>	<b>332</b>
<b>26</b>	388	286	189	400	490	358	113	154	326	495	493	362
<b>27</b>	408	289	198	401	504	375	117	156	327	506	502	365
<b>28</b>	417	330	220	405	506	376	135	162	327	521	531	365
<b>29</b>	440	334	236	409	511	397	135	189	335	550	574	413
<b>Q3</b>	<b>443</b>	<b>349</b>	<b>257</b>	<b>411</b>	<b>553</b>	<b>397</b>	<b>137</b>	<b>193</b>	<b>348</b>	<b>599</b>	<b>589</b>	<b>426</b>
<b>31</b>	469	352	281	429	559	412	156	202	370	603	591	440
<b>32</b>	470	376	285	430	602	426	159	210	389	625	610	505
<b>33</b>	490	382	328	465	696	443	165	212	400	643	613	515
<b>34</b>	522	415	360	471	713	460	210	225	436	645	617	538
<b>35</b>	549	425	375	477	740	473	213	238	486	653	620	543
<b>36</b>	580	426	379	496	755	490	224	239	503	670	657	573
<b>37</b>	641	460	402	508	756	536	235	255	505	763	685	585
<b>38</b>	727	470	412	515	783	568	240	273	510	828	685	627
<b>39</b>	745	556	418	520	790	575	244	279	545	840	724	641
<b>Q4</b>	<b>773</b>	<b>593</b>	<b>441</b>	<b>528</b>	<b>820</b>	<b>600</b>	<b>288</b>	<b>328</b>	<b>610</b>	<b>897</b>	<b>726</b>	<b>739</b>
<b>41</b>	828	615	525	548	838	627	305	495	612	901	763	747
<b>42</b>	850	660	537	671	852	632	308	513	677	931	784	867
<b>43</b>	880	717	562	747	860	675	309	526	685	948	786	895
<b>44</b>	888	731	624	780	905	690	330	550	695	972	924	903
<b>45</b>	968	845	634	788	926	719	449	555	699	979	1061	980
<b>46</b>	975	905	875	885	940	878	455	682	733	990	1080	1183
<b>47</b>	1170	922	1014	900	963	954	469	740	813	1010	1133	1284
<b>48</b>	1533	975	1047	1045	1014	966	525	923	1063	1198	1411	1410
<b>49</b>		1103	1161	1413	1594	1145	817		1150	1879	1782	1595

Tabla 9. Distribución de frecuencia de precipitación.

Intervalo de precipitación	Nº de años	Intervalo de precipitación	Nº de años
0 – 100	0	400 – 500	22
100 – 200	0	500 – 600	10
200 – 300	1	600 – 700	3
300 – 400	12	700 – 800	1

Figura 2. Frecuencias de precipitaciones.

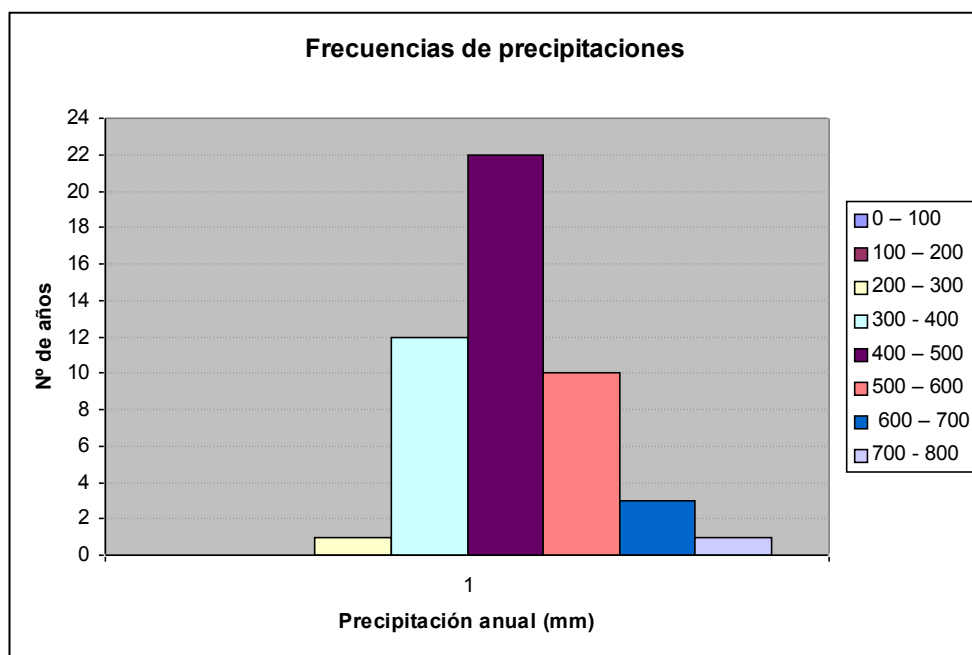


Figura 3. Precipitaciones medias.

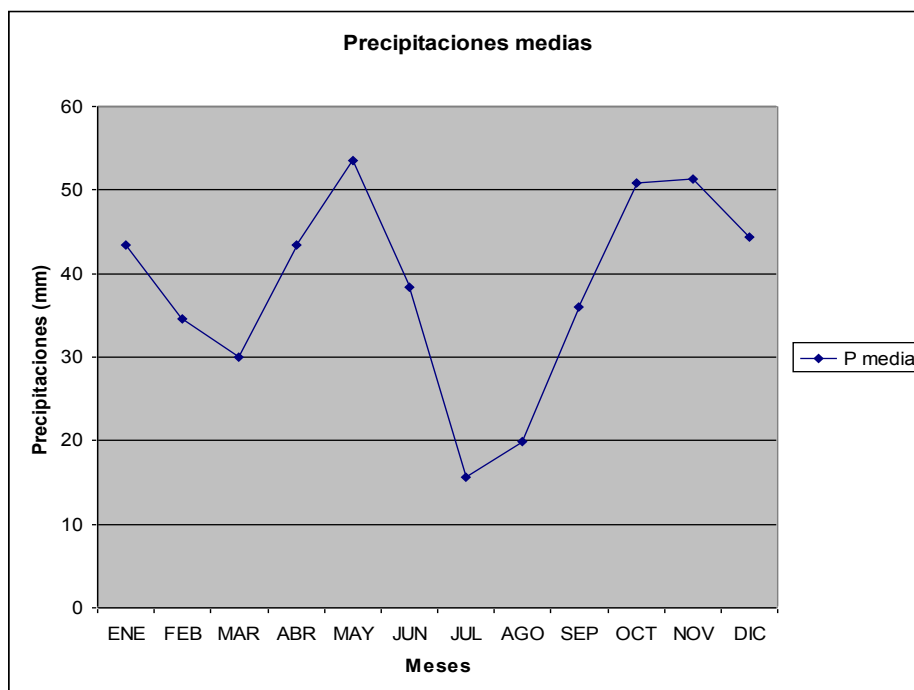
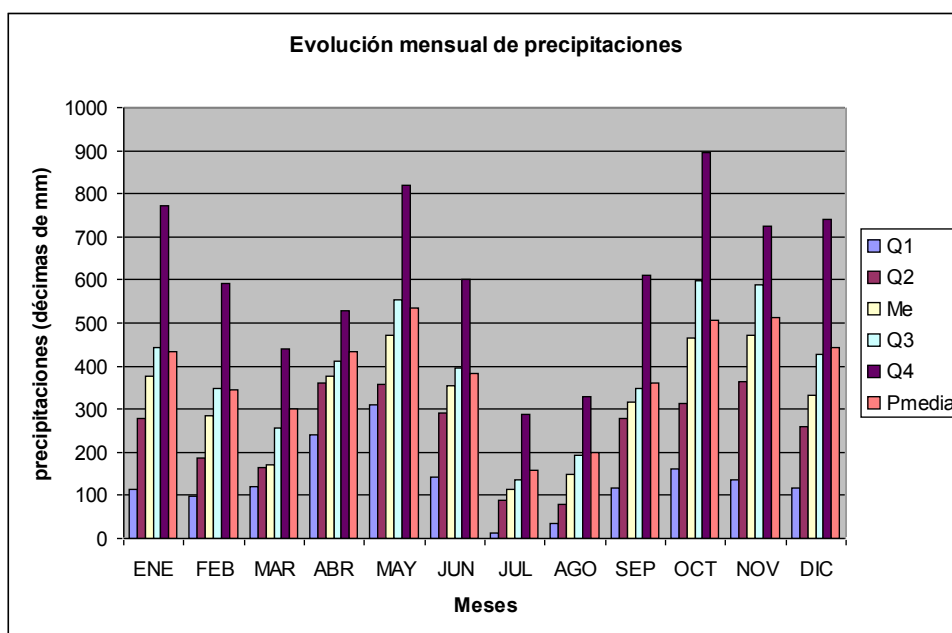


Figura 4. Evolución mensual de las precipitaciones.



### 1.5. Elementos climáticos secundarios

A continuación, una mención a otros elementos climáticos que también es importante tener en consideración:

#### 1.5.1. Vientos

En este apartado atiende a las velocidades de los vientos y a las direcciones que dominan, estudiados mes a mes, para una serie anual con un periodo mínimo de diez años.

En este caso, los datos de la rosa de los vientos nos los proporciona el observatorio de Valladolid.

En el mes de enero, se observa que las calmas predominan en un 26,2% y con direcciones del viento predominantes sur-suroeste y oeste con frecuencias del 8,7%. Las velocidades más altas se alcanzan en la dirección oeste con velocidades entre 32 y 50 km/h.

En el mes de febrero, las calmas tienen una frecuencia del 21,4% y las direcciones predominantes son oeste con una frecuencia del 12,8% y noreste con una frecuencia del 10,4%. Las velocidades más altas se dan en la dirección oeste con vientos superiores a 50 km/h.

En el mes de marzo, las calmas predominan mucho menos y solo representan una frecuencia del 14% y la dirección predominante es noreste con una frecuencia del 16%. Las velocidades más altas se producen en la dirección oeste con valores entre 32 y 50km/h.

En el mes de abril, las calmas se reducen a una frecuencia del 9,9% y predominan las direcciones de oeste con frecuencia de 16,6% y de noreste con frecuencia de 10,6%. Las velocidades más elevadas se alcanzan en la dirección oeste con valores superiores a 50 km/h.

En el mes de mayo, las calmas representan el 11,2% y las direcciones predominantes son oeste con frecuencia de 14,7% y noreste con frecuencia de 9,8%. Las velocidades más altas se alcanzan en la dirección oeste con valores entre 32 y 50 km/h.

En el mes de junio, las calmas solo representan un 7,9% y los vientos tienen la dirección predominante del noreste con una frecuencia del 19,4%. Las velocidades más elevadas se alcanzan en la dirección oeste con valores entre 20 y 32 km/h.

En el mes de julio, las calmas son muy reducidas y no representan más que el 6,4%, la dirección predominante de los vientos es noreste con una frecuencia de 22%. Las velocidades más altas se dan oeste con velocidades entre 32 y 50 km/h.

En el mes de agosto, las calmas están algo más presentes que en los años anteriores pero con valores aún muy bajos, del 8,7%. La dirección predominante es noreste con una frecuencia de 21,2%. Las velocidades más elevadas se alcanzan en la dirección oeste con valores entre 20 y 32 km/h.

En el mes de septiembre, las calmas son apreciablemente superiores a las de la estación de verano, con una frecuencia de 13,8% y las direcciones predominantes son noreste con una frecuencia de 15,5% y oeste con una frecuencia de 11,1%. Las velocidades más altas se alcanzan en la dirección oeste con valores entre 32 y 50 km/h.

En el mes de octubre, las calmas son las más representativas con una frecuencia del 23,1% y las direcciones predominantes son oeste con una frecuencia de 10,2% y noreste con una frecuencia de 9,1%. Las velocidades más altas se dan en la dirección oeste con valores entre 32 y 50 km/h.

En el mes de noviembre, las calmas tienen una frecuencia de 18,6% y la dirección predominante es oeste con una frecuencia de 14,6%, donde también se dan las velocidades más altas con valores entre 32 y 50 km/h.

En el mes de diciembre, las calmas se dan con una frecuencia del 22,8% y como direcciones predominantes están sursuroeste con una frecuencia de 10,9% y oeste con una frecuencia de 9,7%. Las velocidades superiores se alcanzan en la dirección oeste con valores entre 32 y 50 km/h.

En el resumen anual, las calmas representan el 15,4% y las direcciones más representativas son noreste con una frecuencia del 13,2% y oeste con una frecuencia del 11,3%. Las velocidades más elevadas se alcanzan en la dirección oeste con valores superiores a 50 km/h.

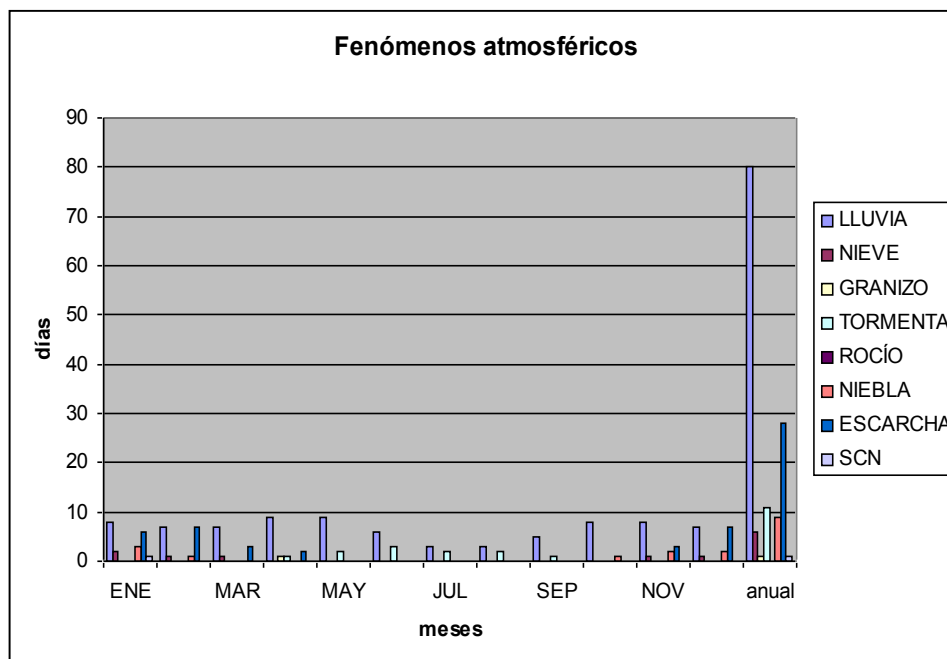
### 1.5.2. Fenómenos atmosféricos

Se utiliza una serie de 10 años y se realiza un cuadro con el número medio mensual de días de lluvia, nieve, granizo, tormenta, rocío, niebla, escarcha y SCN:

Tabla 10. Número medio mensual de días de los fenómenos atmosféricos.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.	Anual
<b>LLUVIA</b>	8	7	7	9	9	6	3	3	5	8	8	7	80
<b>NIEVE</b>	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
<b>GRANIZO</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TORMENTA</b>	0	0	0	1	2	3	2	2	1	0	0	0	11
<b>ROCÍO</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>NIEBLA</b>	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	9
<b>ESCARCHA</b>	6	7	3	2	0	0	0	0	0	0	3	7	28
<b>SCN</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 5. Fenómenos atmosféricos



## 1.6. Índices y clasificación climática

En este apartado se estudian las relaciones entre los distintos elementos climáticos para cuantificar la influencia que estos podrían tener en las comunidades vegetales.

Índice de pluviosidad de Lang:

$$I = P / t_m$$

Donde:

P = precipitación anual (mm)

t<sub>m</sub> = Temperatura media anual (°C)

I = Índice de pluviosidad de Lang

$$I = 461,43 / 12 = 38,45$$

Tabla 11. Zonas de influencia climática según Lang.

Valores de I	ZONAS DE INFLUENCIA CLIMATICA SEGÚN LANG
0 - 20	Desiertos
<b>20 - 40</b>	<b>Zonas áridas</b>
40 - 60	Zonas húmedas de estepa o sabana
60 - 100	Zonas húmedas de bosques claros
100 - 160	Zonas húmedas de grandes bosques
>160	Zonas Perhúmedas de prados y tundra

**I = 38,45 → [20,40]; zona árida**

Índice de aridez de DeMartonne:

$$I = P / (t_m + 10)$$

Donde:

I = índice de aridez de Martonne

P = precipitación anual (mm)

t<sub>m</sub> = temperatura media anual (°C)

$$I = 461,43 / (12+10) = 20,97$$

Tabla 12. Zonas de Martonne.

VALORES DE I	ZONAS DE MARTONNE
< 5	Desiertos
5 - 10	Semidesiertos
10 - 20	Semiárido tipo Mediterráneo
<b>20 - 30</b>	<b>Subhúmeda</b>
30 - 60	Húmeda
>60	Perhúmeda

**I = 20,97 → [20,30]; zona subhúmeda**

Índice de Emberger:

$$Q = \frac{K * P}{T_{12}^2 - t_1^2} \quad Q = \frac{100 * 461,43}{29,4^2 - 0^2} = 53,38$$

Donde:

Q = índice de Emberger

P = precipitación anual

T12 = temperatura media máxima del mes más cálido

t1 = temperatura media mínima del mes más frío

Si  $t_1 > 0 \text{ °C}$  → T12 y t1 en °C y K = 100

Si  $t_1 < 0 \text{ °C}$  → T12 y t1 en °K y K = 2000

$t_1 = 0 \text{ °C}$  entonces K = 100

- Género:

Mediante el gráfico, con t1 y el índice de Emberger obtenemos la subregión climática o género. Siendo el nuestro, un caso de mediterráneo templado con inviernos frescos y heladas frecuentes.

Atendiendo a la subdivisión, el tipo de invierno puede ser:

Tabla 13. Tipo de invierno según las subdivisiones.

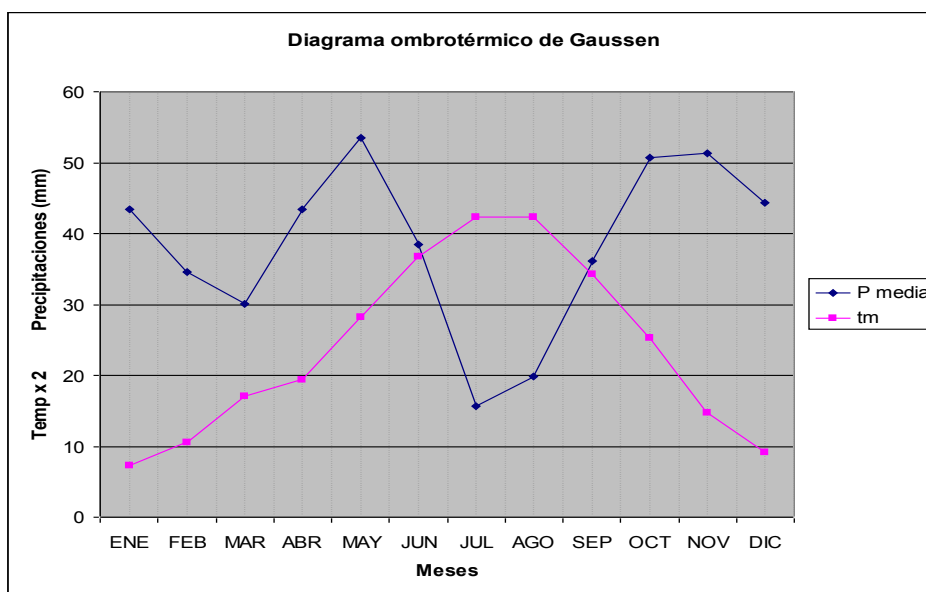
TIPO DE INVIERNO	t1 (°C)	HELADAS
Muy frío	< -3 °c	Muy frecuentes e intensas
Frío	≥ -3 y < 0 °C	Muy frecuentes
<b>Fresco</b>	<b>≥ 0 y &lt; 3 °C</b>	<b>Frecuentes</b>
Templado	≥ 3 y < 7 °C	Débiles
Cálido	≥ 7 °C	Libre de heladas

- Variedad: Inferior

- Forma: Otoño

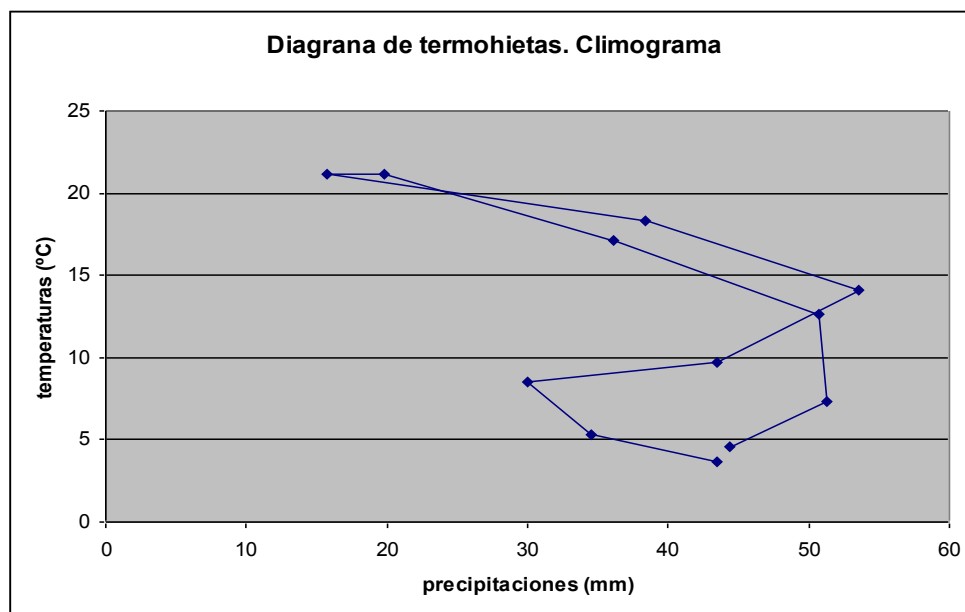
Ahora vamos a realizar las representaciones gráficas, porque algunas de ellas son mixtas:

Figura 6. Diagrama ombrotérmico de Gausсен.



Según Gausсен, el periodo seco comienza en junio y finaliza en septiembre:

Figura 7. Diagrama de termohietas. Climograma.



En la anterior gráfica se comparan las precipitaciones con las temperaturas. Estas se unen en el punto que define el mes. El que sea alargado significa que existe una diferencia continental fuerte.

#### Clasificación de Köppen:

En general, las clasificaciones establecen una serie de categorías definidas sobre unos parámetros climáticos para acotar unos ecosistemas con referencia principalmente a la vegetación.

El agua, la temperatura, los límites altitudinales y latitudinales, así como las circunstancias edáficas, condicionan la existencia de una cierta formación y/o determinan una asociación vegetal.

Köppen establece una clasificación climática basada en el grado de aridez y en la temperatura:

Tabla 14. Clasificación climática de Köppen.

GRUPO	tm1	tm2	SEQUEDAD	NOMENCLATURA
<b>A</b>	>18°C			Tropical lluviosa
<b>B</b>			$P_{in} > 0,7 P$ y $P < 2 t_m$ ; $P_{ve} > 0,7 P$ y $P < 2 t_m + 28$ ó $P < 2 t_m + 14$	Seco
<b>C</b>	<18°C >-3°C	>10°C		Templado húmedo Cálido mesotérmico
<b>D</b>	<-3°C	>10°C		Boreal de nieve y bosque microtérmico
<b>E</b>		<10°C		Polar

La primera categoría climática consta de cinco grupos climáticos nombrados con una letra mayúscula, que viene definida por la temperatura y las precipitaciones:

Tabla 15. Categorías climáticas.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
<b>tm (°C)</b>	3,6	5,3	8,5	9,7	14,1	18,4	21,1	21,2	17,1	12,7	7,3	4,6
<b>P (mm)</b>	43,46	34,53	30,04	43,43	53,52	38,43	15,71	19,85	36,07	50,77	51,31	44,32

Atendiendo al cuadro de precipitaciones y al de temperaturas, deducimos que la primera categoría climática de nuestro lugar de estudio pertenece a la letra C.

Tabla 16. Subgrupos.

SUBGRUPO	POSIBLE	CONDICIÓN Y SIGNIFICADO
<b>s</b> (verano)	A, C, D	$P_{i6} > 3P_{v1}$ La estación seca es verano
<b>w</b> (invierno)	A, C, D	$P_{v6} > 10P_{i1}$ La estación seca es invierno
<b>f</b> (falta estación seca)	A, C, D	$P_1 > 6$ No hay estación seca ni s ni w
<b>m</b> (monzón)	A	$6 > P_1 > 10 - 0,04P$
<b>W</b> (desierto)	B	$P < t_m$ y $P_{in} > 0,7P$ (P max invernal) $P < t_m + 14$ y $P_v > 0,7P$ (P max en verano) $P < t_m + 7$ y P uniformemente distribuidas
<b>S</b> (estepa)	B	$t_m < P < 2t_m$ P max invernal $t_m + 14 < P < 2t_m + 28$ P max verano $t_m + 7 < P > 2t_m + 14$ P uniforme

Como nuestra categoría es la C, el subgrupo podrá ser s, w ó f.

$P_{i6} > 3P_{v1}$  ; la estación seca es el verano.

$51,31 > 3 * 15,71$ ; sí se cumple.

Por lo tanto, nuestro subgrupo climático es el s.

Por último determinaremos la subdivisión fijándonos en el siguiente cuadro:

Tabla 17. Subdivisión.

Subdivisión	Condición	G. posibles
a veranos calurosos	$t_{m12} > 22^{\circ}\text{C}$	C,D
b veranos cálidos	$t_{m9} > 10^{\circ}\text{C}$	C,D
c veranos cortos y frescos	$t_{m10} \text{ o } t_{m11} \text{ o } t_{m12} > 10^{\circ}\text{C}$	C,D
d inviernos muy fríos	$t_{m1} < 3,8^{\circ}\text{C}$	D
h seco y caluroso	$t_m > 18^{\circ}\text{C}$	B
k seco y frío	$t_m < 18^{\circ}\text{C}$ y $t_{m12} > 18^{\circ}\text{C}$	B

Como nuestra zona de estudio pertenece al grupo climático C, la subdivisión podrá ser: a, b ó c.

a)

$$t_{m12} > 22^{\circ}\text{C}$$

$21,2 > 22^{\circ}\text{C}$ ; no se cumple

b)

$$t_{m9} > 10^{\circ}\text{C}$$

$18,4^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ ; sí se cumple

### 1.7. Conclusión

El carácter interior de la zona de estudio, apartada de casi toda influencia marítima, determina que el clima es de tipo mediterráneo templado y continentalizado, con inviernos fríos. La zona pertenece, en la clasificación de Köppen, al clima "Csb" (templado con verano seco y caluroso).

Esta zona tiene una amplia oscilación térmica. Las temperaturas son particularmente frescas, siendo bastante abundantes los días donde las mínimas no superan los  $0^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media del mes de enero es de unos  $3^{\circ}\text{C}$  y la del mes de julio de  $20^{\circ}\text{C}$ , pero se llega a mínimas absolutas de hasta  $12^{\circ}\text{C}$  bajo cero. En verano, rara vez se alcanzan los  $40^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

En cuanto a las precipitaciones, estas rondan los 420mm anuales de media, concentradas en primavera y otoño, siendo estas las estaciones más lluviosas. Los meses más lluviosos son mayo y octubre. En cuanto a la intensidad de las precipitaciones se puede concluir que la máxima cantidad de precipitación acumulada en 24 horas se ha dado en el mes de julio. Estas cantidades son altas en los meses estivales y otoñales debido a las tormentas.

Las temperaturas invernales no deberían presentar problemas para el cultivo de plantas arbustivas, entre las que se encuentra el lavandín. El lavandín tolera heladas durante el reposo

invernal de hasta  $-15^{\circ}\text{C}$ , por lo que no se deberían producir daños sobre el cultivo a causa de las heladas invernales.

La precipitación media anual de la zona es de 420,9mm, pero con una distribución irregular. Por lo que posiblemente será necesaria la instalación de un sistema de riego.

Los vientos registrados en la zona no suponen un problema para el cultivo debido a su baja intensidad.

La frecuencia con la que se producen granizadas en la zona es muy baja, por lo que no se considerará necesaria la instalación de un sistema de defensa. Los demás elementos climáticos secundarios tampoco originarán problemas.

## 2. Estudio edafológico

### 2.1. Características y descripción de los suelos

En la zona en la que se ubica el proyecto hay suelos de carácter más arenoso y suelos de carácter más arcilloso. Las tierras de vega, como es el caso, poseen un alto contenido en arenas y por lo tanto, son suelos con texturas más ligeras (con predominio de franco y franco-arenosos). Son fáciles de trabajar, están bien aireados y el agua penetra en ellos muy fácilmente, pero no se acumula. Este tipo de suelos tiene una baja capacidad de almacenaje, tanto de nutrientes como de agua y son los que predominan en todo el municipio.

### 2.2. Resultados de los análisis físico-químicos

#### 2.2.1. Toma de muestras

Para determinar la naturaleza y las posibilidades del suelo tenemos que obtener información acerca de sus características físicas (textura, estructura, aireación, drenaje), pues estas características determinan la conducta del suelo en lo que respecta a su papel de medio poroso y reserva o almacén de agua para la vegetación. Esto es especialmente importante en zonas climáticas como la nuestra, donde las precipitaciones se distribuyen tan irregularmente, imposibilitando el pleno desarrollo de los vegetales.

Para la realización del estudio edáfico es necesaria la división del terreno en zonas edáficas homogéneas teniendo en cuenta los factores que afectan a la formación y características del suelo, siendo éstos: clima, roca madre, orografía y organismos vivos. Esto se ha llevado a cabo en dos fases:

La primera de ellas ha consistido en un análisis de litología, pendiente, orientación y vegetación del terreno en base al mapa geológico, al mapa de cultivos y aprovechamientos y a la cartografía:

- Predominio total de tierras asentadas sobre materiales del terciario.
- Las pendientes más influyentes en nuestra zona se enclavan entre el 5% y el 50%.
- Nos encontramos en una solana.
- La vegetación existente es de pastizal y matorral.

La segunda fase ha consistido en un recorrido de campo en el que se ha observado la variabilidad de los datos antes mencionados. De esta forma se tomó la decisión de realizar dos calicatas en función de las pendientes del terreno, una al 10% y la otra al 35%, ya que en el resto de los factores se observó una elevada homogeneidad.

Las calicatas han tenido unas dimensiones aproximadas de 1,5 m de longitud y 0,8 m de anchura, para facilitar la toma de muestras de cada horizonte. La orientación, en su apertura, ha sido considerada de tal forma que el corte principal, que iba a ser descrito y muestreado, estuviese frente al sol para distinguir con claridad los distintos horizontes y facilitar su descripción.

En los puntos de muestreo que se encontraban en pendiente se tomó la orientación según las curvas de nivel y la línea de máxima pendiente. Se han tomado porciones de tierra a lo largo de la longitud de la zanja y a distintos niveles recogiendo el material de la misma pared del perfil y evitando que caiga en el fondo. Estas porciones se han colocado sobre un plástico extendido, se han mezclado bien y desmenuzando un poco los terrones grandes hasta formar un montón lo más homogéneo posible. Se divide dicho montón en cuatro porciones iguales, se separan dos partes opuestas y se vuelven a mezclar para volver a dividirlo en cuatro nuevas porciones, de las que cogemos dos opuestas que serán las que se vayan al laboratorio para su análisis.

El transporte de las muestras se ha efectuado dentro de bolsas de lona (y no de plástico) que permiten la transpiración, evitando así el desarrollo y crecimiento de microorganismos que podrían modificar el resultado de los análisis. Tampoco se han empleado bolsas de cartón o papel, pues existe el riesgo de que se deshagan y se incorporen a la materia orgánica del suelo a analizar.

### 2.2.2. Exposición de los datos de campo

#### Calicata nº1:

- Situación: ladera
- Altitud: 830 m
- Pendiente: 45%
- Exposición: la calicata presentaba orientación de solana.
- Terreno circundante de similares características.
- Drenaje superficial: bueno
- Pedregosidad: superficialmente no se observa pedregosidad considerable.
- Afloramientos rocosos: inexistentes
- Cobertura vegetal: herbácea
- Profundidad de las raíces: 15 cm, correspondientes al horizonte superior. En el horizonte inferior no hay raíces.
- N° de horizontes: 2
  - \* Horizonte superior: nº de identificación:
    - Profundidad: 24 cm
    - Color: marrón - rojizo
  - \* Horizonte inferior: nº de identificación:
    - Profundidad: 76 cm
    - Color: amarillento

#### Calicata nº2:

- Situación: terreno llano.
- Altitud: 795 m
- Pendiente: < 10%
- Exposición: al encontrarse en una superficie llana, no presenta orientación.

- Terreno circundante de similares características.
- Drenaje superficial: bueno
- Pedregosidad: en el horizonte superior no es escasa, pero en el resto de horizontes es considerable.
- Afloramientos rocosos: inexistentes.
- Cobertura vegetal: no hay, la tierra agrícola estaba de barbecho y arada.
- Profundidad de las raíces: no hay
- N° de horizontes: 3

\* Horizonte superior: nº de identificación:

Profundidad: 35 cm

Color de las tablas Munsell: 7,5 YR - 3 / 3

\* Horizonte medio: nº de identificación:

Profundidad: 22 cm

Color de las tablas Munsell: 10 YR - 3 / 8

\* Horizonte inferior: nº de identificación:

Profundidad: 40 cm

Color de las tablas Munsell: 10 YR - 4 / 8

### 2.2.3. Resultados de los análisis físico-químicos

Los análisis de ambas calicatas han sido realizados por el ITAGRA, (Laboratorio Agrario de la E.T.S.II.AA. de Palencia). Se han analizado 5 muestras pertenecientes a los 5 horizontes.

A continuación, se incluyen los impresos con los análisis realizados con las indicaciones para la conversión de la clasificación ISSS a la USDA, para poder utilizar el triángulo de texturas y calcular los parámetros edáficos. Dichas clasificaciones difieren en el tamaño en el que se determina el limo. Se estudia mediante el diagrama semilogarítmico del suelo, el cual se construye a partir de los resultados del tamizado al que se someten las muestras de suelo recogidas. Se realizará esto para cada uno de los horizontes.

Para la construcción de la citada curva se parte de puntos conocidos, evitando unirlos de forma lineal. En las abscisas se representan los diámetros en mm de las partículas minerales a escala logarítmica y en ordenadas se pondrá la fracción de peso en tanto por ciento de tamiz. Una vez construida la curva, se calculan los porcentajes de arena, limo y arcilla:

Tabla 18. Porcentajes de arena, limo y arcilla

CALICATA	I		II		
	I	II	I	II	III
% arena	18,25	18,00	20,5	27,5	22,00
% limo	62,50	49,45	40,06	47,06	40,56
% arcilla	19,25	32,55	39,44	25,44	37,44

### 2.3. Parámetros ecológicos especiales

La profundidad del suelo, la pedregosidad, la textura, la presencia de afloramientos rocosos, la presencia de costra, la posibilidad de subsolar a mayor o menor profundidad en función de la consistencia de la roca, la presencia de un horizonte arcilloso en profundidad o la presencia de un horizonte superior fértil y rico en materia orgánica; son algunos de los aspectos relacionados con el suelo que pueden condicionar la elección de un u otro método de preparación del suelo.

La época de ejecución y la valoración económica de la preparación del suelo también deben tener en cuenta los aspectos anteriormente expuestos.

Igualmente, para la elección de especies deben de ser tenidas en cuenta las características edáficas que condicionan el desarrollo de la vegetación: características físicas (textura, profundidad, estructura) y características químicas (pH, presencia de caliza, presencia de yeso, salinidad, materia orgánica, porcentaje de saturación, disponibilidad de nutrientes, etc.).

Los parámetros ecológicos de naturaleza edáfica son relaciones numéricas que existen entre los diferentes valores que se derivan de las distintas propiedades del suelo y que cuantifican la influencia de ese suelo sobre la vegetación.

El problema que se presenta es el de poder considerar al perfil como unidad del suelo, lo cual, según el procedimiento de Russell – Moore, se solventa de la siguiente forma:

Se debe dar un mayor peso a las propiedades de la parte más superficial del suelo porque es en la capa superficial donde se da una mayor actividad biótica y el peso de cada horizonte ( $W_x$ ) disminuirá esencialmente con la profundidad, con lo que se aplica:

$$W_x = c * e^{-c*x}$$

$x$  = profundidad (cm)

$c$  = parámetro al que los autores, apoyados en su experiencia, le han dado un valor igual a 0,02.

Para un horizonte edáfico, esta expresión se podrá integrar entre los límites ( $x_1$  y  $x_2$ ) de dicho horizonte:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} c x e^{-c*x} dx = [- e^{-c*x}]_{x_1}^{x_2}$$

$x_2$  = límite inferior del horizonte

$x_1$  = límite superior del horizonte

Se aplicará la media ponderada cuando las capas más profundas del suelo condicionen a las capas superficiales, o bien, cuando se trate de propiedades físicas del suelo. Por el contrario, se aplicará el método de Russell-Moore cuando se trate de propiedades químicas o propiedades biológicas del suelo, o bien, cuando las capas inferiores condicionen a las capas superficiales del suelo.

Por lo tanto, el peso de los horizontes de las calicatas del suelo en estudio será:

Tabla 19. Calicata de terreno en ladera.

CALICATA DE TERRENO EN LADERA		
HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	PESO
1°	0 – 24	$e^{-c^x} + x e^{-c^x} = 0,38$
2°	24 – 1,00	$e^{-c^x} + x e^{-c^x} = 0,48$

Tabla 20. Calicata de terreno llano.

CALICATA DE TERRENO LLANO		
HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	PESO
1°	0 – 29	$e^{-c^x} + x e^{-c^x} = 0,44$
2°	29 – 56	$e^{-c^x} + x e^{-c^x} = 0,23$
3°	56 - 109	$e^{-c^x} + x e^{-c^x} = 0,21$

### 2.3.1. Textura

Muchas de las propiedades físicas y químicas del suelo están ligadas a su textura: la capacidad de retención de agua, el riesgo de compactación, el comportamiento frente al laboreo, la erosionabilidad y la disponibilidad de agua y nutrientes para la planta, son algunos de los factores sobre los que más influye la textura del suelo.

Para definir la textura del suelo de la zona de estudio utilizamos dos clasificaciones que diferencian las distintas clases granulométricas a través del diámetro aparente de las partículas ( $\phi$ ). Para la conversión de la escala I.S.S.S. a la U.S.D.A. se utiliza el diagrama logarítmico para la representación acumulativa de la textura del suelo. Introduciendo los datos de arcilla, limo, arena fina y arena total de I.S.S.S. que proporciona el laboratorio, se obtienen los datos U.S.D.A. de arcilla, limo y arena.

Tabla 21. Conversión de la escala ISSS a la USDA.

CLASIFICACIÓN I.S.S.S.		CLASIFICACIÓN U.S.D.A.	
Elementos gruesos	$\phi > 2 \text{ mm}$	Elementos gruesos	$\phi > 2 \text{ mm}$
Tierra fina	$\phi < 2 \text{ mm}$	Tierra fina	$\phi < 2 \text{ mm}$
Arena	$0,02 < \phi < 2 \text{ mm}$	Arena	$0,02 < \phi < 2 \text{ mm}$
Arena gruesa	$2 < \phi < 0,2 \text{ mm}$	Arena gruesa	$2 < \phi < 0,2 \text{ mm}$
Arena fina	$0,2 < \phi < 0,02 \text{ mm}$	Arena fina	$0,2 < \phi < 0,02 \text{ mm}$
Limo	$0,02 < \phi < 0,002 \text{ mm}$	Limo	$0,02 < \phi < 0,002 \text{ mm}$
Arcilla	$\phi < 0,002 \text{ mm}$	Arcilla	$\phi < 0,002 \text{ mm}$

Calicata de terreno llano:

Tabla 22. Calicata en terreno llano.

	HORIZONTE I		HORIZONTE II		HORIZONTE III	
	I.S.S.S (%)	U.S.D.A. (%)	I.S.S.S (%)	U.S.D.A. (%)	I.S.S.S (%)	U.S.D.A. (%)
<b>ELEMENTOS GRUESOS</b>	27,35	27,35	33,72	33,72	10,86	10,86
<b>ARENA TOTAL</b>	31,28	20,50	43,28	27,50	31,28	22,00
<b>ARENA FINA</b>	23,68	8,50	36,48	12,50	23,88	8,00
<b>LIMO</b>	29,28	40,06	31,28	47,06	31,28	40,56
<b>ARCILLA</b>	39,44	39,44	25,44	25,44	37,44	37,44
<b>TEXTURA</b>	Arcilloso grueso	Franco arcillosa	Arcilloso grueso	Franca	Arcilloso grueso	Franco arcillosa

Calicata de terreno en ladera:

Tabla 23. Calicata en ladera.

	HORIZONTE I		HORIZONTE II	
	I.S.S.S (%)	U.S.D.A. (%)	I.S.S.S (%)	U.S.D.A. (%)
<b>ELEMENTOS GRUESOS</b>	22,20	22,20	26,65	26,65
<b>ARENA TOTAL</b>	30,05	18,25	30,40	18,00
<b>ARENA FINA</b>	25,45	7,00	26,60	8,00
<b>LIMO</b>	50,70	62,5	37,05	49,45
<b>ARCILLA</b>	19,25	19,25	32,55	32,55
<b>TEXTURA</b>	Franco arcillo limoso	Franco limosa	Arcilloso grueso	Franco arcillo - limosa

### 2.3.2. Afloramientos rocosos

Este suelo, según la clasificación SOIL SURVEY STAFF del U.S.D.A. (1951), se encuentra dentro de la clase 3 (3-15% de recubrimiento superficial). Según la clasificación siguiente:

- Clase 0: sin piedras o con muy pocas, que no interfieren en forma alguna con el cultivo. Menos del 0,01 por cien de recubrimiento del área.
- Clase 1: piedras suficientes para crear dificultades, pero no para impedir labores requeridas por los cultivos a escarda. Entre 0,01 y 1 por cien de recubrimiento del área.
- Clase 2: piedras suficientes para imposibilitar las labores requeridas por los cultivos a escarda, pero sin impedir la preparación de labores para la siembra de forraje para heno o de pastos mejorables. Entre 1 y 3 por cien de recubrimiento superficial.

- Clase 3: piedras suficientes para impedir todo uso de maquinaria, para labores hechas por los aperos manuales o los muy livianos. La utilización del suelo puede ser pasto natural o bosque, dependiendo de sus otras características. Entre 3 y 15 por cien de recubrimiento superficial.
- Clase 4: piedras en cantidad suficiente como para hacer imposible todo uso de maquinaria. La tierra puede tener algún valor para ser utilizada con pastos de baja calidad o para bosques. Entre 15 y 90 por cien de recubrimiento superficial.
- Clase 5: la superficie se encuentra prácticamente pavimentada con piedras, las cuales ocupan más del 90 por cien de la superficie expuesta.

### 2.3.3. Permeabilidad

Mide el volumen de macroporos, es decir, de los poros que después de una precipitación y posterior drenaje han quedado rellenos de agua. Se analiza por su importancia en la compactación (cementación) del suelo, que influirá directamente en las raíces del cultivo (respiración y penetración).

Se evalúa de forma indirecta a través de parámetros adimensionales que estudian la impermeabilidad o el encharcamiento. Esta impermeabilidad es debida a dos factores:

#### 2.3.3.1. Cementación

Medida a través del coeficiente de capacidad de cementación (C.C.C.), cuya expresión es:

$$C.C.C. = \frac{\% \text{arcilla} - 4 \times \% \text{M.O.}}{\% \text{T.F.}}$$

% arcilla y % de materia orgánica (M.O.) en tierra fina  
% tierra fina (T.F.) en tierra natural

El numerador no podrá tomar valor negativo ya que el C.C.C. debe ser mayor o igual a cero.

La C.C.C. será mayor cuanto mayor sea el porcentaje de arcilla, ya que, la arcilla es el elemento más fino con el cual se rellenan los poros del suelo.

También la C.C.C. irá en aumento cuanto menor sea la cantidad de humus y este humus, se caracteriza por asociarse con las arcillas y forma grumos de mayor tamaño denominados complejos arcillo-húmicos que son muy estables.

#### 2.3.3.2. Microporosidad

La medimos mediante el coeficiente de impermeabilidad debido al limo (C.I.L.):

$$C.I.L. = \frac{\% \text{limo} \times \% \text{T.F.}}{10^4}$$

% Limo en tierra fina  
% Tierra fina (T.F.) en tierra natural

A mayor cantidad de limo, habrá más agua capilar y menor agua gravitacional, lo que indica que los macroporos se reducen y por lo tanto, también se reduce la porosidad.

En el caso que nos ocupa, los valores de la C.C.C. y de la C.I.L. son los siguientes:

Perfil en terreno llano:

Horizonte I:

$$C.C.C. = 0,483$$

$$C.I.L. = 0,291$$

Horizonte II:

C.C.C. = 0,360

C.I.L. = 0,312

Horizonte III:

C.C.C. = 0,404

C.I.L. = 0,362

Perfil de ladera:

Horizonte I:

C.C.C. = 0,139

C.I.L. = 0,486

Horizonte II:

C.C.C. = 0,351

C.I.L. = 0,366

Tabla 24. Microporosidad

PERFIL	HORIZONTE	% arcilla	% limo	% M.O.	% T.F.	C.C.C.	C.I.L.
<b>Ladera</b>	I	19,25	62,5	2,10	77,80	0,139	0,486
	II	32,55	49,45	1,71	73,35	0,351	0,366
<b>T. llano</b>	I	39,44	40,06	1,09	72,65	0,483	0,291
	II	25,44	47,06	0,39	66,28	0,360	0,312
	III	37,44	40,56	0,36	89,14	0,404	0,364

A partir de estos coeficientes se podrá determinar los valores de la permeabilidad mediante una resolución gráfica donde se darán valores adimensionales entre 1 y 5 (siendo 5 el valor más alto de permeabilidad y el 1 el nivel más alto de impermeabilidad).

Para calcular la permeabilidad de todo el perfil hallamos la media ponderada:

$$P = (P_i \times X_i + P_j \times X_j) / (X_i + X_j)$$

P = permeabilidad del horizonte (m)

X = profundidad del horizonte (m)

Perfil en terreno llano:

Permeabilidad = 2

Perfil de ladera:

Permeabilidad = 2,24

Tabla 25. Permeabilidad

PERFIL	HORIZONTE	PERMEABILIDAD DEL HORIZONTE	PROFUNDIDAD (m)	PERMEABILIDAD DEL PERFIL
Ladera	I	3	0,24	2,24
	II	2	0,76	
T. llano	I	2	0,29	2
	II	2	0,27	
	III	2	0,53	

Según los índices anteriores, nos encontramos ante un suelo bastante permeable. Aunque se demuestra que existe una capa de suelo con algo de impermeabilidad en profundidad, por lo que no serán aconsejables métodos de preparación del terreno en los que se produzca un volteo de horizontes.

#### 2.3.4. Capacidad de retención de agua

Saber la cantidad de agua que es capaz de retener un suelo tiene mucha importancia debido a su estrecha relación con las necesidades hídricas de los vegetales.

La capacidad de retención (CR) de un suelo variará según la cantidad y tamaño de sus poros, es decir, según su estructura, textura y contenido en materia orgánica.

Esta CR del suelo se determinará a través de una fórmula empírica, contrastada con valores reales:

$$C.R.A. = [12,5 \times h_e + (12,5 \times (50 - h_e) \times K)/2] \times c \times \%T.F./100$$

C.R.A.: Capacidad de retención de agua en mm/m de profundidad

Donde:

$h_e$ : humedad equivalente de la tierra fina de un horizonte, que se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$h_e = 4,6 + 0,43 \times \%arcilla + 0,25 \times \%limo + 1,22 \times \%M.O.$$

$c$ : complemento a uno de la pendiente (P) del suelo en %.

$$c = 1 - P(\%)/100$$

$\%T.F.$ : tanto por ciento de tierra fina en ese horizonte con respecto a la tierra natural.

$K$  = coeficiente que depende de la permeabilidad de ese horizonte ( $P_s$ ), de la permeabilidad del horizonte inmediatamente inferior del que calculamos la C.R. ( $P_i$ ) y de la pendiente del terreno. Este coeficiente vale cero cuando el horizonte inferior es de igual o mayor permeabilidad que el superior y, en caso contrario, varía entre 0 y 1 calculándose a través de la siguiente expresión:

$$K = 1 - a_i - (1 + a_s) \times (1 - c)$$

$$\left. \begin{array}{l} p = 1 \\ p = 2 \\ p = 3 \\ p = 4 \\ p = 5 \end{array} \right\} \begin{array}{l} a = 0,0 \\ a = 0,2 \\ a = 0,4 \\ a = 0,6 \\ a = 0,8 \end{array}$$

Tabla 26. Valores de c

		VALORES DE c									
Ps	Pi	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
2	1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0
3	1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	2	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
4	1	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,8	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Para el horizonte más profundo el valor de Pi será:

- Igual a Ps si no se ha alcanzado la roca madre sin fisurar.
- Igual a 1 si se ha alcanzado la roca madre sin fisurar.

Según todas estas expresiones, los resultados en la zona de estudio han sido los siguientes:

Tabla 27. Resultados del estudio de la capacidad de retención de agua.

SUELO	HORIZONTE	he	c	Ps	Pi	K	C.R.A. (mm/m)
Ladera	I	31,06	0,55	3	2	-0,39	146,382
	II	33,05	0,55	2	5	0	166,641
Terreno llano	I	32,91	0,9	2	2	0	268,929
	II	27,78	0,9	2	2	0	207,142
	III	31,28	0,9	2	5	0	313,66

Pi = 5 ya que suponemos roca madre permeable.

La C.R.A. media del perfil se obtiene multiplicando la C.R.A. (mm/m) de cada horizonte por su profundidad en metros y sumando los resultados de cada horizonte, siendo este resultado la C.R.A. para el perfil:

Perfil en terreno llano:

$$\text{C.R.A.} = 300,157$$

Perfil de ladera:

$$\text{C.R.A.} = 161,779$$

Tabla 28. C.R.A.

PERFIL	HORIZONTE	he	c	K	%T.F.	C.R.A. (mm/m)	PROFUNDIDAD (m)	C.R.A. total (mm)
Ladera	I	31,06	0,55	-0,39	77,8	146,38	0,24	161,779
	II	33,05	0,55	0	73,35	166,641	0,76	
Terreno llano	I	32,91	0,9	0	72,65	268,929	0,29	300,157
	II	27,78	0,9	0	66,28	207,142	0,27	
	III	31,28	0,9	0	89,14	313,66	0,53	

### 2.3.5. Reacción del suelo

Se evalúa a través del pH. Es un factor importante por su relación con la asimilación de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica. Los valores de pH de cada horizonte se obtienen de los análisis y el pH de todo el perfil lo calculamos aplicando el criterio de Russell-Moore.

$$w = [-e^{-c \cdot x}]^2_{x_1} = e^{-c \cdot x} + e^{-c \cdot x}$$

Donde:

$$c = 0,02$$

x = profundidad, en cm

La acidez del suelo puede ser de varios tipos:

- Acidez actual: es el pH o reacción del suelo que puede ser medida (son los protones que el suelo puede liberar).
- Acidez de cambio: mide los protones que quedan adheridos a las micelas coloidales.
- Acidez potencial o total: es la acidez total de cada uno de los horizontes.

El pH va a condicionar la presencia de determinados tipos de plantas:

- Acidófilas: son aquellas que presentan problemas para absorber B, Mn y Fe; estos elementos son más solubles en suelos ácidos y por lo tanto este tipo de plantas están más adaptadas a suelos con pH bajo.
- Basófilas: son aquellas que absorben bien el B, Mn y el Fe, prefiriendo los suelos básicos.

La acidez que mediremos nosotros será la actual, que es la que se suele calificar habitualmente.

Este suelo presenta las siguientes características de acidez, según los criterios de Russell-Moore:

Perfil de ladera:

$$\text{pH} = (8,52 \times 0,38 + 8,61 \times 0,48) / (0,38 + 0,48) = 8,57$$

Perfil en terreno llano:

$$\text{pH} = (8,35 \times 0,44 + 8,7 \times 0,23 + 8,69 \times 0,21) / (0,44 + 0,23 + 0,21) = 8,52$$

Tabla 29. Reacción del suelo.

PERFIL	HORIZONTE	pH	PESO	pH
Ladera	I	8,52	0,38	8,57
	II	8,61	0,48	
Terreno llano	I	8,35	0,44	8,52
	II	8,70	0,23	
	III	8,69	0,21	

Según la clasificación U.S.D.A, el suelo se define como fuertemente básico y según la clasificación de WILDE este suelo entra dentro de los extremadamente básicos.

Tabla 30. Clasificación U.S.D.A.

CLASIFICACIÓN DEL U.S.D.A. (1951)	
VALORES DE pH	TIPO DE SUELO
< 4,5	Extremadamente ácidos
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácidos
5,1 – 5,5	Fuertemente ácidos
5,6 – 6,0	Medianamente ácidos
6,1 – 6,5	Ligeramente ácidos
6,6 – 7,3	Neutros
7,4 – 7,8	Medianamente básicos
7,9 – 8,4	Moderadamente básicos
8,5 – 9,0	Fuertemente básicos
> 9,1	Muy fuertemente básicos

Tabla 31. Clasificación Wilde.

<b>CLASIFICACIÓN DE WILDE (1962)</b>	
<b>VALORES DE pH</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>
< 4,0	Extremadamente ácidos
4,0 – 4,6	Muy fuertemente ácidos
4,7 – 5,4	Fuertemente ácidos
5,5 – 6,4	Moderadamente ácidos
6,4 – 7,2	Suelo neutro
7,3 – 7,9	Moderadamente básicos
8,0 – 8,4	Fuertemente básicos
> 8,4	Extremadamente básico

### 2.3.6. Conductividad

Influye en el potencial osmótico de las raíces y por lo tanto en la absorción de agua. Se mide por medio de la conductividad, valor que viene calculado en los análisis. Este valor de conductividad, en algunos casos, es relativamente significativo, por lo que actuará como limitante para la implantación vegetal. La conductividad oscila entre 0,27 y 2,2 mmhos/cm a 25°C.

La evaluación del grado de presencia de sales se lleva a cabo mediante la siguiente tabla (GANDULLO, 1985):

Tabla 32. Clasificación para la conductividad eléctrica.

<b>C.E.</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
< 0,5	Suelo libre de sales
0,5 a 1,0	Suelo ligeramente afectado de sales
1,0 a 2,5	Suelo afectado de sales
> 2,5	Suelo muy afectado de sales

Donde:

C.E.: Conductividad en mmhos/cm a 25°C

Debido al carácter limitante que puede presentar este factor, se toma como parámetro indicador el mayor de los valores obtenidos (son los marcados en negrita).

La determinación para nuestro terreno ha sido obtenida de los datos del análisis de suelo referenciado anteriormente.

Tabla 33. Conductividad eléctrica.

PERFIL	HORIZONTE	C.E. (mm/cm)	CLASIFICACIÓN
Ladera	I	0,20	Suelo libre de sales
	II	0,20	
Terreno llano	I	0,21	Suelo libre de sales
	II	0,16	
	III	0,25	

Otra escala de la salinidad, en la que se relaciona la cantidad de sales de un suelo con el desarrollo de los vegetales, es la siguiente:

Tabla 34. Escala de salinidad.

ESCALA DE SALINIDAD		
C.E. mmhos/cm a 25 °C	SALINIDAD	DESARROLLO CULTIVO
0 – 2	Ninguna	Normal
2 – 4	Escasa	Son afectadas algunas especies
4 – 8	Moderada	Afecta a la mayoría. Necesario especies tolerantes
8 – 16	Alta	Sólo se desarrollan especies muy tolerantes
> 16	Muy alta	

En la zona llevada a estudio no existe salinidad, por lo que el desarrollo del cultivo se podrá efectuar de manera normal en lo que a este factor respecta.

### 2.3.7. Materia orgánica

La materia orgánica está constituida por el conjunto de residuos vegetales y animales más o menos descompuestos y transformados por la acción de microorganismos.

La evolución de la materia orgánica en el suelo depende de distintos factores, tales como la temperatura, la humedad, el pH, el tipo de suelo, el tipo de residuos, los microorganismos y la acción del hombre.

Los residuos orgánicos pueden seguir dos procesos: la mineralización (descomposición rápida y completa en la que pasan a ser compuestos minerales) y la humificación (se transforman en humus).

La calificación del contenido en materia orgánica del perfil se puede llevar a cabo calculando la media o aplicando el criterio de Russell-Moore.

Gandullo (1985) propone la siguiente clasificación para la evaluación del contenido en materia orgánica de los suelos:

Tabla 35. Clasificación de la materia orgánica.

% M.O.	CLASIFICACIÓN
< 2,5	Muy deficiente (deficientemente humífero)
2,5 a 5	Algo deficiente (moderadamente humífero)
5 a 10	Bien provisto (humífero)
10 a 20	Algo excesivo (fuertemente humífero)
> 20	Muy excesivo (excesivamente humífero)

Los valores medios para cada perfil se obtienen a través del método de Russell-Moore:

Tabla 36. Valores de materia orgánica.

PERFIL	HORIZONTE	M.O. (%)	PESO	M.O. DEL PERFIL (%)
Ladera	I	2,10	0,38	1,88
	II	1,71	0,48	
Terreno llano	I	1,09	0,44	0,73
	II	0,39	0,23	
	III	0,36	0,21	

Por lo tanto nuestro suelo será deficientemente humífero.

### 2.3.8. Abundancia de calcio

El calcio es un elemento importante en el suelo porque interviene de manera efectiva en los ciclos de las plantas, realizando también otras funciones como las de mejorar las propiedades físicas del suelo o favorecer la actividad microbiana y la descomposición rápida de la materia orgánica.

Para determinar si un suelo es cálcico o no, se determina la caliza activa, que es el calcio que forma parte de carbonatos finamente divididos ( $\text{CaCO}_3$ ). Este parámetro se recoge en los análisis de cada horizonte edáfico. Para determinar el total de caliza del perfil se aplica el método de Russell-Moore:

#### 2.3.8.1. Caliza activa

Tabla 37. Determinación de la caliza activa.

PERFIL	HORIZONTE	CALIZA ACTIVA	PESO	TOTAL
Ladera	I		0,38	13,1
	II	13,10	0,48	
Terreno llano	I	13,83	0,44	14,15
	II	14,71	0,23	
	III	14,21	0,21	

Aplicando los valores de la siguiente tabla, se concluye que el suelo se encuentra es de bastante a muy calizo:

Tabla 38. Clasificación de la caliza activa.

CALIZA ACTIVA (%)	VALORACIÓN
0	Suelo no calizo
0 – 2	Suelo ligeramente calizo
2 – 7	Suelo medianamente calizo
7 – 15	Suelo bastante calizo
> 15	Suelo muy calizo

### 2.3.8.2. Carbonatos

En los ecosistemas forestales este parámetro debería ser completado con otro que evalúe la riqueza en carbonatos.

Esta característica tendrá que ser tenida en cuenta en el momento de seleccionar los métodos de preparación del terreno, ya que no será recomendable seleccionar tratamientos que provoquen la inversión de horizontes con exceso de carbonatos.

En la siguiente tabla se indica el contenido en carbonatos de nuestro suelo, siguiendo los criterios de Russell-Moore:

#### Perfil de ladera:

Carbonatos = 31,72

#### Perfil en terreno llano:

Carbonatos = 58,06

Tabla 39. Contenido en carbonatos.

PERFIL	HORIZONTE	CARBONATOS (%)	PESO	TOTAL
Ladera	I	6,02	0,38	31,72
	II	52,06	0,48	
Terreno llano	I	50,41	0,44	58,06
	II	69,89	0,23	
	III	61,12	0,21	

Para clasificar nuestro suelo nos basamos en la siguiente tabla, propuesta por Cobertera (1993):

Tabla 40. Clasificación por carbonatos.

<b>% de CARBONATOS TOTALES</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
0 – 2	Insuficiente Ca soluble
2 – 5	Suficiente Ca, P y Fe soluble
5 – 12	Suficiente Ca y P, algún problema con el Fe
12 – 18	Exceso de Ca, algo de P e insuficiente Fe
18 – 25	Exceso de Ca, insuficiente P y muy insuficiente Fe
> 25	Exceso de Ca, muy insuficiente en P, Fe y otros

Según esta clasificación, nos encontramos ante un suelo con exceso de Ca y muy deficiente en Fe, P y otros.

### 2.3.9. Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico tiene grandes repercusiones en el comportamiento del suelo, ya que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) e interviene en los procesos de floculación–dispersión de las arcillas y por lo tanto, en el desarrollo de la estructura y estabilidad de los agregados y determina el papel del suelo como depurador natural al permitir la retención de elementos contaminantes incorporados al suelo.

Para medir la C.I.C de un suelo se satura el complejo de cambio de cationes, determinándose posteriormente la cantidad de cationes absorbidos por el suelo en forma cambiante.

Como referencia, se puede utilizar el siguiente criterio para calificar al suelo:

Tabla 41. Clasificación del suelo según su C.I.C.

<b>C.I.C. (meq/100 g)</b>	<b>VALORACIÓN</b>
< 8	Muy baja
8 – 15	Baja
15 – 25	Media
25 – 35	Alta
> 35	Muy alta

Tabla 42. Resultados de la C.I.C. obtenidos en laboratorio.

<b>PERFIL</b>	<b>HORIZONTE</b>	<b>C.I.C. (meq/100 g)</b>
<b>Ladera</b>	I	19,38
	II	17,81
<b>Terreno llano</b>	I	
	II	
	III	

La C.I.C. de un suelo varía con cada horizonte y en cada uno de ellos dependerá del contenido y del tipo de minerales, arcilla y de componentes orgánicos.

En todas las muestras de suelo analizadas, los niveles de C.I.C. son muy bajos, por lo que se deduce que el nivel de nutrientes también lo es.

### 2.3.10. Cationes de cambio

El conocer cuáles son los cationes de cambio es importante para poder predecir el comportamiento de un suelo. Su presencia y predominio dependerá de las condiciones del medio.

Los cationes intercambiables proceden de la meteorización del material originario, de la mineralización de la materia orgánica y de los aportes externos tanto superficiales como subterráneos.

Para valorar la cantidad de cationes de cambio es necesario desplazarlos previamente del complejo de cambio, para lo cual se utiliza el acetato amónico IN.

Los cationes de cambio o las bases de cambio objeto de estudio son:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ .

El porcentaje de saturación de bases (V) se halla mediante la expresión siguiente:

$$V = 100 \times (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)/\text{C.I.C}$$

El valor de V está bastante relacionado con el pH y depende en gran medida de si ha habido lixiviación de cationes y de si estos han sido repuestos en mayor o menor cantidad.

Un suelo poco saturado presenta acidez de cambio, siendo habitual que parte de esta acidez sea debida al aluminio cambiante, que es tóxico. Tanto la acidez como el aluminio de cambio son dos parámetros presentes en suelos que pueden llegar a reflejar condiciones particularmente negativas para el desarrollo de la vegetación.

Tabla 43. Parámetros para valorar el porcentaje de saturación.

V (%)	VALORACIÓN
< 10	Suelo extraordinariamente insaturado
10 – 30	Suelo muy insaturado
30 – 60	Suelo bastante insaturado
60 – 90	Suelo poco insaturado
> 90	Suelo casi insaturado

Tabla 44. Cálculo del porcentaje de saturación de bases.

PERFIL	HORIZONTE	Ca <sup>2+</sup> (meq/100 g)	Mg <sup>2+</sup> (meq/100 g)	Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	K <sup>+</sup> (meq/100 g)	V (%)
Ladera	I	20,51	3,14	0,25	206,65	100
	II	18,49	2,89	0,20	167,05	100
Terreno llano	I	18,32	1,17	0,12	226,40	
	II	13,94	0,93	0,22	34,45	
	III	14,44	1,69	0,24	32,25	

Se comprueba que este suelo se encuentra totalmente saturado de bases en los dos perfiles, lo cual era de previsible debido a los altos niveles de Ca<sup>2+</sup>.

Cabe también destacar que el contenido en Na<sup>+</sup> ha sido lavado de los horizontes superiores a los inferiores. Se deduce porque se presenta un alto contenido de este elemento en los horizontes inferiores y un bajo contenido en los superiores. Esto indica, una vez más, que no debemos proceder al volteo de horizontes en la preparación del suelo.

### 2.3.11. Fertilidad

Así se define la capacidad de un suelo para suministrar elementos nutritivos a la vegetación.

Para su determinación adoptamos la teoría de Justus van Liebig ("Ley del mínimo"): "El rendimiento dependerá únicamente del constituyente nutritivo más débil presente en la solución nutritiva".

Atendiendo a esta teoría, el elemento nutritivo limitante es el fósforo, por ser su concentración muy baja en todos los perfiles analizados.

Este hecho se puede comprobar aplicando la hipótesis de Mitscherlich y Wilcox, que calcula el rendimiento en materia vegetal de un nutriente:

$$\text{Log}(A - y) = -0,301x + \text{log}(A)$$

Donde:

y: rendimiento a calcular

x: cantidad de nutriente estudiado

A: rendimiento máximo (suponemos 100%)

Operando, la fertilidad se evaluará con la siguiente expresión:

$$y = 100 - 10^{-0,301x + 2}$$

El valor "x" se expresa en unidades Baule (U.B.): cantidad de nutriente que precisa un suelo para que la producción sea un 50% del rendimiento máximo cuando el resto de nutrientes se encuentra en abundancia.

1 U.B. de fósforo = 12 ppm

1 U.B. de potasio = 42 ppm

Teucher y Adler definen el índice de fertilidad como el producto de los rendimientos proporcionados por cada elemento separadamente, en t.p.u y multiplicados por cien.

Analizamos el parámetro de fertilidad con el fósforo (P) y el potasio (K) de cada horizonte, dando un valor global para el perfil y aplicando el método de Russell-Moore.

Tabla 45. Fósforo y potasio.

PERFIL	HORIZONTE	NUTRIENTE	ppm	U.B.	Y (%)
<b>Ladera</b>	I	P	1,00	0,083	5,59
		K	206,65	4,920	96,69
	II	P	1,00	0,083	5,59
		K	167,05	3,977	93,65
<b>Terreno llano</b>	I	P	5,10	0,425	25,51
		K	226,40	5,390	97,61
	II	P	-	-	-
		K	35,45	0,844	44,29
	III	P	-	-	-
		K	32,25	0,768	41,27

El símbolo negativo de la tabla significa que en esos horizontes la cantidad de fósforo es tan baja que no ha sido detectado en los análisis.

La fertilidad de los horizontes será:

- Fertilidad según Liebig: el mínimo de los rendimientos
- Fertilidad según Teuscher y Adler:

Perfil de ladera:

$$A = 0,0559 \times 0,9669 \times 100 = 5,41$$

$$C = 0,0559 \times 0,9365 \times 100 = 5,24$$

Perfil en terreno llano:

$$A = 0,2551 \times 0,9761 \times 100 = 24,90$$

$$B = 0,4429 \times 100 = 44,29$$

$$C = 0,4127 \times 100 = 41,27$$

Tabla 46. Fertilidad del suelo.

PERFIL	HORIZONTE	LIEBIG	TEUSCHER Y LIEBIG	F. TOTAL LIEBIG	F. TOTAL TEUSCHER Y LIEBIG
Ladera	I	5,59	5,41	5,59	5,32
	II	5,59	5,24		
Terreno llano	I	25,51	24,90	25,51	33,87
	II	-	44,29		
	III	-	41,27		

Aplicando los criterios de Russell-Moore, evaluamos la fertilidad de todo el perfil:

Perfil en terreno llano:

$$\text{Liebig} \Rightarrow \text{Fertilidad} = (25,51 \times 0,44)/(0,44)$$

$$\text{Teuscher y Adler} \Rightarrow \text{Fertilidad} = 33,87$$

Perfil de ladera:

$$\text{Liebig} \Rightarrow \text{Fertilidad} = 5,59$$

$$\text{Teuscher y Adler} \Rightarrow \text{Fertilidad} = 5,32$$

## 2.4. Clasificación de los suelos

### 1. Clasificación de Gandullo:

Para realizar la clasificación de los suelos de España, Gandullo establece, en primer lugar, ocho tipos de clases y después divide éstas en grupos:

Caracterización de las clases:

- Clase I: suelos de comarcas frías o templado-frías en las que los fuertes vientos o las bajas temperaturas, impiden la vegetación arbórea (parameras, collados, etc.).
- Clase II: suelos de comarcas bajo clima templado-frío y de humedad suficiente como para que en condiciones normales de evolución edáfica, pueda darse la existencia de bosques cerrados (precipitación generalmente superior a unos 700 mm de lluvia anual).
- Clase III: suelos de comarcas bajo clima templado-frío y de humedad suficiente para que en condiciones normales de evolución edáfica, se permita la existencia de un bosque claro en espesor, más o menos incompleto (precipitación anual generalmente comprendida entre los 400 y 700 mm).
- Clase IV: suelos de comarcas bajo clima templado-cálido, mediterráneo y con pluviosidad bastante elevada (generalmente superior a unos 700 mm de lluvia anual). Además, existe una vegetación potente, de bosque o de matorral denso.
- Clase V: suelos de comarcas bajo clima templado-cálido, mediterráneo y con vegetación poco potente. La precipitación anual supera normalmente los 300 o 400 mm, pudiendo ser en algunas zonas mucho más elevada.

- Clase VI: suelos bajo clima árido o semiárido, con precipitación anual generalmente inferior a 350 o 400 mm y donde en condiciones normales, no pueden existir formación boscosa de espesura algo apreciable.
- Clase VII: suelos con hidromorfia que condiciona esencialmente la evolución edáfica.
- Clase VIII: suelos con abundancia de sales solubles.

El suelo presente en nuestra zona pertenece a la clase V, por lo que se utilizará la siguiente clave de identificación de grupos:

CLASE V: Clave de identificación de los grupos evolucionados:

1. Perfil A; Bw; C
  - 1.1 – Depósitos de origen aluvial ⇒ S. Fersialítico pardo aluvial
  - 1.2 – Roca madre silíceo ⇒ S. Fersialítico pardo
  - 1.3 – Roca madre caliza, pH superficial mayor de 7
    - 1.3.1 – Variedades normales ⇒ Rendzina empardecida
    - 1.3.2 – Roca muy pura, sin hierro ⇒ Rendzina blanca empardecida
  - 1.4 – Roca madre caliza, pH superficial menor de 7
    - 1.4.1 – Variedades normales ⇒ S. Fersialítico pardo calcimórfico
    - 1.4.2 – Roca muy pura, sin hierro ⇒ S. Pardo calcimórfico
2. Perfil A; Bt; C ó A; Bts; C
  - 2.1 – Sin cutanes de iluviación en A ⇒ S. Fersialítico rojo
  - 2.2 – Con restos de cutanes en A ⇒ S. Rojo empardecido
3. Perfil Bt; C ó Bts; C ⇒ S. Rojo truncado

Por lo tanto, el caso que nos ocupa quedará encuadrado dentro de la clase V, siendo un suelo de Rendzina empardecida.

## 2. Subgrupos más característicos:

En todos los grupos pueden aparecer subgrupos líticos y erosionados caracterizados por las circunstancias reseñadas al hablar de los suelos de perfil A; C.

- En los suelos de perfil A; Bw; C (salvo en las rendzinas blancas empardecidas y en los suelos pardo calcimórficos) pueden aparecer muy frecuentemente los subgrupos rojizos. Estos subgrupos, así como los correspondientes de perfil A; C, pueden tener, si la roca madre es silíceo, una justificación geológica o edáfica (rubefacción). Si los horizontes no están descarboxatados la razón ha de ser exclusivamente geológica o paleoedáfica.
- En los suelos fersialíticos rojos y en los pardo aluviales pueden aparecer subgrupos hidromórficos. En los otros grupos serán menos probables.

- En las rendzinas empardecidas pueden presentarse los subgrupos yesosos, dolomíticos y calco-silíceos, pero en las rendzinas blancas empardecidas sólo podrán aparecer los dos primeros.
- En los suelos rojos empardecidos y en los rojos truncados cabe la presencia de subgrupos rendzínicos.

### 3. Unidades y subunidades del suelo:

- Cambisoles (B): suelos con un horizonte B cámbrico y ningún otro horizonte de diagnóstico más que un horizonte ócrico o úmbrico, un horizonte cálcico o un gípsico. El horizonte cámbrico puede faltar cuando existe un horizonte A húmico que tiene más de 25cm de espesor.

Los suelos denominados en numerosos trabajos tierras pardas, suelos pardo ácidos y suelos pardo forestales, son Cambisoles en una elevada proporción. En general, los Cambisoles se forman o pueden formarse sobre todas las rocas, tanto silíceas como calizas, por lo que están representados en la mayoría de las comarcas pero especialmente en las montañosas y colinadas. Por consiguiente, es la unidad que cubre una mayor superficie en el reborde montañoso y en las penilladuras y altiplanicies silíceas. También se encuentra en la depresión terciaria sobre areniscas y rocas calizas.

Los suelos formados a partir de rocas de composición tan diversa, situados en ambientes ecológicos netamente diferenciados, es natural que muestren contrastes de fertilidad y de formas de explotación. Por ello consideramos a continuación la subunidad más representativa:

- Cambisoles cálcicos: suelos débilmente ácidos y neutros, hasta alcalinos, con buena reserva de bases y elevado porcentaje de saturación. Se extienden por la depresión del Duero sobre calizas, margas, areniscas con estratos calizos intercalados y arcillas arenosas con baja proporción de carbonatos.

### 3. Análisis del agua de riego

#### 3.1. Toma de muestras

El agua de riego que se va a emplear en la plantación procede, a través de una red de tuberías, del arroyo Maderano. Este arroyo toma sus aguas del Ramal Sur del Canal de Castilla, mediante un vaso situado entre las esclusas 28-29 y 30, en Palencia. Se trata de un canal de hormigón de sección trapezoidal, con un caudal en cabecera de 3,3 metros cúbicos por segundo.

La muestra se ha tomado en una zona cercana a la derivación que abastece a la finca. Para la recogida de la muestra se ha dispuesto de un recipiente de material plástico de 1,5l de capacidad, limpio, que después se ha cerrado herméticamente para que no se altere la muestra. La muestra se ha llevado al Laboratorio Tecnológico Agrario ITAGRA (Palencia) para su análisis.

#### 3.2. Resultado de los análisis

El análisis de la muestra se ha llevado a cabo en los laboratorios del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Itagra.ct). A continuación, se presentan los resultados del análisis efectuado:

Tabla 47. Análisis del agua de riego.

Parámetro	Resultado
CE	0,63 mmhos/cm
pH	8,20
Bicarbonatos	5,91 meq/L
Carbonatos	1,82 meq/L
Cloruros	0,82 meq/L
Sulfatos	0,02 meq/L
Nitratos	0,15 meq/L
Nitritos	0,001 meq/L
Magnesio	4,68 meq/L
Calcio	3,74 meq/L
Sodio	0,10 meq/L
Potasio	0,13 meq/L
RAS	0,048
Clasificación	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

#### 3.3. Interpretación de los resultados

##### 3.3.1. Salinidad

La concentración de sales del agua se valora midiendo su conductividad eléctrica. Las sales modifican la extracción de agua del terreno, variando la presión osmótica de la disolución. El agua penetra en las raíces por efecto osmótico al ser la presión osmótica en el interior de las

mismas superior a la exterior. Las aguas salinas tienen mayor presión osmótica que las aguas no salinas, lo que puede producir en especies sensibles, la no absorción del agua por parte de la planta. Además, determinadas sales en concentraciones inadecuadas producen toxicidad.

En laboratorio, la salinidad se determina mediante la conductividad eléctrica (CE), medida en mmhos/cm. Un agua es apta para el riego cuando su concentración de sales disueltas es inferior a 1g/l. La concentración de sales disueltas y la conductividad eléctrica están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$SD = 0,64 \cdot CE$$

Donde:

- SD: concentración de sales disueltas.
- CE: conductividad eléctrica en mmhos/cm.

La conductividad eléctrica del agua analizada es 0,63 mmhos/cm, con lo cual:

$$SD = 0,64 \cdot 0,63 = 0,40 \text{ g/l}$$

Dado que la concentración de sales disueltas del agua analizada es de 0,40 g/l, que es inferior a 1 g/l, se puede concluir que el agua es apta para el riego.

### 3.3.2. pH

El intervalo normal de pH del agua de riego está comprendido entre 6 y 8,5. Los valores altos o bajos indican presencia de productos contaminantes. El agua analizada no presenta problemas, pues su pH (8,2) se encuentra dentro del rango normal.

### 3.3.3. Sodicidad

La sodicidad se expresa como la proporción de cationes de sodio que tiene el agua respecto a la suma de cationes de calcio y magnesio. Niveles de sodio fuera de lo normal pueden producir toxicidad. Para medir la sodicidad del agua, tradicionalmente se ha empleado el índice Relación de Absorción de Sodio RAS, pero actualmente la FAO recomienda usar el Índice Relación de Absorción de Sodio Ajustado (RASaj). A continuación se exponen ambos métodos:

- RAS

Para el cálculo de la RAS se emplea la siguiente fórmula:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{0,10}{\sqrt{\frac{3,74 + 4,68}{2}}} = 0,048$$

Los cationes se expresan en meq/l. A medida que aumenta la RAS, aumenta el poder sodificante del agua. Los efectos de los distintos niveles de alcalinidad de las aguas sobre el suelo se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 48. Efectos de los distintos niveles de alcalinidad sobre el suelo.

RAS	Sodicidad	Suelo
0-10	Baja	Sin problemas
10-18	Media	Problemas en suelos arcillosos
18-26	Alta	Problemas en suelos arenosos, ricos en Ca <sup>2+</sup> y materia orgánica
26-30	Muy alta	No utilizable

El agua es apta para el riego cuando la relación de absorción de sodio es menor a 15. Dado que la muestra analizada presenta un RAS de 0,048, el agua utilizada para el riego tiene una baja alcalinidad y es apta para la labor en todo tipo de suelo.

- RAS<sub>aj</sub>

La clasificación de la FAO introduce un nuevo factor, ampliando el ya conocido RAS. Se determina a partir del RAS y teniendo en cuenta la posible existencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua de riego, se obtiene la siguiente expresión para determinar el RAS<sub>aj</sub>:

$$RAS_{aj} = RAS \cdot (1 + 8,4 \cdot pHc)$$

Donde:

- 8,4: pH del agua destilada en equilibrio con el CaCO<sub>3</sub>.
- pHc: pH teórico del agua de riego en contacto con la calcita y en equilibrio con el CO<sub>2</sub>. El pHc se determina mediante la siguiente fórmula:

$$pHc = (pK_2 - pK_c) + p(Ca + Mg) + p(AlK)$$

Los valores de la expresión anterior se hallan tabulados. En primer lugar es necesario calcular la suma de cationes Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y Na<sup>+</sup>, en meq/l. A partir de ese valor se determina la (pK<sub>2</sub>-pK<sub>c</sub>), que en este caso es 2,3. En segundo lugar se calcula la suma de cationes Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, con lo que volviendo a la tabla, se obtiene el valor de p(Ca+Mg). En este caso es 2,4. Por último, se calcula la suma de aniones CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> y CO<sub>3</sub><sup>H-</sup>. El resultado se lleva a la tabla y se obtiene el valor de p(AlK), que es 2,1. La tabla en cuestión se encuentra disponible en las publicaciones de la FAO (1976). El resultado de aplicar el procedimiento es el siguiente:

$$RAS_{aj} = 0,048 \cdot (1 + 8,4 \cdot 6,8) = 2,78$$

Con valores del índice por debajo de 6 no se presentan problemas en el suelo. Valores entre 6 y 9 producen problemas de gravedad media, mientras que valores superiores a 9 producen problemas graves. El índice toma en el caso del agua analizada un valor de 2,78, que es inferior a 6, por lo que no se presentarán problemas de sodicidad.

### 3.2.4. Carbonato sódico residual (Eaton)

El carbonato sódico residual, CSR, indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Es un estimador de la capacidad degradante del agua. Se determina como la diferencia entre las sumas de carbonato y bicarbonato por una parte y de calcio y magnesio por la otra:

$$CSR = (1,82 + 5,91) - (3,74 + 4,68) = -0,69 \text{ meq/L}$$

Con valores de CSR inferiores a 1,25 meq/L el agua es recomendable para el riego. Puesto que el valor de CSR es de -0,69 meq/L, se puede concluir que el agua es apta para la labor, pues no tiene una capacidad degradante elevada.

### 3.2.5. Dureza

El grado de dureza del agua se debe a su contenido en calcio y en magnesio. Este parámetro se expresa en grados hidrotimétricos franceses oHF (o mg/L). Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Dureza_{oHF} = \frac{2,5 \cdot [Ca^{2+}] + 4,12 \cdot [Mg^{2+}]}{10} = 42,28 \text{ }^{\circ}HF$$

Tabla 49. Clasificación del agua según su dureza.

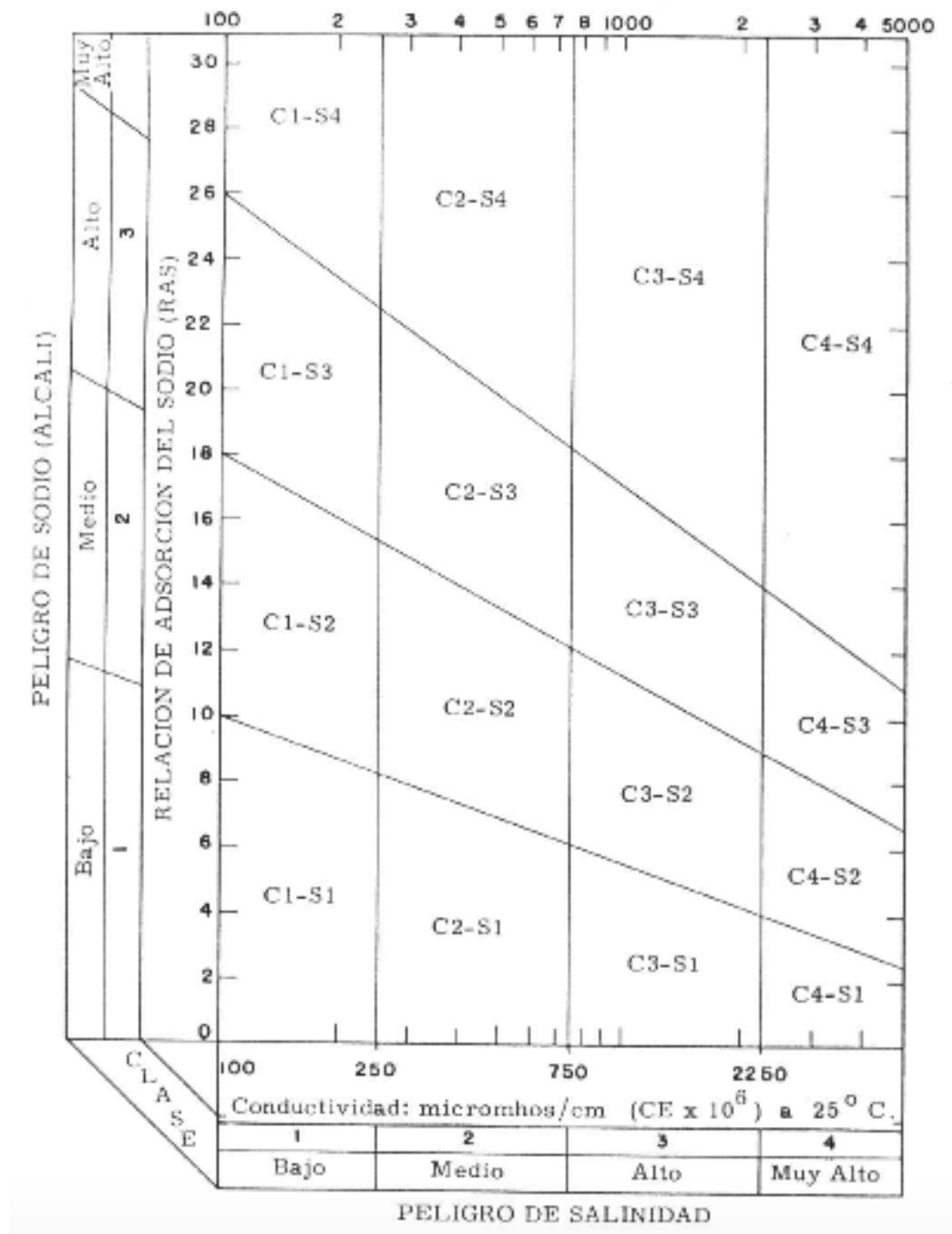
Tipo de agua	Grados hidrotimétricos franceses
Muy dulce	< 7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

El resultado es 42,28 oHF, que considera el agua como dura. Este tipo de agua puede ocasionar problemas de obturación de los goteros de riego, por lo que puede ser necesario realizar una limpieza periódica del sistema de riego inyectando ácido nítrico.

### 3.2.6. Norma Riverside de clasificación del agua de riego

Esta norma combina la conductividad eléctrica y la relación de absorción de sodio, presentando el agua dentro de dos categorías: C (salina) y S (sódica). Para la clasificación del agua de riego se utiliza el siguiente gráfico (Figura 8.), donde se sitúan: en el eje de las abscisas la conductividad eléctrica en micromhos/cm y en eje de las ordenadas la relación de absorción de sodio.

Figura 8. Gráfico para la clasificación del agua de riego.



Según el diagrama de clasificación, se trata de un agua C2S1. Es un agua de salinidad media, que puede usarse siempre y cuando haya un intervalo moderado de lavado. Así mismo, es un agua baja en sodio, que puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos y con muy poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio.

### 3.4. Conclusiones

Se concluye, en base a los resultados del análisis del agua de riego, que este agua no va a generar ningún tipo de problema durante el desarrollo de las distintas actividades del proceso productivo de la plantación.

En la finca se dispone de agua apta para el riego y de buena calidad. No obstante, se debe tener en cuenta que la elevada dureza del agua puede formar precipitados, obturando los goteros a la hora de realizar el riego. En este sentido, se recomienda realizar una revisión y limpieza periódica de los emisores.

## 4. Estudio de comercialización

### 4.1. Introducción

Existen siete especies interesantes comercialmente del género *Lavandula*, entre las que hay dos híbridos. El lavandín (*Lavandula hybrida* - *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. (*Lavandula angustifolia* x *Lavandula latifolia*)), es uno de ellos. Así pues, los parentales del lavandín son el espliego y la lavanda:

El espliego (*Lavandula latifolia* Med.; *L. spica*), forma una mata más alta que la lavanda y de color más grisáceo. Las hojas se sitúan principalmente en la base de la planta, aunque también pueden encontrarse en los tallos florales. Son más anchas que las hojas de la lavanda y son de un color más grisáceo. Los tallos florales pueden llegar hasta los 50 cm de altura, normalmente ramificados (formando una especie de tridente) y pueden tener hasta tres espigas cada una. Las flores son más pequeñas (8-10 mm) y de color lila pálido. Florece entre julio y septiembre. Es interesante cultivar espliego porque su esencia contiene alcanfor, componente casi inexistente en el aceite esencial de lavanda.

La lavanda (*Lavandula angustifolia* Millar; *L. officinalis*), forma una mata pequeña y tiene un color más intenso que el espliego. Las hojas se disponen tanto en la base de la planta como en los tallos florales. Las hojas son estrechas y alargadas, de color grisáceo cuando son jóvenes y verdes cuando son adultas. Los tallos florales pueden llegar a los 30 cm de altura y normalmente no son ramificados, de manera que solo hay una espiga por cada tallo. Las flores son un poco más grandes que en el espliego (10-12 mm) y de color azul o violeta intenso. Florece entre julio y agosto.

El lavandín es el híbrido estéril (solo reproducible por esqueje) del espliego (*Lavandula latifolia*) que aporta la semilla y la lavanda (*Lavandula angustifolia*) que aporta el polen, siendo más vigoroso y productivo que sus progenitores. La forma de la planta es más desarrollada y en forma de bola, siendo siempre más homogéneas debido a la hibridación. Los tallos florales también son más largos (60-80 mm) y la espiga es más grande, más puntiaguda y de un color violeta, caracterizándose por la existencia de dos espiguillas laterales situadas en la base. Las hojas son lineares oblongas, más o menos estrechas y obtusas.

### 4.2. Objetivos

Los condicionantes comerciales en el diseño de la plantación son los siguientes:

- Garantizar la uniformidad: la industria busca uniformidad en los lotes. Esto no suele generar problemas en el caso de las plantaciones de lavandín, pues se trata de un cultivo en España relativamente joven y las explotaciones están bastante tecnificadas. Además, en caso de existir varias variedades en una misma plantación, se disponen de tal forma que no se mezclen sus producciones durante la cosecha.
- Calidad: el lavandín producido en la explotación debe ser de la máxima calidad para obtener el mayor beneficio posible por su venta. Es fundamental elegir correctamente la variedad que se va a implantar en función a su cotización en el mercado.

- Previsión: se deben establecer contratos de compra de la cosecha por parte de alguna cooperativa o empresa de comercialización de flores o destilados antes de iniciar la cosecha. Este aspecto es clave para garantizar la venta de la producción a un precio justo.

#### 4.3. Usos comerciales

De acuerdo con Pistrick (2006), los principales usos son:

- Planta viva: el género *Lavandula* tiene gran interés para su uso en ajardinamientos públicos, ya que son muy apreciados por su intensa floración, pero también por sus pocos requerimientos en el mantenimiento y su buena resistencia al estrés de la polución ambiental y por supuesto su poca demanda de agua respecto a otras plantas ornamentales utilizadas tradicionalmente en las áreas urbanas. Es así que cada vez es más frecuente ver lavandines en las rotondas y en las aceras y medianas de calles anchas (Devecchi, 2006).
- Planta seca: en decoración, en ramos o en popurris, principalmente con la función de aromatizar. También se utiliza la flor para elaborar bolsitas para el armario, para evitar polillas. Antiguamente se habrían comercializado ramos de lavandín para ponerlos en las jaulas de los pájaros o para colgarlos en los armarios.
- Aceite esencial: los inicios del lavandín fueron difíciles porque los perfumistas de principios del siglo XX se mostraron reacios a utilizarlo, al considerar que se trataba de una lavanda de baja calidad. El aumento de su demanda comercial se debió a las mejoras en los rendimientos de las variedades seleccionadas y a su consiguiente reducción de precio.

El aceite esencial de lavandín se incorpora como perfume en los detergentes, siendo de los pocos aromas industriales de origen natural.

Durante el 2006, en el marco del proyecto europeo REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances), se estudió la aplicabilidad no terapéutica de diferentes plantas medicinales. Concretamente en el caso del lavandín se valoró la aplicabilidad del aceite esencial como biocida. Muñoz (1996), comenta que la esencia de lavandín se usa en veterinaria como desinfectante, cicatrizante y parasiticida.

El aceite esencial de lavanda (*Lavandula angustifolia*) se utiliza en aromaterapia y tiene un perfume más fino, más dulce, casi redondo, guardando todas sus propiedades terapéuticas, siendo utilizado en fitoterapia. En cambio, la esencia de lavandín, de un olor más acre, mucho más “alcanforado”, no registra su utilización en farmacopea, aunque tiene interés como tónico.

En el caso del aceite esencial ecológico de lavandín, su demanda ha ido en aumento los últimos años debido al empuje de los sectores de la aromaterapia y de la cosmética ecológica.

#### 4.4. Productos elaborados

El aceite esencial de lavandín se usa en las industrias de perfumería y cosmética, y también en jabonería, detergentes para colada y en ambientadores por pulverización (Muñoz, 1996). El mercado del aceite esencial de lavandín se dirige sobretodo a perfumería y también a cosmética, jabones y detergentes. De todas formas, en perfumería cada vez se utiliza menos aceite esencial natural y algunas empresas elaboradoras de aromas están dejando de utilizarlos y

los sustituyen con sintéticos. Además, en cosmética también hay que tener en cuenta que la vida comercial de un producto para el consumidor se ha reducido de 12-14 años a solo 3 años, con cambios rápidos de formulación, lo que impide reaccionar a una mayor demanda de un aceite esencial con nuevas plantaciones. En parte se salva por el mercado de imitación o de marcas secundarias, que reproducen las fórmulas de las principales empresas cosméticas y aún utilizan ese aceite esencial. Por otro lado la detergencia es la que más consume sintéticos, debido al precio en mercado de sus productos. Solo introducen aceites esenciales naturales de lavandín, naranja, limón y, a veces, pino.

#### 4.5. Canales de comercialización

La comercialización del aceite esencial de lavandín español se realiza principalmente en el mercado nacional (Generalitat Valenciana, 2007).

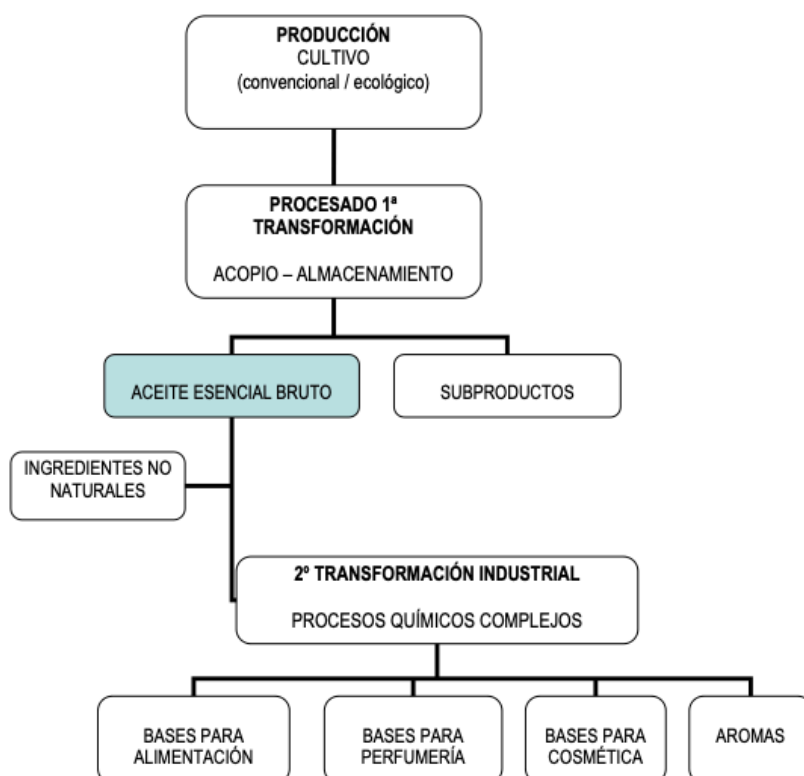
El aceite esencial, habitualmente, lo producen los mismos agricultores con destiladoras, aunque es posible que varios agricultores cooperen para compartir la instalación. Algunas destilerías tienen contratos con algún mayorista y le venden toda su producción. Tiene el inconveniente de que pagan poco y exigen mucho, pero finalmente compensa.

Otros productores venden su producción de aceite esencial directamente al mercado, ya sea a mayoristas o a las industrias consumidoras. Algunos de estos productores-destiladores, también son a la vez comercializadores, pudiendo comprar a otros productores.

La principal destinación del aceite esencial son las industrias de perfumería y hay dos factores que hacen que se pueda llegar a los distintos escalones del mercado:

- Si se tiene cantidad: en este caso se puede ofertar a multinacionales que fijan ellos los precios.
- Si se tiene calidad: Es el caso de este proyecto. Con controles y avales se puede acceder a otro mercado de mayor valor añadido (laboratorios), pero exige más burocracia y gestiones que para un agricultor no son fáciles y muchas veces comporta el tener que ponerse en manos de empresas intermediarias.

Figura 9. Diagrama de los canales de comercialización del aceite esencial.



#### 4.6. Mercado

- Flor seca: actualmente, ya no hay demanda de ramos de lavandín y solo se comercializa la flor. El principal proveedor de flor es la Provenza francesa, ya que hace tiempo que se dedican a este negocio y pueden proporcionar un buen producto, aromático y con un color azul intenso. Antiguamente compraban flor de espliego salvaje de España, pero como los sistemas de secado no eran los adecuados, la flor era de color marrón. De todas formas, ya no hay quién se dedique a este sector en España.
- Aceite esencial: quien domina el mercado del lavandín es Francia. Actualmente, la principal producción en Francia es de lavandín “Grosso” que tiene una mayor productividad. Aunque se diga que el “Súper” tiene mayor calidad, finalmente lo que se vende en el mercado es lavandín “Grosso”. Los franceses compran “Súper” español, aunque sea de peor calidad, y lo mezclan con el “Grosso”.

Todo se reduce a coste y rentabilidad. El precio del “Grosso” francés es bajo y el “Súper” español hay que venderlo más barato para entrar en su mercado, sobretodo por el echo que no tiene norma y que en Francia manda la norma.

Las calidades españolas son muy poco competitivas frente a la producción francesa, tanto en precio y disponibilidad como en calidad.

La variedad “Súper” es la más demandada, con un mayor precio y al que corresponde la mayor parte de la superficie cultivada en España, pero la composición del aceite esencial español no coincide nunca con los estándares señalados para este cultivo en Francia.

En certificación ecológica y con volúmenes suficientes puede ser un cultivo de interés, pues en Francia la mayor parte de la producción está en convencional y no parece que vaya a cambiar. Tiene mucho interés la producción con certificación NOP (para EE.UU.), pero es imprescindible que el material cumpla con la especificación técnica.

El aceite esencial de lavandín, en general, tiene buen mercado. Todos los aceites que se comercializan en España son autóctonos y se acepta la calidad existente, pues no hay demasiadas referencias. Desde hace poco se está seleccionando mejor la planta, ya que hasta ahora se ha plantado lavandín sin cuidar tipos o fenotipos y hasta mezclando variedades diferentes.

Aunque hay un mayor crecimiento del mercado ecológico, solo representa el 5-10% del total. No obstante, es conveniente controlar la producción en ecológico, porque si hubiera sobreproducción, tendrían que venderlo como convencional, pues este siempre tendrá mercado. En general, el mercado ecológico es muy cambiante y cuando cae el precio de un aceite lo hace de golpe. Se observa pues, que el mercado del aceite esencial de lavandín en ecológico está en crecimiento. Al contrario del mercado convencional, que aunque el precio haya subido, el mercado está en retroceso. Esta tendencia aumentará ya que se está observando que las plantaciones cada vez viven menos, quizás por el cambio climático.

Se espera que Francia produzca hasta un 25% menos y como abastece el 80% del mercado mundial de aceite esencial de lavandín, puede suceder un desabastecimiento del sector. Algo grave porque con el paso del tiempo hacen que las fórmulas de perfumería dejen de incorporar este producto, reduciéndose aún más el mercado. De todas formas, se está plantando mucho lavandín en Francia y en pocos años puede pasar de estar desabastecido a quedar saturado el sector del aceite esencial.

El promotor venderá el lavandín a una empresa dedicada al cultivo y destilado de la misma especie aromática. Esta empresa, quien se encargará del transporte hasta su planta de destilado, se sitúa en Tiedra (Valladolid). La empresa en cuestión pagará al promotor 30 €/litro de destilado. En este importe, ya está contemplado el coste que a la empresa destiladora le supone el transporte.

Para el primer año se estima una producción de 30 litros/ha. No se considera una cosecha como tal, pero puesto que igualmente hay que segarlas para fortalecer el sistema radicular de las plantas, se venderá lo segado.

En los años dos y tres de la plantación y en los dos últimos años de vida del cultivo, se estima una producción de 100 litros/ha de destilado.

En los años centrales, que serán los más productivos, se estima una producción de 110 litros/ha de destilado.

#### 4.7. Demanda

- Flor seca: casi toda la flor se destina a laboratorios dietéticos y en menor cantidad a alguna empresa que envasa saquitos. La cantidad de flor seca consumida por las empresas en un año se estima en 10 toneladas.
- Aceite esencial: actualmente la crisis del gasoil hace que el mercado vaya con más lentitud, ya que todos los productos se han encarecido y como los sueldos siguen siendo similares, la gente no consume tanto. Esto afecta a productos elaborados con aceites esenciales, como los perfumes.

El mercado ecológico parece ser que funcione de forma diferente al convencional. En estos últimos años el lavandín “Súper” ha tenido muy buena demanda y se ve que se está consumiendo mucha cantidad en Italia.

Las cantidades de aceite esencial consumidas en España por las empresas, según el tipo de lavandín y en un año, son las siguientes:

- 60-70 t/año de lavandín “Súper”.
- 1 t/año de lavandín “Grosso”.
- 1 t/año de lavandín “Grosso” ecológico.
- 8-10 t/año de lavandín “Súper” ecológico.

#### 4.8. Precios

- Flor seca: la flor de lavandín tiene un mercado estable porque es un cultivo tradicional. Los precios han ido aumentando unos 0,10-0,15 €/kg y año. Hace tres años el precio estaba en 5,80 €/kg.
- Aceite esencial: el precio de lavandín Súper varía entre los 17 y 18€/kg normalmente a nivel de productor. Prácticamente no existe precio para el producto en ecológico, siendo el que ofertan como el convencional. El precio impuesto desde Francia para el lavandín es el precio de venta en España.

La demanda del producto se puede considerar como fluctuante. Así pues, para rentabilizar el cultivo hay que llegar a la mecanización total del mismo (Generalitat Valenciana, 2007). Debido al incremento del coste del gasoil, la mayoría de los aceites esenciales se han encarecido, porque los generadores de vapor funcionan en su mayoría con gasoil (se necesitan unos 2-3 litros de gasoil para destilar 1kg de aceite esencial). Por esta razón, muchas destiladoras están cambiando el sistema por biocombustible (leña, restos de destilación).

A pesar de que durante muchos años ha sido un cultivo con precios en descenso, en los últimos años parece que se mantienen e incluso suben algo tanto en convencional como en ecológico. Parece que tiene alguna relación con la escasez en Francia, que sería coyuntural, y volvería a existir mucha oferta en el mercado en este año o el próximo, con una nueva bajada de precios.

De todas formas, hay que tener en cuenta que gracias a la capacidad de almacenaje del aceite esencial durante años, es posible guardarlo en buenas condiciones hasta que los precios sean lo suficientemente remunerativos.

Los precios aproximados del aceite esencial de lavandín (€/kg), según variedades, son los siguientes:

#### “Súper”

- Convencional: 17,50-20,00 €/kg (promedio de 18,25 €/kg, desviación estandar 0,88). En los últimos años ha cambiado de 15 a 17 €/kg.
- Ecológico: 18-24 €/kg (promedio de 21,25 €/kg, desviación estándar 1,98).

#### “Grosso”

- Convencional: 16-16,5€/kg (promedio de 16,17 €/kg, desviación estándar 0,29).
- Ecológico: 20€/kg.

#### “Abrial”

- Convencional: 19 - 20€/kg (normalmente está a 17 €/kg, pero últimamente hay escasez).
- Ecológico: no hay datos.

### 4.9. Calidades existentes

A nivel de producción, con carácter general, a mayor altitud del cultivo de lavandín “Súper”, mayor es la calidad del aceite esencial.

#### 4.9.1. Calidad según perfumería

Desde el punto de vista de la perfumería la calidad de un perfume depende de sus ingredientes, aunque no siempre estos ingredientes proceden de un solo aceite esencial, ya que, este está compuesto por diferentes principios activos en mayor o menor importancia.

El lavandín procede de la hibridación entre lavanda y espliego, pero ofrece unas características olfativas más parecidas a las de la lavanda. La diferencia fundamental con el espliego viene dada por el contenido en eucaliptol. La proporción en el espliego le da un carácter a eucalipto muy marcado en comparación a la lavanda y el lavandín. Entre éstos, la diferencia más acusada está en el carácter húmedo, a hongos, que se puede reconocer en la lavanda, que le da un frescor y una profundidad muy disminuida en el lavandín. Ello se debe al acetato de 1-octen-3-ilo y acetato de lavandulilo, entre otros, cuyo mayor contenido en lavanda hace notable este efecto. El lavandín se nos aparece como una nota con frescor más ligero, algo más alcanforado que la lavanda pero manteniendo ese carácter de “aire terrestre” que hace de estos dos productos elementos vitales en la salida de los perfumes. Su combinación con el frescor rosado/mentolado del geranio, la frialdad del musgo de encina y notas tabaco dio lugar al acorde llamado “fougère”. Desde el “Fougère Royal” creado por Houbigant en 1882, este esquema se ha ido repitiendo en distintas formas y como base de acordes más complejos, dando origen a grandes éxitos de la perfumería masculina en una lista que llega hasta algunos de los lanzamientos más recientes (Vidal, 2007).

Según Vidal (2007) los dos componentes mayoritarios del aceite esencial son el acetato de linalilo y el linalol. También son los dos ingredientes mayoritarios de la bergamota (*Citrus bergamia*) i petitgrain (aceite esencial obtenido de las hojas del naranjo amargo *Citrus aurantium*).

Desde el punto de vista olfativo, la bergamota es el más complejo de los derivados cítricos. Esta afinidad nos conduce a que las combinaciones del lavandín con cualquier cítrico tendrán una gran consonancia. Por su lado, el petitgrain nos lleva al mundo del naranjo amargo. A su vez, la relación entre petitgrain y los extractos de la flor de naranjo (aceite esencial llamado neroli o el absoluto) es evidente. Además el petitgrain tiene un frescor chispeante verde gracias a su contenido en pirazinas, algunas comunes con el destilado de la goma de galbanum.

Por su lado, el linalol es un elemento presente en el universo floral y lo encontramos como parte importante de la composición de una flor tan exótica como el ylang ylang o como ingrediente de la rosa. Ello nos permite ver la amplitud de relaciones del lavandín con el universo floral.

El acetato de linalilo, también bastante extendido en la naturaleza, tiene una presencia importante en la *Salvia sclarea*, un producto con un frescor muy relacionado con la lavanda y lavandín pero que introduce un matiz tabaco muy interesante.

Vemos así como de una primera aproximación a la composición, del lavandín podemos establecer un complejo universo de relaciones que van desde los frescores cítricos o verdes, a las ricas notas florales, pasando por las hojas de tabaco.

De acuerdo con Burillo (2003), el aceite esencial de lavandín “súper” es el más semejante al de la lavanda (aceites con concentraciones más bajas de 1,8 cineol y alcanfor y más altas de acetato de linalilo y linalol), seguido por el de lavandín “Grosso” y el de lavandín “Abrial”, el más parecido al aceite esencial de espliego. Según las conclusiones experimentales de Burillo (2003), el estrés hídrico tiene influencia en la biosíntesis de linalol.

Muñoz (1996) comenta que el lavandín “súper” es cultivado cuando se prefiere la calidad de la esencia, que es más fina, menos canforácea que la del “abrial”, con un porcentaje de ésteres que llega al 49%, muy superior a la media de los demás lavandines.

#### 4.9.2. Normas de calidad existentes

Las únicas normas de calidad existentes son las del aceite esencial:

- La norma UNE 84301:2006 sobre el espliego.
- La norma ISO 3515 para la Lavanda.
- La norma ISO 3054 para Lavandín Abrial.
- La norma ISO 8902 para Lavandín Grosso.

Desde hace algunos años se está trabajando, con la colaboración de siete proveedores de aceite esencial de lavandín “Súper” para sacar una norma española, bajo la supervisión de la Secretaría Técnica de Normalización y Certificación de las ISO. El objetivo de la norma es el de homogeneizar la producción de lavandín español, para lograr al final que todos los productores partan de un mismo material genético.

## 5. Legislación

### 5.1. Derechos de pago único

Las tierras que dan derecho a pago son las destinadas a actividades agrícolas, con excepción de los cultivos permanentes distintos a los indicados en el artículo 14.1 del R.D. 262/2008, la producción hortalizas distintas a los tomates para transformación y la de patatas distintas de las utilizadas para la fabricación de fécula. El lavandín no es admisible a los derechos de pago único ya que está considerada como cultivo permanente.

Por otro lado, se consideraran superficies admisibles a efectos de derechos de ayuda por retirada las tierras que se utilicen para el cultivo de materias primas para la fabricación, dentro de la Unión Europea, de productos no destinados en principio a la alimentación humana o animal y para producciones ecológicas.

Los solicitantes que cultiven en la tierra de retirada materias primas con destino no alimentario, con excepción de las enumeradas en el anexo XXII del Reglamento (CE) no 1973/2004 de la Comisión, de 29 de octubre, deberán formalizar con un receptor o un primer transformador, en ambos casos autorizados, un único contrato por materia prima cultivada y presentar un ejemplar del mismo junto con la solicitud de ayuda.

En el caso de las materias primas indicadas en este anexo XXII, los titulares de las explotaciones deberán presentar, junto con la solicitud de ayuda, un compromiso escrito de que, de ser utilizadas en su explotación o vendidas, las materias primas en cuestión serán destinadas a alguno de los fines establecidos en el anexo XXIII de dicho reglamento. Así pues, no han de ser obligatoriamente objeto de contrato.

Entre las materias primas contempladas en el anexo XXII, están las plantas de exterior plurianuales distintas de las que puedan utilizarse para el consumo humano o animal, y, concretamente, las que produzcan materias vegetales correspondientes al código NC 1211 (Plantas, partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizada principalmente en perfumería, medicina o para usos insecticidas, parasiticidas o similares, frescos o secos, quebrantados o pulverizados), distintas de la lavanda, el lavandín y la salvia.

Así pues, el lavandín queda excluido como cultivo susceptible de recibir derechos de ayuda por retirada de tierras.

No obstante, se concede al promotor una ayuda con el propósito de mejorar la biodiversidad y a la cual pueden acogerse aquellos titulares de parcelas de lavanda, lavandín y/o savúia, por una cuantía de 155 €/ha en el caso de lavanda y lavandín y de 125€ para la salvía. Los beneficiarios deberán cumplir con los siguientes compromisos:

- Prohibido el uso de tratamientos insecticidas durante el compromiso.
- Recolectar entre el 10 y el 50% de la superficie comprometida.

El importe total de la subvención teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto es de 10 años, es de 12.400,00€.

## 5.2. Legislación consultada

- Reglamento (CE) no 1907/2006 de la Comisión, de 29 de octubre.
- Real Decreto 1470/2007 de 2 de noviembre sobre aplicación de los pagos directos a la agricultura y a la ganadería (BOE núm. 264, de 3 de noviembre de 2007). REACH

REACH (Reglamento no 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo) es el Reglamento europeo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Fue aprobado el 18 de diciembre de 2006 y entró en vigor el 1 de junio de 2007.

Este Reglamento supone una reforma total del marco legislativo sobre sustancias y preparados químicos en la Unión Europea. Su principal objetivo es garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y el medio ambiente. Para ello, introduce la obligación de efectuar un registro de todas las sustancias químicas que se comercializan dentro del territorio de la Unión Europea. A partir de su entrada en vigor, no se podrá comercializar ninguna sustancia que no se encuentre registrada.

REACH atribuye a la industria la responsabilidad de gestionar los riesgos asociados a las sustancias químicas. Se basa en el principio de que corresponde a los fabricantes, importadores y usuarios intermedios garantizar que sólo fabrican, comercializan o usan sustancias que no afectan negativamente a la salud humana o el medio ambiente.

En un principio los aceites esenciales no están incluidos en esta lista, aunque sí los principios activos que los componen (p.e. linalilo), lo que puede dificultar la venta directa al consumidor final.

El problema está en que el lavandín español no está sujeto a ninguna norma, sobretodo el "Súper", y solo los franceses se están moviendo para conseguir que sus aceites esenciales estén registrados. En Francia, existe una ficha de seguridad sobre el aceite esencial de lavandín súper.

Es posible que los aceites esenciales de muchas especies no puedan comercializarse si sus principios activos están en la lista REACH.

## Anejo II. Situación actual

## ÍNDICE DEL ANEJO II

<b>1. Forma de la explotación actual.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Evaluación financiera de la situación actual.....</b>	<b>3</b>

## 1. Forma de la explotación actual

La finca objeto de proyecto es propiedad del promotor y se la tiene arrendada, para su explotación, a un agricultor del mismo término municipal. El precio acordado entre ambas partes es de 320€/ha y año. El cobro de los Derechos de Pago Básico de la PAC que corresponden a la finca lo asume el agricultor.

El arrendatario dedica la finca al cultivo en ecológico de cereales de invierno, leguminosas y oleaginosas. La rotación que sigue actualmente incluye: trigo blando, cebada cervecera, guisante de pienso y girasol; si bien, no sigue ningún criterio técnico en cuanto a su orden.

El contrato de arrendamiento concluye al fin del mes de agosto del año 2020. A partir de este momento el propietario decide establecer el plan para la plantación de aromáticas en ecológico en el mes de febrero de 2021, con el fin de incrementar la rentabilidad producida por la finca.

## 2. Evaluación financiera de la situación actual

Para realizar la evaluación financiera de la situación actual, a groso modo, han de considerarse los ingresos y los gastos a los que se encuentra sometida la finca. El único ingreso que existe en la actualidad es el cobro del arrendamiento, que asciende a 120€/ha y año.

La finca presenta dos costes anuales: por una parte el pago del Impuesto de Bienes Inmuebles Rústicos al Ayuntamiento de Cevico de la Torre, que asciende a 40€/ha y año y por otra parte, el pago del canon de uso del agua de riego a la Comunidad de Regantes, que asciende a 20€/ha y año. Estos gastos corren por cuenta del propietario.

Con ello, se determina el beneficio anual que obtiene el agricultor en la situación actual:

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{Gastos} = 120 \text{ €/ha/año} - (40 \text{ €/ha/año} + 20 \text{ €/ha/año}) = 60 \text{ €/ha/año}$$

$$\text{Beneficio total} = 60 \text{ €/ha/año} * 8 \text{ ha} = 480 \text{ €/año}$$

El promotor obtiene en la actualidad un beneficio de 480€ al año por el arrendamiento de la finca. La justificación del cambio con respecto a la situación actual puede verse reflejada en la variación de los flujos de caja generados por ambas formas de explotación, pre y post-proyecto, calculando el incremento del mismo respecto de la situación actual.

Tras este estudio se puede concluir que las expectativas de mejora económica son altas, ya que actualmente los recursos y la valía de la finca se consideran infrautilizados. Mediante la implantación de un cultivo de aromáticas de alto rendimiento y rentabilidad, como es el lavandín, el promotor podrá obtener un beneficio muy superior al que obtiene actualmente, como se verá más adelante.

## Anejo III. Estudio de alternativas

## ÍNDICE DEL ANEJO III

<b>1. Identificación de las alternativas.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Restricciones impuestas por los condicionantes.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Evaluación de las alternativas.....</b>	<b>3</b>
3.1. Alternativas en la elección de la especie.....	3
3.1.1. Identificación de las alternativas.....	3
3.1.2. Criterios de valor.....	4
3.1.3. Evaluación de las alternativas.....	4
3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	8
3.1.5. Alternativa elegida.....	9
3.2. Alternativas en la elección de la variedad.....	9
3.2.1. Identificación y evaluación de las alternativas.....	9
3.2.2. Análisis multicriterio de las alternativas.....	10
3.2.3. Alternativa elegida.....	11
3.3. Alternativas en la elección del diseño de la plantación.....	11
3.3.1. Alternativas en la elección de la disposición de plantación.....	11
3.3.1.1. Identificación de las alternativas.....	11
3.3.1.2. Criterios de valor.....	11
3.3.1.3. Evaluación de las alternativas.....	12
3.3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	12
3.3.1.5. Alternativa elegida.....	13
3.3.2. Alternativas en la elección de la densidad y el marco de plantación.....	13
3.3.2.1. Identificación de las alternativas.....	13
3.3.2.2. Criterios de valor.....	13
3.3.2.3. Evaluación de las alternativas.....	14
3.3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	14
3.3.2.5. Alternativa elegida.....	15
3.3.3. Alternativas en la elección de la orientación de las filas.....	15
3.4. Alternativas en la elección de implantación del cultivo.....	15
3.5. Alternativas en la elección del sistema de riego.....	15
3.5.1. Identificación de las alternativas.....	15
3.5.2. Criterios de valor.....	16
3.5.3. Evaluación de las alternativas.....	16
3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas.....	19
3.5.5. Alternativa elegida.....	19
3.6. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.....	20
3.7. Alternativas en la elección del sistema de recolección.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO III

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la especie - Pág. 8
Tabla 2. Matriz de efectos para la elección de la variedad o variedades - Pág. 10
Tabla 3. Matriz de efectos para la elección de la disposición - Pág. 12
Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de la densidad y el marco de plantación - Pág. 14
Tabla 5. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego - Pág. 19

## 1. Identificación de las alternativas

La elección de alternativas es un paso previo fundamental a la realización de la ingeniería del proceso. El objetivo de la elección de alternativas es establecer los parámetros básicos de la explotación, que posteriormente se desarrollarán en el resto del proyecto.

Debido a la naturaleza de la transformación que se pretende realizar en la finca, se considerarán como elementos que puedan generar alternativas los siguientes:

- Especie: el promotor desea establecer una plantación de lavandín en ecológico. Se va a estudiar la viabilidad de esta especie respecto a las condiciones climatológicas de la parcela y a la rentabilidad económica. En caso de que el resultado de la evaluación de las alternativas para la especie no fuese favorable para el lavandín, se estudiará la posibilidad de implantar una especie aromática distinta.
- Variedad: se determinará la variedad o variedades a implantar en la explotación en base a la capacidad productiva, vigor, porte, intensidad de ramificación, resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, calidad, rendimiento al destilado, etc.
- Diseño de plantación: se van a estudiar las alternativas de disposición de las plantas, marco de plantación, orientación de las líneas, etc.
- Técnicas de cultivo: se considerarán la formación/implantación de las plantas, el sistema de riego, el sistema de mantenimiento del suelo, etc.

## 2. Restricciones impuestas por los condicionantes

El clima es el factor que más podría condicionar el desarrollo de este proyecto. En la zona existe un riesgo elevado de heladas primaverales tardías, por lo que se desaconsejaría por ejemplo el cultivo de especies frutales de floración temprana, pero no el de aromáticas como es el lavandín.

La finca llevada a estudio no presenta problemas respecto a los demás condicionantes del medio físico, como el suelo o el agua de riego. El suelo es apto, con una debida preparación, para el cultivo de cualquier especie aromática. La finca se encuentra en una zona de regadío y con disponibilidad de agua de buena calidad.

El promotor desea establecer un cultivo de aromáticas que tenga un buen manejo y una elevada rentabilidad. Por ello, considera que el lavandín puede ser una alternativa viable. Su manejo es sencillo y el precio del destilado en la actualidad es elevado.

## 3. Evaluación de las alternativas

### 3.1. Alternativas en la elección de la especie

#### 3.1.1. Identificación de las alternativas

Las alternativas a considerar en cuanto a la elección de la especie son las siguientes:

- Romero
- Tomillo
- Lavandín
- Orégano

### 3.1.2. Criterios de valor

Los criterios que se deberán tener en cuenta, principalmente, en la elección de la especie aromática son los siguientes:

- Adaptación a las condiciones climáticas.
- Adaptación a las condiciones edáficas.
- Rentabilidad del cultivo.

Otros parámetros a tener en consideración son:

- Propiedades y aplicaciones.
- Requerimientos culturales.
- Durabilidad del cultivo.

### 3.1.3. Evaluación de las alternativas

El romero común (*Rosmarinus officinalis L.*) es una planta de la familia de las Labiadas. Es un arbusto perenne que puede alcanzar los 2 m de altura. Tiene hojas lineares de color verde, muy ramificadas y aromáticas. Las flores presentan tonos azules-violetas pálidos y son bilabiadas. En zonas cálidas puede florecer durante todo el año. Estas flores son muy apreciadas por las abejas y pueden aprovecharse sus hojas y flores.

Se puede sembrar por semillas en los meses de verano, pero la germinación es lenta. La plantación mediante esquejes es mejor, pues es sencillo multiplicarlo a partir de ramas de unos 8 cm de longitud, que se escogerán entre los brotes del año y se cortarán durante el verano. Los esquejes recién plantados deben resguardarse en interiores para pasar el invierno y se transplantan la primavera siguiente. Entre las plantas hay que dejar una separación de unos 40 cm. Se recomienda renovar las plantas cada 4 o 5 años.

Las hojas pueden recolectarse en cualquier época del año y requieren un riego reducido. La planta requiere de lugares soleados y se cultiva en todo tipo de suelo, aunque son preferibles los suelos áridos, calizos, secos, algo arenosos y bien drenados. Se adaptan muy bien en suelos pobres. En cuanto a la incidencia de plagas y enfermedades, existen coleópteros que atacan a los tallos y hojas.

El romero tiene efectos estimulantes y tónicos. Ayuda en la recuperación de las enfermedades del aparato digestivo, enfermedades respiratorias y afecciones del hígado. Además, favorece la digestión, evita la hinchazón, las flatulencias y la acidez de estómago. Tiene propiedades antisépticas, antibióticas, antiespasmódicas, antioxidantes, diuréticas, astringentes,

emenagogas y oftálmicas. Se recomienda en estados de cansancio o en los que se realicen grandes esfuerzos intelectuales.

El romero puede utilizarse también como condimento en las comidas, ya que aporta un sabor muy característico. Se puede aplicar tanto en fresco como seco. También se utiliza para cubrir embutidos curados, cumpliendo la doble función de aromatizar y proteger. Por otra parte, el romero se puede consumir en forma de infusión. Además, como producto alimenticio existe la miel de romero, elaborada por las abejas que extraen el néctar de la flor del romero, produciendo así una miel de muy buena calidad con numerosas propiedades saludables.

Las flores de romero secas se pueden utilizar en los armarios para alejar a las polillas. En perfumería se emplea su destilado para la producción de jabones, perfumes, agua de colonia y desodorantes.

Otras de las aplicaciones del romero son:

- Agua de romero: se aplica en la piel como tonificante.
- Baños con agua de romero: se emplean contra las infecciones y el dolor muscular o artrítico. Resulta muy adecuado para relajar los músculos sometidos a un esfuerzo prolongado, mitigando los calambres y los dolores.
- Aceite de romero: tiene propiedades antiinflamatorias, calmantes, antibióticas y antisépticas. El aceite de romero estimula la nutrición de folículos y previene la caída del cabello.
- Alcohol de romero: esta tintura tiene el poder de activar la circulación de la sangre en la zona en la que se aplica. Es muy útil contra el cansancio, los golpes o las contusiones. Previene la aparición de varices, es antirreumático y alivia el dolor de piernas producido por mala circulación de la sangre.
- Miel de romero: ayuda en las enfermedades del aparato digestivo y en los resfriados.
- El fuerte aroma del romero es un excelente ahuyentador de pulgas. A su vez, estimula el crecimiento de zanahorias, coles y judías.

El tomillo (*Thymus vulgaris L.*) es también una planta de la familia de las Labiadas. Es un pequeño arbusto perenne que puede alcanzar hasta unos 50 cm de altura. Contiene minúsculas hojas y flores de colores malva, rosadas o blancas, visibles a partir de marzo. Posee una poderosa esencia, el timol, con diversas aplicaciones medicinales y se aprovechan sus hojas y flores.

Se puede multiplicar por siembra, por esquejes o por división de matas. Si es por semillas, se realiza en primavera, desde finales de marzo o principios de mayo, en macetas o en cajón. Las plántulas se transplantan cuando tienen algunas hojas, a principios de otoño o en la primavera siguiente. Siendo por esquejes, el esquejado se hace entre abril y mayo. Se recogen tallos de unos 10 cm a los que se les retiran las hojas de la parte inferior. Dichos esquejes se hunden hasta las primeras hojas en la tierra y posteriormente se riegan. Y por división de matas, se efectúa entre abril y mayo o entre septiembre y octubre.

Se recogen durante todo el año los tallos enteros y se arrancan las hojas, aunque es preferible realizarlo en verano. Las flores y las hojas se dejan secar a la sombra y es necesario renovar las plantas cada 3 o 4 años.

Necesita un riego moderado y se debe controlar que el suelo no quede encharcado para que no se pudra. Es una planta de clima templado, templado cálido y de montaña. Resiste bien las heladas y las sequías, la exposición a pleno sol y los suelos calizos, secos y pedregosos. Puede ser atacado por nemátodos.

La infusión de tomillo tiene propiedades digestivas, evita la formación de gases y los espasmos gástricos e intestinales. También se suele utilizar en casos de anemia, acompañado de una dieta rica en hierro y como antibiótico natural. El tomillo es un potente antiséptico respiratorio y alivia el dolor de garganta. Por otro lado, es antirreumático, ayuda en las molestias derivadas de la menstruación y es un relajante natural y somnífero suave, pudiendo ayudar en procesos de falta de memoria o jaquecas y dolores de cabeza.

Debido a sus propiedades antibióticas, esta planta puede proteger frente a posibles intoxicaciones alimentarias. Se utiliza habitualmente para condimentar estofados, guisos y legumbres. Su esencia se emplea en la industria licorera, cosmética y farmacéutica.

El tomillo aleja a la mariposa blanca de la col. Por otro lado, atrae insectos favorables (abejas) y repele otros insectos dañinos (por ejemplo, las moscas que atacan los repollos). Favorece el crecimiento de berenjenas, coles, patatas y tomates y junto con la albahaca, es un buen repelente de mosquitos.

El lavandín (*Lavandula hybrida*) es una planta de la familia de las Labiadas. Es una planta vivaz mediterránea, de hasta 1 m de altura, aproximadamente. Sus hojas son opuestas, presentan una forma afilada de color verde plateado y son más estrechas que las del espliego. Sus flores son de tonalidades malvas y azules, visibles en verano. Es una planta melífera, es decir, atrae a las abejas. Para su óptimo desarrollo deberían eliminarse las flores marchitas y los tallos secos en el mes de octubre. Se aprovechan sus tallos y sus flores.

La época habitual de siembra es primavera, de abril hasta finales de mayo, cuando la tierra toma cierta temperatura. Se multiplican por semillas, por esquejes a finales de verano o por enraizado y acodo.

Las flores de lavandín se suelen cosechar a partir del segundo año de cultivo para extraer la esencia y destilar el perfume. La recolección se realiza a finales de julio o a principios de agosto.

Para que arraigue de forma óptima, necesita regarse copiosamente durante varias semanas después de su plantación. No obstante, es una especie xerófila, es decir, soporta bien la sequía.

Se cultiva, habitualmente, en climas mediterráneos semiáridos, con fuerte exposición solar. Soporta bien las heladas y las precipitaciones elevadas. Preferiblemente ha de implantarse en suelos calcáreos, pobres en humus, pedregosos y poco húmedos.

Puede ser atacada por hongos, coleópteros, insectos dípteros y como enfermedad puede darse la pudrición.

Posee propiedades relajantes y en ese caso, la forma habitual de uso es en forma de sales de baño.

El aceite esencial de lavandín es muy valioso por sus características. Este se puede obtener artesanalmente macerando aceite de oliva con flores de lavandín frescas y exponiendo la mezcla al sol. Este aceite es aplicable para dolores reumáticos, de cabeza y de pies. Adicionalmente, el lavandín tiene propiedades antivíricas, antibacterianas y bacteriostáticas que ayudan en el tratamiento de enfermedades respiratorias.

Se suele utilizar en forma de infusión, añadiendo una cucharada de flores secas por vaso de agua. Esta infusión puede aplicarse de forma externa para combatir dolores lumbares, tortícolis y como desinfectante/cicatrizante de heridas y diversas enfermedades de la piel. Su uso de forma interna puede aliviar la bronquitis y los resfriados en general. La realización de gárgaras con infusión de lavandín puede paliar los síntomas de la faringitis o las anginas. La infusión de lavandín puede ayudar también en trastornos del sueño, la ansiedad, el nerviosismo estomacal y los mareos.

Las hojas y las flores se utilizan para dar sabor a potajes, ensaladas, mermeladas, postres de frutas y gelatinas. También en la aromatización de algunos aceites, vinagres y té. Se puede combinar con ajos, tomillo, pimienta y laurel. En platos de pescado se suele mezclar con chalota y perejil.

Una de las formas más comunes de utilizar el lavandín es como ambientador, donde se emplean saquitos de tela rellenos de hojas secas. Además, es un buen repulsivo para las polillas. También se utiliza en perfumería, cosmética e industria farmacéutica. Por otra parte, la esencia de lavandín se utiliza para aromatizar licores de hierbas y ginebras, entre otros. Es un buen repelente de moscas y mosquitos. Las flores se utilizan como hormiguicida.

Cuando se planta por primera vez en campo, el lavandín puede durar hasta 15 años. Aunque se considera con rendimientos óptimos un ciclo de 10 años.

El orégano (*Origanum vulgare L.*) es una planta Labiada, herbácea y perenne. Es muy olorosa y de gran sabor. Puede alcanzar hasta 80 cm de altura y tiene hojas enteras y recubiertas de pelusilla. Sus flores de color rosa/violeta se disponen en espiguillas. Se aprovechan tanto sus tallos como sus hojas y sus flores. Se puede comercializar la planta entera seca o solo las hojas.

Crece fácilmente a partir de semillas. Se siembra en semillero a partir de marzo-abril. Se transplanta a macetas cuando tiene tres o cuatro hojas, o bien, se planta directamente en el terreno una vez pasado el riesgo de heladas. Se ha de mantener el suelo húmedo tras la siembra y cuando la planta brota. Otra forma de reproducción es mediante esquejes, en otoño o a principios de primavera, con una separación de 30 cm entre plantas e hileras.

La planta dura de 8 a 10 años. En el primer año solo es posible una siega, mientras que en el segundo año son posibles dos, una en julio y otra octubre. Las hojas y los extremos florecidos se recogen según se van necesitando.

Requiere terrenos algo húmedos, pero no necesita un riego abundante y es más exigente en las fases de germinación/trasplante y después de cada siega.

Es una planta de climas templados y cálidos y precisa suelos con mucha materia orgánica, bien drenados y calizos. Es susceptible al ataque de la araña roja y ciertos hongos (roya, botritis, etc.).

El orégano tiene propiedades digestivas, ayuda en la eliminación de gases y tiene propiedades tónicas. Es aconsejable para el asma y las afecciones respiratorias, ya que es expectorante, antiinflamatorio y antiséptico de las vías respiratorias. Tiene principios activos que ayudan a proteger el hígado. Es una planta rica en antioxidantes. Se puede tomar en forma de infusión utilizando las flores frescas o secas.

Por otro lado, el aceite esencial de orégano, puede ayudar a desinfectar heridas y cicatrizarlas. Añadido en el agua de baño resulta beneficioso para el tratamiento de reumatismos.

Es una especie de amplio uso en la dieta mediterránea. Se emplea para aromatizar y condimentar salsas, pastas, pizzas, adobos de carnes, pescados o ensaladas. Su uso mayoritario es como orégano seco, no obstante, también se puede consumir en fresco.

En cosmética, el aceite esencial se utiliza en la elaboración de perfumes. Es además repelente de hormigas y moscas.

#### 3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas

La elección se va a realizar mediante un análisis multicriterio de las alternativas anteriormente planteadas y en función de los principales parámetros expuestos en el apartado anterior.

La Tabla 1 muestra la matriz de efectos para las especies consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 o 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada especie se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considerará que la especie más interesante para el cultivo en la explotación será aquella que obtenga una mayor puntuación.

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de la especie.

<b>Factor</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Romero</b>	<b>Tomillo</b>	<b>Lavandín</b>	<b>Orégano</b>
<b>Clima</b>	2,0	3	3	3	3
<b>Suelo</b>	1,5	3	3	4	4
<b>Rentabilidad</b>	1,0	3	2	4	3
<b>Total</b>		13,5	12,5	16	15

### 3.1.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y valorados todos los parámetros, en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se elige como especie el lavandín para la realización de la plantación aromática en ecológico.

## 3.2. Alternativas en la elección de la variedad

### 3.2.1. Identificación y evaluación de las alternativas

Las variedades de lavandín que principalmente se encuentran en el mercado en la actualidad son las siguientes:

- Abrial
- Grosso (el más cultivado en Francia)
- Súper (el más cultivado en España)
- Otras variedades

#### ABRIAL

En 1926 un lavandicultor, M. Abrial, obtiene el mérito de haber seleccionado un genotipo de lavandín en sus inicios como cultivo y con las técnicas de la época. Cabe destacar que obtuvo una densidad mayor de plantación, pues consiguió producir entre 170 y 200 kg/ha de esencia, frente a los 30 kg/ha que producía la lavanda (De Lope, 2007). En general, el lavandín “Abrial” es de mata más recogida, crecimiento menos vigoroso y flores de azul puro. La altitud de cultivo se sitúa entre los 400-800 m, aproximadamente. Es exigente en suelo y humedad (Burillo, 2003).

#### SÚPER

A finales de los años 40 aparece la variedad “Súper”, con una calidad de la esencia más fina y menos alcanforada que la del lavandín “Abrial”, pero con menor rendimiento, de 80 a 110 kg/ha dependiendo de la altitud, clima y suelo. Pero con la ventaja de que en España, por la pluviometría, no presentaba las dificultades de cultivo que acontecen en el agroecosistema provenzal (presencia de un hongo que limitaba la vida de la planta) (De Lope, 2007).

El lavandín “Súper” es la variedad que más se cultiva en España y es de mata más grande, con inflorescencias de color azul-grisáceo. Aunque tiene menor rendimiento que el “Abrial”, posee una mayor rusticidad, comportándose bien incluso por encima de los 800 m y hasta los 1.000-1.200 m (Burillo, 2003). De todas las variedades existentes, la “Súper” es la que mejor se adapta a la sequía.

El origen del lavandín cultivado en España procede en su totalidad de variedades francesas (no existen variedades seleccionadas a partir de espliegos y lavandas españolas), aunque originalmente la mayoría era material vegetal malo, con falta de vigor. La principal variedad establecida en España fue la “Súper” porque es la que mejor se adapta a las condiciones edafoclimáticas del país. Hay agricultores que siguen plantando esquejes obtenidos a partir de selecciones de estos materiales vegetales introducidos en los años 60, aunque otros han preferido proveerse directamente de viveros franceses.

Hasta hoy, la principal variedad producida en España es la “Súper”, aunque está aumentando la superficie de “Grosso”. También existe “Abrial” pero en pequeñas cantidades.

### GROSSO

Lo anteriormente expuesto impulsó a otro lavandicultor francés, M. Grosso, a seleccionar a principios de los años sesenta un nuevo genotipo de lavandín, mucho más resistente al medio, y con mayores rendimientos en esencia que los anteriores (aunque con calidad inferior). Así consiguió una bajada en el precio, lo que le hizo pronto gozar del favor de los perfumistas, que lo fueron incorporando a sus paletas de trabajo. Desde luego que sus características y, en especial, su olor, no son las mismas que las del lavandín “Súper” (De Lope, 2007).

Así pues, el lavandín “Grosso” es una variedad muy vigorosa y homogénea, con una precocidad muy alta y sus flores son aún más azules que las del “Abrial”. Es tan rústica como el “Súper” y se comporta bien a similares altitudes (Burillo, 2003).

### OTRAS VARIEDADES

En los años posteriores se han desarrollado otros genotipos de lavandines (Sumian, Certitudes, 33-70, 41-70, Ordinario, etc.) pero ninguno ha llegado a tener aceptación en la industria de la perfumería y la cosmética debido, principalmente, a que los volúmenes de producción no han sido lo suficientemente elevados porque las características del ecosistema para el que cada una de ellas fue planificada era demasiado selectivo y particular.

#### 3.2.2. Análisis multicriterio de las alternativas

Para seleccionar la variedad o variedades que se van a implantar, se procede a efectuar un análisis multicriterio (Tabla 2.) para las variedades que en estos momentos pueden tener un mayor interés en la zona de ubicación del proyecto y que han sido expuestas anteriormente.

Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada variedad se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la variedad más interesante para su cultivo en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 2. Matriz de efectos para la elección de la variedad o variedades.

<b>Factor</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Abrial</b>	<b>Súper</b>	<b>Grosso</b>	<b>Otras variedades</b>
<b>Producción</b>	1,5	4	3	3	2
<b>Rendimiento</b>	2,0	3	3	4	2
<b>Rusticidad</b>	1,5	1	4	3	2
<b>Calidad</b>	1,5	2	4	1	2
<b>Total</b>		16,5	22,5	18,5	13

### 3.2.3. Alternativa elegida

La variedad elegida, por haber obtenido una mayor puntuación y ser la que mejor se va a adaptar al medio es la Súper.

### 3.3. Alternativas en la elección del diseño de la plantación

El diseño de la plantación engloba la disposición, la densidad y el marco de plantación de las plantas y la orientación de las filas de la plantación. A continuación, se analizan las distintas alternativas en cuanto al diseño de la plantación.

#### 3.3.1. Alternativas en la elección de la disposición de plantación

El diseño y la realización de una plantación de aromáticas moderna exigen distribuir los arbustos en la parcela de forma regular. La disposición uniforme de las plantas busca conseguir un aprovechamiento racional de la superficie de la parcela, una estética en la plantación y una mayor facilidad y economía en la realización de las diversas labores de cultivo.

##### 3.3.1.1. Identificación de las alternativas

En terrenos llanos, como es el caso de la finca objeto del proyecto, cabe la posibilidad de emplear los siguientes tipos de disposición:

- Marco real: las plantas se disponen en los vértices de cuadrados. El marco de plantación es el lado del cuadrado.
- Disposición rectangular o en líneas: las plantas van dispuestas en los vértices de rectángulos. El marco de plantación está definido por las dimensiones de los lados del rectángulo.
- Disposición al tresbolillo: las plantas van colocadas en los vértices de triángulos equiláteros. En esta disposición el marco de plantación es el lado del triángulo.

##### 3.3.1.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para determinar la disposición de las plantas en la plantación son los siguientes:

- Densidad de plantación: se busca obtener una densidad alta en la plantación para aprovechar al máximo la superficie del terreno disponible.
- Vigor de las plantas: se ha de elegir la disposición a la que mejor se adapte el vigor de la variedad seleccionada.
- Mecanización de las operaciones de cultivo: es importante analizar la facilidad de mecanización de las operaciones de cultivo en cada una de las posibles disposiciones de plantación.
- Exposición a la luz solar: en las plantaciones en secano el factor que limita en mayor medida la producción es la disponibilidad de agua. Sin embargo, en plantaciones de regadío, el factor más limitante es la exposición a la luz solar, por lo que la disposición de plantación debe garantizar una buena iluminación de la masa vegetativa y evitar, en la medida de lo posible, el sombreado entre las plantas.

### 3.3.1.3. Evaluación de las alternativas

Las disposiciones de plantación posibles en las plantaciones de lavandín son las siguientes:

- Marco real: es la disposición de plantación más empleada en plantaciones frutales de secano. Esta disposición posibilita un aprovechamiento racional del terreno, permitiendo realizar labores cruzadas. Es una disposición adecuada para terrenos llanos, plantaciones poco densas, árboles formados en vaso y condiciones de secano.
- Disposición rectangular o en líneas: el sistema rectangular o en líneas es la disposición más empleada en la actualidad en plantaciones de árboles y arbustos en regadío y de densidad media o elevada. Esta disposición permite dejar una calle suficientemente amplia para el paso del tractor con distintos aperos.
- Disposición al tresbolillo: con esta disposición se consigue un aprovechamiento muy bueno del terreno. A igual marco de plantación que en el marco real se consigue una mayor densidad de plantas, pero con una más difícil mecanización. En el caso del lavandín, esta disposición se ha emplea cuando las plantas son ornamentales.

### 3.3.1.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 3 muestra la matriz de efectos para las disposiciones de plantación consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada disposición de plantación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la disposición de plantación más interesante para su uso en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 3. Matriz de efectos para la elección de la disposición.

<b>Factor</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Marco real</b>	<b>En líneas</b>	<b>Tresbolillo</b>
<b>Densidad</b>	1,5	2	3	2
<b>Vigor</b>	1,5	3	3	3
<b>Mecanización</b>	2	3	4	2
<b>Exposición solar</b>	1,5	3	3	2
<b>Total</b>		18	21,5	14,5

### 3.3.1.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir la disposición rectangular o en líneas. Esta disposición se adapta muy bien a las plantaciones de densidad media o semiintensivas. La disposición rectangular o en líneas, deja un espacio adecuado en las calles para el paso de la maquinaria a la vez que permite un buen aprovechamiento del terreno. Las labores sólo se podrán realizar en una dirección.

### 3.3.2. Alternativas en la elección de la densidad y el marco de plantación

#### 3.3.2.1. Identificación de las alternativas

La densidad de plantación se define, básicamente, como el número de plantas que entran en una hectárea de terreno. Se trata de uno de los parámetros que más ha evolucionado desde las plantaciones tradicionales hasta las actuales.

En función de la densidad de plantación que se elija se debe determinar el marco de plantación más adecuado. Las opciones para la elección de la densidad de plantación son las siguientes:

- Plantaciones de baja densidad: es la opción más desarrollada en las plantaciones de la zona y la densidad de plantación suele oscilar entre 7.500 y 8.500 plantas/ha.
- Plantaciones de densidad media: esta alternativa se emplea en la mayoría de las nuevas plantaciones españolas. La densidad de plantación suele oscilar entre las 10.000 y las 12.500 plantas/ha.
- Plantaciones de alta densidad: en este tipo de plantaciones, poco frecuentes en España, las densidades son aún más elevadas, llegando incluso a las 18.000 plantas/ha y siendo imprescindible el riego a lo largo de casi todo el año.

#### 3.3.2.2. Criterios de valor

Los principales factores que determinarán la densidad y el marco de plantación son los siguientes:

- Potencial productivo: la intensificación del cultivo suele ir asociada a la obtención de cosechas más abundantes. Conviene por lo tanto, en este sentido, establecer plantaciones con la mayor densidad posible, para maximizar la rentabilidad de la explotación.
- Vigor de las plantas: el vigor resultante de la adaptación de la variedad al medio determina el tamaño de la planta. La densidad de plantación debe de ser tal que permita un buen aprovechamiento del terreno al tiempo que permita una separación suficiente entre plantas para poder realizar adecuadamente, de forma mecánica, las labores del cultivo y evitar sombreamientos excesivos entre los arbustos.
- Disposición de la plantación: se debe considerar el volumen que ocupa cada arbusto en función de su sistema de disposición, ya elegido.
- Sistema de recolección: la recolección es la operación de cultivo en la que se emplea maquinaria de mayor tamaño. La anchura de las calles debe ser tal que permita la

circulación de la maquinaria. La separación entre plantas no es un problema, pues funcionan en continuo.

### 3.3.2.3. Evaluación de las alternativas

- Plantaciones de baja densidad: en este tipo de plantaciones se pueden emplear plantas de vigor elevado, dado que la distancia entre estas permite su crecimiento, así como una adecuada mecanización de las operaciones de cultivo. El potencial productivo de estas plantaciones, poco densas, es relativamente bajo. Pero el lavandín se trabajará en ecológico y por lo tanto, podría ser una buena alternativa.
- Plantaciones de densidad media: este tipo de plantaciones emplea un número más elevado de plantas por hectárea, por lo que el vigor de las plantas debe ser menor para evitar sombros y facilitar la mecanización del cultivo. El potencial productivo de estas plantaciones semiintensivas es más elevado, aunque la inversión inicial es mayor.
- Plantaciones de alta densidad: el empleo de una elevada densidad de plantas exige el empleo de variedades de bajo vigor, y no es nuestro caso. El potencial productivo es muy elevado, al igual que la mecanización del cultivo. Sin embargo, la inversión inicial es muy elevada, lo que puede suponer un descenso de la rentabilidad si no se realiza un manejo adecuado del cultivo.

### 3.3.2.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente y teniendo presente que el proyecto se desarrolla en régimen ecológico.

La Tabla 4 muestra la matriz de efectos para las densidades de plantación consideradas. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada densidad de plantación se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que la densidad de plantación más interesante para su uso en la explotación es aquella que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de la densidad y el marco de plantación.

<b>Factor</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Baja densidad</b>	<b>Densidad media</b>	<b>Alta densidad</b>
<b>Potencial productivo</b>	1,5	4	4	5
<b>Vigor</b>	1,5	5	3	3
<b>Disposición</b>	2	4	4	4
<b>Recolección</b>	2	4	4	4
<b>Total</b>		29,5	26,5	28

### 3.4.2.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir para la plantación en proyecto un marco de plantación de 1,8 x 0,7 m.

Este marco de plantación permitirá buenos rendimientos para el lavandín en ecológico y el uso de maquinaria específica para realizar la recolección sin tener problemas. La producción será algo menor que en las plantaciones con densidades más elevadas, sin embargo, se dispondrá de riego como apoyo para la producción en épocas de escasez de agua. Además, la inversión inicial será menor, lo que podría repercutir en una mayor rentabilidad y un plazo más corto de retorno de la inversión, que es lo ideal en este tipo de cultivos.

### 3.3.3. Alternativas en la elección de la orientación de las filas

En el caso del lavandín no será necesario contemplar distintas opciones de orientación según coordenadas y se hará atendiendo a criterios que hagan más sencilla la mecanización de las distintas labores, desde la implantación del cultivo hasta la siega de la cosecha.

Dicho esto, tendremos dos opciones:

- Plantación siguiendo el eje longitudinal de la parcela
- Plantación siguiendo el eje vertical de la parcela

Se decide hacer la plantación según el eje longitudinal, por practicidad.

### 3.4. Alternativas en la elección de implantación del cultivo

La plantación se puede hacer de forma manual o a máquina. En caso de hacerlo manualmente, un grupo de tres personas podría llegar a plantar entre 2.500 y 3.000 plantas en 8 horas. Sin embargo, si la plantación se realiza de forma mecanizada, con una plantadora de 2 cuerpos, el rendimiento de trabajo sería de 3 horas/ha, aproximadamente, y el resultado final el óptimo en cuanto a disposición y arraigo de las plantas. Por lo tanto, se decide plantar el lavandín a máquina.

### 3.5. Alternativas en la elección del sistema de riego

El lavandín se suele cultivar en condiciones de secano porque sus requerimientos hídricos mínimos son bajos (300mm/año). No obstante, la producción aumenta si se realizan riegos puntuales y la calidad no se ve afectada. En general, es más que aconsejable realizar riegos durante el primer año de plantación. Sin embargo, en zonas donde la precipitación sea muy alta (hasta 1.000 mm/año), que no es nuestro caso, habría que evitar que las parcelas se encharcaran, ya que el lavandín es muy sensible a la asfixia radicular.

#### 3.5.1. Identificación de las alternativas

El agua disponible para el lavandín suele proceder de la lluvia pero, en ocasiones, ésta es insuficiente o se reparte de forma irregular, originando períodos de fuerte sequía. En estos casos es necesario un sistema de riego para cubrir las necesidades hídricas.

Existen diversos métodos de riego superficial aptos para la utilización en cultivos arbustivos. Las opciones a analizar, según la forma de distribución del agua en el suelo, son las siguientes:

- Riego por gravedad: riego por inundación y riego por surcos.
- Riego a presión: riego por aspersión, riego por goteo y riego por microaspersión.

### 3.5.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a analizar para decidir el sistema de riego a instalar en la plantación son los siguientes:

- Factores climáticos: los vientos fuertes provocan pérdidas de agua por evaporación, así como una menor uniformidad en la distribución del agua de riego. Por otro lado, una elevada evaporación en el momento de la aplicación del riego puede originar importantes pérdidas de agua en los sistemas en los que ésta se aplica en forma de gotas finas.
- Técnicas de cultivo: si se emplea un sistema de riego por gravedad, se debe tener en cuenta el trazado de los surcos, regueras o tablas de riego al elegir la disposición, densidad y marco de plantación de las plantas y la distribución general de la plantación. El sistema de mantenimiento del suelo también afecta al sistema de riego. El laboreo o el no laboreo con uso de herbicidas admite todo tipo de riegos, pero hay que tener en cuenta los surcos y regueras en riego por gravedad y que estamos en agricultura ecológica. Las cubiertas vegetales totales son compatibles con el riego por goteo o por gravedad. El sistema de mantenimiento del suelo mixto, con cubierta vegetal en el centro de las calles y libre de cubierta en la línea de los árboles es compatible con el riego localizado. En nuestro caso, al tratarse de un cultivo arbustivo, no tendremos cubiertas vegetales. El tipo de productos fitosanitarios utilizados en el control de plagas y enfermedades también se ha de tener en cuenta, ya que si se emplean productos de contacto, el riego por aspersión puede producir un lavado de los mismos cuando se ponga en funcionamiento. El sistema de aplicación de fertilizantes también puede verse condicionado por el sistema de riego, ya que esta operación se puede realizar mediante fertirrigación en los métodos de riego localizado.
- Calidad del agua de riego: en riego por aspersión, un alto contenido de sales puede provocar una salinización del suelo regado y una precipitación de las mismas sobre las copas de los árboles. Una elevada concentración de partículas en suspensión en el agua de riego, si no se realiza un filtrado adecuado, puede provocar la obstrucción de los emisores en riego localizado, al igual que el empleo de aguas con una dureza importante.
- Economía del sistema: es conveniente adoptar sistemas de riego con unos gastos de instalación, energía y mantenimiento lo más reducidos posibles, para optimizar la rentabilidad de la plantación.
- Aspectos agronómicos: el sistema de riego debe presentar una buena eficiencia y uniformidad en la distribución del agua, y no debe dificultar la mecanización de otras labores de cultivo. Además, es interesante que el riego se pueda automatizar.

### 3.5.3. Evaluación de las alternativas

Se pueden diferenciar dos tipos de riego superficial, según la necesidad o no de suministrar presión al agua: riego por gravedad y riego a presión.

### Riego por gravedad

El riego por gravedad aplica el agua a la plantación dejando fluir ésta sobre la superficie del suelo. Por lo general, el agua se vierte desde un punto con una cota más elevada que el cultivo, lo que elimina la necesidad de impulsarlo mediante algún sistema de bombeo.

La principal ventaja de este sistema de riego es que los costes de instalación y mantenimiento del sistema son bajos. Sin embargo, los sistemas de riego por gravedad presentan los siguientes inconvenientes:

- La eficiencia de aplicación es relativamente baja, perdiéndose una gran parte del agua utilizada.
- Para su empleo se requiere de un terreno perfectamente nivelado, con una pendiente inferior al 1%, y una buena disponibilidad de agua, pues los caudales empleados son muy elevados.
- La aplicación del agua con tan elevados caudales y en superficies amplias puede conllevar problemas de erosión y aumenta la propensión a la aparición de adventicias.
- Las redes de canales por toda la superficie de la parcela pueden dificultar la mecanización del cultivo.
- Son sistemas de riego difíciles de automatizar.

Los principales sistemas de riego por gravedad son los siguientes:

- **Riego por inundación:** la superficie a regar se divide en fajas o tablas de riego. El agua se vierte al inicio de la faja de riego y se deja fluir hasta que el agua inunda toda la tabla y se aporta la cantidad de agua necesaria. Este sistema se aplica en suelos con baja permeabilidad y en cultivos que pueden soportar un sumergimiento temporal del sistema radicular.
- **Riego por surcos:** en el riego por surcos el agua no se aplica a toda la superficie de la parcela, sino que penetra en el suelo mediante infiltración vertical y horizontal desde unos surcos por los que circula el agua, sin que llegue a desbordarse. Este sistema permite mayor pendiente del terreno que el riego por inundación y reduce el riesgo de erosión superficial.

### Riego a presión

En el riego a presión el agua se conduce a través de tuberías, impulsado por una bomba, distribuyéndose posteriormente mediante distintos emisores. Dentro de los sistemas de riego a presión, cabe diferenciar distintas variantes:

- **Riego por aspersión:** en el riego por aspersión la distribución del agua se realiza en forma de lluvia artificial continua. Este sistema consta de una estación de bombeo y de una red de tuberías superficiales o enterradas, así como un sistema de aspersores colocados a ras del suelo y adecuadamente distribuidos dentro de la plantación. Se utilizan aspersores de ángulo bajo, para mojar la menor proporción posible de las plantas, evitando el desarrollo de enfermedades criptogámicas, así como el arrastre de los tratamientos aplicados en la parte aérea de las plantas. También se pueden disponer los aspersores por encima de la vegetación.

Las principales ventajas de este sistema son las siguientes:

- Se puede emplear en parcelas de topografía irregular, sin necesidad de nivelación previa.

- Permite su empleo en suelos poco uniformes o demasiado porosos.
- Tiene un mayor aprovechamiento del agua que los riegos por gravedad y una buena uniformidad en el reparto del agua.
- Presenta una buena capacidad de automatización y no necesita caballones que impidan el paso de la maquinaria.
- Se puede emplear como sistema de defensa antiheladas en algunos cultivos, pero no en el lavandín.

Como inconvenientes, cabe destacar los siguientes:

- Tiene un elevado coste de instalación y de energía.
- La presencia de sales en el agua puede causar problemas de salinidad en el suelo y al precipitarse sobre las hojas.
- Puede provocar problemas de enfermedades, debido al aumento de la humedad en la vegetación, y de plagas, debido al lavado de productos fitosanitarios.
- Riego localizado: el riego localizado se caracteriza por un aporte frecuente de agua a un volumen de suelo reducido, lo más cercano posible al lugar en el que se encuentran las raíces de las plantas. Cabe distinguir dos tipos de riego localizado:
  - Riego por goteo: los emisores empleados son goteros.
  - Riego por microaspersión: los emisores son microdifusores.

El sistema de riego localizado exige riegos casi diarios en algunos cultivos, por lo que se hace prácticamente imprescindible automatizar íntegramente el sistema y tener un suministro de agua constante. Debe ponerse especial atención en la colocación de los emisores con el fin de conseguir un mínimo del 35 % del suelo mojado.

Las principales ventajas de los sistemas de riego localizado son las siguientes:

- Presenta una elevada eficiencia en el uso del agua, superior a los demás métodos de riego.
- Se pueden emplear en terrenos con topografía irregular.
- El crecimiento de hierbas adventicias se limita prácticamente a la zona de los emisores, haciendo más sencillo su control.
- No impide el paso de la maquinaria.
- El riego mejora la disponibilidad de agua en el suelo y la absorción de nutrientes aplicados.
- Se puede utilizar en terrenos con salinidad y/o con aguas salinas, ya que diluye la concentración de sales, debido a los riegos frecuentes.
- Permite la aplicación de fertilizantes junto con el agua de riego.

Los inconvenientes más destacables pueden ser los siguientes:

- La posible obstrucción de los emisores provoca una disminución en la uniformidad del riego.
- Los costes de instalación y energía son elevados, pero no tanto como en el riego por aspersión.
- La concentración de la mayor parte de las raíces en la zona mojada hace que se desaprovechen los nutrientes presentes en el resto del suelo. También puede ocasionar la aparición de carencias de oligoelementos en algunos cultivos.

### 3.5.4. Análisis multicriterio de las alternativas

Se va a realizar un análisis multicriterio, en función de los factores mencionados anteriormente.

La Tabla 5 muestra la matriz de efectos para los sistemas de riego considerados. Cada característica se puntúa en una escala de 1 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable). Los coeficientes de ponderación pueden ser 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0, en función de la importancia relativa del factor en cuestión. El resultado final para cada sistema de riego se obtiene de realizar el sumatorio del producto de cada parámetro por su coeficiente de ponderación. Se considera que el sistema de riego más interesante para su uso en la explotación es aquél que obtiene una mayor puntuación.

Tabla 5. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego.

<b>Factor</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Inundación</b>	<b>Surcos</b>	<b>Aspersión</b>	<b>Goteo</b>	<b>Microaspersión</b>
<b>Climáticos</b>	1	3	3	4	4	4
<b>Culturales</b>	1	2	2	3	4	4
<b>Agua de riego</b>	0,5	4	4	4	3	3
<b>Economía</b>	1,5	4	4	2	3	3
<b>Aspectos agronómicos</b>	1,5	1	1	2	5	4
<b>Total</b>		14,5	14,5	15	21,5	20

### 3.6.5. Alternativa elegida

Una vez comparadas las alternativas y en función del resultado obtenido en el análisis multicriterio, se opta por elegir el sistema de riego por goteo.

El riego por goteo tiene una mayor eficiencia en el uso del agua en comparación a otros sistemas de riego, permite la fertirrigación y la automatización total del riego, mejora la disponibilidad del agua en el suelo y mejora la absorción de nutrientes aplicados mediante fertirrigación.

Como este sistema de riego moja muy poco volumen de suelo, el crecimiento de las especies adventicias se reduce en la plantación, pues éstas se concentran alrededor de los goteros y es más fácil controlarlas.

La limitación más importante es la posible obstrucción de los goteros. Esto hace disminuir la uniformidad del riego y puede causar daños en la uniformidad del cultivo. Este inconveniente puede salvarse empleando soluciones de ligeramente ácidas y/o realizando periódicamente limpiezas del sistema con ácido nítrico y la reposición, previa revisión, de los goteros.

### 3.6. Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo

Al tratarse de una plantación en régimen ecológico, el sistema de mantenimiento del suelo elegido es el del laboreo y por lo tanto, no se aplicarán herbicidas de ningún tipo y bajo ningún concepto a lo largo de la vida de las plantas.

Este sistema consiste en la realización de una serie de labores sistemáticas a lo largo del año. La frecuencia de realización de las labores será variable según las condiciones ambientales, ecológicas y agronómicas. El suelo se mantiene libre de vegetación trabajándolo en superficie, lo que elimina la competencia y disminuye las pérdidas de agua por evapotranspiración.

Las principales ventajas del laboreo son la siguientes:

- Puede aplicarse en todo tipo de suelos y admite todo tipo de sistemas de riego.
- Mantiene el suelo limpio en primavera, lo que disminuye el riesgo de heladas primaverales y las pérdidas de agua por evapotranspiración.
- Facilita la incorporación de abonos, enmiendas y restos de poda al terreno.

Como inconvenientes más notables cabe destacar los siguientes:

- Se ha de realizar un gran número de labores al año en algunos cultivos, lo que supone un coste más elevado.
- Se puede formar suela de labor, lo que restringe el movimiento del agua en el suelo.
- Aumenta el riesgo de erosión, facilitando el desprendimiento y el arrastre de las partículas superficiales del suelo por el agua de escorrentía.
- Se puede producir la rotura de raíces de las plantas, sobre todo si están instaladas en las capas más superficiales del suelo.

### 3.7. Alternativas en la elección del sistema de recolección

Los lavandines se cosechan cuando están en floración, en verano (finales de julio o principios de agosto), prolongándose la floración unos 40-50 días. Para obtener el máximo rendimiento, en grandes explotaciones sobre todo, se recomienda empezar a recolectar cuando el 75-80% de las plantas están en floración. Este momento coincide con la floración del espliego (mediados o finales de agosto). Hay que empezar a cosechar cuando las espigas tienen la mitad de las flores abiertas. En el caso del lavandín, la cosecha puede alargarse más que en la lavanda o el espliego, ya que las flores no dan semilla y el rendimiento en esencia no se pierde.

El primer año de cultivo normalmente no tiene lugar ninguna cosecha, porque la producción es muy baja, pero sí puede darse una siega para fortalecer el sistema radicular. A partir del segundo o tercer año, según las condiciones, la producción es la suficiente como para ser cosechada. La recolección consiste en separar de la base leñosa de la planta la materia productora (tallos de los que brotan las espigas florales).

La cosecha puede hacerse de forma manual o con maquinaria especializada:

### Cosecha manual

Solo se realiza cuando se quiere obtener una muy buena calidad de planta, es decir, en el caso de que se quieran hacer “bouquets” (ramos). Para cortar se utiliza una hoz y el rendimiento mediano de trabajo es de 300 kg/día.

### Cosecha mecánica

Normalmente se hace cuando la producción se quiere destilar o se quiere obtener flor seca. Se puede hacer con máquinas automotrices o bien arrastradas por el tractor. Existen diferentes tipos de máquinas: están las provistas por barras cortadoras, que arrastran la planta hacia un remolque y las que son cortadoras y atadoras. El rendimiento de trabajo de estas máquinas suele ser de 2 h/ha, aproximadamente. En cualquier caso hay que dejar unos 10 cm de planta y cada año hay que cortarla un poco más alta porque sino los brotes se vuelven leñosos y no rebrotan bien. Existen máquinas en el mercado con recolectora y picadora acoplada al tractor, que suponen un ahorro en costes.

Además de las recolectoras, existen remolques destiladores que cuestan unos 30.000€ y que en un solo día pueden recolectar y destilar de 8-10 ha.

Todas estas opciones se considerarán más adelante, pero lo que está claro es que dadas las características de este proyecto, la recolección se hará de forma mecánica.

## Anejo IV. Ingeniería del proceso

## ÍNDICE DEL ANEJO IV

<b>1. Actividades</b> .....	<b>3</b>
1.1. Plantación.....	3
1.1.1. Preparación del terreno.....	3
1.1.2. Establecimiento de la plantación.....	4
1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación.....	4
1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta.....	4
1.1.2.3. Plantación.....	5
1.1.2.4. Instalación del sistema de riego.....	5
1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación.....	5
1.1.4. Resumen de las labores de plantación.....	6
1.2. Diseño agronómico del riego.....	8
1.2.1. Cálculo de las necesidades de riego.....	8
1.2.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor.....	8
1.2.3. Frecuencia y tiempo de riego.....	11
1.3. Fertilización.....	13
1.4. Control de vegetación adventicia, plagas y enfermedades.....	15
1.4.1. Control de la vegetación adventicia.....	18
1.5. Recolección.....	18
<b>2. Implementación del proceso productivo</b> .....	<b>18</b>
2.1. Maquinaria y equipos.....	20
2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación.....	22
2.1.1.1. Maquinaria alquilada.....	22
2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida.....	22
2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo.....	22
2.1.3. Consumo de carburante.....	23
2.1.4. Consumo de lubricantes.....	24
2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria.....	24
2.2.1. Costes de las labores alquiladas.....	24
2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida.....	24
2.3. Mano de obra.....	25
2.3.1. Introducción.....	25
2.3.2. Mano de obra fija-especialista.....	25
2.3.3. Mano de obra eventual.....	25

## ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO IV

Tabla 1. Resumen de las labores de implantación - Pág. 6
Tabla 2. Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico mensuales - Pág. 9
Tabla 3. Relación entre K1 y FAS - Pág. 10
Tabla 4. Cálculo de las necesidades netas de riego para el lavandín - Pág. 11
Tabla 5. Cálculo de las necesidades totales de riego para el lavandín (Nt) - Pág. 13
Tabla 6. Características de los emisores - Pág. 14
Tabla 7. Necesidades y tiempos totales de riego - Pág. 16

## 1. Actividades

### 1.1. Plantación

#### 1.1.1. Preparación del terreno

Antes de instalar las plantas en la parcela es conveniente preparar el terreno mediante una serie de labores que tienen por objeto la corrección de algunos factores edáficos desfavorables. Una adecuada preparación del terreno mejora la permeabilidad del suelo al aire y al agua, limpia la tierra de raíces y vegetación espontánea, favorece la actividad microbiana y moviliza las reservas de nutrientes y facilita el desarrollo de las raíces de las plantas recién establecidas.

La metodología para la preparación del terreno varía en función de sus características. Se distinguen dos tipos de preparación mecánica integral: por desfonde y por subsolado.

La preparación por desfonde consiste en el pase de un arado de desfonde, que voltea el terreno a una profundidad de entre 40 y 80 cm. Este tipo de labor se debe realizar con el suelo en tempero, a finales de octubre o principios de noviembre. Sólo se puede realizar en suelos de perfil uniforme. Además, esta operación permite enterrar enmiendas y abonos aportados previamente.

La preparación por subsolado tiene por objeto resquebrajar el terreno en profundidad, destruyendo la suela de labor. Se realiza con un subsolador normal o vibratorio. La profundidad de esta labor puede ser superior a la del desfonde, entre 60 y 100 cm. Es conveniente dar dos pases cruzados y con el suelo muy seco, a finales de agosto o principios de septiembre. Se recomienda el uso del subsolador en suelos de perfil no uniforme y cuando existe algún horizonte compactado o con características poco deseables en profundidad.

Es importante tener en cuenta que unos meses antes de plantar hay que trabajar el suelo en profundidad (a 50 cm, aproximadamente) y aportar entre 30-40 t/ha de estiércol compostado. Antes de plantar, hay que pasar el cultivador con la finalidad de dejar el terreno en condiciones óptimas.

Según De Lope (2007), al tener las lavándulas un sistema radicular compuesto por una raíz principal pivotante y raíces secundarias muy superficiales, junto con la escasez de agua del ecosistema, es necesario preparar bien el terreno de forma que la raíz principal pueda profundizar rápidamente para aprovechar el agua existente en las capas más profundas del terreno. Para ello realizan una labor profunda, de unos 50-60 cm, con arado de desfonde, seguida de dos pases de cultivador con el fin de mullir y nivelar el terreno.

La finca objeto del proyecto presenta un suelo profundo, de textura franco-arenosa y estructura migajosa, poco compactado y de perfil uniforme, como se observa en los resultados de las analíticas el Anejo I. Condicionantes.

En consecuencia, el método de preparación del terreno más adecuado es el pase de un arado de desfonde.

Las labores que se van a realizar consisten, fundamentalmente, en una labor en profundidad y una serie de labores superficiales que tienen como finalidad preparar

completamente el suelo para establecer la plantación. Las operaciones que se van a realizar, en orden cronológico, son las siguientes:

- Enmienda orgánica: el contenido en materia orgánica del suelo en el que se va a establecer la plantación es bajo (1,30%), tal y como se observa en el Anejo I. Condicionantes. El contenido mínimo recomendable de materia orgánica en un suelo para este cultivo es del 2%, por lo tanto, habrá que realizar una enmienda orgánica. En el apartado 1.3. Fertilización se detallan las cantidades y el tipo de estiércol necesarios. La labor se va a contratar a una empresa de servicios. El suministrador va a emplear un remolque repartidor de estiércol. La cantidad de estiércol a repartir es de 81t/ha, debido a la disponibilidad limitada y a la cantidad total requerida. La labor se va a llevar a cabo durante la segunda quincena del mes de octubre.
- Desfonde: se realiza a finales del mes de octubre. Consiste en dar un pase con el arado de desfonde, de 80 cm de profundidad y con el suelo en tempero. Esta labor, además, sirve para enterrar las enmiendas y abonados previos. La labor se va a realizar con maquinaria alquilada.
- Abonado de fondo: el objetivo del abonado de fondo es corregir las deficiencias nutricionales que presenta el suelo, detectadas en el análisis edafológico. Los cálculos, fertilizantes y cantidades necesarias para esta operación se detallan en el apartado 1.3. Fertilización. El suelo de la parcela objeto del proyecto tiene un bajo contenido en potasio, por lo que se van a aportar 543kg/ha de sulfato potásico, con una riqueza del 50% de  $K_2O$ . La operación se va a realizar después del desfonde, durante la primera semana de noviembre, mediante una abonadora suspendida centrífuga con una capacidad de tolva de 1000 l.
- Pase de cultivador: se van a realizar a mediados de noviembre y en enero dos labores de cultivado con el fin de dejar la tierra limpia, uniforme y mullida. La labor consiste en realizar dos pases cruzados con un cultivador suspendido ligero, de 15 brazos, a una profundidad de entre 12 y 15 cm.

#### 1.1.2. Establecimiento de la plantación

##### 1.1.2.1. Replanteo y marcado de la plantación

Después de la preparación del suelo se procederá a replantar la plantación. Esta operación consiste en marcar, mediante jalones o cañas, la posición que van a ocupar las filas de lavadín.

En primer lugar, se marcan con la ayuda de una estación total y de los planos las calles de servicio. A continuación, se marcan las cabeceras de las filas de plantas a lo largo de las calles de servicio, como se puede ver en los planos correspondientes. Dentro de las filas de plantas, se establecen jalones cada 30 m. No es necesario marcar la ubicación exacta de cada planta, pues el equipo plantador dispondrá de un sistema que las posicionará correctamente a cada una de ellas de acuerdo con el marco de plantación previamente establecido.

##### 1.1.2.2. Recepción y preparación de la planta

La petición de los alvéolos al vivero se ha de hacer con la suficiente antelación, especificando la variedad deseada, que en este caso es la "Súper". Los plantones deben estar certificados y presentar un buen desarrollo y un adecuado estado sanitario. La cantidad de plantones a encargar al vivero debe de ser un 15% a mayores del número total de plantas necesarias, para efectuar la reposición de marras durante el mes de enero o febrero del segundo

año de la plantación si fuera necesario. Estos plantones estarán en pot y se conservarán en un lugar fresco y a la sombra hasta su plantación, en el vivero.

Tras la recepción de los plantones, durante la última semana de febrero, se comprobará su buen desarrollo y estado sanitario. Si no pudiera procederse a la plantación de inmediato, la conservación de los plantones se realizaría en zanjas de 50-60 cm de profundidad, localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad, recubriendo sus raíces con tierra o arena húmeda hasta el momento de la plantación.

Antes de la plantación, los plantones se sacan de las zanjas donde se han conservado y se procede a una poda ligera de raíces, eliminando aquellas demasiado largas o dañadas.

### 1.1.2.3. Plantación

La plantación se desarrollará en febrero, con el terreno en tempero y con una máquina plantadora específica para aromáticas, de tres filas. Detrás de la máquina irá una persona reponiendo los fallos que hayan podido cometer los operarios y/o los pequeños atranques de la máquina.

Además del tractor y el arado plantador, será necesario otro tractor con un remolque que servirá para transportar los plantones y suministrárselos al arado plantador a medida que los vaya necesitando. Estas labores se realizan en paralelo.

Es de vital importancia que, durante la operación de plantación, se respeten las distancias entre plantas dentro de la línea y se sigan los jalones establecidos durante el replanteo.

La labor se va a alquilar a una empresa de servicios que proporcionará el tractor, el arado plantador y la mano de obra. El tractor auxiliar y el remolque son propiedad del promotor.

### 1.1.2.4. Instalación del sistema de riego

Antes de la plantación es necesario tener colocadas las tuberías principales, secundarias y terciarias del sistema de riego. En las cabeceras de las líneas de las plantas se dispondrán los ramales portagoteros enrollados. Una vez instaladas las plantas, se procederá a extender los ramales de riego para ubicarlos en su posición definitiva.

### 1.1.3. Cuidados posteriores a la plantación

- Riego de plantación: resulta fundamental para garantizar el enraizamiento de las plantas darlas un riego cuando estén recién plantadas, aunque puede no ser necesario si se producen lluvias. El volumen de agua a aplicar debe ser el suficiente como para humedecer todo el volumen de tierra en el que se localizan las raíces de los alvéolos. El riego se realiza inmediatamente después de extender los ramales portagoteros, una vez finalizada la plantación.
- Rodillado: inmediatamente después de la plantación se realizará un pase de rodillo para mejorar el asentamiento de la planta y facilitar el enraizamiento. De esta labor se encargará el propietario de la parcela, pues dispone de medios para ello.
- Revisión de las plantas: después del riego es preciso realizar una revisión general de las plantas, colocando adecuadamente las que se encuentren defectuosamente instaladas.

- Labor de vibrocultor: en condiciones normales esta labor de vibrocultor se realizará todos los años. Consiste en hacer tres o cuatro binas, aproximadamente y dependiendo del año, de poca profundidad (10–15 cm.); una o dos binas en otoño, otra a finales de febrero o en marzo y la última a finales de abril o mayo. No solamente para limpiar la plantación de especies invasoras, sino para mullir el terreno y evitar la evaporación. En el primer año de plantación solo se realizarán las dos últimas binas. Esta labor se lleva a cabo entre las líneas de cultivo. Se realiza con el vibrocultor de 6 m, quitando los brazos, en una anchura de 50 cm, que corresponda con las líneas. Es decir, en el centro del apero y a dos metros a izquierda y a derecha. Las pasadas se harán coincidir con las pasadas que se hicieron inicialmente con la plantadora.
- Siega de fortalecimiento: se realizará durante el primer verano posterior a la plantación, en la fecha propia de recolección del cultivo, a de finales de julio o principios de agosto, con una segadora-trituradora para aromáticas.
- Reposición de marras: la reposición de marras deberá realizarse, en caso de ser necesaria, lo antes posible. Así se evitarían posibles grandes diferencias en el desarrollo entre plantas. Esta operación se va a contemplar, por si fuera necesaria su realización, para finales de febrero del segundo año. Se emplearán plantones preparados a su llegada a la explotación, antes de la plantación. Esta operación se efectuará a mano, procurando dejar la planta muy enterrada y bien asentada. Se estima que el número de marras posible sería como máximo del 15% sobre el total de la plantación.

#### 1.1.4. Resumen de las labores de plantación

A continuación, en la Tabla 1, se presenta un resumen de las labores necesarias para establecer la plantación y hasta la primera recolección, indicando la época de realización de cada una ellas, así como las necesidades de maquinaria y mano de obra.

Tabla 1. Resumen de las labores de implantación.

ORDEN	ÉPOCA	LABOR	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	MANO DE OBRA
1	15-25 octubre	Enmienda orgánica	Aumento del contenido en materia orgánica del 1,3 al 2%	Tractor 140 CV y remolque esparcidor de estiércol	1 tractorista
2	25-31 octubre	Desfonde	Labor profunda de 50-60 cm	Tractor 140 CV y arado de desfonde	1 tractorista
3	1-7 noviembre	Abonado	Abonado de fondo	Tractor 140 CV y abonadora suspendida centrífuga con tolva de 1000 l	1 tractorista
4	10-15 noviembre	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
5	1-10 enero	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista

ORDEN	ÉPOCA	LABOR	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	MANO DE OBRA
6	10-15 enero	Replanteo y marcado	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo	Jalones, cañas, cuerdas, cinta métrica, estación total	1 técnico y 2 peones
7	15-31 enero	Instalación tuberías riego	Instalación de tuberías principales y secundarias de riego	Manual	3 peones
8	15-20 febrero	Recepción de plantas	Acondicionamiento en zanjales de las plantas	Tijeras de poda	3 peones
9	20-28 febrero	Plantación	Plantación con arado	Máquina plantadora de aromáticas (arado), tractor de 140 CV y tractor de 110 CV	2 tractoristas y 2 peones
10	1-3 marzo	Rodillado	Pase de rodillo para asentar el cultivo	Tractor 140 CV y rodillo	1 tractorista
11	4-6 marzo	Instalación ramales riego	Instalación de los ramales de riego	Manual	3 peones
12	6-31 marzo	Riego de implantación	Riegos copiosos para la correcta implantación del cultivo	Sistema de riego por goteo	1 peón
13	1-7 abril	Revisión de plantas	Revisión visual de las plantas	-	2 peones
14	1-15 mayo	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
15	1-7 agosto	Siega de fortalecimiento	Pase de segadora para el fortalecimiento del cultivo	Tractor 140 CV y segadora de discos	1 tractorista
16	1-15 octubre	Eliminación de flores y tallos secos	Eliminación de flores marchitas y tallos secos para el fortalecimiento del cultivo	Tijeras de poda	4 peones
17	15-20 octubre	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
18	15-20 noviembre	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
19	1-10 febrero	Reposición de marras	Reposición de plantas en mal estado	Manual	2 peones
20	10-15 febrero	Riego	Riego para la implantación de las nuevas plantas	Sistema de riego por goteo	1 peón

ORDEN	ÉPOCA	LABOR	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	MANO DE OBRA
21	1-10 marzo	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
22	1-10 mayo	Pase de cultivador	Pase de cultivador a profundidad de 12-15 cm	Tractor 140 CV y cultivador suspendido ligero de 15 brazos	1 tractorista
23	25-31 julio	Recolección	Siega del lavandín	Tractor 140 CV con segadora y tractor de 110 CV con remolque	2 tractoristas

## 1.2. Diseño agronómico del riego

### 1.2.1. Cálculo de las necesidades de riego

#### 1.2.1.1. Necesidades netas de riego

El lavandín se podría cultivar en condiciones de secano porque sus requerimientos hídricos mínimos son bajos, 300 mm/año. No obstante, la producción aumenta si se realizan riegos puntuales y es muy importante para la implantación del cultivo.

En Castellón, por ejemplo, (Generalitat Valenciana, 2007) aconsejan el riego durante todo el primer año de plantación.

En zonas donde la precipitación sea muy alta, hasta 1.000 mm/año, hay que tener cuidado con los aportes hídricos, pues hay que evitar que las parcelas se encharquen, ya que el lavandín es muy sensible a la asfixia radicular.

El cálculo de las necesidades de riego se realiza por el método del balance hídrico. Este método se basa en el cálculo de las pérdidas y ganancias de agua en un cultivo y período concreto, de forma que las necesidades de agua de riego son la diferencia entre pérdidas y ganancias. Entre las pérdidas y ganancias hay que computar la evapotranspiración real del cultivo, la precipitación efectiva y el aporte capilar.

A efectos de diseño no se consideran las aportaciones por precipitación efectiva, ya que dada la elevada frecuencia de riego (diaria, por lo general) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares, salvo en casos especiales, ni las variaciones en el almacenamiento.

Por lo tanto, el balance global de agua que proporciona las necesidades netas de agua de riego ( $N_n$ ), en riego localizado, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$N_n = ET_o \cdot k_c \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Donde:

- Nn: necesidades netas de riego, expresadas en mm/día.
- ETo: evapotranspiración de referencia, expresada en mm/día.
- K<sub>C</sub>: coeficiente de cultivo variable a lo largo del año, en tanto por uno.
- K<sub>1</sub>: coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.
- K<sub>2</sub>: coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.
- K<sub>3</sub>: coeficiente corrector por advección, en tanto por uno.

El proceso de cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo) se muestra en el Anejo I. Condicionantes. En la Tabla 2. se muestran los valores de la ETo y de la precipitación efectiva (PE). La precipitación efectiva se determina mediante la siguiente fórmula:

$$PE = P \cdot 0,7$$

Donde:

- PE: precipitación efectiva, en mm/mes.
- P: precipitación media mensual, en mm/mes.

Así mismo, se muestran los valores que toma el coeficiente de cultivo Kc y el déficit hídrico mensual, calculado como la diferencia entre la precipitación efectiva y la evapotranspiración del cultivo. La evapotranspiración del cultivo (ETc) se obtiene del producto entre ETo y Kc.

El comienzo y el final de los riegos viene determinado por el déficit hídrico. Será necesario regar en aquellos meses en los que el déficit hídrico sea negativo, no siendo necesario en aquellos en los que sea positivo.

Tabla 2. Valores de ETo, ETc, P, PE y déficit hídrico mensuales.

	en.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ag.	sept.	oct.	nov.	dic.
<b>ETo</b>	18	28	75	82	101	127	166	156	106	65	35	18
<b>Kc</b>	0	0	0,5	0,7	0,85	0,9	0,9	0,9	0,8	0,75	0,65	0
<b>ETc</b>	0	0	37,5	57,4	85,85	114,3	149,4	140,4	84,8	48,75	22,75	0
<b>P</b>	35,5	24,5	19,8	45,2	54	29,2	17,2	19,5	29,6	51,1	47,5	47,9
<b>PE</b>	24,9	17,2	13,9	31,6	37,8	20,4	12,0	13,7	20,7	35,8	33,3	33,5
<b>Déficit Hídrico</b>	24,9	17,2	-23,6	-25,8	-48,1	-93,9	-137,4	-126,8	-64,1	-13,0	10,5	33,5

Durante el mes de marzo se empieza a producir un cierto déficit hídrico. En ese momento se produce el inicio de la actividad vegetativa de las plantas, por lo que las necesidades de agua son mínimas. En consecuencia, no se comenzará a regar hasta el mes de abril. Durante los meses de julio y agosto, a pesar de existir un cierto déficit hídrico, no se va a regar o se hará

atendiendo a que la fecha de la recolección está cerca. Por lo tanto, los riegos empezarán el 1 de abril y finalizarán el 30 de septiembre, parando en los días previos y posteriores a la cosecha.

Antes de proceder con el cálculo de las necesidades netas de riego es necesario establecer el valor de los distintos coeficientes:

#### Coeficiente de cultivo $K_C$

El valor del coeficiente de cultivo del lavandín varía según su edad y estado de desarrollo. Los valores empleados en este caso proceden de las publicaciones de la FAO, que proporciona los valores de  $K_C$  tabulados en función de las distintas condiciones de cultivo. El valor de  $K_C$  se puede observar en la Tabla 2.

#### Coeficiente corrector por localización $K_1$

El coeficiente corrector por localización se basa en considerar la fracción de área sombreada (FAS) por la planta con relación a la superficie del marco de plantación (o superficie ocupada por la planta). Este método considera que, a efectos de evapotranspiración, el área sombreada se comporta prácticamente igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada pierde agua con una intensidad mucho menor. Para determinar el coeficiente corrector por localización es necesario, en primer lugar, calcular FAS mediante la siguiente fórmula. Se considera que el radio de la copa es de 0,90 m y que el marco de plantación es de 1,8 x 0,7 m.

$$FAS = \frac{\text{Superficie de proyección de la copa}}{\text{Superficie del marco de plantación}} =$$

$$= 3,1416 * 0,9^2 / 1,8 * 0,7 = 2,019 = 2,02$$

Una vez determinada la FAS se calcula  $K_1$ , que viene dado por varias fórmulas. Se calcula el coeficiente corrector por localización mediante los cuatro métodos, se excluyen los valores extremos y se realiza la media de los dos centrales. En la Tabla 3. se presentan las fórmulas de cálculo del coeficiente corrector por localización y su resultado.

Tabla 3. Relación entre  $K_1$  y FAS.

AUTOR	FÓRMULA	RESULTADO
Aljibury <i>et al.</i>	$K_1 = 1,34 * FAS$	2,71
Decroix	$K_1 = 0,1 + FAS$	2,12
Hoare <i>et al.</i>	$K_1 = FAS + 0,5 * (1 - FAS)$	1,51
Keller	$K_1 = FAS + 0,15 * (1 - FAS)$	2,11

$$K_1 = (2,11 + 2,12) / 2 = 2,115 = 2,12$$

### Coefficiente corrector por variación climática $K_2$

Los valores de  $E_{To}$  corresponden a la media de los valores climáticos de un determinado número de años, lo que implica que las necesidades calculadas son insuficientes en la mitad de ese período. Como en riego localizado se puede aplicar con mucha exactitud la cantidad de agua necesaria, conviene mayorar esas necesidades en un 15 o 20%. Se considera que  $K_2$  toma el valor de 1,15.

### Coefficiente corrector por advección $K_3$

Los efectos del movimiento del aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo. Este microclima depende, además de por el propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. El coeficiente  $K_3$  se determina en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada. Se toma como superficie regada no sólo la parcela considerada, sino también las que la rodean y que también estén regadas.

El valor de  $K_3$  se halla tabulado en función de la superficie de la parcela y del cultivo. Para el lavandín y con una superficie de parcela de 8 ha, el valor de  $K_3$  es de 0,85.

En la Tabla 4. se muestra el cálculo de las necesidades netas de agua de riego,  $N_n$  mensuales calculadas con los coeficientes anteriores:

Tabla 4. Cálculo de las necesidades netas de riego para el lavandín.

MES	$E_{To}$ mm/día	$K_c$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$N_n$ mm/día	$N_n$ mm/mes
<b>Abril</b>	2,74	0,70	2,12	1,15	0,85	0,66	19,69
<b>Mayo</b>	3,26	0,85	2,12	1,15	0,85	0,95	29,39
<b>Junio</b>	4,24	0,90	2,12	1,15	0,85	1,31	39,17
<b>Julio</b>	5,35	0,90	2,12	1,15	0,85	1,65	51,07
<b>Agosto</b>	5,03	0,90	2,12	1,15	0,85	1,55	48,01
<b>Septiembre</b>	3,53	0,80	2,12	1,15	0,85	0,97	28,98

#### 1.2.1.2. Necesidades totales de riego

Una vez calculadas las necesidades netas de riego, se procede a calcular las necesidades totales de riego. Las necesidades totales son mayores que las necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para compensar las pérdidas causadas por percolación profunda, por salinidad y por falta de uniformidad del riego. La fórmula que permite calcular las necesidades totales de riego,  $N_t$ , es la siguiente:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea} = \frac{Nn}{Rp \cdot (1 - RL) \cdot CU}$$

Donde:

- Nt: necesidades totales de riego, expresadas en mm/día.
- Nn: necesidades netas de riego, calculadas anteriormente, expresadas en mm/día.
- Ea: eficiencia de aplicación, en tanto por uno.
- Rp: relación de percolación, en tanto por uno.
- RL: requerimientos de lavado, en tanto por uno.
- CU: coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

Rp y (1-RL) no se toman simultáneamente, sino que se toma sólo la de menor eficiencia.

#### Requerimientos de lavado (RL)

Los requerimientos de lavado en riego localizado de alta frecuencia se calculan mediante la fórmula siguiente:

$$RL = \frac{CEa}{2 \text{ máx } CEe}$$

Donde:

- RL: requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.
- CEa: conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m o mmhos/cm.
- máx CEe: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual el descenso de producción es del 100%, expresado en dS/m o mmhos/cm. Este valor se obtiene de las publicaciones de la FAO.

Como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes, la conductividad eléctrica del agua de riego es de 0,63 mmhos/cm. En el caso del lavandín CEe toma el valor de 6,80 mmhos/cm. Así, se obtiene que:

$$RL = 0,63 / (2 * 6,80) = 0,05$$

Una vez calculado RL se determina (1-RL):

$$(1 - RL) = 1 - 0,05 = 0,95$$

#### Relación de percolación (Rp)

La relación de percolación se encuentra tabulada. Así, según la bibliografía, para un suelo de textura media y un clima árido o semiárido, la relación de percolación toma el valor de 0,95.

Coeficiente de uniformidad (CU)

El coeficiente de uniformidad (CU) se incluye en el proceso de cálculo para tener en cuenta la posible diferencia de caudal entre los emisores. Esto se debe, fundamentalmente, a que están sometidos a diferentes presiones y a la falta de uniformidad en la fabricación, lo que provoca unas pérdidas de carga adicionales.

El coeficiente de uniformidad recomendado según la bibliografía, para goteros espaciados más de 0,5 m, 2 o más emisores por planta y topografía uniforme es de 0,90.

Tabla 5. Cálculo de las necesidades totales de riego para el lavandín (Nt).

MES	Nn mm/día	(1-RL)	CU	Nt mm/día	Nt mm/mes
<b>Abril</b>	0,66	0,95	0,90	0,77	23,02
<b>Mayo</b>	0,95	0,95	0,90	1,11	34,37
<b>Junio</b>	1,31	0,95	0,90	1,53	45,81
<b>Julio</b>	1,65	0,95	0,90	1,93	59,73
<b>Agosto</b>	1,55	0,95	0,90	1,81	56,16
<b>Septiembre</b>	0,97	0,95	0,90	1,13	33,90

Una vez determinados los coeficientes anteriores se procede al cálculo de las necesidades totales. Debido a que (1-RL) y Rp toman el mismo valor, 0,95, se considera como valor de cálculo 0,95. El resultado de aplicar la fórmula de cálculo de Nt se muestra en la Tabla 5.

Los cálculos hidráulicos del riego, así como la determinación del caudal y el número de los emisores se debe realizar en base al mes con mayores necesidades netas, que se corresponde con el mes de julio con valores de Nt de 1,93 mm/día o 59,73 mm/mes.

Para poder realizar el diseño agronómico del riego es necesario determinar las necesidades de riego por planta y día. Las necesidades de agua, en litros, por planta y día para el mes de julio se determinan a continuación:

$$Nt = (1,93 \text{ l/m}^2 \cdot \text{día} \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha}) / 7.936 \text{ plantas/ha} = 2,43 \text{ litros/planta} \cdot \text{día}$$

Las necesidades totales de riego en el mes de julio son de 2,43 l/planta\*día.

### 1.2.2. Número de emisores por planta y caudal del emisor

Una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis, frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por planta y el caudal del emisor. Finalmente, se decide la disposición de los emisores.

Superficie mojada por emisor

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Para suelos de textura media, como es el caso de la finca objeto del proyecto, la fórmula es la siguiente:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot q$$

Donde:

- d: diámetro de la superficie mojada, en metros.
- q: caudal del emisor, en l/h.

En primer lugar, es necesario determinar el caudal del emisor que se va a emplear. Se van a emplear emisores pinchados de 2 l/h, pues suponen una disminución de los caudales totales de la instalación con respecto al empleo de emisores de 4 l/h, garantizando así mismo unos tiempos de riego razonables y lo más reducidos posible. En la Tabla 6. se muestran las características de los emisores:

Tabla 6. Características de los emisores.

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coefficiente de variación de fabricación	CV	0,035

Conociendo el caudal del emisor se calcula el diámetro de la superficie mojada mediante la fórmula siguiente:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot 2,00 \text{ L/h} = 0,92 \text{ m}$$

La superficie mojada por emisor es la siguiente:

$$\text{Superficie mojada por emisor} = \pi \cdot (0,5 \cdot d)^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot 0,92)^2 = 0,66 \text{ m}^2$$

La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120% de la profundidad de las raíces. En el caso del lavandín, el 75% de las raíces se sitúan en los primeros 80 cm o 1 m del perfil de terreno, por lo que se considera que una profundidad de raíces de 1 m es más que adecuado.

La profundidad máxima del bulbo, por lo tanto, será la siguiente:

$$\text{Profundidad máxima del bulbo húmedo} = 1,00 \text{ m} \cdot 1,20 = 1,20 \text{ m}$$

La profundidad máxima del bulbo húmedo debe ser de 1,20 m. No conviene que el bulbo húmedo supere dicha profundidad, pues el agua que pase de 1,20 m no se encontrará completamente disponible para la planta.

#### Porcentaje de superficie mojada (P)

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radicular se desarrolle con normalidad. Para cultivos de marco más o menos amplio, como es este caso, el valor de P recomendado oscila entre 25 y 35%. Se va a considerar que P es el 33%.

#### Número de emisores por planta (n)

El número mínimo de emisores por planta (n) viene dado por la siguiente expresión:

$$n = (\text{superficie ocupada por tanta} * \text{FAS} * P) / (100 * \text{superficie mojada por emisor})$$

$$n = ((1,8 * 0,7) \text{m} * 2,02 * 0,33) / (100 * 0,66) = 0,013 = 1$$

Donde:

- Superficie ocupada por planta: superficie disponible por cada planta, que se obtiene del producto de la separación entre líneas de plantas y la separación entre 2 plantas dentro de la línea, en m.
- FAS: fracción de área sombreada, calculada anteriormente.
- P: porcentaje de superficie mojada, calculado anteriormente.
- Superficie mojada por el emisor: calculado anteriormente.
- Deberá haber, como mínimo, 4 emisores por planta.

#### Disposición de los emisores y de los ramales

La distancia, D, entre goteros consecutivos será de 0,7m, haciéndolos coincidir con la ubicación de las plantas en las líneas de cultivo. La separación entre goteros dentro de cada línea, por lo tanto, será de 0,70 m. Los ramales portagoteros se van a situar a uno de los lados de las líneas de cultivo.

#### 1.2.3. Frecuencia y tiempo de riego

La cantidad de agua aplicada en cada riego se puede determinar de dos formas:

$$Dt = n \cdot q \cdot t$$

$$Dt = Nt \cdot I$$

Donde:

- Dt: dosis total, en litros.
- n: número de emisores.

- q: caudal de cada emisor, en L/h.
- t: tiempo de duración del riego, en horas.
- Nt: necesidades totales, en L/día.
- I: intervalo entre riegos, en días.

De ambas ecuaciones se obtiene la siguiente:

$$n \cdot q \cdot t = Nt \cdot I$$

Resulta una ecuación de dos incógnitas, intervalo (I) y tiempo (t), donde hay que fijar una de ellas. En riego por goteo y con suelos de textura franca o arenosa se originan bulbos húmedos estrechos y profundos. Debido a ello, es interesante que el intervalo entre riegos sea lo más corto posible. En cultivos arbustivos, con suelos de textura franca como el que existe en la finca objeto del proyecto, es frecuente realizar riegos diarios. Esto incide positivamente en el desarrollo del cultivo, pues evita que se produzca una gran diferencia entre el potencial hídrico del suelo a lo largo del intervalo entre riegos. Por ello, el intervalo entre riegos que se va a establecer en la plantación será de 1 día.

Habiendo establecido el intervalo entre riegos en 1 día, se procede a resolver la fórmula anterior despejando el tiempo (t).

$$t = (Nt \cdot I) / (n \cdot q) = (2,43 \text{ l/planta y día} \cdot 1 \text{ día}) / (1 \text{ emisor} \cdot 2 \text{ l/h}) = 1,215 \text{ horas / día}$$

La duración del riego durante el mes de julio, que sería el de máximas necesidades, es de 1,22 horas.

Siguiendo la ecuación anterior pero aplicándola para cada mes del año, se obtiene la duración del riego mensual que se muestra en la Tabla 7. En esta tabla se recogen las necesidades totales de riego y los tiempos de riego que se van a aplicar en la plantación, como media, en un año:

Tabla 7. Necesidades y tiempos totales de riego.

MES	Nt (l/planta*día)	I (días)	n	q (l/h)	t (h/día)	Nt mm/día
<b>ABRIL</b>	0,97	1	1	2	0,49	0,77
<b>MAYO</b>	1,40	1	1	2	0,70	1,11
<b>JUNIO</b>	1,93	1	1	2	0,96	1,53
<b>JULIO</b>	2,43	1	1	2	1,22	1,93
<b>AGOSTO</b>	2,28	1	1	2	1,14	1,81
<b>SEPTIEMBRE</b>	1,42	1	1	2	0,71	1,13

#### 1.2.4. Resumen del diseño agronómico del riego

El período de actividad vegetativa de la variedad Súper en la zona de la Meseta Norte, donde se va a situar el proyecto, comienza a mediados del mes de marzo. El fin de dicho período se produce unos días después del desecamiento de sus hojas. Sin embargo, una vez realizada la recolección, no tiene sentido realizar más riegos de manera continuada, pues durante los meses de octubre y noviembre se producen suficientes precipitaciones para mantener la actividad vegetativa de la planta, como se puede observar en el Anejo I. Condicionantes.

Además, durante la fase previa a la siega las necesidades de agua no son demasiado elevadas y resulta interesante no regar para favorecer la desecación de la planta. Por lo tanto, los riegos anuales van a comenzar el día 1 de abril y van a finalizar el día 30 de septiembre, para que la planta acumule reservas para el siguiente ciclo.

La dosis de riego teórica será la misma a lo largo de toda la vida útil de la planta, salvo la del primer y segundo año porque se necesita más agua a la hora de implantar los arbustos e implantar la reposición de marras.

#### 1.3. Fertilización

Las operaciones de fertilización se llevarán a cabo, en caso de ser necesarias, desde el año 3 de la plantación y hasta el final de la vida útil de la misma. Esta operación se realizará en el mes de febrero con la abonadora descrita, con anterioridad al inicio del movimiento de savia de la planta y con ello aprovechar las últimas lluvias del invierno para la solubilización en el suelo. De esta forma los nutrientes estarán disponibles en la solución del suelo al inicio de la actividad vegetativa del cultivo.

El lavandín es poco exigente en nutrientes, ya que de forma natural crece en terrenos pobres. Por esta razón, la fertilización natural tiene que ser equilibrada y nunca en dosis elevadas. Además, hay que tener en cuenta el resultado del análisis del suelo.

El abonado más adecuado para las lavándulas será el siguiente: 45 UF/ha de nitrógeno, 30 UF/ha de fósforo y 70 UF/ha de potasio.

El nitrógeno se tiene que aplicar en primavera, cuando las plantas inicien el período vegetativo. Durante los dos primeros años de cultivo no es necesario aportar nitrógeno porque el suelo contiene suficiente. El fósforo y el potasio se tienen que aplicar en otoño para que las lluvias puedan drenarlo hasta las raíces.

Según De Lope (2007), como cualquier cultivo, es necesario abonar las especies aromáticas si se quiere obtener de ellas una buena producción en aceites esenciales. Esta fertilización se debe realizar según las necesidades de la planta y las carencias del terreno, a partir del tercer o cuarto año de vida de la planta, en el caso de las lavándulas. Será un proceso constante y se podrá abonar a razón de 150kg/ha de un complejo 15 (NPK) mezclado con otros 150kg aproximadamente de nitrato amónico cálcico (27%). La aplicación se debería realizar a finales de invierno con el fin de aprovechar las lluvias de primavera.

De forma similar, se podría realizar una cobertera entre líneas y en tiempo lluvioso, a razón de 200 kg/ha de 15-15-15 para plantas en edad adulta.

Se recomienda abonar cada 5 años.

#### 1.4. Control de vegetación adventicia, plagas y enfermedades

##### 1.4.1. Control de la vegetación adventicia

Los problemas más acusados en lo que a vegetación adventicia se refiere en el cultivo de lavandín se dan durante los primeros años. Para reducir este problema es recomendable, aunque no de carácter obligatorio, realizar una o dos falsas siembras antes de establecer la plantación.

En cultivo ecológico, como es nuestro caso, durante el primer año hay que hacer un control mecánico entre filas y manual dentro de la fila, tantas veces como sea necesario e intentando sacar las hierbas cuando se encuentran en estadio de plántula o de 2 hojas. El resto de los años se puede reducir el número de pasadas, tanto dentro de la fila como entre filas. Es importante no tocar demasiado las plantas porque se descalzan fácilmente.

##### 1.4.2. Control y tratamiento de plagas y enfermedades

###### Enfermedades provocadas por hongos

Podreduras de raíz (*Armillaria mellea*, *Septoria lavandulae*, *Phoma lavandulae*): para evitar que aparezcan y se propaguen por la parcela hay que asegurar un buen drenaje del terreno y evitar que se encharque y eliminar y quemar todas las plantas que estén infestadas.

###### Enfermedades provocadas por virus

El principal virus que afecta al género lavándula, incluidos los lavandines, es el virus del mosaico de la alfalfa, que provoca el atrofiado y mosaico amarillo en hojas y tallos. Bellardi (2006) observó como en *Lavandula hybrida Alardi* (*Lavandula dentata* x *Lavandula latifolia*) provocaba una disminución en la producción de aceites esenciales.

###### Plagas

- Larva del cecidómido (*Thomasiniana lavandulae*): provocan la necrosis, desecamiento y muerte de los brotes. Se esconden en la corteza de los brotes de las plantas, cosa que hace muy difícil su control. La forma más eficaz de controlar esta plaga es luchar contra los adultos, que son un tipo de mosca muy pequeña (de unos 2 mm) que salen de la tierra a principios de primavera. El adulto no causa daños en las plantas.
- Larva de *Sophronia humerella*, que se come los brotes jóvenes en primavera.
- Un escarabajo (*Melighetes subfunatus*), que se come los órganos reproductores de las flores y puede destruir totalmente las espigas floridas.
- Orugas de mariposas nocturnas, que se comen tanto hojas como flores.
- Pulgones, langostas, cochinillas, etc.

### Decaimiento de las plantas

Esta enfermedad aparece en zonas que han sido cultivadas de forma continuada con lavandines durante muchos años y puede provocar la muerte de plantaciones enteras. Hay diversas causas que pueden provocar este decaimiento:

- Establecimiento de plantaciones a partir de esqueje: provoca un empobrecimiento de la especie, de manera que las plantas se vuelven más sensibles al ataque de plagas y enfermedades.
- Prácticas culturales demasiado intensivas: no realizar ningún tipo de rotación de cultivos comporta un empobrecimiento del suelo y forzar demasiado el abonado implica que las plantas tengan mucha más parte aérea que raíces, de manera que estas raíces no pueden mantener el total de la planta verde.
- Micoplasmas: uno de los responsables del decaimiento es un tipo de microorganismo llamado micoplasma y que provoca un amarillamiento de las plantas. Se transmite a través de plantas parásitas como la *Cuscuta* o bien a través de insectos como los pulgones o los cicadélidos, que pican las plantas y chupan la savia.
- Enfermedades y plagas citadas anteriormente, sobretodo el cecidómido (*Thomasiniana lavandulae*) y la podredura de raíces (*Armillaria mellea*).

Para luchar contra el decaimiento se realizan ensayos y seguimientos de las parcelas y se proporcionan pies saneados de lavandín a los viveros.

El control y el tratamiento de las enfermedades y las plagas en producción ecológica debe realizarse por medio de alternativas naturales al uso de fitosanitarios y plaguicidas de síntesis. El objetivo de esta restricción es evitar daños en las plantas, el medio ambiente y en los humanos.

Preferentemente se utilizaran las técnicas culturales previamente descritas y el control biológico de enfermedades y plagas, favoreciendo el desarrollo de predadores y parásitos de las plagas y en caso de necesidad, mediante el uso de feromonas de confusión sexual.

Los productos autorizados para su uso en agricultura ecológica y que se podrían utilizar para estos fines son:

### Sustancias de origen vegetal

- Azadiractina, extraída de *Azadirachta indica* (insecticida).
- Piretrinas, extraídas de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (insecticida).
- Cuasia, extraída de *Quassia amara* (insecticida y repelente)
- Aceites vegetales (insecticida, fungicida, acaricida).
- Proteínas hidrolizadas (atrayente)
- Lecitina (fungicida).
- Cera de abejas (protección de heridas de poda).
- Gelatina (insecticida)

### Microorganismos (bacterias, virus y hongos)

Sustancias producidas por microorganismos: Spinosad (insecticida).

### Sustancias que se utilizan solo en trampas o dispersores

- Fosfato diamónico (atrayente)
- Feromonas (atrayente).
- Piretroides (sólo deltametrina o lambda cihalotrina) (insecticida).

### Otras sustancias

- Cobre en forma de hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre tribásico, óxido cuproso, u octanoato de cobre (hasta 6Kg de cobre por ha y año) (fungicida).
- Sal de potasio ricas en ácidos grasos (jabón suave) (insecticida).
- Polisulfuro de calcio (fungicida, acaricida, insecticida).
- Aceite de parafina ( insecticida, acaricida).
- Arena de cuarzo (repelente).
- Azufre (fungicida, acaricida, repelente).
- Hidróxido de calcio (fungicida).
- Bicarbonato de potasio (fungicida).

## 1.5. Recolección

El primer año de cultivo, normalmente, no tiene lugar ninguna cosecha porque la producción es muy baja. Pero sí se hará una siega para el fortalecimiento del sistema radicular. A partir del segundo o tercer año, según las condiciones, la producción es suficiente como para ser cosechada.

La primera recolección se efectuará el segundo o tercer año tras la realización de la plantación. Dependerá de cómo el cultivo evolucione. El primer y segundo año (si no se cosechase) se siegan las plantas para conformar la planta y fortalecerla. El momento óptimo de la recolección varía de un lugar a otro según su altitud y exposición, del año meteorológico y naturalmente según la variedad.

En el lavandín la siega se realiza cuando está en floración, en verano (finales de julio o principios de agosto), prolongándose la floración unos 40-50 días. Para obtener el máximo rendimiento se recomienda empezar a recolectar cuando están entre el 75-80% de las flores abiertas. De forma diferente a la lavanda y el espliego, la recolección del lavandín puede alargarse más en el tiempo, ya que las flores no dan semilla y el rendimiento en esencia no se altera tan rápidamente. Eso sí, se sabe de forma experimental que el hecho de cosechar en su momento o de hacerlo antes o después genera variaciones notables en los rendimientos obtenidos. Pues si se adelanta la recolección no posee toda la esencia potencial y si se retrasa, los aceites esenciales se van evaporando a la vez que se produce una pérdida de peso de los escapos florales y el hecho de que puedan desprenderse las flores.

La recolección consiste en separar de la base leñosa la materia productora (tallos de los que brotan las espigas florales) y se efectuará de forma mecánica.

La cosecha mecánica normalmente se hace cuando la producción se quiere destilar o se quiere obtener flor seca, que es este caso. Se puede hacer con máquinas automotrices o bien

arrastradas por el tractor. Existen diferentes tipos de máquinas: las que son barras cortadoras que arrastran la planta hacia un remolque y otras cortadoras y atadoras. El rendimiento de trabajo de estas máquinas suele ser de 2 h/ha, aproximadamente.

En cualquier caso hay que dejar unos 10 cm de planta y cada año hay que cortarlas un poco más altas, porque sino los brotes se vuelven leñosos y no rebrotan bien.

La recolección mecánica se realiza con una máquina recolectora-picadora acoplada al tractor. Se conoce que la calidad conseguida es algo inferior a la que se llegaba anteriormente de forma manual o con otros métodos mecánicos pero está comprobado que es económicamente mucho más rentable. En una jornada con esta máquina se podrían recolectar 8-10 ha, aproximadamente. A partir de ahí la cosecha se desplaza, normalmente, en remolques destiladores hasta la planta destiladora.

## 2. Implementación del proceso productivo

Para llevar a cabo el proyecto es necesario conocer la maquinaria y la mano de obra que en principio se necesitará, así como sus costes aproximados.

### 2.1. Maquinaria y equipos

Se considerará un precio del gasóleo agrícola bonificado (Gasóleo B) de 0,634 €/L y del lubricante clase 10W40 de 2,29 €/L incluyendo IVA y aportación a SIGAUS.

#### 2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación

##### 2.1.1.1. Maquinaria alquilada

En determinadas labores de implantación del cultivo se requieren potencias mayores y aperos distintos a los que se van a utilizar posteriormente en la explotación y que por lo tanto, no interesa adquirir sino alquilar. Se va a alquilar la siguiente maquinaria:

#### Tractor

Tractor agrícola de 140 CV (104,40 kW) de potencia, necesario para hacer las labores de preparación del terreno.

#### Remolque esparcidor de estiércol

Se trata de un remolque que incorpora un esparcidor accionado por la toma de fuerza del tractor y equipado con un sistema de arrastre de cadenas. Estas cadenas se encargan de arrastrar el estiércol hacia la parte trasera del remolque, donde unos cilindros verticales se encargan de distribuir el estiércol por la superficie del terreno. La capacidad de carga del remolque es de 5000 kg y su anchura de trabajo es de 2 m. Esta labor se va a contratar a una empresa de la zona porque sólo se va a realizar en la época de preparación del terreno, previa a la plantación.

#### Arado de desfonde

Se va a realizar una labor de desfonde como paso previo al establecimiento del cultivo. El arado de desfonde realiza una labor profunda, de aproximadamente 80 cm, que voltear el terreno y elimina la posible suela de labor. El funcionamiento del arado de desfonde es el mismo que el de un arado convencional, solo que de mayores dimensiones. La labor va a ser encargada a una empresa de servicios de la zona.

#### Máquina plantadora

La plantación se efectuará en febrero, con el terreno en tempero y con maquina plantadora específica de aromáticas de tres filas. Detrás de la máquina irá una persona reponiendo los fallos que hayan podido cometer los operarios y/o los pequeños atranques de la máquina.

Además del tractor y del arado plantador, es necesario otro tractor con un remolque, que sirve para transportar los plántones y suministrarlos al arado plantador a medida que los vaya necesitando. Estas labores se realizan en paralelo.

Es de vital importancia que, durante la operación de plantación, se respeten las distancias entre plantas dentro de la línea y se sigan los jalones establecidos durante el replanteo.

La labor se va a alquilar a una empresa de servicios que proporciona el tractor, el arado plantador y la mano de obra. El tractor auxiliar y el remolque son propiedad del promotor.

#### 2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida

##### Tractor

Tractor agrícola de 110 CV (82 kW), con una distancia entre ejes de 2,4 m y un peso de 4500 kg. Este tractor es propiedad del promotor.

##### Remolque de 7000 kg de M.M.A.

Remolque de 7000 kg de capacidad, que dispone de volquete y un eje. Se va a emplear para el transporte de materias primas y herramientas por la explotación, así como la carga de la cosecha al almacén, si fuese necesario, que posee el promotor y que está situado en el mismo término municipal. El promotor dispone del remolque previamente a la ejecución del proyecto.

##### Cultivador ligero suspendido de 15 brazos

El cultivador es un apero formado por 15 brazos colocados alternativamente en dos filas sobre un bastidor y que va suspendido de la parte trasera del tractor. La separación entre los brazos es de 20 cm. El promotor dispone del equipo previamente, por lo que no es necesaria su adquisición y tampoco su alquiler.

##### Abonadora centrífuga suspendida de 1000 litros de tolva

Únicamente para la realización del abonado de fondo previo a la plantación se va a emplear una abonadora centrífuga suspendida, propiedad del promotor, con una capacidad de tolva de 1000 l. Dispone de un mecanismo en forma de disco accionado por la toma de fuerza del

tractor que lanza el abono granulado sobre el terreno de forma homogénea. El promotor dispone de la abonadora previamente a la ejecución del proyecto.

#### Atomizador centrífugo arrastrado de 2000 litros de capacidad

Los atomizadores más empleados en este tipo de cultivos son los arrastrados. Este equipo incorpora un depósito de 2000 l de capacidad, de una bomba que impulsa el líquido y de un conjunto de boquillas que generan las gotas. El transporte de las gotas hasta las plantas se realiza mediante una turbina que genera una fuerte corriente de aire. El promotor dispone previamente del equipo, por lo que no debe ser adquirido.

#### Recolectora-picadora para aromáticas acoplada al tractor

El promotor adquirirá esta máquina.

#### 2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo

Las necesidades de potencia para cada una de las principales labores y operaciones del tractor se estiman de la siguiente manera:

- Abonado de fondo: 26 kW
- Pase de cultivador: 67 kW

El tiempo de realización de cada una de las labores y operaciones de cultivo se estima en función de las características de la maquinaria empleada. Así, la capacidad de trabajo de la maquinaria en cada una de las operaciones es la siguiente:

- Abonado de fondo: 0,5 h/ha
- Pase de cultivador: 1,1 h/ha

#### 2.1.3. Consumo de carburante

El consumo medio horario de carburante se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Consumo gasoil} = (1,34 \text{ L/kW} \cdot \text{h}) \cdot \text{Potencia de la labor}$$

La fórmula anterior está determinada para un tractor de 82 kW, que es el que posee el promotor. El consumo total se calcula multiplicando la potencia nominal demandada por la labor por el número de horas necesarias para realizarla y por el consumo específico horario del tractor:

- Abonado de fondo: 17,4 l/ha
- Pase de cultivador (pases cruzados): 197,5 l/ha

#### 2.1.4. Consumo de lubricantes

Se entiende como lubricante todo tipo de aceite utilizado en los motores y partes móviles del tractor. La norma ASAE D497.2 estima el consumo de aceite mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo de aceite} = 0,00059 \cdot \text{Potencia (kW)} + 0,02169$$

Se estima la potencia empleada en cada labor, al igual que en el cálculo del consumo de carburante, con lo que se obtienen los siguientes resultados:

- Abonado de fondo: 0,037 l/h
- Pase de cultivador (pases cruzados): 0,061 l/h

## 2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria

### 2.2.1. Costes de las labores alquiladas

#### Estercolado preplantación

La labor de estercolado se va a contratar a una empresa de servicios de la zona, que empleará su propia maquinaria. El precio de la labor es de 1007,78 €/ha, incluyendo todos los costes derivados del uso de la maquinaria, el estiércol y la mano de obra.

#### Desfonde

La labor de desfonde se va a contratar a una empresa de servicios que aportará el tractor, el arado de desfonde monosurco y la mano de obra. El precio de la labor es de 146,93 €/ha.

#### Plantación

La plantación incluye la operación de apertura del surco, colocación de los alvéolos y cierre del surco mediante máquina plantadora. La labor de plantación se va a contratar a una empresa de servicios especializada, que tiene establecido un precio de la labor de 0,66€ por plantón.

### 2.2.2. Costes de la maquinaria adquirida

#### Recolectora-picadora acoplada al tractor

El precio de adquisición rondará los seis mil euros.

## 2.3. Mano de obra

### 2.3.1. Introducción

La mano de obra es fundamental para poder llevar a cabo las diferentes labores dentro de la plantación. Como consecuencia del incremento de la mecanización del cultivo las necesidades de mano de obra han disminuido, con lo que se reduce una parte importante de los gastos.

Los medios por los cuales se disminuyen los gastos en la explotación son:

- Utilización del sistema de riego por goteo, que hace que únicamente sea necesaria la mano de obra para la programación de los riegos y la revisión y mantenimiento del sistema de riego.
- La recolección va a ser completamente mecanizada, reduciendo notablemente las necesidades de mano de obra y los tiempos requeridos.

Las necesidades de mano de obra son mayores en épocas concretas del año, fundamentalmente en la recolección. Durante el resto del año la plantación puede ser conducida perfectamente por una o dos personas.

### 2.3.2. Mano de obra fija-especialista

Se va a tratar de una única persona con experiencia en labores agrícolas. Es el encargado de distribuir, organizar y supervisar las diferentes labores que se lleven a cabo en la explotación.

Esta persona es el especialista, encargado o capataz y en nuestro caso será el promotor. Sus principales funciones son:

- Contratar la mano de obra eventual cuando esta se necesite para llevar a cabo operaciones en la explotación.
- Es el encargado y responsable de la maquinaria y el que lleve a cabo su manejo en las diversas operaciones.
- Tiene el deber de llevar a cabo el riego, tanto en la dosificación como en la programación.
- Elegir el momento adecuado para la recolección.

### 2.3.3. Mano de obra eventual

La mano de obra eventual es el personal contratado en determinadas épocas del año para llevar a cabo labores que requieran unas mayores necesidades de mano de obra. Existen dos categorías:

- Peón especializado: se trata de mano de obra contratada para unas labores específicas, requiriendo una cierta experiencia o conocimiento de las labores a realizar. Los peones especializados que será necesario contratar son tractoristas.
- Peón no especializado: se empleará para realizar labores de carácter general dentro de la plantación. No requiere ningún tipo de cualificación especial. Se encarga de la carga y descarga de caminos, ayuda en la plantación, ayuda en la recolección, etc.

## Anejo V. Instalación de riego

## ÍNDICE DEL ANEJO V

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Características del gotero.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Dimensionamiento de la instalación de riego.....</b>	<b>3</b>
3.1. Diseño de las subunidades de riego.....	3
3.2. Ramales portagoteros.....	4
3.3. Tuberías terciarias y secundarias.....	6
3.4. Tubería principal.....	8
<b>4. Diseño del cabezal de riego.....</b>	<b>10</b>
4.1. Datos iniciales.....	10
4.2. Dispositivos de filtrado.....	10
4.2.1. Filtro de arena.....	10
4.2.2. Filtro de malla.....	12
4.3. Automatización del sistema de riego.....	12
<b>5. Dimensionamiento de la instalación de bombeo.....</b>	<b>13</b>
5.1. Cálculo de las necesidades de la bomba.....	13
5.1.1. Altura manométrica.....	13
5.1.2. Potencia necesaria.....	13
5.2. Descripción de la bomba.....	14
5.3. Tubería de aspiración y conexión con la toma de agua.....	14
<b>6. Valvulería y accesorios.....</b>	<b>14</b>

## ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO V

Tabla 1. Características del emisor seleccionado - Pág. 3

## 1. Introducción

El lavandín se podría cultivar en condiciones de secano porque sus requerimientos hídricos mínimos son bajos (300mm/año). No obstante, la producción aumenta si se realizan riegos puntuales y en el estudio de alternativas se decidió instalar riego por goteo.

En este tipo de sistemas el agua se aplica a bajas presiones y caudales con intervalos entre riegos muy cortos. La toma de riego dispone de un caudal de 40 l/s y el manejo y el mantenimiento del sistema de riego van a estar completamente automatizados, lo que permitirá aumentar la eficacia del riego y disminuir los costes en mano de obra.

La parcela presenta una topografía completamente llana. Debido a las dimensiones de la parcela y a su geometría se dispondrá de dos sectores de riego con las tuberías terciarias orientadas en dirección Oeste-Este. La tubería principal seguirá la dirección del lado menor de la parcela.

## 2. Características del gotero

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se concluye que se colocarán un ramal portagoteros por cada fila de plantas y un gotero por planta, separados los goteros 0,70 m entre sí. Se van a emplear goteros autocompensantes pinchados de 2,00 l/h. Las características de los emisores se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del emisor seleccionado.

Característica	Abreviatura	Valor
Caudal nominal	q	2,00 L/h
Rango de presiones de trabajo	p	p 10,00-50,00 m.c.a.
Curva caudal-presión	q	$q = 2,1228 \cdot h^{0,0275}$
Coeficiente de variación de fabricación	CV	0,035

## 3. Dimensionamiento de la instalación de riego

### 3.1. Diseño de las subunidades de riego

Se denomina subunidad de riego a la superficie dominada por un regulador de presión, constituida por una tubería terciaria y un conjunto de ramales portagoteros. Las variaciones de presión producidas aguas arriba se controlan por el regulador de presión. Aguas abajo, las variaciones en la presión se producen por el desnivel del terreno y por las pérdidas de carga que producen las tuberías y los elementos singulares situados en éstas.

La parcela objeto del proyecto se va a dividir en dos subunidades de riego. Cada subunidad de riego irá alimentada por una tubería terciaria y éstas a su vez por las tuberías

secundarias y la tubería principal que parte del cabezal de riego. En los siguientes apartados se calcula cada uno de los elementos de la instalación de riego por goteo.

La topografía de la parcela objeto del proyecto es prácticamente llana, con una pendiente menor del 0,1%. Por lo tanto, a efectos de cálculo no se tendrán en consideración las variaciones de nivel entre los distintos elementos del sistema de riego, por ser éstas de carácter despreciable.

### 3.2. Ramales portagoteros

El objetivo principal del cálculo de los ramales portagoteros es el de lograr que la aportación de agua por los emisores sea lo más uniforme posible, es decir, que todos emisores apliquen la misma cantidad de agua. Para alcanzar este objetivo son necesarias dos condiciones de diseño:

- Que los emisores sean de buena calidad para que no haya diferencias significativas en sus caudales debido a una incorrecta fabricación.
- Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

Los goteros autocompensantes no tienen una presión de trabajo definida, sino un rango de presiones entre los cuales el caudal es constante. Por lo tanto, para determinar la variación máxima de presión  $dH$  y proceder al cálculo de la red de riego se va a considerar una presión de trabajo de 30 m.c.a. y una variación máxima de 6 m.c.a.

Otro criterio para el cálculo de la variación máxima de presiones es el económico. Se sabe que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55% de las pérdidas de carga admisibles en la subunidad se producen en los ramales portagoteros, mientras que el 45% restante se produce en las tuberías terciarias. En base a esta condición, las pérdidas de carga admisibles en un ramal portagoteros horizontal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,55 * dH = 0,55 * 6,00 \text{ m.c.a.} = 3,30 \text{ m.c.a.}$$

Donde:

- $h_r$  admisible: pérdidas de carga máximas admisibles en el ramal portagoteros.
- $dH$ : variación máxima de la presión, determinada anteriormente.

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal portagoteros deben ser, como máximo, iguales al valor antes calculado. Las pérdidas de carga se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f$$

Donde:

- $h_r$ : pérdidas de carga en el ramal portagoteros, en m.c.a.
- $J$ : pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- $F$ : factor de Christiansen.

-  $L_f$ : longitud ficticia del ramal, en m.

A continuación se muestra el proceso de cálculo general aplicado al ramal portagoteros más largo en la instalación de riego, con una longitud de 301,2 m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para  $l_0 = 1$ ,  $\beta = 1,75$  y  $n = 46$ , F toma el valor de 0,376.

La longitud ficticia ( $L_f$ ) se calcula sumando la longitud real del ramal y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10% de la longitud real del ramal. Para el ramal más largo, de 301,2 m, la longitud ficticia es de 331,32 m.

Para los ramales portagoteros se emplearán tuberías de polietileno de baja densidad de 16,00 mm de diámetro exterior y 13,60 mm de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 30 m.c.a. Para el ramal más largo, de 301,2 m y 430 emisores, el caudal total es de  $0,092 \text{ m}^3/\text{h}$  o, o que es lo mismo,  $2,55 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ .

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} v &= Q / A = 4 * Q / \pi * D^2 \\ &= 4 * 2,55 \times 10^{-5} / 3,1414 * 0,0136^2 \\ &= 0,18 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Donde:

- Q: caudal que circula por la tubería, en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- A: área de la sección interna de la tubería, en  $\text{m}^2$ .
- D: diámetro interior de la tubería, en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,18 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} Re &= v \cdot D / \theta = \\ &0,18 * 0,0136 / 1,007 \times 10^{-6} \\ &= 2431 \end{aligned}$$

Donde:

- Re: número de Reynolds, adimensional.
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.

- D: diámetro interior de la tubería, en m.
- $\theta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C ( $1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

Para números de Reynolds superiores a 2000 pero inferiores a 4000, el fluido se considera en régimen de transición. En este régimen se puede emplear la fórmula de Blasius para la determinación de las pérdidas de carga unitarias (J), como se observa a continuación:

$$J = 0,473 * Q^{1,75} / D^{4,75} =$$

$$0,473 * 92 \text{ l/h}^{1,75} / 13,6^{4,75}$$

$$= 0,00534 \text{ m.c.a./m}$$

Donde:

- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- Q: caudal que circula por la tubería, en l/h.
- D: diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$h_r = J * F * L_f = 0,00534 \text{ m.c.a.} * 0,376 * 331,32 \text{ m} = 0,67 \text{ m.c.a.}$$

Se debe cumplir que  $h_r \leq h_r$  admisible. Dado que 0,67 es menor que 3,30, se verifica la condición de economía de la instalación.

El procedimiento anterior se aplica a cada uno de los ramales portagoteros de las subunidades de riego y todos los ramales cumplen la condición de uniformidad.

### 3.3. Tuberías terciarias y secundarias

Las tuberías terciarias son las encargadas de transportar el agua desde la tubería principal y las tuberías secundarias hasta los ramales portagoteros. Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo de 60 m.c.a., que irán enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Para cumplir el criterio económico planteado en el cálculo de los ramales portagoteros, las pérdidas de carga máximas admisibles en las tuberías terciarias y secundarias deben ser del 45% de la máxima variación de presión admisible dH. Por lo tanto, se tiene que:

$$h_r \text{ admisible} = 0,45 * dH = 0,45 * 6,00 \text{ m.c.a.} = 2,70 \text{ m.c.a.}$$

A continuación se muestra el cálculo aplicado a la terciaria que porta mayor caudal, que es la que abastece a los ramales portagoteros. El caudal de dicha tubería es de  $17,54 \text{ m}^3/\text{h}$  y la longitud de dicha terciaria es de 145,8 m.

Para el dimensionamiento de las tuberías terciarias se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 * Q} = \sqrt{0,236 * 17544} = 64,3 \text{ mm}$$

Donde:

- D: diámetro óptimo de la tubería terciaria, en mm.
- Q: caudal que circula por la tubería, en l/h.

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 64,3 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 90 mm de diámetro exterior y 84,6 mm de diámetro interior.

El valor admisible de la pérdida de carga debe ser, como máximo, igual a la pérdida de carga que se produce en la terciaria, que se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$h_{r \text{ terciarias}} = J * F * L_f$$

Donde:

- $h_{r \text{ terciarias}}$ : pérdidas de carga en las terciarias, en m.c.a.
- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- F: factor de Christiansen.
- $L_f$ : longitud ficticia de la terciaria, en m.

El factor de Christiansen se halla tabulado: para  $l_0 = l$ ,  $\beta = 1,80$  y  $n > 300$ , F toma el valor de 0,357.

La longitud ficticia ( $L_f$ ) se calcula sumando la longitud real de la tubería terciaria y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10% de la longitud real de la terciaria.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} v &= Q / A = 4 * Q / \pi * D^2 = \\ &= 4 * 4,87 \times 10^{-3} / \pi * 0,08462 \\ &= 0,87 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Donde:

- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/s.
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- A: área de la sección interna de la tubería, en m<sup>2</sup>.

- D: diámetro interior de la tubería en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 0,87 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = v * D / \vartheta = 0,87 * 0,0846 / 1,007 \times 10^{-6} = 73090$$

Donde:

- Re: número de Reynolds, adimensional.
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- D: diámetro interior de la tubería, en m.
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C (1,007x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s).

Para números de Reynolds comprendidos entre 40000 y 10<sup>7</sup>, en tuberías de PVC, la fórmula más adecuada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Veronesse-Datei, como se observa a continuación:

$$J = (0,00092 / D * 4,8) * Q^{1,8} = 0,00092 / 0,0846 * 4,8 * 0,0049^{1,8} = 0,009892 \text{ m.c.a./m}$$

Donde:

- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/s.
- D: diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$hr = J * F * Lf = 0,00892 \text{ m.c.a.} * 0,357 * 160,4 \text{ m} = 0,51 \text{ m.c.a.}$$

Se debe cumplir que  $hr \leq hr$  admisible. Dado que 0,51 es menor que 2,70, se verifica la condición de economía de la instalación.

### 3.4. Tubería principal

La tubería principal transporta el agua desde el final del cabezal de riego hasta cada una de las secundarias y terciarias. Al igual que en las tuberías terciarias, se emplearán tuberías de PVC de 60 m.c.a. enterradas a una profundidad de 1,00 m sobre lecho de grava.

Para el dimensionamiento de la tubería principal se sigue el criterio de que el agua que transporta la tubería no sobrepase la velocidad de 2 m/s, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot Q} = \sqrt{0,236 * 92608} = 147,8 \text{ mm}$$

Donde:

- D: diámetro óptimo de la tubería terciaria, en mm.
- Q: caudal que circula por la tubería, en l/h.

El diámetro de la tubería debe ser, al menos, de 147,8 mm. Se debe adoptar una solución normalizada, por lo que se elige la tubería de 160 mm de diámetro exterior y 150,6 mm de diámetro interior.

Las pérdidas de carga que se producen en la tubería principal se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r \text{ principal} = J * L * a$$

Donde:

- $h_r$  principal: pérdidas de carga en la tubería principal, en m.c.a.
- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- L: longitud de la tubería principal, en m.
- a: coeficiente de pérdidas de carga en puntos singulares.

Antes de proceder al cálculo de las pérdidas de carga (J), es necesario calcular la velocidad del agua dentro de la tubería. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$v = Q / A = 4 * Q / \pi * D^2 = 4 * 0,0257 / \pi * 0,15062 = 1,44 \text{ m/s}$$

Donde:

- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/s.
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- A: área de la sección interna de la tubería, en m<sup>2</sup>.
- D: diámetro interior de la tubería, en m.

La velocidad del agua dentro de la tubería es de 1,50 m/s. Una vez calculado, se procede a determinar el número de Reynolds, mediante la siguiente fórmula:

$$Re = v \cdot D / \nu = 1,44 * 0,1506 / 1,007 \times 10^{-6} = 215356$$

Donde:

- Re: número de Reynolds, adimensional.
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería, en m/s.
- D: diámetro interior de la tubería, en m.
- $\nu$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C (1,007x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s).

En tuberías de PVC la fórmula más empleada para el cálculo de las pérdidas de carga es la de Varonesse-Datei, que se observa a continuación:

$$J = (0,00092 / D * 4,8) * Q^{1,8} = 0,00092 / 0,15064,8 * 0,0257^{1,8} = 0,01119 \text{ m.c.a./m}$$

Donde:

- J: pérdidas de carga unitarias, en m.c.a./m.
- Q: caudal que circula por la tubería, en m<sup>3</sup>/s.
- D: diámetro interior de la tubería, en mm.

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales. Se estima que el coeficiente a toma el valor de 1,15.

$$h_r = J * L * a = 0,01119 \text{ m.c.a.} * 4,7\text{m} * 1,15 = 0,061 \text{ m.c.a.}$$

## 4. Diseño del cabezal de riego

### 4.1. Datos iniciales

Para el diseño del cabezal de riego es necesario conocer el caudal que va a circular por el mismo y la presión que debe tener el agua.

La subunidad 2 es la que presenta un caudal mayor, con 17544 l/h o, lo que es lo mismo, 0,00487 m<sup>3</sup>/s. Este caudal se va a aumentar en un 15% para prever posibles fugas, obteniendo un caudal de cálculo de 0,00560 m<sup>3</sup>/s.

La presión que debe tener el agua debe ser tal que compense las pérdidas de carga máximas de la instalación, que se producen en el último ramal portagoteros de la subunidad 2, con 6,48 m.c.a. de pérdida de carga. Por lo tanto, para que la presión en el último gotero del último ramal de la subunidad 2 sea de 30 m.c.a., la presión a la salida del cabezal de riego debe ser de, al menos, 36,48 m.c.a.

### 4.2. Dispositivos de filtrado

El agua de riego, que procede del arroyo Maderano, debe ser filtrada adecuadamente para prevenir posibles obturaciones de los goteros y el desgaste prematuro del cabezal de riego. Se van a emplear dos tipos de filtros: de arena y de malla.

#### 4.2.1. Filtro de arena

El filtro de arena realiza el primer filtrado del agua, eliminando los contaminantes orgánicos como las algas, bacterias y restos vegetales e inorgánicos como las arenas, limos y arcillas.

El dispositivo consta de un depósito metálico o plástico lleno de arena silíceo o granítica. El agua, que penetra por un orificio en la parte superior del depósito, atraviesa la arena y sale por un colector situado en la parte baja. El depósito dispone de una abertura en la parte superior para realizar el mantenimiento de la arena.

El espesor de la capa de arena debe ser, como mínimo, de 45 cm. El fabricante de los emisores recomienda emplear un filtro de arena de 120 mesh.

Para el dimensionamiento del filtro de arena se aplica el criterio de que la velocidad del agua no supere los 60 m/h y un caudal de 60 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie filtrante, aplicando la siguiente fórmula:

$$S = Q / v = 20,16 \text{ m}^3/\text{h} / 60 \text{ m/h} = 0,34 \text{ m}^2$$

Donde:

- S: superficie filtrante, en m<sup>2</sup>.
- Q: caudal, en m<sup>3</sup>/h.
- v: velocidad máxima del agua, en m/h.

El filtro de arena debe tener una superficie filtrante de 0,34 m<sup>2</sup>. No obstante, conviene instalar dos filtros gemelos, de tal forma que el agua filtrada de uno permita limpiar el otro. Por lo tanto, la superficie filtrante de cada uno de los filtros de arena debe ser:

$$S = 0,34 \text{ m}^2 / 2 = 0,17 \text{ m}^2$$

El diámetro de los filtros se determina mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{(4 * S) / \pi} = \sqrt{(4 * 0,17) / \pi} = 0,47 \text{ m}$$

Donde:

- D: diámetro del filtro de arena, en m.
- S: superficie filtrante, en m<sup>2</sup>.

Se instalarán dos filtros en paralelo de 0,50m de diámetro con un espesor de la capa de arena de, al menos, 45 cm.

Cuando el filtro esté limpio las pérdidas de carga no deberán ser superiores a 3 m.c.a., pero irá aumentando según se vaya ensuciando el filtro. La limpieza deberá realizarse cuando las pérdidas de carga sean de unos 2 m.c.a. con respecto a las condiciones de limpieza del cabezal. Para determinar el momento en el que es necesaria la limpieza se instalarán dos tomas de manómetro de conexión rápida, una a la entrada y otra a la salida de cada filtro, con el fin de determinar las presiones con el mismo manómetro y evitar posibles desajustes del instrumento.

Ambos filtros estarán equipados con una válvula de tres vías que permita invertir el sentido del flujo de agua para limpiar cada filtro con el agua limpia procedente del otro. La limpieza de los mismos debe realizarse cuando se detecten pérdidas de carga superiores a 2 m.c.a. y, de forma extraordinaria, al final de la campaña, empleando cloro para evitar la proliferación de microorganismos.

#### 4.2.2. Filtro de malla

El filtrado en este tipo de dispositivos se realiza mediante una serie de mallas concéntricas fabricadas de material no corrosivo (acero o plástico). El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cilindro de malla filtrándose a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y saliendo por la tubería del colector. Las partículas filtradas quedan retenidas en el interior del cartucho de malla.

Este tipo de filtros se colmata con mucha rapidez en caso de aguas contaminadas, por lo que deben ser instalados a continuación del filtro de arena para que éste retenga la mayor parte de las partículas.

El fabricante de los emisores recomienda un tamaño del orificio de la malla de 120 mesh. La velocidad del agua dentro del filtro debe ser de 0,4 m/s. Para calcular la superficie efectiva se debe incrementar el caudal de riego en un 20%, obteniendo un caudal de cálculo de 24,19 m<sup>3</sup>/h. Se sabe que la superficie efectiva es el 30% de la superficie total. La superficie efectiva de filtrado se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = 24,19 \text{ m}^3/\text{h} / 3600 \text{ s/h} * 0,4 \text{ m/s} * 0,3 = 0,0560 \text{ m}^2 = 560 \text{ cm}^2$$

Se va a instalar un filtro de malla de cuerpo metálico arenado y tratado con fosfato de cinc y posterior aplicación electrostática de una capa de pintura de epoxi-poliéster de 120-160 micras con función protectora y anticorrosiva. Irá equipado con una malla de filtrado de 120 mesh de acero inoxidable con soporte de PVC. Tendrá una capacidad de filtrado de 10-30 m<sup>3</sup>/h y una superficie de filtración de 800 cm<sup>2</sup>.

Las pérdidas de carga cuando el filtro está limpio son de 1,2 m.c.a., mientras que cuando está sucio son de 3,5 m.c.a. Se instalarán dos tomas de manómetro de conexión rápida para verificar las pérdidas de carga del filtro. Cuando éstas superen los 3,5 m.c.a. se deberá proceder a su limpieza. Extraordinariamente, una vez al año, debe realizarse una limpieza exhaustiva, sumergiendo el filtro en una solución de ácido nítrico al 5-10% durante unos minutos.

#### 4.3. Automatización del sistema de riego

En el cabezal de riego se instalará un programador electrónico para automatizar y controlar el riego y la fertirrigación. El programador se encarga de abrir y cerrar las electroválvulas de las subunidades de riego cuando corresponda.

El programador debe reunir las siguientes características:

- Debe controlar el arranque y la parada del grupo de impulsión.
- Control de las electroválvulas en función del caudal suministrado.
- Control de presiones máxima y mínima en el cabezal de riego.
- Existencia de memoria en caso de cortes de corriente.

La mayoría de los programadores trabajan con corriente alterna de 230/380 V, con un consumo de 50 W. Además, deben disponer de un transformador AC/DC de 24 V para alimentar las electroválvulas.

Se conectarán al programador los presostatos de máxima y de mínima, dotados con un sensor que detectará los posibles fallos de apertura de las electroválvulas de las subunidades de riego y posibles fugas o roturas de las tuberías, controlando la parada de la bomba en caso de fallo.

## 5. Dimensionamiento de la instalación de bombeo

### 5.1. Cálculo de las necesidades de la bomba

#### 5.1.1. Altura manométrica

La presión a la salida del cabezal de riego debe ser de 36,48 m.c.a. A esta presión se deben sumar las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego, que se detallan a continuación:

- Filtros de arena: 3 m.c.a.
- Filtro de malla: 3,5 m.c.a.
- Contador: 2 m.c.a.
- Valvulería: 5 m.c.a.
- Inyector de fertilizante: 6 m.c.a. por si fuera necesario instalarlo a lo largo de la vida útil de la plantación.
- Elementos singulares: 10% de lo anterior: 1,95 m.c.a.

La toma de agua se encuentra elevada 1,5 m por encima de la altura de la bomba, de tal forma que ésta se encontrará siempre en carga y no será necesario impulsar el agua a una cota superior.

La altura manométrica total necesaria se obtiene como la suma de las pérdidas de carga anteriores y la presión necesaria a la salida del cabezal, dando como resultado 57,93 m.c.a.

#### 5.1.2. Potencia necesaria

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = Q * H / 75 * \eta = 6,72 * 57,93 / 75 * 0,8 = 6,48 \text{ CV} = 4,83 \text{ kW}$$

Donde:

- Q: caudal que debe impulsar la bomba, el l/s.
- H: altura manométrica de impulsión, en m.c.a.
- $\eta$ : rendimiento característico de la bomba.

Se va a seleccionar una bomba de 7,5 CV (5,59 kW).

## 5.2. Descripción de la bomba

Se va a instalar una bomba eléctrica horizontal monoblock de 7,5 CV (5,59 kW), con una frecuencia de corriente de 50 Hz y un voltaje de 400 V en trifásico.

## 5.3. Tubería de aspiración y conexión con la toma de agua

La tubería de aspiración será de un diámetro ligeramente superior al de la tubería principal. Se va a instalar una tubería de acero galvanizado de 200 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, fabricada en acero S235JR.

La toma de agua consistirá en una columna de anillos de hormigón de 1,00 m de diámetro interior y 1,00 m de altura, machiembrados. La altura total de la columna será de 2,00 m. Esta columna permitirá mantener el nivel del agua a la entrada de la bomba, evitando que se descebe.

La conexión del arroyo con la columna de anillos de hormigón se realizará mediante tubería de PVC de 315 mm de diámetro exterior y 6,2 mm de diámetro interior. Irá enterrada a 1 m de profundidad sobre lecho de arena de río.

## 6. Valvulería y accesorios

Detrás de la bomba se situará una ventosa, que será trifuncional. Se colocará una válvula de retención después de la bomba siguiendo a la ventosa y a la toma rápida de manómetro para impedir el retorno del agua.

Se colocarán válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal. La toma rápida de presión y el manómetro se situarán detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

La instalación irá dotada de codos de 90°, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, porta-bridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

## Anejo VI. Normas para la ejecución y explotación del proyecto

## ÍNDICE DEL ANEJO VI

<b>1. Condiciones generales.....</b>	<b>3</b>
1.1. Introducción.....	3
1.2. Aspectos que regula.....	3
<b>2. Labores de cultivo.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Maquinaria.....</b>	<b>3</b>
3.1. Características.....	3
3.2. Destino de la maquinaria.....	3
3.3. Mantenimiento y averías.....	4
3.4. Seguridad personal y manejo.....	4
3.5. Reglamentación.....	4
<b>4. Instalación de riego.....</b>	<b>4</b>
<b>5. Mano de obra.....</b>	<b>4</b>
<b>6. Materias primas.....</b>	<b>5</b>
6.1. Material vegetal.....	5
6.2. Fertilizantes.....	6
<b>7. Medidas de seguridad e higiene y protección general.....</b>	<b>8</b>
7.1. Riesgos mecánicos.....	8
7.2. Riesgos de incendios.....	8
7.3. Higiene.....	9
<b>8. Modificaciones.....</b>	<b>9</b>

## **1. Condiciones generales**

### **1.1. Introducción**

El presente anejo constituye una ampliación del conjunto de instrucciones y especificaciones establecidas en el Pliego de Condiciones, en la Memoria y en los demás Anejos, así como en las normas y legislación vigente. Estas normas deben permitir realizar el manejo adecuado de la explotación, además de obtener los rendimientos y cumplir los objetivos establecidos para el proyecto.

### **1.2. Aspectos que regula**

En los sucesivos apartados se van a regular aquellos aspectos que por su relación técnica, económica o social con la explotación condicionan el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente proyecto.

El no alcanzar los objetivos por el incumplimiento de las normas que aquí se exponen, así como las reflejadas en los demás Anejos y, especialmente, en el Pliego de Condiciones, no pueden ser en ningún caso responsabilidad del proyectista.

## **2. Labores de cultivo**

Las labores de preparación del terreno, abonado, plantación, labores culturales y en definitiva, cualquier labor relacionada con la explotación, se debe realizar con arreglo a las normas contenidas en la Memoria y Anejos del presente proyecto, empleándose maquinaria y aperos específicos.

La tracción y maquinaria necesarias para las distintas operaciones de cultivo serán de la propia explotación, salvo en el caso de que se especifique su alquiler en el correspondiente apartado de la Memoria, los Anejos o el Pliego de Condiciones.

Los titulares de la explotación quedan facultados para introducir aquellas innovaciones o modificaciones que estimen convenientes, siempre que no varíen sustancialmente los objetivos marcados para la explotación.

## **3. Maquinaria**

### **3.1. Características**

Las características de la maquinaria y de los equipos se encuentran señaladas en los Anejos correspondientes. Si por alguna circunstancia no se correspondieran exactamente con las características especificadas, el encargado de la explotación queda autorizado para introducir las variaciones convenientes ajustándose en lo posible a éstas.

### **3.2. Destino de la maquinaria**

La maquinaria de la explotación no debe ser empleada en trabajos no adecuados para sus funciones, evitando así, posibles averías y desperfectos de la misma.

### 3.3. Mantenimiento y averías

La conservación de la maquinaria es incumbencia del propietario, que debe seguir el consejo de las casas comerciales. Para la perfecta conservación de la maquinaria el propietario debe procurar almacenarla en lugares específicos para ello, evitando su exposición a los agentes atmosféricos y a ambientes agresivos.

Las averías producidas en la maquinaria alquilada por su uso en la explotación son incumbencia de su propietario, así como los gastos de reparación. Para averías de reconocida complicación mecánica o eléctrica sólo estará facultado para su reparación el especialista de la casa distribuidora.

### 3.4. Seguridad personal y manejo

En lo referente al uso de la maquinaria, los operarios deben trabajar en todo momento en condiciones de máxima seguridad. Resulta fundamental seguir las normas que especifiquen los manuales de instrucciones de cada una de las máquinas para conseguir tal objetivo.

### 3.5. Reglamentación

Toda la maquinaria que intervenga tanto en la ejecución de la obra como en la explotación de la plantación debe tener su respectiva documentación. Los permisos de circulación e inspecciones técnicas, además de otros tipos de documentación obligatoria, deben estar debidamente actualizados.

## 4. Instalación de riego

En la instalación de riego habrá que vigilar el correcto funcionamiento de los goteros, limpiando los que estén obstruidos o sustituyendo los que estén estropeados.

Se procurará también no pisar las tuberías de PE con la maquinaria.

En el cabezal de riego hay que vigilar la limpieza de los filtros, limpiándolos cuando las pérdidas de carga superen los 4 m.c.a.

Por lo general, se revisará la instalación de riego cada 2 ó 3 días como máximo, comprobando el correcto funcionamiento de la instalación.

## 5. Mano de obra

En todo lo referente a la contratación, seguros sociales y descansos del personal se deberá tener en cuenta la normativa vigente.

La mano de obra fija contratada en la explotación ha de ser la que se detalla en el Anejo correspondiente. La mano de obra eventual ha de ser la expresada en el presente proyecto, de acuerdo con el trabajo a realizar y las necesidades estacionales del momento.

La duración de la jornada podrá ser variable, ajustándose a las circunstancias puntuales que puedan presentarse. Se llevará un control de las horas trabajadas y las labores realizadas.

La actividad de la explotación se ajustará en todo momento a lo dictado por las autoridades en lo referente a la conservación de la naturaleza y del medio ambiente.

### Capataz

Ejercerá como capataz el propietario de la explotación, que a su vez ayudará en las labores de la plantación, donde sea necesaria su presencia.

Su misión es la de regular y dirigir los trabajos, debiendo hacer constar la comprensión absoluta de los mismos. En caso de faltar este requisito, se sobreentenderá que ha existido, teniendo pues, responsabilidad económica y civil de cuantos trastornos o accidentes sobrevinieran por el incumplimiento de su misión.

Debe vigilar el estado de la plantación y de los elementos de trabajo, así como de los trabajos realizados e inventarios del almacén. Estará capacitado para tomar decisiones a cerca de posibles modificaciones sobre el programa productivo.

## **6. Materias primas**

### 6.1. Material vegetal

Una vez recibido el material vegetal del vivero, se debe conservar en lugar fresco, con una temperatura que oscilará entre 11 y 12°C y una humedad relativa del 80 %.

Cuando las plantas se reciben poco tiempo antes de la plantación, 8 o 10 días antes, se pueden conservar a la sombra con las raíces metidas en agua. Si la conservación debe durar más tiempo, se deben colocar, desde el momento de su recepción, en zanjas con mantillo, tierra fina o arena húmeda.

Las plantas que se adquieran para realizar la reposición de marras, deben ser colocadas en recipientes de plástico con tierra fina o turba si se prolonga mucho su conservación. Deben ser conservadas a la sombra y regadas frecuentemente.

Antes de realizar la plantación es necesario realizar un corte a las raíces de las plantas de unos 3 o 4cm, con el objeto de estimular el crecimiento de las raíces, favoreciendo así el crecimiento de las plantas.

Las características del material vegetal se han de ajustar a lo especificado en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, así como a las técnicas y métodos empleados en su recepción y plantación.

### Etiquetas

El material vegetal que se emplee en la explotación debe estar certificado. La etiqueta correspondiente a este tipo de planta es de color azul y en ella debe figurar la especie, la

variedad, la cantidad, el nombre del productor y el número de registro. Así mismo, en caso de que el material vegetal provenga del extranjero, deberá estar acompañado del respectivo pasaporte fitosanitario.

### Factura

La factura debe ser lo suficientemente detallada. Se debe desglosar el importe del material por separado correspondiente a alvéolos, transporte e IVA.

La factura se hará efectiva por partes: La primera, cuando se encargue el material al vivero, a modo de fianza, y la segunda, una vez haya sido revisado el material entregado.

### Garantías

Si el capataz de la plantación encontrase alguna anomalía, tales como plantas partidas o plantas de otra variedad, debe avisar a la empresa que ha suministrado el material y será la encargada de sustituirlo por otro en buen estado, sin coste alguno para el promotor.

## 6.2. Fertilizantes

La fertilización es la alimentación adecuada desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo para el crecimiento de las plantas y el desarrollo de sus órganos. La fertilización tiene como finalidad el mantenimiento del nivel de fertilidad del suelo, mediante la restitución al suelo de las pérdidas de nutrientes, tanto las provocadas por la extracción por parte de la planta, como otras posibles pérdidas de elementos por procesos de lixiviación y retrogradación.

### Recomendaciones de aplicación

En la fertilización hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- La incorporación de nutrientes en el suelo se realizará por medio de fertilizantes líquidos y que no sean de síntesis química. Se debe respetar estrictamente las cantidades establecidas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso en lo relativo al aporte de fertilizantes en cada uno de los meses del año y años de entrada en producción. Solo se utilizarán en situaciones estrictamente necesarias.
- Una vez programadas las necesidades hídricas, el ordenador ajustará la dosis para que nunca se puedan sobrepasar los 2 g/l, con lo que se evitará la formación de precipitados.
- El proceso se debe terminar siempre con agua, para limpiar las tuberías y los goteros de restos de abonos.

### Normas básicas de la fertirrigación

- Regular los equipos de inyección para conseguir la dosis de fertilizantes establecida en el Anejo correspondiente.
- La fertilización durará como máximo el 80% del tiempo de riego y el 20% restante se aprovechará para la limpieza de las conducciones de riego, repartido al principio y al final.
- Cuanto mayor sea la frecuencia de la fertirrigación, mejores serán los resultados.
- Al final de la campaña de riego se deberán limpiar los filtros y dar un lavado a las tuberías con una solución ácida.

### Definiciones

Se deben tener en cuenta los siguientes términos en relación con los fertilizantes y su impacto en el medio ambiente. Se deben respetar las indicaciones que figuren en los envases, así como las indicaciones que den los técnicos responsables de la explotación:

- Contaminación: es la introducción de compuestos nitrogenados de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que tengan consecuencias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático, causar daños a los lugares de recreo u ocasionar molestias para otras actuaciones legítimas de las aguas.
- Contaminación difusa por nitratos: es el vertido indiscriminado del ion  $\text{NO}_3$  en el suelo y consecuentemente en el agua, hasta alcanzar los 50 mg/l de concentración máxima admisible.
- Zonas vulnerables: superficies de territorio cuya escorrentía fluya hacia aguas que podrían verse afectadas por la contaminación.
- Fertilizante: cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos nitrogenados y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación.
- Fertilizante químico: no se utilizará, puesto que es cualquier fertilizante que se fabrique mediante un procedimiento industrial.
- Aplicación sobre el terreno: es la incorporación de sustancias al mismo, ya sea extendiéndolos sobre la superficie, inyectándolas en ella, mezclándolas con las capas superficiales del suelo o con el agua de riego.
- Eutrofización: es el aumento de concentración de compuestos de nitrógeno que provoca un crecimiento exagerado de las algas y especies vegetales superiores y causa trastornos negativos en el equilibrio de los organismos presentes en el agua.

### Composición y pureza

Los fertilizantes que se van a utilizar si fueran necesarios, deben cumplir las siguientes normas en cuanto a composición y pureza y estar autorizados para la producción ecológica:

- Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre Productos Fertilizantes.
- Corrección de errores del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
- Orden AAA/2564/2015, de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio sobre productos fertilizantes.
- Corrección de errores de la Orden AAA/2564/2015.
- Orden AAA/770/2014, de 28 de abril, por la que se aprueba el modelo normalizado de solicitud al Registro de Productos Fertilizantes.
- Orden APA/1593/2006, de 19 de mayo, por la que se crea y regula el Comité de Expertos en Fertilización.
- Anexo I del Reglamento 889/2008, fertilizantes y acondicionadores del suelo autorizados para la producción en agricultura ecológica.

El capataz de la explotación puede encargar un análisis de los fertilizantes empleados si tiene motivos de sospecha.

### Riqueza

La riqueza de los posibles productos a emplear, debe ser la indicada en el proyecto, al menos durante los seis primeros años de plantación.

Posteriormente se encargarán análisis periódicos de suelo para analizar el contenido de éste, y, si se producen variaciones considerables, se deberá diseñar un programa de abonado distinto que se ajuste a las necesidades que se presenten en ese momento.

### Envases y etiquetas

Los envases de los fertilizantes deben estar en buen estado. No se utilizarán aquellos cuyos envases estén dañados, ya que esto puede suponer algún cambio en la composición.

Las etiquetas de los envases deben ser perfectamente legibles, deben contener el nombre del producto y el contenido de éste en los distintos nutrientes y estar autorizados para producción ecológica.

No se utilizarán los productos cuya etiqueta esté en mal estado, bien sea rota o borrosa, ya que puede conllevar un fraude.

### Facturas

La factura debe estar lo suficientemente detallada. Se realizará una factura para cada tipo de fertilizante. En ella se debe contemplar el nombre del fertilizante que se ha vendido y la composición de éste. La factura se hará efectiva después de que se haya entregado el material.

## **7. Medidas de seguridad e higiene y protección general**

### 7.1. Riesgos mecánicos

Se ha de tener en cuenta los riesgos específicos de cada máquina y aplicar las medidas de seguridad oportunas, descritas en los manuales de uso de las propias máquinas.

### 7.2. Riesgos de incendios

Se definen en este anejo las medidas a cumplir para obtener una protección que se ajuste, en la medida que sea aplicable, a la el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico – Seguridad en Caso de Incendio (CTE-DB-SI).

Según la Norma, la característica de resistencia al fuego de la estructura ha de ser de R-30.

En el tractor propiedad del promotor se instalará un extintor. Ha de ser de eficacia mínima 13A - 89B de tipo de polvo seco de 3 kg, colocado en un soporte a una altura de 0,80 a 1,20 m. El extintor se verificará periódicamente, cada tres meses como máximo, su accesibilidad y estado aparente. Cada seis meses se realizarán las operaciones previstas por el fabricante, y cada doce

meses se verificarán por el personal especializado. Dicha visita se registrará en tarjetas unidas al extintor.

### 7.3. Higiene

Todo el personal debe disponer periódicamente de ropa de trabajo adecuada a las condiciones precisas para las tareas a realizar. Igualmente se utilizará calzado adecuado.

Se dispondrá de taquillas y vestuarios homologados, aseos y duchas en una nave perteneciente al promotor.

Se dispondrá de botiquín de primeros auxilios dotado con los mínimos elementos necesarios, debiendo ser revisado al menos cada tres meses.

## 8. Modificaciones

El capataz de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que estime conveniente, pero sin alterar los principios fundamentales que debe seguir la explotación expuestos en el presente proyecto.

## Anejo VII. Justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>1. Cabezal de riego</b>					
1.1.	0200A	m	<b>Tubería de PVC orientado de 315mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10cm por encima de la generatriz con la misma arena, medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.</b>		
	O01OB170	0,130 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	2,59
	O01OA070	0,220 h	Peón ordinario	16,800	3,70
	M05EN020	0,020 h	Excav. hidráulica neumáticos 84CV	40,440	0,81
	P26TO150	1,000 m	Tub. PVC orient. j. elást. PN16 DN=315mm	55,270	55,27
	P01AA020	0,250 m3	Arena de río 0,5 mm	17,390	4,35
	P02CVW010	0,007 kg	Lubricante tubos PVC junta elástica	9,550	0,07
		3,000 %	Costes indirectos	66,790	2,00
			<b>Precio total por m</b>		<b>68,79</b>
1.2.	0200B	m	<b>Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltes para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm de diámetro interior y 100 cm de altura útil con patas de polipropileno montados en fábrica y con p.p. de medios auxiliares s/ CTE-H5=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005.</b>		
	O01OA030	1,000 h	Oficial primera	19,760	19,76
	O01OA060	0,770 h	Peón especializado	16,640	12,81
	P02EPA180	1,000 u	Anillo poz-ench-camp.cinc HA h=1m D=1000	204,350	204,35
	P02EPW100	1,000 u	Jta. goma base pozo henchí.-camp. D=1000	12,020	12,02
	M07CGO10	0,250 h	Camión con grúa 5 t	43,540	10,89
	P02EPW010	3,000 u	Patas PP 30x25	6,540	19,62
		3,000 %	Costes indirectos	279,450	8,38
			<b>Precio total por m</b>		<b>287,83</b>
1.3.	0200C	u	<b>Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactos, Pelé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T. i/recibido, instalada.</b>		

	O01OB170	3,700 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	73,82
	O01OB195	3,700 h	Ayudante fontanero	17,920	66,30
	O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	19,150	38,30
	P25E8S335	1,000 u	Bomba.banc. 1450 rpm 7,5 CV-DN80	2800,630	2800,63
	P25VT005	1,000 u	Válv. de protección D=4"	102,74	102,74
	P25EM060	1,000 u	Cuadro mando electrobomba 5,8 CV	1483,830	1483,83
		3,000 %	Costes indirectos	4566,620	136,97
			<b>Precio total por u</b>		<b>4702,59</b>
1.4	0200D	m	<b>Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.</b>		
	O01OB170	1,500 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	29,93
	O01OB195	1,500 h	Ayudante fontanero	17,920	26,88
	P17GS120	1,000 m	Tubo acero galvanizado 6" DN150 mm	125,740	125,74
		3,000 %	Costes indirectos	182,550	5,48
			<b>Precio total por m</b>		<b>188,03</b>
1.5.	0200E	u	<b>Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.</b>		
	O01OB170	0,900 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	17,96
	O01OB180	0,900 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	16,35
	P26VC026	1,000 u	Válv.comp.cierre elást. D=150mm	333,610	333,61
	P26UUB070	1,000 u	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=150mm	89,760	89,76
	P26UUL240	1,000 u	Unión brida-liso fund.dúctil D=150mm	49,860	49,86
	P26UUG150	2,000 u	Goma plana D=150 mm	2,900	5,80
	P01UT055	20,000 u	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	1,320	26,40
		3,000 %	Costes indirectos	539,740	16,19
			<b>Precio total por u</b>		<b>555,93</b>
1.6.	0200F	u	<b>Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2, velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 25 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.</b>		

	O01OB170	3,000 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	59,85
	O01OB195	6,000 h	Ayudante fontanero	17,920	107,52
	P26DTR010	1,000 u	Filtro a.r.30m3/h/m2 25m3 2,5kg/cm2	2620,040	2620,04
	P01AA100	1,300 u	Saco 40 Kg chamota 5 a 10 mm	9,910	12,88
	P17XF020	1,000 u	Batería 4 válv.mariposa D=75 mm	786,820	786,82
		3,000 %	Costes indirectos	3587,110	107,61
			<b>Precio total por u</b>		<b>3694,72</b>
1.7.	0200G	u	<b>Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.</b>		
	O01OB170	0,600 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	11,97
	O01OB195	0,600 h	Ayudante fontanero	17,920	10,75
	P26L005	1,000 u	Filtro incl.malla de acero D=3"	371,620	371,62
		3,000 %	Costes indirectos	394,340	11,83
			<b>Precio total por u</b>		<b>406,17</b>
1.8.	0200I	u	<b>Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.</b>		
	O01OB170	1,250 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	24,94
	O01OB180	1,250 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	22,71
	P26VV164	1,000 u	Ventosa/purgador autom.DN=150 mm	1488,240	1488,24
		3,000 %	Costes indirectos	1535,890	46,08
			<b>Precio total por u</b>		<b>1581,97</b>
1.9.	0200J	u	<b>Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.</b>		
	O01OB200	1,500 h	Oficial 1ª electricista	19,150	28,73
	O01OB220	1,500 h	Ayudante electricista	17,920	26,88
	P26SP095	1,000 u	Prog.elect.intemperie c/transf. 12estac.	360,390	360,39
		3,000 %	Costes indirectos	416,000	12,48
			<b>Precio total por u</b>		<b>428,48</b>

N°	Código	Ud	Descripción		Total	
<b>2. Instalación de riego</b>						
2.1. Instalación de riego enterrada						
2.1.1. Movimiento de tierras						
2.1.1.1.	020101A	m3	<b>Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>			
	O01OA070	0,130 h	Peón ordinario	16,800	2,18	
	M05RN020	0,200 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	30,050	6,01	
		3,000 %	Costes indirectos	8,190	0,25	
<b>Precio total por m3</b>					<b>8,44</b>	
2.1.1.2.	020101B	m3	<b>Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.</b>			
	O01OA070	1,300 h	Peón ordinario	16,800	21,84	
	M08RI010	0,750 h	Pisón vibrante 70 kg.	3,200	2,40	
	P01DW050	1,000 m3	Agua	1,270	1,27	
		3,000 %	Costes indirectos	25,510	0,77	
<b>Precio total por m3</b>					<b>26,28</b>	
2.1.2. Tuberías y accesorios						
2.1.3.	020102A	m	<b>Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.</b>			
	O01OB180	0,042 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	0,76	
	O01OB195	0,042 h	Ayudante fontanero	17,920	0,75	
	P26TVP220	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=50mm	2,400	2,40	
	P02CVW020	0,004 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,05	
	P02CVW030	0,008 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,14	
		3,000 %	Costes indirectos	4,100	0,12	
<b>Precio total por m</b>					<b>4,22</b>	
2.1.4.	020102B	m	<b>Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.</b>			
	O01OB180	0,050 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	0,91	

	O01OB195	0,050 h	Ayudante fontanero	17,920	0,90
	P26TVP130	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=75mm	3,440	3,44
	P02CVW020	0,009 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,12
	P02CVW030	0,018 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,32
		3,000 %	Costes indirectos	5,690	0,17
			<b>Precio total por m</b>		<b>5,86</b>
2.1.5.	020102C	m	<b>Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.</b>		
	O01OB180	0,060 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,09
	O01OB195	0,060 h	Ayudante fontanero	17,920	1,08
	P26TVP135	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=90mm	4,870	4,87
	P02CVW020	0,013 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,17
	P02CVW030	0,025 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,45
		3,000 %	Costes indirectos	7,660	0,23
			<b>Precio total por m</b>		<b>7,89</b>
2.1.6.	020102D	m	<b>Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.</b>		
	O01OB180	0,065 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,18
	O01OB195	0,065 h	Ayudante fontanero	17,920	1,16
	P02CVW020	0,019 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,26
	P02CVW030	0,038 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,68
	P26TVP240A	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=110	10,320	10,32
		3,000 %	Costes indirectos	13,600	0,41
			<b>Precio total por m</b>		<b>14,01</b>
2.1.7.	020102E	m	<b>Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.</b>		
	O01OB195	0,065 h	Ayudante fontanero	17,920	1,16
	P02CVW020	0,019 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,26
	P02CVW030	0,038 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,68
	O01OB180	0,065 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,18

	P26TVP240e	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140	12,640	12,64
		3,000 %	Costes indirectos	15,920	0,48
			<b>Precio total por m</b>		<b>16,40</b>
2.1.8.	020102F	m	<b>Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.</b>		
	O01OB195	0,065 h	Ayudante fontanero	17,920	1,16
	P02CVW020	0,019 l	Limpiador tubos PVC	13,460	0,26
	P02CVW030	0,038 kg	Adhesivo tubos PVC junta pegada	17,830	0,68
	O01OB180	0,065 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	1,18
	O01OB180i	1,000 m	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=160	14,920	14,92
		3,000 %	Costes indirectos	18,200	0,55
			<b>Precio total por m</b>		<b>18,75</b>
2.1.9.	020102G	u	<b>Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.</b>		
	O01OB170	0,125 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	2,49
	O01OB200	0,020 h	Oficial 1ª electricista	19,150	0,38
	O01OB195	0,125 h	Ayudante fontanero	17,920	2,24
	P26SV085b	1,000 u	Electrov. PVC reguladora caudal 3 1/2"	68,050	68,05
		3,000 %	Costes indirectos	73,160	2,19
			<b>Precio total por u</b>		<b>75,35</b>
2.1.10.	020102H	m	<b>Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm2, aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.</b>		
	O01OB200	0,045 h	Oficial 1ª electricista	19,150	0,86
	O01OB220	0,065 h	Ayudante electricista	17,920	1,16
	P26SL062	1,000 m	Línea eléctrica p/electrovál. 7x1,5mm2	1,980	1,98
	P26SL060	11,000 u	Conector 3 cables 1,5 mm2	1,420	15,62
		3,000 %	Costes indirectos	19,620	0,59
			<b>Precio total por m</b>		<b>20,21</b>
2.1.11.	020102I	u	<b>Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.</b>		
	O01OB170	0,350 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	6,98

	O01OB180	0,350 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	18,170	6,36
	P26VR131	1,000 u	Válv.regul pres.c/manóm. D=1"	123,350	123,35
		3,000 %	Costes indirectos	136,690	4,10
			<b>Precio total por u</b>		<b>140,79</b>
2.1.12.	020102J	u	<b>Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.</b>		
	O01OA070	0,200 h	Peón ordinario	16,800	3,36
	P26QA010	1,000 u	Arqueta rect.plást. 1 válv.c/tapa	12,020	12,02
		3,000 %	Costes indirectos	15,380	0,46
			<b>Precio total por u</b>		<b>15,84</b>
			2.2. Instalación de riego superficial		
2.2.1.	0202A	m	<b>Instalación de ramales portagoteros, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.</b>		
	O01OB170	0,010 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	0,20
	P26TPB006	1,000 m	Tub.polietileno BD PE40 PN4 DN=16mm	0,200	0,20
		3,000 %	Costes indirectos	0,400	0,01
			<b>Precio total por m</b>		<b>0,41</b>
2.2.2.	0202B	u	<b>Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/perforación manual de la línea para su instalación.</b>		
	O01OB170	0,005 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	19,950	0,10
	P26RG010	1,000 u	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	0,180	0,18
		3,000 %	Costes indirectos	0,280	0,01
			<b>Precio total por u</b>		<b>0,29</b>
<b>Nº</b>	<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>		<b>Total</b>
			<b>3. Plantación</b>		
			3.1. Actuaciones previas		
3.1.1.	0301A	ha	<b>Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol ecológico de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.</b>		
	O01OB285	2,000 h	Peón ordinario agroforestal	11,150	22,30
	M10PT060	2,000 h	Tractor agrícola de 140 CV	32,540	65,08

	M07AC010	2,000 h	Remolque estercolador	3,670	7,34
	P28DA040	81,000 t	Estiércol vacuno	10,910	883,71
		3,000 %	Costes indirectos	978,430	29,35
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>1007,78</b>
3.1.2.	0301B	ha	<b>Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.</b>		
	M10PT060	3,000 h	Tractor agrícola de 140 CV	32,540	97,62
	M10PW020	3,000 h	Arado de desfonde monosurco	3,860	11,58
	O01OB285	3,000 h	Peón ordinario agroforestal	11,150	33,45
		3,000 %	Costes indirectos	142,650	4,28
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>146,93</b>
3.1.3.	0301C	ha	<b>Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K2O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrífuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.</b>		
	O01OB286	0,065 h	Peón especializado agroforestal	17,630	1,15
	M10PT040	0,260 h	Tractor agrícola 140 CV	20,070	5,22
	M10AN010	0,260 h	Abonadora centrífuga 1000 L	15,050	3,91
	P28DF015	543,000 kg	Sulfato potásico 50% K2O	1,500	814,50
		3,000 %	Costes indirectos	824,780	24,74
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>849,52</b>
3.1.4.	0301D	ha	<b>Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero.</b>		
	O01OA060	2,200 h	Peón especializado	16,640	36,61
	M10PT010	2,200 h	Tractor agrícola 140 CV c/ cultivador	36,420	80,12
		3,000 %	Costes indirectos	116,730	3,50
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>120,23</b>
3.1.5.	0301E	ha	<b>Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares.</b>		
	O01OC520	0,670 h	Topógrafo	35,100	23,52
		3,000 %	Costes indirectos	23,520	0,71
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>24,23</b>

## 3.2. Plantación

3.2.2.	0302B	u	<b>Planta de lavandín variedad "Súper". Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..</b>		
	P28EC105	1,000 u	Planta Lavandín Súper	1,200	1,20
		3,000 %	Costes indirectos	1,200	0,04
			<b>Precio total por u</b>		<b>1,24</b>
3.2.3.	0302C	ha	<b>Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 0,70 m, anchura entre líneas de arbustos de 1,8 m. i/ pp de remolque y tractor auxiliar.</b>		
	O01OA060	4,000 h	Peón especializado	16,640	66,56
	M10PT010b	4,000 h	Tractor agrícola 140 CV c/ arado plantador	36,420	145,68
		3,000 %	Costes indirectos	212,240	6,37
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>218,61</b>
3.2.4.	0302D	ha	<b>Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición</b>		
	O01OB285	4,000 h	Peón ordinario agroforestal	11,150	44,60
		3,000 %	Costes indirectos	44,600	1,34
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>45,94</b>
3.2.5.	0302E	ha	<b>Poda de plantación, rebajando los plantones a la misma altura.</b>		
	O01OB286	6,000 h	Peón especializado agroforestal	17,630	105,78
		3,000 %	Costes indirectos	105,780	3,17
			<b>Precio total por Ha</b>		<b>108,95</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
----	--------	----	-------------	-------

#### **4. Maquinaria y equipos**

4.1.	0600A	u	<b>Cosechadora de lavanda. Recolectora-picadora acoplada al tractor</b>		
	0600AA	1,000 ud	Recolectora-picadora	6500,000	6500,00
		3,000 %	Costes indirectos	6500,000	195,00
			<b>Precio total por u</b>		<b>6695,00</b>

## Anejo VIII. Estudio económico

## ÍNDICE DEL ANEJO VIII

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1. Conceptos previos.....	3
1.2. Criterios de rentabilidad.....	3
<b>2. Evaluación del proyecto.....</b>	<b>4</b>
2.1. Inversión.....	4
2.2. Amortizaciones.....	4
2.2.1. Amortización de la instalación de riego.....	5
2.2.2. Amortización del cabezal de riego.....	5
2.2.3. Amortización de la plantación.....	6
2.2.4. Amortización de la maquinaria.....	6
2.3. Subvención.....	6
2.4. Financiación.....	7
2.5. Pagos ordinarios de la explotación.....	7
2.6. Cobros ordinarios de la explotación.....	8
<b>3. Estudio de indicadores.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Estudio de sensibilidad.....</b>	<b>8</b>

## ÍNDICE DE TABLAS DEL ANEJO VIII

Tabla 1. Inversión - Pág. 4
Tabla 2. Amortización de la instalación de riego - Pág. 5
Tabla 3. Amortización del cabezal de riego - Pág. 5
Tabla 4. Amortización de la plantación - Pág. 6
Tabla 5. Amortización de la maquinaria - Pág. 6
Tabla 6. Financiación - Pág. 7
Tabla 7. Pagos - Pág. 7
Tabla 8. Cobros - Pág. 8
Tabla 9. Indicadores - Pág. 8
Tabla 10. Indicadores tras el estudio de sensibilidad - Pág. 8

## 1. Introducción

El objetivo del presente anejo es estudiar la rentabilidad de la inversión y determinar el modo de financiación que resulte más eficiente de cara al desarrollo del proyecto. Este estudio económico proporcionará la suficiente información al promotor como para tomar la mejor decisión posible, en lo que a criterios económicos respecta.

En primer lugar, se determinarán los pagos y cobros durante el periodo sometido al estudio económico. De este modo, se calcularán los flujos de caja anuales para después, sobre ellos, calcular los índices de evaluación de la rentabilidad del proyecto.

### 1.1. Conceptos previos

A continuación, se detallan los factores que influirán en el análisis:

- Pago de la inversión: es la cantidad de unidades monetarias necesarias que tendrá que desembolsar el promotor para que el proyecto comience.

- Vida útil del proyecto: se considerará una vida útil de 10 años, a lo largo de los cuales el proyecto estará en funcionamiento.

- Flujos de caja: es la diferencia entre cobros y pagos, siendo los pagos los desembolsados anualmente como resultado de la actividad de la explotación y los cobros las entradas de dinero en la explotación.

- Tasa de actualización: se va a considerar como tasa de actualización un porcentaje del 2%.

### 1.2. Criterios de rentabilidad

Para realizar el estudio económico se aplican los siguientes métodos de evaluación:

- Valor Actual Neto (VAN): es la rentabilidad absoluta, tomando como referencia el año 0, o el momento de pago de la inversión. Cuando el VAN es positivo, la inversión comienza a ser rentable. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = -K + Ri \times \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right)$$

Siendo:

i: tipo de interés bancario

K: pago de la inversión

R: flujos de caja

n: vida útil del proyecto

- Tasa Interna de Retorno (TIR): es el tipo de interés que haría que el valor del VAN fuera nulo. Para que la inversión sea rentable, este valor deberá ser mayor que el tipo de interés de mercado.

- Plazo de recuperación (PR): representa el periodo de tiempo en el que los flujos de caja igualan o superan el de la inversión.

## 2. Evaluación del proyecto

### 2.1. Inversión

La totalidad de la inversión de este proyecto se hace en el año 0. Su importe se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Inversión.

INVERSIÓN		
1	CABEZAL DE RIEGO	12.573,63
2	INSTALACIÓN DE RIEGO	56.659,43
3	PLANTACIÓN	93.733,08
4	MAQUINARIA Y EQUIPOS	6695,00
5	SEGURIDAD Y SALUD	2266,00
	<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>171.927,14</b>
	13% GASTOS GENERALES	22.350,53
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	10.315,63
	<b>SUMA O PRESUPUESTO EJECUCIÓN CONTRATA SIN IVA</b>	<b>204.593,30</b>
	21% IVA	42.964,59
	<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN CONTRATA CON IVA</b>	<b>247.557,89</b>

El total de la inversión a considerar en los cálculos de los siguientes apartados asciende a 204.593,30€, porque el promotor es el propietario de una Sociedad Limitada.

### 2.2. Amortizaciones

Para el cálculo de las amortizaciones se aplicarán los coeficientes establecidos en la normativa vigente. Los activos amortizados son los siguientes:

## 2.2.1. Amortización de la instalación de riego

Tabla 2. Amortización de la instalación de riego.

PERIODO	P. AQUISI.	VALOR RESIDUAL	BASE AMORTIZA.	VIDA UTIL (AÑOS)	COEF AMORTI (%)	AMORT. ANUAL	AMORT. ACUMULADA	AMORT. PENDIENTE
1	67.424,72		67.424,72	30,00	3,33	2247,49	2247,49	65.177,23
2						2247,49	4494,98	62.929,74
3						2247,49	6742,47	60.682,25
4						2247,49	8989,96	58.434,76
5						2247,49	11.237,45	56.187,27
6						2247,49	13.484,94	53.939,78
7						2247,49	15.732,44	51.692,29
8						2247,49	17.979,93	49.444,80
9						2247,49	20.227,42	47.197,31
10						2247,49	22.474,91	44.949,81
11						2247,49	24.722,40	42.702,32
12						2247,49	26.969,89	40.454,83
13						2247,49	29.217,38	38.207,34
14						2247,49	31.464,87	35.959,85
15						2247,49	33.712,36	33.712,36
16						2247,49	35.959,85	31.464,87
17						2247,49	38.207,34	29.217,38
18						2247,49	40.454,83	26.969,89
19						2247,49	42.702,32	24.722,40
20						2247,49	44.949,81	22.474,91
21						2247,49	47.197,31	20.227,42
22						2247,49	49.444,80	17.979,93
23						2247,49	51.692,29	15.732,44
24						2247,49	53.939,78	13.484,94
25						2247,49	56.187,27	11.237,45
26						2247,49	58.434,76	8989,96
27						2247,49	60.682,25	6742,47
28						2247,49	62.929,74	4494,98
29						2247,49	65.177,23	2247,49
30						2247,49	67.424,72	0,00

## 2.2.2. Amortización del cabezal de riego

Tabla 3. Amortización del cabezal de riego.

PERIODO	P. AQUISI.	VALOR RESIDUAL	BASE AMORTIZA.	VIDA UTIL (AÑOS)	COEF AMORTI (%)	AMORT. ANUAL	AMORT. ACUMULADA	AMORT. PENDIENTE
1	14.962,62		14.962,62	30,00	3,33	498,75	498,75	14.463,87
2						498,75	997,51	13.965,11
3						498,75	1496,26	13.466,36
4						498,75	1995,02	12.967,60
5						498,75	2493,77	12.468,85
6						498,75	2992,52	11.970,10
7						498,75	3491,28	11.471,34
8						498,75	3990,03	10.972,59
9						498,75	4488,79	10.473,83
10						498,75	4987,54	9975,08
11						498,75	5486,29	9476,33
12						498,75	5985,05	8977,57
13						498,75	6483,80	8478,82
14						498,75	6982,56	7980,06
15						498,75	7481,31	7481,31
16						498,75	7980,06	6982,56
17						498,75	8478,82	6483,80
18						498,75	8977,57	5985,05
19						498,75	9476,33	5486,29
20						498,75	9975,08	4987,54
21						498,75	10.473,83	4488,79
22						498,75	10.972,59	3990,03
23						498,75	11.471,34	3491,28
24						498,75	11.970,10	2992,52
25						498,75	12.468,85	2493,77
26						498,75	12.967,60	1995,02
27						498,75	13.466,36	1496,26
28						498,75	13.965,11	997,51
29						498,75	14.463,87	498,75
30						498,75	14.962,62	0,00

## 2.2.3. Amortización de la plantación

Tabla 4. Amortización de la plantación.

PERIODO	P. AQUISI.	VALOR RESIDUAL	BASE AMORTIZA.	VIDA UTIL (AÑOS)	COEF AMORTI (%)	AMORT. ANUAL	AMORT. ACUMULADA	AMORT. PENDIENTE
1	111.542,37		111.542,37	10,00	10,00	11.154,24	11.154,24	100.388,13
2						11.154,24	22.308,47	89.233,89
3						11.154,24	33.462,71	78.079,66
4						11.154,24	44.616,95	66.925,42
5						11.154,24	55.771,18	55.771,18
6						11.154,24	66.925,42	44.616,95
7						11.154,24	78.079,66	33.462,71
8						11.154,24	89.233,89	22.308,47
9						11.154,24	100.388,13	11.154,24
10						11.154,24	111.542,37	0,00

## 2.2.4. Amortización de la maquinaria

Tabla 5. Amortización de la maquinaria.

PERIODO	P. AQUISI.	VALOR RESIDUAL	BASE AMORTIZA.	VIDA UTIL (AÑOS)	COEF AMORTI (%)	AMORT. ANUAL	AMORT. ACUMULADA	AMORT. PENDIENTE
1	7967,05		7967,05	25,00	4,00	318,68	318,68	7648,37
2						318,68	637,36	7329,69
3						318,68	956,05	7011,00
4						318,68	1274,73	6692,32
5						318,68	1593,41	6373,64
6						318,68	1912,09	6054,96
7						318,68	2230,77	5736,28
8						318,68	2549,46	5417,59
9						318,68	2868,14	5098,91
10						318,68	3186,82	4780,23
11						318,68	3505,50	4461,55
12						318,68	3824,18	4142,87
13						318,68	4142,87	3824,18
14						318,68	4461,55	3505,50
15						318,68	4780,23	3186,82
16						318,68	5098,91	2868,14
17						318,68	5417,59	2549,46
18						318,68	5736,28	2230,77
19						318,68	6054,96	1912,09
20						318,68	6373,64	1593,41
21						318,68	6692,32	1274,73
22						318,68	7011,00	956,05
23						318,68	7329,69	637,36
24						318,68	7648,37	318,68
25						318,68	7967,05	0,00

## 2.3. Subvención

Se concede al promotor una ayuda con el propósito de mejorar la biodiversidad y a la cual pueden acogerse aquellos titulares de parcelas de lavanda, lavandín y/o salvia, por una cuantía de 155 €/ha en el caso de lavanda y lavandín y de 125€ para la salvia. Los beneficiarios deberán cumplir con los siguientes compromisos:

- Prohibido el uso de tratamientos insecticidas durante el compromiso.
- Recolectar entre el 10 y el 50% de la superficie comprometida.

El importe total de la subvención teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto es de 10 años, es de 12.400,00€.

## 2.4. Financiación

Se pide un préstamo de 163.674,64€ a 10 años. Esta cifra corresponde al 80% de la inversión y tiene un tipo de interés del 1%. El préstamo se pagará en cuotas anuales.

Tabla 6. Financiación.

PERIODOS	CUOTA AMORTIZACIÓN	CUOTA INTERÉS	ANUALIDAD	PRÉSTAMO AMORTIZADO	PRÉSTAMO PENDIENTE
0					163.674,64
1	<b>16.367,46</b>	1636,75	18.004,21	16.367,46	147.307,17
2	<b>16.367,46</b>	1473,07	17.840,54	32.734,93	130.939,71
3	<b>16.367,46</b>	1309,40	17.676,86	49.102,39	114.572,25
4	<b>16.367,46</b>	1145,72	17.513,19	65.469,85	98.204,78
5	<b>16.367,46</b>	982,05	17.349,51	81.837,32	81.837,32
6	<b>16.367,46</b>	818,37	17.185,84	98.204,78	65.469,85
7	<b>16.367,46</b>	654,70	17.022,16	114.572,25	49.102,39
8	<b>16.367,46</b>	491,02	16.858,49	130.939,71	32.734,93
9	<b>16.367,46</b>	327,35	16.694,81	147.307,17	16.367,46
10	<b>16.367,46</b>	163,67	16.531,14	163.674,64	0,00

## 2.5. Pagos ordinarios de la explotación

Tabla 7. Pagos.

PAGOS							
PERIODO	GASTOS FINANCIEROS	MANO DE OBRA Y SERV. PROFESIONALES	REPARACIONES, MANTENIMIENTO Y REPUESTOS	SUMINISTROS PARA LAS LABORES	CANON DE RIEGO	TRIBUTOS	TOTAL
1	-1636,75	-600,00	-1500,00	-200,00	-160,00	-320,00	<b>-4416,75</b>
2	-1473,07	-612,00	-1530,00	-204,00	-163,20	-320,00	<b>-4302,27</b>
3	-1309,40	-624,24	-1560,60	-208,08	-166,46	-320,00	<b>-4188,78</b>
4	-1145,72	-636,72	-1591,81	-212,24	-169,79	-320,00	<b>-4076,29</b>
5	-982,05	-649,46	-1623,65	-216,49	-173,19	-320,00	<b>-3964,83</b>
6	-818,37	-662,45	-1656,12	-220,82	-176,65	-320,00	<b>-3854,41</b>
7	-654,70	-675,70	-1689,24	-225,23	-180,19	-320,00	<b>-3745,06</b>
8	-491,02	-689,21	-1723,03	-229,74	-183,79	-320,00	<b>-3636,79</b>
9	-327,35	-703,00	-1757,49	-234,33	-187,47	-320,00	<b>-3529,63</b>
10	-163,67	-1869,06	-1792,64	-239,02	-191,21	-320,00	<b>-4575,60</b>

La mano de obra y los servicios profesionales se han estimado teniendo en cuenta que el promotor, que paga una cuota a la Seguridad Social de 300€ mensuales, dedica el 10% de su jornada a labores en la finca objeto de proyecto. Es decir, supondría un coste de 30€ al mes o lo que es lo mismo, 360€ al año. Los servicios profesionales se requerirán en época de cosecha. Será un trabajador por cuenta ajena quien haga las labores. En total, estará 16 horas trabajando en la explotación y facturará a la sociedad un importe de 15€/hora. Esto hace un total de 240€, que sumados a los 360€ del promotor, hacen que el gasto anual ascienda a 600€.

En el año 10 se arrancará la plantación y se recogerán los ramales de riego, por lo que se ha considerado un gasto mayor. A los 600€ anuales que incluyen el factor de actualización del 2%, se han sumado 1.152€. Este importe se ha calculado teniendo en cuenta que harán falta a mayores 4 trabajadores por cuenta ajena y que estos cobrarán 12€/hora. Trabajarán en la explotación un total de 96 horas.

No se ha añadido un gasto adicional por el transporte de la cosecha porque la empresa a la que se le venderá el lavandín será quien se encargue de la recogida y el transporte y el gasto está contemplado en el precio de compra.

Se estiman unos gastos anuales de 1.500€ en reparaciones, revisiones, mantenimiento y repuestos para la plantación y los equipos.

En cuanto al coste de los suministros para las labores de cultivo, se ha considerado un gasto anual de gasoil de 250 litros, que a un precio medio de 0,74€/litro, da un total de 185€ al año. El consumo en lubricante es de un 1% en base a la cantidad de gasoil, es decir, se consumen 2,5 litros de aceite. El precio medio del aceite es de 6€/litro, por lo tanto, el importe del

gasto en este suministro es de 15€/año. Si sumamos los 185€ del gasoil y los 15€ de aceite, obtenemos la cifra de 200€/año.

## 2.6. Cobros ordinarios de la explotación

Tabla 8. Cobros.

PERIODO	INGRESOS					INGRESO TOTAL
	CANTIDAD PRODUCIDA (LITROS DE DESTILADO)	PRECIO UNITARIO (LITRO)	IMPORTE TOTAL VENTA	SUBVENCIÓN	INGRESO TOTAL	
1	240,00	30,00	7200,00	1240,00	8440,00	8440,00
2	800,00	30,60	24.480,00	1240,00	25.720,00	25.720,00
3	800,00	31,21	24.969,60	1240,00	26.209,60	26.209,60
4	880,00	31,84	28.015,89	1240,00	29.255,89	29.255,89
5	880,00	32,47	28.576,21	1240,00	29.816,21	29.816,21
6	880,00	33,12	29.147,73	1240,00	30.387,73	30.387,73
7	880,00	33,78	29.730,69	1240,00	30.970,69	30.970,69
8	880,00	34,46	30.325,30	1240,00	31.565,30	31.565,30
9	800,00	35,15	28.119,83	1240,00	29.359,83	29.359,83
10	800,00	35,85	28.682,22	1240,00	29.922,22	29.922,22

## 3. Estudio de indicadores

El proyecto es viable, rentable y la inversión se recupera antes de los siete años y medio.

Tabla 9. Indicadores.

<b>V.A.N.</b>	43.741,26 €	Viable
<b>T.I.R.</b>	7,28 %	Rentable
<b>V.A.E.</b>	4.618,29 €	
<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN</b>	9,26 años	

## 4. Estudio de sensibilidad

Se ha realizado un pequeño estudio de sensibilidad. Este ha consistido en aumentar el porcentaje de los intereses del préstamo a un 2% y en eliminar la subvención. Los indicadores adquieren los siguientes valores:

Tabla 10. Indicadores tras el estudio de sensibilidad.

<b>V.A.N.</b>	28.414,27 €	Viable
<b>T.I.R.</b>	4,62 %	Rentable
<b>V.A.E.</b>	3.000,04 €	
<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN</b>	9,51 años	

Anejo IX. Estudio básico de seguridad y salud

## ÍNDICE DEL ANEJO IX

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Riesgos específicos en el sector agropecuario.....</b>	<b>3</b>
2.1. Maquinaria agrícola.....	3
2.2. Incendios.....	3
2.3. Productos fitosanitarios y abonos.....	3
2.3.1. Productos fitosanitarios.....	3
2.3.2. Abonos.....	4
2.3.3. Medidas preventivas.....	4
2.3.4. Medidas en caso de intoxicación.....	4
2.4. Riesgos derivados de las condiciones climáticas.....	4
2.4.1. Medidas preventivas.....	5
2.5. Manipulación de cargas.....	5
2.5.1. Medidas preventivas.....	5
<b>3. Técnicas de primeros auxilios.....</b>	<b>5</b>

## 1. Introducción

En el sector agrícola español, a cierre del anterior ejercicio, ha habido más de un millón de afiliados a la Seguridad Social que con tareas muy diversas, se han visto afectados por una gran cantidad de riesgos laborales. Tanto es así, que la agricultura es uno de los sectores que más riesgos ha entrañado, ocupando la cuarta posición por detrás del sector servicios, industria y construcción.

## 2. Riesgos específicos en el sector agropecuario

### 2.1. Maquinaria agrícola

El tractor es la máquina agrícola más frecuentemente implicada en los accidentes producidos en el sector.

El vuelco del tractor constituye el riesgo más importante por la gravedad de sus lesiones, ya que la principal causa de accidentes graves y mortales deriva del manejo de estos vehículos, entre las medidas de protección se encuentran los pórticos o cabinas de seguridad homologados, regulado legalmente y obligatoriamente en dependencia de las características del vehículo.

Los remolques se ven implicados frecuentemente en accidentes por golpes, atrapamientos, caídas, accidentes de tráfico y vuelco.

### 2.2. Incendios

Las causas de incendio más frecuentes durante el desarrollo de labores agrícolas se derivan de la combinación de derrames de combustión y chispas, de ahí la conveniencia de llevar un extintor, por la acumulación de materias altamente combustibles tales como sustancias químicas, pesticidas, etc. que conllevan el riesgo de explosión o incendios. A la hora de llevar un extintor hay que seguir los siguientes pasos:

#### Extintores de polvo

- En primer lugar, quitar el seguro.
- Accionar la palanca hacia abajo.
- Apretar el mando de la pistola orientando el chorro de polvo hacia la base de las llamas.

#### Extintores de CO<sub>2</sub>

- En primer lugar, quitar el seguro
- Sujetar con una mano el mango aislante mientras que con la otra se aprieta la palanca hacia arriba, orientando el chorro hacia la base de las llamas.

### 2.3. Productos fitosanitarios y abonos

#### 2.3.1. Productos fitosanitarios

En producción ecológica, se prohíbe la utilización de productos fitosanitarios de síntesis química. No se utilizará ningún tipo de fitosanitario, tampoco los autorizados.

### 2.3.2. Abonos

Son las sustancias de origen natural utilizadas en agricultura para mejorar la calidad del suelo y el crecimiento de los vegetales. Los fertilizantes que vamos a utilizar se pueden clasificar como orgánicos.

Entre los efectos adversos para la salud más frecuentes se encuentran:

- Quemaduras en la piel y mucosas.
- Asfixia por aspiración de dióxido de carbono proveniente del estiércol.
- Infecciones por presencia de agentes bióticos.
- Mareos y dolor de cabeza por dióxido de carbono, gas metano, etc.

### 2.3.3. Medidas preventivas

Las medidas preventivas en el manejo de productos fitosanitarios y abonos orgánicos incluyen el uso de medios de protección para el cuerpo, las manos, los pies, las vías respiratorias y los ojos. Además, es conveniente observar las siguientes medidas preventivas:

- Trabajar acompañado siempre que sea posible.
- Leer adecuadamente el etiquetado del producto, previamente a la aplicación.
- Evitar la realización de los abonados al aire libre con condiciones climatológicas extremas, viento y lluvia.
- No fumar, comer o beber en las zonas en las que se realice el abonado.
- No reutilizar ropa usada sin haberla lavado con anterioridad.
- Señalizar las zonas tratadas y respetar el periodo determinado por el fabricante antes de entrar, como mínimo 24 horas.
- Obtención del carné de manipulación de fitosanitarios, el cual es obligatorio para aquellos trabajadores que pudieran utilizar dichas sustancias, que no será nuestro caso.

### 2.3.4. Medidas en caso de intoxicación

- Evitar la absorción del tóxico: quitar la ropa y lavar con abundante agua fría, sin frotar.
- Neutralizar el tóxico, solo si el trabajador está consciente.
- Se puede administrar: agua, carbón activado o albúmina si el producto es ácido.
- No se deben administrar: leches, aceites y alcohol.

## 2.4. Riesgos derivados de las condiciones climáticas

Los efectos para la salud por el estrés térmico y la exposición a la luz solar, pueden ir desde el simple agotamiento hasta calambres y quemaduras. La exposición continuada a la radiación solar sin la adecuada protección, puede incluso provocar cánceres de piel.

### 2.4.1. Medidas preventivas

- Evitar, en la medida de lo posible, trabajar en las horas centrales del día, que son las horas más calurosas.
- Realizar pausas frecuentes en lugares frescos, sombreados y aireados.
- Cubrirse la cabeza si se está al sol.
- Ingerir líquidos de manera frecuente.
- Utilizar la ropa adecuada según la meteorología.
- Rotación de puestos y tareas.

### 2.5. Manipulación de cargas

A pesar de la creciente mecanización de las labores agrícolas, la manipulación y el transporte manual de cargas es una actividad frecuente en el sector agrario.

La manipulación manual de cargas viene regulada por el Real Decreto 485/1997 del 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgo, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Los daños se producen por distintos motivos, entre otros: ciclos de trabajo repetitivos, mantenimiento de posturas forzadas, tiempos de descanso insuficientes, trabajos con herramientas que vibran, coger cargas demasiado pesadas, etc.

Entre otros, los daños más frecuentes son:

- Fatiga muscular: disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado.
- Tendinitis: inflamación de los tendones. La consecuencia de la misma es un fuerte dolor continuado en la zona afectada.
- Síndrome del túnel carpiano: es originalmente una tendinitis producida por estar años haciendo el mismo movimiento.
- Alteraciones de la columna vertebral: fundamentalmente de la zona lumbar, dando lugar a lumbalgias o dolor en la zona lumbar de la espalda, pizamientos, hernias císcales, etc.

#### 2.5.1. Medidas preventivas

- Mantener el ritmo de trabajo adecuado y hacer pausas.
- Mantener las posturas de trabajo adecuadas.
- Evitar el manejo de cargas pesadas o en su defecto, realizarlas entre dos personas.
- Mecanización y automatización de los procesos, siempre que sea posible.
- Antes de levantar las cargas, acercarlas lo máximo posible al cuerpo.

## 3. Técnicas de primeros auxilios

Frecuentemente, los trabajadores del sector agropecuario realizan sus actividades laborales al aire libre y en ocasiones lejos de los centros de asistencia sanitaria. Esta situación confiere una gran importancia a los conocimientos sobre primeros auxilios.

El objetivo de cualquier técnica de primeros auxilios es:

- Preservar la vida de las personas.
- Limitar el empeoramiento del trastorno.
- Promover la recuperación.

En caso de emergencia:

- Se valorará la situación.
- Se observará con calma, pero con rapidez lo que sucede.
- Se identificarán los posibles peligros para uno mismo y para el accidentado.
- Se evitara riesgos.

Habría que asegurar la zona:

- Para proteger al herido si sigue existiendo peligro, apagando interruptores eléctricos, maquinaria, etc.
- En caso de que haya varios heridos, se valorará la situación y se establecerán prioridades.
- En primer lugar se realizará la llamada a los servicios de emergencia previstos.
- Se atenderán en primer lugar los cuadros de mayor gravedad, como por ejemplo, las paradas respiratorias y las hemorragias graves.
- Los heridos menos graves deberían ser alejados para facilitar el acceso a los más graves.

La valoración del accidente incluye:


- Comprobar el estado de conciencia del accidentado.
- Ante un accidentado inconsciente siempre debe pensarse que puede existir riesgo de una lesión medular y por lo tanto no se deberá mover la cabeza de éste y se mantendrá alineado el eje cabeza-tronco.
- Comprobar que la vía respiratoria está abierta.
- Comprobar la existencia de latido cardiaco.
- Comprobar que existe respiración espontánea.

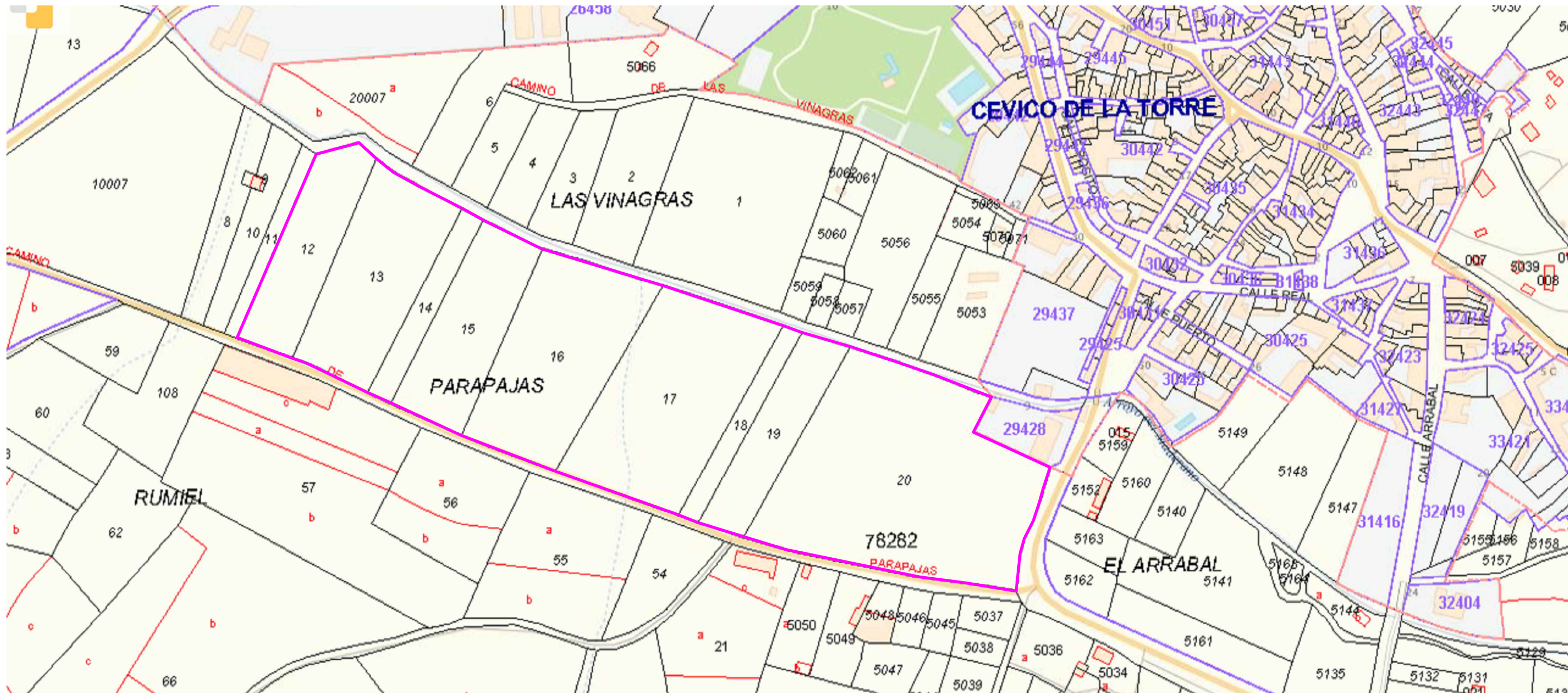
Documento 2. Planos


## ÍNDICE DEL DOCUMENTO 2

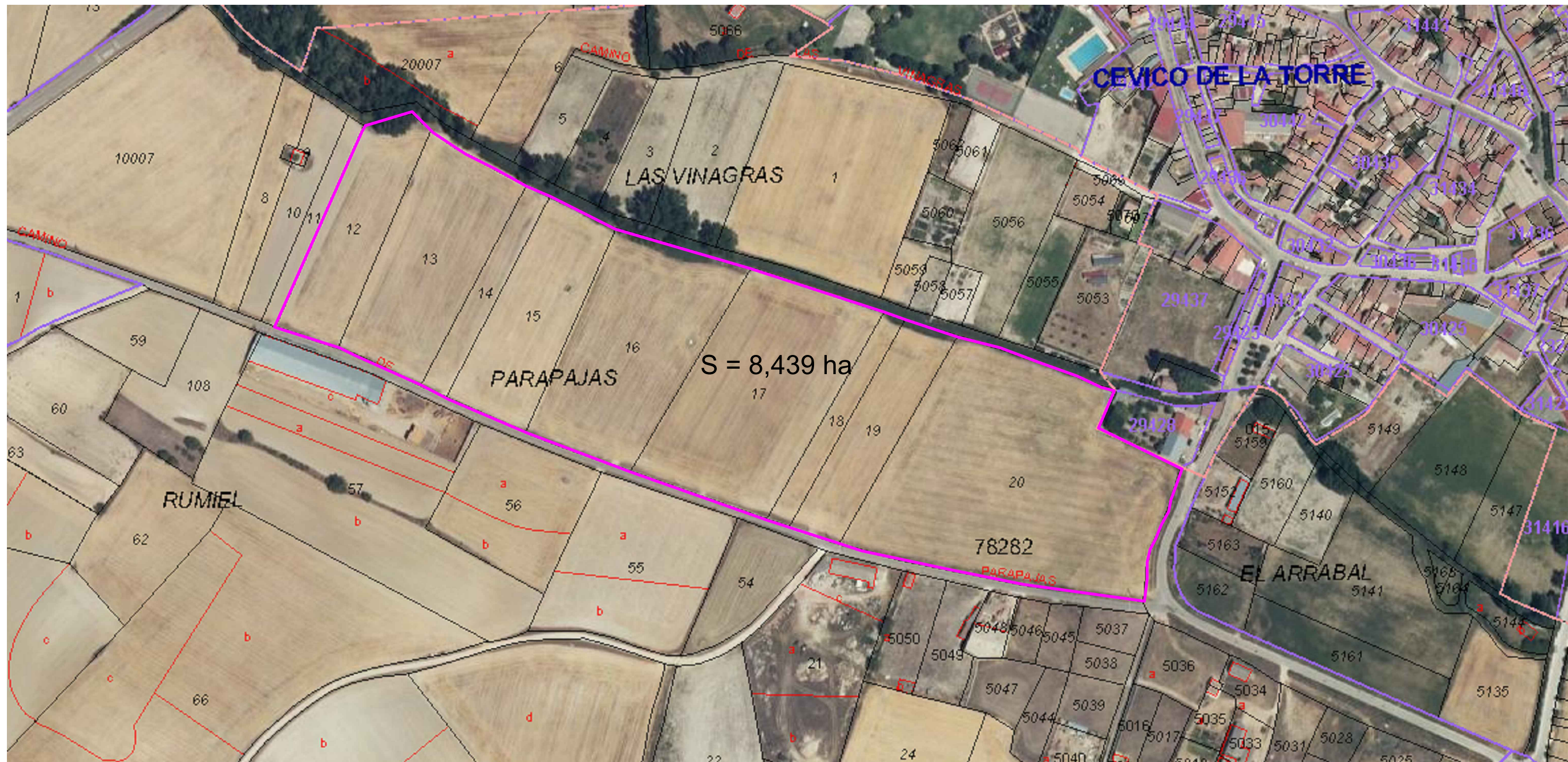
- 1. Localización**
- 2. Emplazamiento**
- 3. Situación actual**
- 4. Diseño de la plantación**
- 5. Diseño del riego**
- 6. Cabezal de riego**




	PROYECTO: <b>PLANTACIÓN DE LAVANDÍN ECOLÓGICO</b>		
	UBICACIÓN: <b>CEVICO DE LA TORRE (PALENCIA)</b>		
PLANO: <b>LOCALIZACIÓN</b>			Nº <b>1</b>
FECHA: <b>23-07-2020</b>	ESCALA: <b>1:2000</b>	ACOTADO EN: <b>m</b>	FIRMA: <b>IRENE LÓPEZ PÉREZ</b>
PROMOTOR: <b>IRENE LÓPEZ PÉREZ</b>			
TÉCNICO: <b>ESTHER PÉREZ ALEJOS</b>			

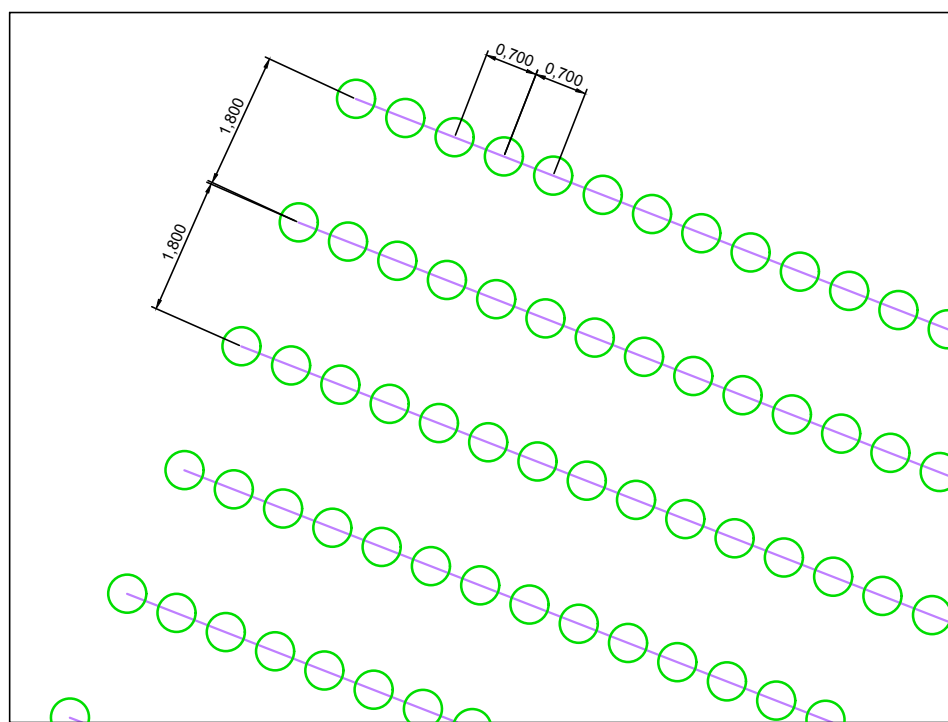


	PROYECTO: <b>PLANTACIÓN DE LAVANDÍN ECOLÓGICO</b>		
	UBICACIÓN: <b>CEVICO DE LA TORRE (PALENCIA)</b>		
PLANO: <b>EMPLAZAMIENTO</b>			Nº <b>2</b>
FECHA: <b>23-07-2020</b>	ESCALA: <b>1:5000</b>	ACOTADO EN: <b>m</b>	
PROMOTOR: <b>IRENE LÓPEZ PÉREZ</b>			FIRMA:
TÉCNICO: <b>ESTHER PÉREZ ALEJOS</b>			




	PROYECTO: <b>PLANTACIÓN DE LAVANDÍN ECOLÓGICO</b>		
	UBICACIÓN: <b>CEVICO DE LA TORRE (PALENCIA)</b>		
PLANO: <b>SITUACIÓN ACTUAL</b>			Nº <b>3</b>
FECHA: <b>23-07-2020</b>	ESCALA: <b>1:2000</b>	ACOTADO EN: <b>m</b>	
PROMOTOR: <b>IRENE LÓPEZ PÉREZ</b>			FIRMA:
TÉCNICO: <b>ESTHER PÉREZ ALEJOS</b>			

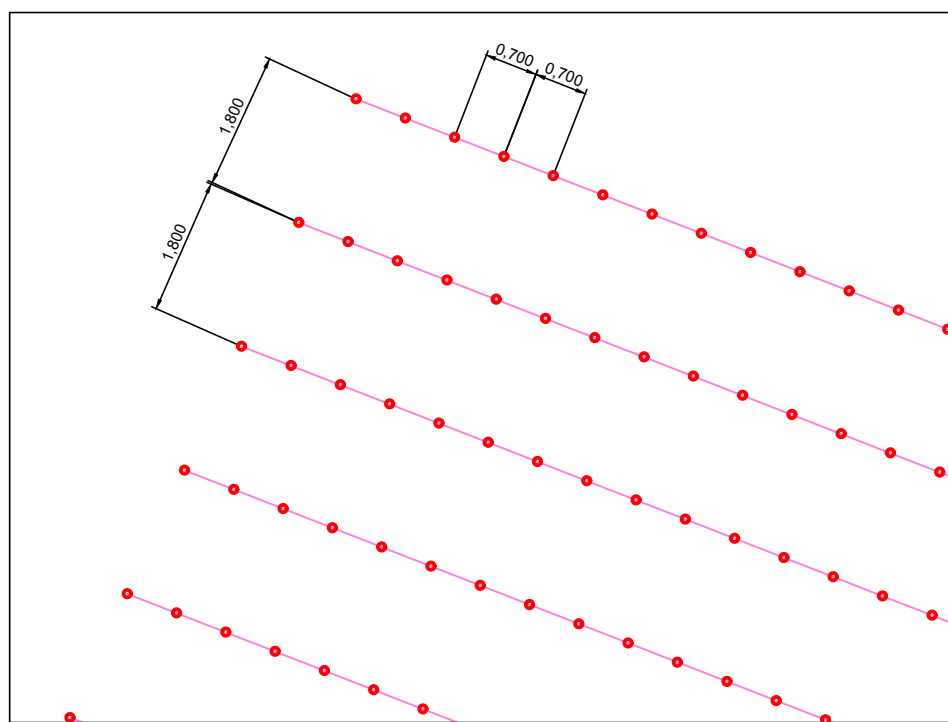
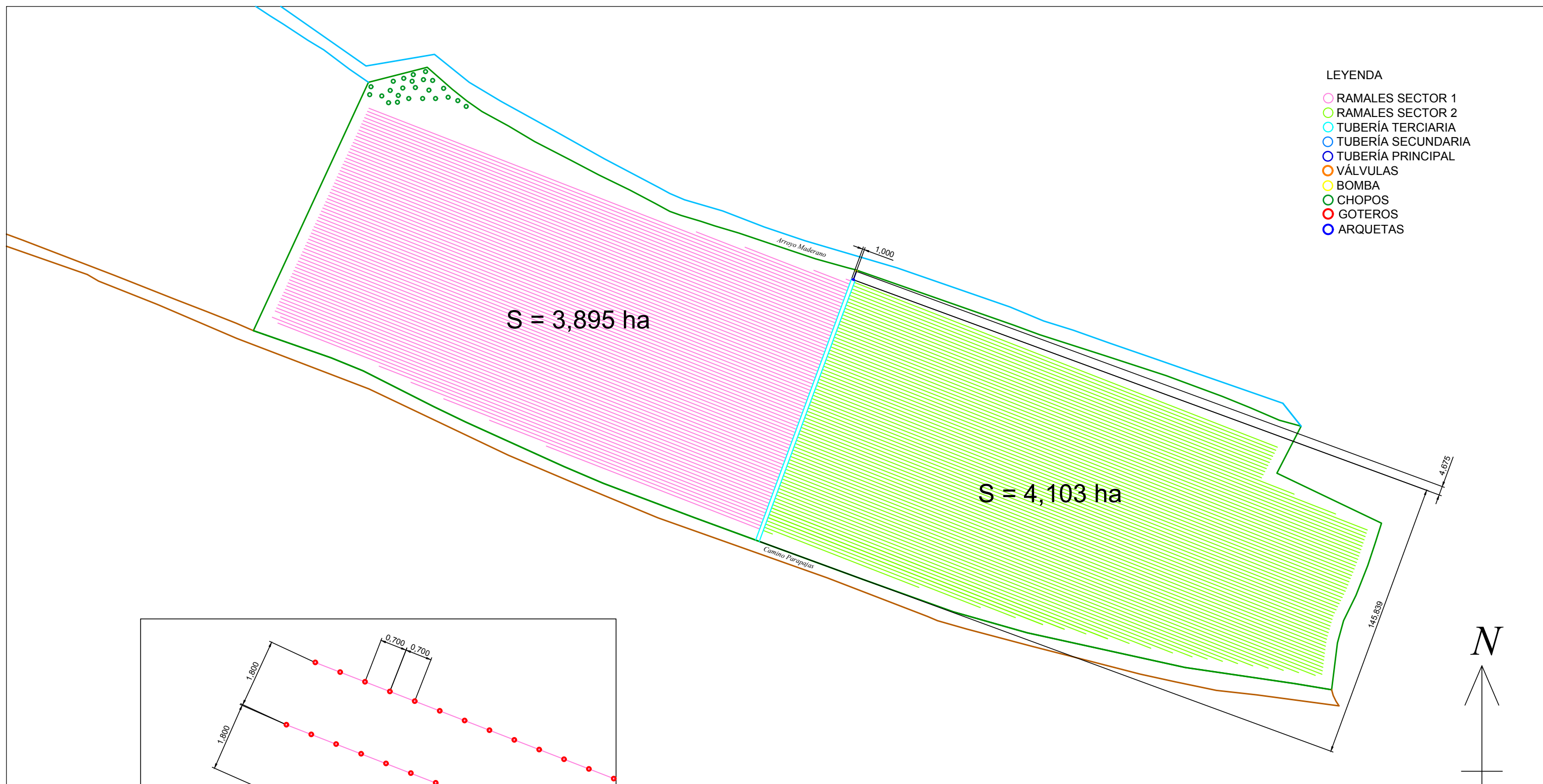
- LEYENDA
- PLANTAS LAVANDÍN
  - CHOPOS




Detalle a escala 1:100

	PROYECTO: <b>PLANTACIÓN DE LAVANDÍN ECOLÓGICO</b>		
	UBICACIÓN: <b>CEVICO DE LA TORRE (PALENCIA)</b>		
PLANO: <b>DISEÑO DE LA PLANTACIÓN</b>			Nº <b>4</b>
FECHA: <b>23-07-2020</b>	ESCALA: <b>1:2000</b>	ACOTADO EN: <b>m</b>	
PROMOTOR: <b>IRENE LÓPEZ PÉREZ</b>			FIRMA:
TÉCNICO: <b>ESTHER PÉREZ ALEJOS</b>			

- LEYENDA
- RAMALES SECTOR 1
  - RAMALES SECTOR 2
  - TUBERÍA TERCIARIA
  - TUBERÍA SECUNDARIA
  - TUBERÍA PRINCIPAL
  - VÁLVULAS
  - BOMBA
  - CHOPOS
  - GOTEROS
  - ARQUETAS

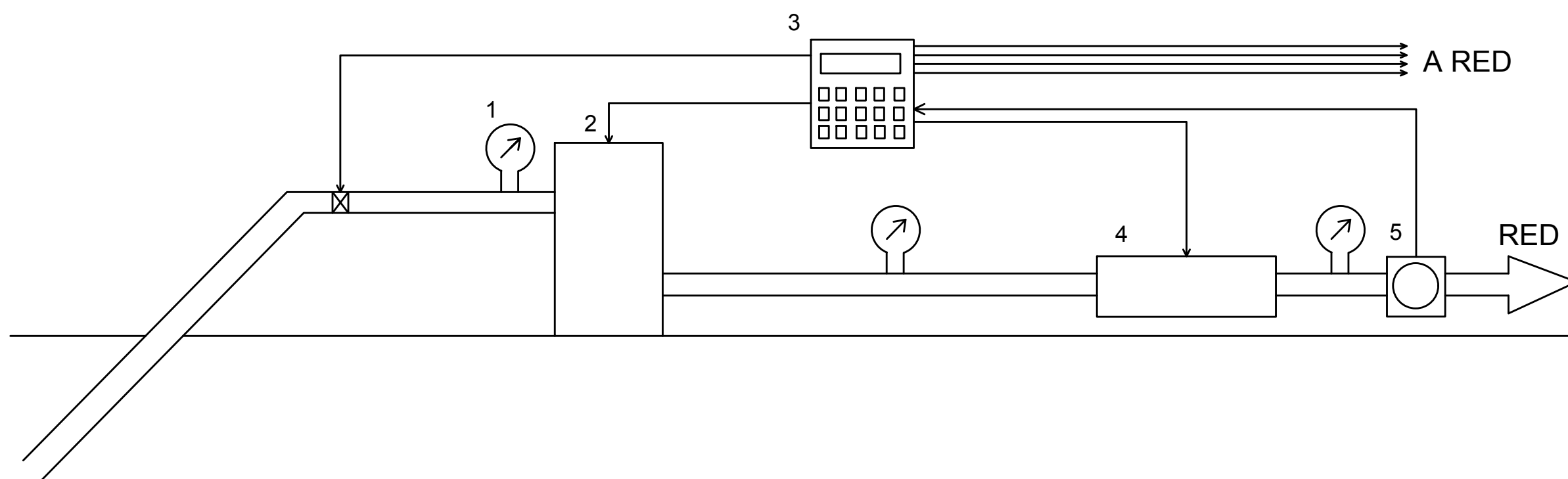



Detalle a escala 1:100

	PROYECTO: PLANTACIÓN DE LAVANDÍN ECOLÓGICO		
	UBICACIÓN: CEVICO DE LA TORRE (PALENCIA)		
PLANO: DISEÑO DEL RIEGO			Nº 5
FECHA: 23-07-2020	ESCALA: 1:2000	ACOTADO EN: m	
PROMOTOR: IRENE LÓPEZ PÉREZ			FIRMA:
TÉCNICO: ESTHER PÉREZ ALEJOS			

LEYENDA

- 1. MANÓMETRO
- 2. FILTRO DE ARENA
- 3. PROGRAMADOR
- 4. FILTRO DE MALLA
- 5. VÁLVULA VOLUMÉTRICA



	PROYECTO: PLANTACIÓN DE LAVANDÍN ECOLÓGICO		Nº  6
	UBICACIÓN: CEVICO DE LA TORRE (PALENCIA)		
PLANO: CABEZAL DE RIEGO		ESCALA: 1:30	FIRMA:  
FECHA: 23-07-2020	ACOTADO EN: m		
PROMOTOR: IRENE LÓPEZ PÉREZ			FIRMA:  
TÉCNICO: ESTHER PÉREZ ALEJOS			

## Documento 3. Pliego de condiciones

## ÍNDICE DEL DOCUMENTO 3

### Capítulo I: Disposiciones generales

- Artículo 1. Objeto de este Pliego
- Artículo 2. Obras del presente proyecto
- Artículo 3. Obras accesorias no especificadas en el Pliego
- Artículo 4. Documentos que definen las obras
- Artículo 5. Compatibilidad entre documentos
- Artículo 6. Directo de la obra
- Artículo 7. Disposiciones a tener en cuenta

### Capítulo II: Condiciones de índole técnica

#### Apartado I. Plantación y cultivo

- Artículo 8. Replanteo
- Artículo 9. Material vegetal
- Artículo 10. Recepción de plantas
- Artículo 11. Fertilizantes
- Artículo 12. Fitosanitarios
- Artículo 13. Maquinaria de la explotación

#### Apartado II. Operarios de la explotación

- Artículo 14. Operarios en la explotación
- Artículo 15. Obligaciones del tractorista
- Artículo 16. Condiciones de seguridad de los operarios de la explotación
- Artículo 17. Variaciones en los precios o jornales

#### Apartado III. Operaciones de cultivo

- Artículo 18. Realización de las labores del cultivo

#### Apartado IV. El encargado agrícola

- Artículo 19. Competencias del encargado de la explotación
- Artículo 20. Cometido del encargado de la explotación
- Artículo 21. Instrucciones del encargado de la explotación
- Artículo 22. Documento de las instrucciones del encargado de la explotación

#### Apartado V. Medición, Valoración, Liquidación y Abono de las labores

- Artículo 23. Mediciones
- Artículo 24. Valoración de las labores
- Artículo 25. Abono de las labores
- Artículo 26. Legislación

#### Apartado VI. Instalación del riego

- Artículo 27. Tuberías de PVC
- Artículo 28. Tuberías de PEBD
- Artículo 29. Acoples y Juntas
- Artículo 30. Piezas de conexión
- Artículo 31. Válvulas
- Artículo 32. Goteros
- Artículo 33. Instalación de las tuberías
- Artículo 34. Cabezal de Riego
- Artículo 35. Puesta a punto de la instalación
- Artículo 36. Uniformidad del riego
- Artículo 37. Comprobación de la instalación

### **Capítulo III. Condiciones de índole facultativa**

#### Apartado VII. Obligaciones y derechos del contratista

- Artículo 38. Remisión de solicitud de ofertas
- Artículo 39. Residencia del contratista
- Artículo 40. Reclamaciones contra las órdenes de dirección
- Artículo 41. Despido por insubordinación, incapacidad o mala fé
- Artículo 42. Copia de los documentos

#### Apartado VIII. Trabajos, Materiales y Medios auxiliares

- Artículo 43. Libro de órdenes
- Artículo 44. Comienzo de las obras y plazo de ejecución
- Artículo 45. Condiciones generales de ejecución de los trabajos
- Artículo 46. Trabajos defectuosos
- Artículo 47. Obras y vicios ocultos
- Artículo 48. Medios auxiliares
- Artículo 49. Materiales no utilizables o defectuosos

#### Apartado IX. Recepción y Liquidación

- Artículo 50. Recepciones provisionales
- Artículo 51. Plazo de garantía
- Artículo 52. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente
- Artículo 53. Recepción definitiva
- Artículo 54. Liquidación final
- Artículo 55. Liquidación en caso de rescisión

#### Apartado X. Facultades de la dirección de la obra

- Artículo 56. Facultades de Dirección

### **Capítulo IV. Condiciones de índole económica**

#### Apartado XI. Base fundamental

Artículo 57. Base fundamental

#### Apartado XII. Garantía de cumplimiento y fianzas

Artículo 58. Garantías

Artículo 59. Fianzas

Artículo 60. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Artículo 61. Devolución de la fianza

#### Apartado XII. Precios y Revisiones

Artículo 62. Precios contradictorios

Artículo 63. Reclamaciones de aumento de precios

Artículo 64. Revisión de precios

Artículo 65. Elementos comprendidos en el presupuesto

#### Apartado XIV. Valoración y Abono de los trabajos

Artículo 66. Valoración de la obra

Artículo 67. Mediciones parciales y finales

Artículo 68. Equivocaciones en el presupuesto

Artículo 69. Valoraciones de obras incompletas

Artículo 70. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Artículo 71. Pagos

Artículo 72. Suspensión por retraso de pagos

Artículo 73. Indemnización por retraso de los trabajos

Artículo 74. Indemnización por daños de causa mayor al Contratista

#### Apartado XV. Varios

Artículo 75. Mejoras de las obras

Artículo 76. Seguros de los trabajos

### **Capítulo V. Condiciones de índole legal**

Artículo 77. Jurisdicción

Artículo 78. Accidentes de trabajo y daños a terceros

Artículo 79. Pago de arbitrios

Artículo 80. Causas de la rescisión del contrato

## Capítulo I: Disposiciones generales

### Artículo 1. Objeto de este Pliego

El presente Pliego de condiciones constituye un conjunto de instrucciones que servirán como base para regular la puesta en marcha del Plan Productivo y de la ejecución de las obras o labores.

Serán especificadas las características y las condiciones de los materiales a emplear, los ensayos a realizar, se fijarán las normas necesarias para la elaboración, medición y abono de las diferentes unidades de obra, en unión de las disposiciones vigentes que con carácter general y particular rijan en el momento de ejecución de las obras.

### Artículo 2. Obras del presente proyecto

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego todas aquellas obras que por sus características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que se lleva a cabo la ejecución de los trabajos correspondientes.

Las obras accesorias se irán construyendo a medida que se hagan necesarias. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos particulares que se redacten al respecto. En aquellos otros casos en lo que no exista un proyecto para dichas obras, se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

### Artículo 3. Obras accesorias no especificadas en el Pliego

Si en el transcurso de los trabajos se hiciera necesario ejecutar cualquier clase de obra o instalación que no se encuentre descrita en el presente Pliego de condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba el Ingeniero Director de Obra y en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuáles serán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

### Artículo 4. Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Serán documentos contractuales los Planos, el Pliego de Condiciones, los Cuadros de Precios y el Presupuesto Total y Parcial, que se incluirán en el presente proyecto. Los datos incluidos en la memoria y los anejos así como la justificación de precios, tendrán un carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo que se haya proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica de la Obra para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno documento modificado.

#### Artículo 5. Compatibilidad entre documentos

En caso de contradicción entre los planos y el pliego de condiciones, prevalecerá lo prescrito en éste último. Lo mencionado en los planos y omitido en el pliego o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera en ambos documentos.

#### Artículo 6. Directo de la obra

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo Superior, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con la máxima eficacia posible.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de inicio de la obra.

#### Artículo 7. Disposiciones a tener en cuenta

- Ley de Contratos del Estado aprobada por el Decreto 923/1965 de 8 de Abril, modificada por el Real Decreto Legislativo 931/1986 de 2 de Mayo.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 2528/1986 de 28 de Noviembre.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.T.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Resolución general de instrucciones para la construcción de 31 de Octubre de 1996.
- Órdenes del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente sobre productos fertilizantes y afines.
- Normativa de la Confederación Hidrográfica del Duero para la disposición de aguas.
- Disposiciones emitidas por los entes autonómicos.
- Disposiciones y normas estatales y provinciales sobre legislación medioambiental.
- REGLAMENTO (UE) 2018/848 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.o 834/2007 del Consejo.

## Capítulo II: Condiciones de índole técnica

### Apartado I. Plantación y Cultivo

#### Artículo 8. Replanteo

Antes de dar comienzo las obras, será objeto del Ingeniero Director de la Obra con ayuda del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o representante, llevar a cabo el replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará un acta de comprobación de replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo con arreglo a las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

#### Artículo 9. Material vegetal

El material seleccionado deberá regirse por la normativa de producción ecológica del Reglamento (CE) no 834/2007.

#### Artículo 10. Recepción de plantas

Los alvéolos pertenecerán a la especie y variedad indicadas en la memoria, reuniendo las condiciones así requeridas para la plantación en cuestión.

Estarán totalmente sanas en lo respectivo a plagas y enfermedades y deberán estar perfectamente constituidas, no presentando fisiopatía alguna.

Deberán presentar un diámetro adecuado, estar en perfecto estado fisiológico para su plantación y tener suficiente sistema radicular para sujetarse al suelo ofrecido. La consideración final será responsabilidad del Ingeniero Director de la Obra el cual comprobará el estado de las plantas a comprar antes de la adquisición.

Se tomarán muestras aleatoriamente de los envíos realizados y en caso de rechazarse alguna planta, debería ser reemplazada por el proveedor.

El tiempo transcurrido desde la recepción de las plantas hasta su plantación será nulo en la práctica, realizándose la traída de las plantas en tantos días como dure la labor.

El viverista deberá reponer todas las marras que se produzcan por causas que le sean imputables, sustituir todas las plantas que no coincidan con la variedad deseada en el pedido, debiendo tener un 100% de pureza varietal no aceptándose ninguna tolerancia al respecto. A su vez deberá proporcionar las plantas en el período de tiempo convenido y sin existir retrasos en la entrega que pudieran llegar a perjudicar el normal desarrollo del cultivo.

### Artículo 11. Fertilizantes

Los fertilizantes utilizados en la explotación deberán ajustarse a los requisitos del Anejo I del Reglamento (CE) no 834/2007 sobre la producción agrícola ecológica.

Todos los abonos que se adquieran deberán incorporar información acerca de del tanto por ciento de riqueza de cada elemento en su envase.

En las etiquetas en los envases ha de constar: la clase de abono en su denominación, el peso neto, la riqueza mínima de cada uno de los elementos fertilizantes o factores útiles que contenga, así como la dirección del fabricante o comerciante que los manipule.

### Artículo 12. Fitosanitarios

Si se utilizaran en algún momento, los productos fitosanitarios que se apliquen en la explotación, deberán estar sujetos a las normas establecidas en el Reglamento (CE) no 834/2007 de la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimentarios.

Asimismo, los productos fitosanitarios deberán presentarse debidamente envasados y etiquetados. Los envases a su vez deberán reunir las características adecuadas para conservar en las mejores condiciones la calidad de cada uno de los productos.

En el envase, etiqueta o precinto, o bien en un acta aparte, irán consignados, el número de registro del producto, nombre del fabricante, su composición química, pureza y demás características del producto.

### Artículo 13. Maquinaria de la explotación

Las características de la maquinaria serán esencialmente las señaladas en este proyecto. Si por circunstancias comerciales no fueran exactamente éstas, quedaría autorizado el Director de la explotación para introducir las variaciones convenientes, siempre que éstas se ajusten lo máximo posible a las primeras.

Por su parte, las piezas que lo exijan, deberán mantenerse adecuadamente engrasadas. Durante el tiempo que estén sin empleo, tanto la maquinaria como aquellas piezas o aperos que lo requieran, deberán ser puestas a cubierto del polvo y la humedad.

### Apartado II. Operarios de la explotación

#### Artículo 14. Operarios en la explotación

El tractorista, siempre y cuando no sea el mismo encargado y trabajador de la finca el que realice este papel, tendrá a su cargo el manejo y cuidado de la maquinaria, y deberá dar cuenta de los desperfectos o irregularidades que se produzcan en la máquina.

Los operarios trabajarán en condiciones de máxima seguridad en cuanto al uso de la maquinaria se refiere.

El encargado de llevar la explotación o trabajador principal deberá instruirse en el manejo del cultivo. Para ello el presente proyecto aporta información bastante amplia referente a la agronomía de e ingeniería del lavandín.

#### Artículo 15. Obligaciones del tractorista

El tractorista estará encargado del manejo y del mantenimiento de la maquinaria. Igualmente, deberá dar cuenta de cuantos desperfectos e irregularidades se produzcan en la misma.

#### Artículo 16. Condiciones de seguridad de los operarios de la explotación

Se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes procedentes del Ministerio de Trabajo, en materia laboral y muy especialmente las referidas a la higiene y la seguridad en el trabajo.

#### Artículo 17. Variaciones en los precios o jornales

Las variaciones en los precios de los jornales deberán ser comunicadas por los empleados de la explotación con la antelación suficiente según el caso.

#### Apartado III. Operaciones de cultivo

#### Artículo 18. Realización de las labores del cultivo

Las labores de preparación del terreno, abonado, plantación, operaciones culturales, tratamientos fitosanitarios, cosecha, etc., se realizarán de acuerdo a las normas establecidas en la Memoria y los Anejos a la misma del presente Proyecto.

#### Apartado IV. El encargado agrícola

#### Artículo 19. Competencias del encargado de la explotación

El encargado de la explotación está habilitado para introducir las variaciones que estime convenientes, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación.

#### Artículo 20. Cometido del encargado de la explotación

El encargado de la finca tendrá como misión la vigilancia del personal no técnico que trabaje en la misma, así como el guiado mediante órdenes adecuadas en aras de que todas las operaciones se lleven a cabo correctamente. Será labor del encargado de la finca la contratación de personal eventual, la organización del mismo y el consecuente reparto de tareas, así como el abonado de sus jornales.

#### Artículo 21. Instrucciones del encargado de la explotación

El encargado dispondrá de una copia de las labores, jornales, etc., que se insertan en el presente proyecto, así como de las condiciones expuestas en el Pliego de Condiciones. El propietario deberá ofrecer toda la información al encargado de la explotación.

#### Artículo 22. Documento de las instrucciones del encargado de la explotación

Una vez puestas en conocimiento del encargado estas condiciones y verificado el oportuno reconocimiento, se podrán elevar estas condiciones a Documento, el cual será firmado por el propietario y el encargado de la finca. El encargado será el responsable de las faltas cometidas por el incumplimiento de las presentes condiciones.

#### Apartado V. Medición, valoración, liquidación y abono de las labores

##### Artículo 23. Mediciones

Será misión del encargado llevar a cabo la medición de las labores del cultivo al final de cada jornada. Anotará estas mediciones y la labor realizada en el libro correspondiente.

##### Artículo 24. Valoración de las labores

Las labores agrícolas se valorarán con arreglo a los jornales vigentes en la localidad para cada clase de obrero y tipo de trabajo.

##### Artículo 25. Abono de las labores

Los jornales serán proporcionados los sábados de cada semana por el encargado de la explotación. Las labores eventuales realizadas entre semana se abonarán al día siguiente de su ejecución y finalización.

##### Artículo 26. Legislación

En materia laboral se cumplirán todas las disposiciones legales vigentes procedentes del Ministerio de Trabajo.

#### Apartado VI. Instalación del riego

##### Artículo 27. Tuberías de PVC

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensas de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para el funcionamiento continuo. Se asegurará que la empresa constructora lleva a cabo el control de calidad oportuno de forma seria y satisfactoria.

Tendrán el diámetro nominal que se indica en los planos y se deberán desechar aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

#### Artículo 28. Tuberías de PEBD

Su fabricación deberá estar de acuerdo con la norma UNE -EN 13244-2:2004 ERRATUM. El Contratista deberá presentar al Director de obra aquellos documentos del fabricante que acrediten las características del material.

#### Artículo 29. Acoples y Juntas

Se preferirán aquellos sistemas en los que el acoplamiento sea del mismo material que las tuberías empleadas. Se deberá comprobar la estanqueidad de los acoples y las juntas.

Así mismo, se deberá hacer especial hincapié en la calidad de las colas empleadas en las uniones de este tipo.

#### Artículo 30. Piezas de conexión

El Ingeniero Director podrá utilizar, a su criterio, piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera oportuno.

Como conexión fija en la explotación se considera el hidrante central, que será el encargado de abastecer las tuberías principales.

#### Artículo 31. Válvulas

Las válvulas, así como todos sus elementos, deberán ser de construcción simple y robusta, y fáciles de montar y usar. El cierre de las mismas deberá ser progresivo para evitar posibles golpes de ariete.

#### Artículo 32. Goteros

Los goteros presentarán las características que se han detallado en el Anejo Sistema de Riego.

#### Artículo 33. Instalación de las tuberías

Las tuberías principales de PVC irán soterradas a 0,70 metros de profundidad en zanjas de 0,40 metros de anchura. Deberán ser montadas por personal especializado, prestando especial atención a la coincidencia exacta con el hidrante, en base al replanteo.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera se cubrirán con una ligera capa de tierra hasta la realización de la prueba hidráulica de la instalación, y en la segunda se complementará el relleno evitando que se generen huecos en las proximidades de las piezas.

#### Artículo 34. Cabezal de riego

Se compondrá de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del Proyecto, concretamente en el Anejo Instalación de Riego. Los elementos del cabezal se dispondrán de la forma determinada próximos a la zona del hidrante.

Una vez instalado por completo el cabezal, se comprobará el correcto funcionamiento de cada uno de sus elementos.

Así mismo, la empresa suministradora se comprometerá a solucionar las posibles averías en menos de 48 horas.

#### Artículo 35. Puesta a punto de la instalación

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías dejando correr el agua.

Todos los años, antes de iniciar la temporada de riego, se procederá al limpiado de las tuberías principales. Para ello se dejará correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías alimentadoras, empleando un producto detergente que sea corrosivo para las tuberías.

#### Artículo 36. Uniformidad del riego

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad del riego para lo que recogerá un mínimo de 10 caudales de riego procedentes de 10 ramales representativos.

#### Artículo 37. Comprobación de la instalación

Una vez colocada la instalación y realizadas las pruebas y comprobaciones pertinentes, se procederá a la observación del funcionamiento global de la instalación.

Así mismo, se comprobará la inexistencia de cavitación en las tuberías y se asegurará el adecuado funcionamiento del programador del riego.

### **Capítulo III. Condiciones de índole facultativa**

#### Apartado VII. Obligaciones y derechos del contratista

#### Artículo 38. Remisión de solicitud de ofertas

Por parte de la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas en el sector para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, o en un extracto del mismo con los datos suficientes.

En caso de que el ofertante lo considere, deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para la resolución de la instalación.

El plazo máximo de tiempo para la recepción de ofertas no superará en ningún caso el mes.

#### Artículo 39. Residencia del contratista

Desde que se marca el inicio de las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberán residir en un punto próximo al de ejecución de los

trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que durante su ausencia, le ha de representar en todas y cada una de sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en su ausencia, serán válidas las notificaciones depositadas en la residencia designada como oficial, de la Contrata en los documentos del Proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

#### Artículo 40. Reclamaciones contra las órdenes de dirección

Las reclamaciones que el Contratista desee hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de origen económico y están de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de Condiciones.

Contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al I. Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### Artículo 41. Despido por insubordinación, incapacidad o mala fé

Por falta en el cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o de sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la correcta marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligaciones de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

#### Artículo 42. Copia de los documentos

El Contratista tendrá derecho a efectuar copias a su costa de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de ser contratadas las obras.

#### Apartado VIII. Trabajos, materiales y medios auxiliares

#### Artículo 43. Libro de órdenes

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director precise dar a lo largo del transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio para el contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

#### Artículo 44. Comienzo de las obras y plazo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, al menos 24 horas antes de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 8 del presente Pliego de Condiciones.

El Adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días hábiles desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Desde su inicio, las obras se concluirán siempre en un plazo inferior a un año. El contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto en la Reglamentación de Trabajo se contempla.

#### Artículo 45. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

El Contrista deberá emplear los materiales y la mano de obra que cumplan con las condiciones exigidas en "Condiciones generales de índole técnica" del Pliego de Condiciones, realizando todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo a lo especificado en dicho documento.

Por lo tanto, hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pudieran existir, como consecuencia de su mala ejecución o la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que esto pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

#### Artículo 46. Trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando al Ingeniero Director o su representante en la obra advirtieran vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo a lo establecido en el artículo 44 previamente redactado.

#### Artículo 47. Obras y vicios ocultos

Si el Ingeniero Director tuviera fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos en la construcción de las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier momento y siempre antes de la recepción definitiva, las demoliciones que estime oportunas para reconocer los trabajos que considere defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrían a cargo del propietario.

#### Artículo 48. Medios auxiliares

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del contratista aquellos elementos como los andamios, las cimbras, máquinas y demás medios auxiliares requeridos para la debida marcha de los trabajos de la obra, no cabiendo por lo tanto el propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del contratista aquellos medios auxiliares de protección y señalización de la obra, así como todos los necesarios para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo a la legislación vigente.

#### Artículo 49. Materiales no utilizables o defectuosos

No se procederá al empleo y a la colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositado al efecto del contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Aquellos gastos generados por los análisis, ensayos, pruebas, etc., antes indicados, serán a cargo del contratista.

Cuando los aparatos o materiales no fueran de la calidad requerida, el Ingeniero Director dará orden al contratista para que los reemplace por los adecuados.

#### Apartado IX. Recepción y Liquidación

##### Artículo 50. Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Contratista o en su defecto su representante, y el Ingeniero Director de la obra.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, el cual se considera de 3 meses.

En caso de que las obras no se encuentren en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo

para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, en aras de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviera conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y otra se le hará llegar al Contratista.

#### Artículo 51. Plazo de garantía

Desde que la fecha de recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

#### Artículo 52. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que la obra no haya sido ocupada por el Propietario, procederá a disponer de todo lo que precise para su buena conservación, abonándose todo aquello por parte de la contrata.

Al abandonar el Contratista la obra, ya sea por rescisión del contrato o por finalización de la misma, está obligado a dejarla desocupada y limpia en el plazo de tiempo que fije el Ingeniero Director.

Tras la recepción provisional de la obra y en caso de que la recepción de la obra corra a cargo del Contratista, no deberá haber en ella más herramientas que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuera necesario realizar.

En cualquier caso, ocupada o no la obra, el Contratista está obligado a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado. El Contratista se obliga a contratar a su costa un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo a las órdenes recibidas por parte de la Dirección Facultativa.

#### Artículo 53. Recepción definitiva

Una vez finalizado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, retrasándose en caso contrario la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la obra, y dentro del plazo marcado, las obras queden de la manera que se establece en el presente Pliego.

Si en el nuevo reconocimiento resultase que el contratista no hubiera cumplido, se declarará rescindida la contrata con la consecuente pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente la concesión de un nuevo plazo.

#### Artículo 54. Liquidación final

Terminadas las obras se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios.

De ninguna manera tendrá el Contratista derecho a formular reclamaciones por aumento de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad Propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

#### Artículo 55. Liquidación en caso de rescisión

En este caso la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio que se redactará de acuerdo con ambas partes.

Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de rescisión.

#### Apartado X. Facultades de la dirección de la obra

#### Artículo 56. Facultades de Dirección

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, explicadas en artículos anteriores, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en la obra se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos, y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto en el Pliego de Condiciones, sobre las personas y objetos situados en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anexas que se llevan a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, y si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

### **Capítulo IV. Condiciones de índole económica**

#### Apartado XI. Base fundamental

#### Artículo 57. Base fundamental

Se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre y cuando estos se hayan llevado a cabo con arreglo y sujeción al Proyecto.

#### Apartado XII. Garantía de cumplimiento y fianzas

#### Artículo 58. Garantías

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las características requeridas para el exacto cumplimiento del contrato.

En caso de ser pedidas dichas referencias, el Contratista deberá presentarlas previa firma del contrato.

#### Artículo 59. Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, en aras de que responda con el cumplimiento de la contrata, una fianza de hasta un 10% del total representado por las obras adjudicadas.

#### Artículo 60. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negara a realizar por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonándose su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a las que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

#### Artículo 61. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo máximo de 8 días una vez se haya firmado el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado por medio de certificado del Alcalde del Ministro Municipal en cuyo término se haya emplazado la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

#### Apartado XII. Precios y Revisiones

#### Artículo 62. Precios contradictorios

Si ocurriese un caso por virtud del cual fuese necesario un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y valorarlo de la siguiente manera:

El Adjudicatario formulará por escrito bajo su firma, el precio que a su juicio, deberá aplicarse a la nueva unidad.

Será labor de la Dirección Técnica estudiar el que deba utilizarse. Si ambas son coincidentes, se formulará por parte de la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, de igual manera que si cualquier diferencia o error fuesen salvados por simple exposición o convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por mera discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la solución que estime conveniente, la cual podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que si por algún motivo ya se hubiera comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Director y a cumplir a satisfacción de éste.

#### Artículo 63. Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar un aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

A su vez, tampoco se admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato; sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar en el plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

#### Artículo 64. Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes; se admite la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios del mercado.

Por lo tanto, en aquellos casos de revisión al alza, el Contratista podrá solicitar al Propietario explicaciones acerca de cualquier variación del precio que repercuta en el aumento de los contratos. Ambas partes deberán convenir el nuevo precio unitario previamente al inicio de las obras o de la continuación de las mismas.

Si el Propietario o el Ingeniero Director, en representación del primero, no estuviera de acuerdo con los nuevos precios que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y este la obligación de aceptarlos, precios inferiores a los expuestos por el Contratista, en cuyo caso, se tendrán en cuenta los precios de los materiales adquiridos por este último en base a las especificaciones del propietario.

Cuando entre los documentos aprobados por ambas partes figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al que previamente explicado referente a los precios al alza.

#### Artículo 65. Elementos comprendidos en el presupuesto

Al fijar el precio de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de material accesorio. Es decir, aquellos medios auxiliares y pagos requeridos por cualquier concepto, que hayan sido necesarios para la ejecución completa de las diferentes actividades que integran la obra.

No se abonarán al Contratista dichos elementos auxiliares puesto que entran dentro de sus obligaciones.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente finalizada y en disposición de recibirse.

#### Apartado XIV. Valoración y Abono de los trabajos

##### Artículo 66. Valoración de la obra

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto. La valoración deberá obtenerse aplicando las correspondientes unidades de obra, al precio que estuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a ese importe el de los tantos por cientos que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

##### Artículo 67. Mediciones parciales y finales

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, la cual será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras en presencia del Contratista.

En el acta que se extienda, debe haberse certificado la medición en los documentos que la acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal.

En caso de no existir conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

##### Artículo 68. Equivocaciones en el presupuesto

Se supone que el Contratista ha llevado a cabo un detenido estudio de los documentos que integran el Proyecto y que por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna que afecte a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene un mayor número de unidades de obra de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

##### Artículo 69. Valoraciones de obras incompletas

Cuando por consecuencia de recesión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que pueda pretenderse hacer una valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

##### Artículo 70. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones, la aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La propiedad se reserva en todo momento el derecho a comprobar que el Contratista ha cumplido con los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el Contratista los comprobantes que le sean exigidos.

#### Artículo 71. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las certificaciones de obra expendidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### Artículo 72. Suspensión por retraso de pagos

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

#### Artículo 73. Indemnización por retraso de los trabajos

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

#### Artículo 74. Indemnización por daños de causa mayor al Contratista

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdida, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor.

Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales únicamente los casos que a continuación se indican:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimiento del terreno donde estén sujetadas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.
- Las indemnizaciones se referirán únicamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

#### Apartado XV. Varios

#### Artículo 75. Mejoras de las obras

No se admitirán mejoras de las obras más que en el caso de que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

#### Artículo 76. Seguros de los trabajos

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure la ejecución de la misma y hasta su recepción definitiva. La cuantía del seguro deberá coincidir en todo momento con el valor que tengan, por contrata, los trabajos asegurados. El importe abonado por la entidad aseguradora en caso de siniestro, se ingresará a nombre del Propietario, para que se abone la obra conforme se va desarrollando.

El reintegro de dicha cantidad de dinero al Contratista se efectuará mediante certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la ejecución de la parte siniestrada; siendo la infracción de lo anteriormente expuesto motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos generados, materiales, etc., así como una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la entidad aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro en cuestión, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros los establecerá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### **Capítulo V. Condiciones de índole legal**

#### Artículo 77. Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los diferentes documentos que componen el Proyecto.

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto en la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la vigilancia del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

#### Artículo 78. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo en todo caso el único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en las obras. Será por lo tanto de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

#### Artículo 79. Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la contrata siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director de Obra considere justo hacer.

#### Artículo 80. Causas de la rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato las que a continuación se especifican:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra económica del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos se ofrecieran a llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquel derecho a indemnización alguna.

Otras de las consideraciones que llevan a la rescisión del contrato, son las siguientes:

- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de la ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en un 40% como mínimo, de algunas unidades del proyecto modificadas.
- La modificación de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones en más o menos el 40 por 100, como mínimo, de las unidades del proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada en el plazo de 3 meses a contar a partir de la adjudicación, siendo en este caso automática la devolución de la fianza.
- La suspensión de la obra comenzada siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio a los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

En Valladolid, julio de 2020

Fdo.: Esther Pérez Alejos

Grado en Ingeniería Agrícola y Agroambiental

## Documento 4. Presupuesto

## ÍNDICE DEL DOCUMENTO 4

<b>1. Cuadro de precios N°1.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Cuadro de precios N°2.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Presupuestos parciales.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Presupuesto general y resumen de presupuestos.....</b>	<b>22</b>

**1. Cuadro de precios N°1**

N°	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
<b>1. Cabezal de riego</b>			
1.1.	m Tubería de PVC orientado de 315mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10cm por encima de la generatriz con la misma arena, medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	68,79	SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.2.	m Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltes para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm de diámetro interior y 100 cm de altura útil con patas de polipropileno montados en fábrica y con p.p. de medios auxiliares s/ CTE-H5=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005.	287,83	DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.3.	u Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactos, Pelé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T. i/ recibido, instalada.	4702,59	CUATRO MIL SETECIENTOS DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.4	m Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.	188,03	CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS CON TRES CÉNTIMOS
1.5.	u Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	555,93	QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.6.	u Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2, velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 25 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.	3694,72	TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.7.	u Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/ elementos de fijación, instalado.	406,17	CUATROCIENTOS SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS

1.8.	u Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1581,97	MIL QUINIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.9.	u Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.	428,48	SEISCIENTOS SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
<b>2. Instalación de riego</b>			
2.1. Instalación de riego enterrada			
2.1.1. Movimiento de tierras			
2.1.1.1.	m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	8,44	OCHO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.1.1.2.	m3 Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.	26,28	VEINTISEIS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
2.1.2. Tuberías y accesorios			
2.1.3.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	4,22	CUATRO EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
2.1.4.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	5,86	CINCO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
2.1.5.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	7,89	SIETE EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.1.6.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	14,01	CATORCE EUROS CON UN CÉNTIMO
2.1.7.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	16,40	DIECISEIS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS

2.1.8.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.	18,75	DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.1.9.	u Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.	75,35	SETENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.1.10.	m Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.	20,21	VEINTE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
2.1.11.	u Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.	140,79	CIENTO CUARENTA EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.1.12.	u Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.	15,84	QUINCE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>2.2. Instalación de riego superficial</b>			
2.2.1.	m Instalación de ramales portagoteros, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.	0,41	CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
2.2.2.	u Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/perforación manual de la línea para su instalación.	0,29	VEINTINUEVE CÉNTIMOS
<b>3. Plantación</b>			
<b>3.1. Actuaciones previas</b>			
3.1.1.	ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol ecológico de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.	1007,78	MIL SIETE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.1.2.	ha Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.	146,93	CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
3.1.3.	ha Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K <sub>2</sub> O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrífuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.	849,52	OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
3.1.4.	ha Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero.	120,23	CIENTO VEINTE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
3.1.5.	ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares.	24,23	VEINTICUATRO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
<b>3.2. Plantación</b>			

3.2.2.	u Planta de lavandín variedad "Súper". Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..	1,24	UN EURO CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
3.2.3.	ha Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 0,70 m, anchura entre líneas de arbustos de 1,8 m. i/pp de remolque y tractor auxiliar.	218,61	DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
3.2.4.	ha Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición	45,94	CUARENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
3.2.5.	ha Poda de plantación, rebajando los plantones a la misma altura.	108,95	CIENTO OCHO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>4. Maquinaria y equipos</b>			
4.1.	u Cosechadora de lavanda. Recolectora-picadora acoplada al tractor	6695,00	SEISMIL SEISCIENTOS NOVENTAICINCO EUROS
<b>5. Seguridad y salud</b>			
5.1.	u Presupuesto de seguridad y salud, según lo indicado en el Anejo IX. Estudio básico de Seguridad y Salud. Presupuesto de ejecución material (PEM).	2266,00	DOSMIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS

## 2. Cuadro de precios N°2

N°	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
<b>1. Cabezal de riego</b>				
1.1.	m Tubería de PVC orientado de 315mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 6kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10cm por encima de la generatriz con la misma arena, medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.			
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,130 h	19,950	2,59
	Peón ordinario	0,220 h	16,800	3,70
	Excav. hidráulica neumáticos 84CV	0,020 h	40,440	0,81
	Tub. PVC orient. j. elást. PN16 DN=315mm	1,000 m	55,270	55,27
	Arena de río 0,5 mm	0,250 m <sup>3</sup>	17,390	4,35
	Lubricante tubos PVC junta elástica	0,007 kg	9,550	0,07
	3% Costes indirectos			2,00
				68,79
1.2.	m Conducto central de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón armado, provistos de resaltos para su acoplamiento, entre otras piezas, mediante juntas de goma, de 100 cm de diámetro interior y 100 cm de altura útil con patas de polipropileno montados en fábrica y con p.p. de medios auxiliares s/ CTE-H5=5. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 1917:2008 y Complemento Nacional UNE 127917:2005.			
	Oficial primera	1,000 h	19,760	19,76
	Peón especializado	0,770 h	16,640	12,81
	Anillo poz-ench-camp.cinc HA h=1m D=1000	1,000 u	204,350	204,35
	Jta. goma base pozo henchí.-camp. D=1000	1,000 u	12,020	12,02
	Camión con grúa 5 t	0,250 h	43,540	10,89
	Patatas PP 30x25	3,000 u	6,540	19,62
	3% Costes indirectos			8,38
				287,83

1.3.	u Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 7,5 CV de potencia, salida DN80, válvula de retención y p.p. de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactos, Pelé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T. i/ recibido, instalada.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	3,700 h	19,950	73,82	
	Ayudante fontanero	3,700 h	17,920	66,30	
	Oficial 1ª electricista	2,000 h	19,150	38,30	
	Bomba.banc. 1450 rpm 7,5 CV-DN80	1,000 u	2800,630	2800,63	
	Válv. de protección D=4"	1,000 u	102,74	102,74	
	Cuadro mando electrobomba 5,8 CV	1,000 u	1483,830	1483,83	
	3% Costes indirectos			136,97	
					4702,59
1.4	m Tubería acero galvanizado, DIN-2440 de 6" (DN-150), sin calorifugar, colocado en instalación de agua, incluso p.p. de uniones, soportación, accesorios, plataformas móviles, mano de obra, prueba hidráulica. Medida la unidad instalada.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	1,500 h	19,950	29,93	
	Ayudante fontanero	1,500 h	17,920	26,88	
	Tubo acero galvanizado 6" DN150 mm	1,000 m	125,740	125,74	
	3% Costes indirectos			5,48	
					188,03
1.5.	u Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,900 h	19,950	17,96	
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,900 h	18,170	16,35	
	Válv.comp.cierre elást. D=150mm	1,000 u	333,610	333,61	
	Unión brida-enchufe fund.dúctil D=150mm	1,000 u	89,760	89,76	
	Unión brida-liso fund.dúctil D=150mm	1,000 u	49,860	49,86	
	Goma plana D=150 mm	2,000 u	2,900	5,80	
	Tornillo+tuerca ac.galvan.D=20 L=160 mm	20,000 u	1,320	26,40	
	3% Costes indirectos			16,19	
					555,93

1.6.	u Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm <sup>2</sup> , velocidad de filtración de 30 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> . y caudal de 25 m <sup>3</sup> /h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 4 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, montado y probado.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	3,000 h	19,950	59,85	
	Ayudante fontanero	6,000 h	17,920	107,52	
	Filtro a.r.30m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> 25m <sup>3</sup> 2,5kg/cm <sup>2</sup>	1,000 u	2620,040	2620,04	
	Saco 40 Kg chamota 5 a 10 mm	1,300 u	9,910	12,88	
	Batería 4 válv.mariposa D=75 mm	1,000 u	786,820	786,82	
	3% Costes indirectos			107,61	
					3694,72
1.7.	u Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,600 h	19,950	11,97	
	Ayudante fontanero	0,600 h	17,920	10,75	
	Filtro incl.malla de acero D=3"	1,000 u	371,620	371,62	
	3% Costes indirectos			11,83	
					406,17
1.8.	u Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 150 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	1,250 h	19,950	24,94	
	Oficial 2ª fontanero calefactor	1,250 h	18,170	22,71	
	Ventosa/purgador autom.DN=150 mm	1,000 u	1488,240	1488,24	
	3% Costes indirectos			46,08	
					1581,97
1.9.	u Programador electrónico de intemperie, de 12 estaciones con memoria incorporada, tiempo de riego por estación de 1 a 59 minutos, programa de seguridad de 10 minutos por estación, memoria inmortal, 3 programas de riego y 3 inicios de riego por programa e incremento de riego por porcentaje, transformador 220/24 V., toma para puesta en marcha de equipo de bombeo o válvula maestra, armario y protección antidescarga, incluso fijación, instalado.				
	Oficial 1ª electricista	1,500 h	19,150	28,73	
	Ayudante electricista	1,500 h	17,920	26,88	
	Prog.elect.intemperie c/transf. 12estac.	1,000 u	360,390	360,39	

	3% Costes indirectos			12,48	
					428,48
<b>2. Instalación de riego</b>					
2.1. Instalación de riego enterrada					
2.1.1. Movimiento de tierras					
2.1.1.1.	m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.				
	Peón ordinario	0,130 h	16,800	2,18	
	Retrocargadora neumáticos 75 CV	0,200 h	30,050	6,01	
	3% Costes indirectos			0,25	
					8,44
2.1.1.2.	m3 Relleno, extendido y compactado de tierras propias en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, sin aporte de tierras, incluso regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.				
	Peón ordinario	1,300 h	16,800	21,84	
	Pisón vibrante 70 kg.	0,750 h	3,200	2,40	
	Agua	1,000 m3	1,270	1,27	
	3% Costes indirectos			0,77	
					26,28
2.1.2. Tuberías y accesorios					
2.1.3.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 50 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.				
	Oficial 2º fontanero calefactor	0,042 h	18,170	0,76	
	Ayudante fontanero	0,042 h	17,920	0,75	
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=50mm	1,000 m	2,400	2,40	
	Limpiador tubos PVC	0,004 l	13,460	0,05	
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,008 kg	17,830	0,14	
	3% Costes indirectos			0,12	
					4,22
2.1.4.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 75 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.				

	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,050 h	18,170	0,91	
	Ayudante fontanero	0,050 h	17,920	0,90	
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=75mm	1,000 m	3,440	3,44	
	Limpiador tubos PVC	0,009 l	13,460	0,12	
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,018 kg	17,830	0,32	
	3% Costes indirectos			0,17	
					5,86
2.1.5.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 90 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.				
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,060 h	18,170	1,09	
	Ayudante fontanero	0,060 h	17,920	1,08	
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=90mm	1,000 m	4,870	4,87	
	Limpiador tubos PVC	0,013 l	13,460	0,17	
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,025 kg	17,830	0,45	
	3% Costes indirectos			0,23	
					7,89
2.1.6.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 110 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.				
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,065 h	18,170	1,18	
	Ayudante fontanero	0,065 h	17,920	1,16	
	Limpiador tubos PVC	0,019 l	13,460	0,26	
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,038 kg	17,830	0,68	
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=110	1,000 m	10,320	10,32	
	3% Costes indirectos			0,41	
					14,01
2.1.7.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm2, de 140 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.				
	Ayudante fontanero	0,065 h	17,920	1,16	
	Limpiador tubos PVC	0,019 l	13,460	0,26	
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,038 kg	17,830	0,68	

	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,065 h	18,170	1,18	
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140	1,000 m	12,640	12,64	
	3% Costes indirectos			0,48	
					16,40
2.1.8.	m Tubería de PVC de unión encolada, para instalación enterrada de riego, y una presión nominal de 6 kg/cm <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro exterior, colocada en zanja, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, instalada.				
	Ayudante fontanero	0,065 h	17,920	1,16	
	Limpiador tubos PVC	0,019 l	13,460	0,26	
	Adhesivo tubos PVC junta pegada	0,038 kg	17,830	0,68	
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,065 h	18,170	1,18	
	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=160	1,000 m	14,920	14,92	
	3% Costes indirectos			0,55	
					18,75
2.1.9.	u Electroválvula de PVC para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulación de caudal, con conexión de 3 1/2", completamente instalada sin i/pequeño material.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,125 h	19,950	2,49	
	Oficial 1ª electricista	0,020 h	19,150	0,38	
	Ayudante fontanero	0,125 h	17,920	2,24	
	Electrov. PVC reguladora caudal 3 1/2"	1,000 u	68,050	68,05	
	3% Costes indirectos			2,19	
					75,35
2.1.10.	m Línea eléctrica de cobre de 7x1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 1 kV. para alimentación de electroválvulas, instalada en zanja y cintada a la tubería de riego, i/vulcanizado de empalmes con cinta especial y conectores estancos, instalada.				
	Oficial 1ª electricista	0,045 h	19,150	0,86	
	Ayudante electricista	0,065 h	17,920	1,16	
	Línea eléctrica p/electrovál. 7x1,5mm <sup>2</sup>	1,000 m	1,980	1,98	
	Conector 3 cables 1,5 mm <sup>2</sup>	11,000 u	1,420	15,62	
	3% Costes indirectos			0,59	
					20,21
2.1.11.	u Válvula metálica reguladora de presión, con manómetro incorporado, de 1", colocada en redes de riego, completamente instalada.				

	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,350 h	19,950	6,98	
	Oficial 2ª fontanero calefactor	0,350 h	18,170	6,36	
	Válv.regul pres.c/manóm. D=1"	1,000 u	123,350	123,35	
	3% Costes indirectos			4,10	
					140,79
2.1.12.	u Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.				
	Peón ordinario	0,200 h	16,800	3,36	
	Arqueta rect.plást. 1 válv.c/tapa	1,000 u	12,020	12,02	
	3% Costes indirectos			0,46	
					15,84
<b>2.2. Instalación de riego superficial</b>					
2.2.1.	m Instalación de ramales portagoteros, realizado con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, incluso piezas pequeñas de unión, sin incluir tubería general de alimentación ni los automatismos y controles.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,010 h	19,950	0,20	
	Tub.polietileno BD PE40 PN4 DN=16mm	1,000 m	0,200	0,20	
	3% Costes indirectos			0,01	
					0,41
2.2.2.	u Gotero de pinchar autocompensante de 2 litros/hora, colocado sobre tubería, i/ perforación manual de la línea para su instalación.				
	Oficial 1ª fontanero calefactor	0,005 h	19,950	0,10	
	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	1,000 u	0,180	0,18	
	3% Costes indirectos			0,01	
					0,29
<b>3. Plantación</b>					
<b>3.1. Actuaciones previas</b>					
3.1.1.	ha Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 81 t/ha de estiércol ecológico de vacuno bien hecho, extendido con medios mecánicos.				
	Peón ordinario agroforestal	2,000 h	11,150	22,30	
	Tractor agrícola de 140 CV	2,000 h	32,540	65,08	
	Remolque estercolador	2,000 h	3,670	7,34	
	Estiércol vacuno	81,000 t	10,910	883,71	

	3% Costes indirectos			29,35	
					1007,78
3.1.2.	ha Labor de desfonde con tractor agrícola de 140 CV de potencia nominal, con arado de vertedera de desfonde monosurco, ejecutándose la labor a una profundidad de 80 cm., con inversión de horizontes, en terrenos sueltos de pendiente menor al 35 % y pedregosidad baja o nula.				
	Tractor agrícola de 140 CV	3,000 h	32,540	97,62	
	Arado de desfonde monosurco	3,000 h	3,860	11,58	
	Peón ordinario agroforestal	3,000 h	11,150	33,45	
	3% Costes indirectos			4,28	
					146,93
3.1.3.	ha Abonado de la tierra vegetal con sulfato potásico de 50% de riqueza de K <sub>2</sub> O, siendo la dosis de 543 kg./Ha, realizado con abonadora centrífuga de 1000 l. de capacidad, arrastrada por un tractor neumático de 140 CV.				
	Peón especializado agroforestal	0,065 h	17,630	1,15	
	Tractor agrícola 140 CV	0,260 h	20,070	5,22	
	Abonadora centrífuga 1000 L	0,260 h	15,050	3,91	
	Sulfato potásico 50% K <sub>2</sub> O	543,000 kg	1,500	814,50	
	3% Costes indirectos			24,74	
					849,52
3.1.4.	ha Laboreo mecánico de terreno de consistencia media o floja, comprendiendo dos pases cruzados de cultivador suspendido ligero.				
	Peón especializado	2,200 h	16,640	36,61	
	Tractor agrícola 140 CV c/ cultivador	2,200 h	36,420	80,12	
	3% Costes indirectos			3,50	
					120,23
3.1.5.	ha Unidad de replanteo por hectarea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares.				
	Topógrafo	0,670 h	35,100	23,52	
	3% Costes indirectos			0,71	
					24,23
<b>3.2. Plantación</b>					
3.2.2.	u Planta de lavandín variedad "Súper". Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado..				
	Planta Lavandín Súper	1,000 u	1,200	1,20	
	3% Costes indirectos			0,04	

					1,24
3.2.3.	ha Plantación con arado plantador y tractor agrícola de 140 CV, distancia entre plantones de 0,70 m, anchura entre líneas de arbustos de 1,8 m. i/pp de remolque y tractor auxiliar.				
	Peón especializado	4,000 h	16,640	66,56	
	Tractor agrícola 140 CV c/ arado plantador	4,000 h	36,420	145,68	
	3% Costes indirectos			6,37	
					218,61
3.2.4.	ha Revisión general de las plantas, colocando bien las que se hallen en mala posición				
	Peón ordinario agroforestal	4,000 h	11,150	44,60	
	3% Costes indirectos			1,34	
					45,94
3.2.5.	ha Poda de plantación, rebajando los plantones a la misma altura.				
	Peón especializado agroforestal	6,000 h	17,630	105,78	
	3% Costes indirectos			3,17	
					108,95
<b>4. Maquinaria y equipos</b>					
4.1.	u Cosechadora de lavanda. Recolectora-picadora acoplada al tractor				
	Recolectora-picadora	1,000 ud	6500,000	6500,00	
	3% Costes indirectos			195,00	
					6695,00
<b>5. Seguridad y salud</b>					
5.1.	u Presupuesto de seguridad y salud, según lo indicado en el Anejo IX. Estudio básico de Seguridad y Salud. Presupuesto de ejecución material (PEM).				
	Presupuesto Estudio básico de Seguridad y Salud	1,000 ud	2200,000	2200,00	
	3% Costes indirectos			66,00	
					2266,00

### 3. Presupuestos parciales

#### Presupuesto parcial nº 1: Cabezal de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.	m	CONDUC.PVC ORIENTADO PN 16 DN=315			
		Total m :	2,500	68,79	<b>171,98</b>
1.2.	m	DESARROLLO POZO PREFABRICADO HA E-C D=100cm h=1,00m			
		Total m :	1,000	287,83	<b>287,83</b>
1.3.	u	ELECTROB.BANCAD.1450 rpm.7,5 CV-DN80			
		Total u :	1,000	4702,59	<b>4702,59</b>
1.4	m	TUBO ACERO DIN 2440 GALV. 6"			
		Total m :	1,000	188,03	<b>188,03</b>
1.5.	u	VÁLV.COMP.CIERRE ELÁST.D=150mm			
		Total u :	2,000	555,93	<b>1111,86</b>
1.6.	u	FILTRO A.RDTO.30m3/h/m2 25m3/h 4V			
		Total u :	1,000	3694,72	<b>3694,72</b>
1.7.	u	FILTRO INCL. MALLA DE ACERO D=3"			
		Total u :	1,000	406,17	<b>406,17</b>
1.8.	u	VENTOSA/PURGADOR AUTOM. DN=150mm			
		Total u :	1,000	1581,97	<b>1581,97</b>
1.9.	u	PROG.ELECT.INTEMPERIE			
		Total u :	1,000	428,48	<b>428,48</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 1 - Cabezal de riego:</b>					<b>12.573,63</b>

## Presupuesto parcial nº 2: Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1. Instalación de riego enterrada</b>					
<b>2.1.1. Movimiento de tierras</b>					
2.1.1.1.	m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENOS FLOJOS			
			Total m3 :	300,000	8,44
					<b>2532,00</b>
2.1.1.2.	m3	RELLENO/COMPACTADO ZANJA C/RANA S/APORTE			
			Total m3 :	300,000	26,28
					<b>7884,00</b>
			<b>Total 2.1.1. Movimiento de tierras</b>		<b>10.416,00</b>
<b>2.1.2. Tuberías y accesorios</b>					
2.1.3.	m	TUBERÍA PVC PN6 D=50 mm			
			Total m :	61,000	4,22
					<b>257,42</b>
2.1.4.	m	TUBERÍA PVC PN6 D=75 mm			
			Total m :	135,000	5,86
					<b>791,10</b>
2.1.5.	m	TUBERÍA PVC PN6 D=90 mm			
			Total m :	664,000	7,89
					<b>5238,96</b>
2.1.6.	m	TUBERÍA PVC PN6 D=110 mm			
			Total m :	44,000	14,01
					<b>616,44</b>
2.1.7.	m	TUBERÍA PVC PN6 D=140 mm			
			Total m :	45,000	16,40
					<b>738,00</b>
2.1.8.	m	TUBERÍA PVC PN6 D=160 mm			
			Total m :	32,000	18,75
					<b>600,00</b>
2.1.9.	u	ELECTROV. PVC 24V REGULADORA CAUDAL 3 1/2"			
			Total u :	2,000	75,35
					<b>150,70</b>
2.1.10.	m	LÍNEA ELÉCTRICA P/ELECTROVÁL. 7x1,5mm <sup>2</sup>			
			Total m :	163,790	20,21
					<b>3310,20</b>
2.1.11.	u	VÁLV.REG.PRES.METAL C/MAN.D=1"			
			Total u :	2,000	140,79
					<b>281,58</b>
2.1.12.	u	ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA			
			Total u :	2,000	15,84
					<b>31,68</b>

			<b>Total 2.1.2.Tuberías y accesorios</b>			<b>12016,08</b>
			<b>Total 2.1. Instalación de riego enterrada</b>			<b>22.432,08</b>
<b>2.2. Instalación de riego superficial</b>						
2.2.1.	<b>m</b>	TUB.PEBD SFCIAL PE40 PN4 D=16 mm				
			Total m :	41.524,000	0,41	<b>17.024,84</b>
2.2.2.	<b>u</b>	GOTERO PINCHAR AUTOCOMPENSANTE 2 l/h				
			Total u :	59.319,000	0,29	<b>17.202,51</b>
			<b>Total 2.2. Instalación de riego superficial</b>			<b>34.227,35</b>
	<b>Total Presupuesto parcial nº 2 - Instalación de riego</b>					<b>56.659,43</b>

## Presupuesto parcial nº 3: Plantación

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1. Actuaciones previas</b>					
3.1.1.	ha	ESTERCOLADO DE FONDO			
			Total Ha :	8,000	1007,78
					<b>8062,24</b>
3.1.2.	ha	DESFONDE TERRENO SUELTO			
			Total Ha :	8,000	146,93
					<b>1175,44</b>
3.1.3.	ha	FERTILIZACIÓN ABONADO DE FONDO			
			Total Ha :	8,000	849,52
					<b>6796,16</b>
3.1.4.	ha	LABOREO MECÁN.DEL TERRENO C/ CULTIVADOR			
			Total Ha :	8,000	120,23
					<b>961,84</b>
3.1.5.	ha	UNIDAD DE REPLANTEO POR HA			
			Total Ha :	8,000	24,23
					<b>193,84</b>
			<b>Total 3.1. Actuaciones previas</b>		<b>17.189,52</b>
<b>3.2. Plantación</b>					
3.2.2.	u	PLANTA CERTIFIC. LAVANDÍN SÚPER ECO.			
			Total u :	59319,000	1,24
					<b>73555,56</b>
3.2.3.	ha	PLANTACIÓN C/ ARADO PLANTADOR			
			Total Ha :	8,000	218,61
					<b>1748,88</b>
3.2.4.	ha	REVISIÓN GENERAL			
			Total Ha :	8,000	45,94
					<b>367,52</b>
3.2.5.	ha	PODA DE PLANTACIÓN			
			Total Ha :	8,000	108,95
					<b>871,60</b>
			<b>Total 3.2. Plantación</b>		<b>76.543,56</b>
		<b>Total Presupuesto parcial nº 3 - Plantación</b>			<b>93.733,08</b>

## Presupuesto parcial nº 4: Maquinaria y equipos

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
4.1.	<b>u</b>	MÁQUINA COSECHADORA AROMÁTICAS			
		Total u :	1,000	6695,00	<b>6695,00</b>
		<b>Total Presupuesto parcial nº 4 - Maquinaria y equipos</b>			<b>6695,00</b>

## Presupuesto parcial nº 5: Seguridad y salud

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
5.1.	<b>u</b>	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD			
		Total u :	1,000	2266,00	<b>2266,00</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 5 - Seguridad y salud</b>					<b>2266,00</b>

#### 4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo	Importe (€)
1. Cabezal de riego	12.573,63
2. Instalación de riego	56.659,43
3. Plantación	93.733,08
4. Maquinaria y equipos	6695,00
5. Seguridad y salud	2266,00
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>171.927,14</b>
13% de gastos generales	22.350,53
6% de beneficio industrial	10.315,63
<b>Presupuesto de ejecución por contrata SIN IVA (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>204.593,30</b>
21% IVA	42.964,59
<b>Presupuesto de ejecución por contrata CON IVA</b>	<b>247.557,89</b>
<b>Honorarios</b>	
<b>Proyecto</b>	2% s/PEM
21% IVA	
<b>TOTAL HONORARIOS PROYECTO</b>	<b>4160,64</b>
<b>Dirección de obra</b>	2% s/PEM
21% IVA	
<b>TOTAL HONORARIOS DIRECCIÓN</b>	<b>4160,64</b>
<b>TOTAL HONORARIOS</b>	<b>8321,27</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>255.879,16</b>

**Asciende el presupuesto general con IVA a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.**

En Valladolid, julio de 2020  
 Fdo.: Esther Pérez Alejos  
 Grado en Ingeniería Agrícola y Agroambiental