



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural**

**Proyecto de plantación de cerezo con sistema  
de riego localizado en el término municipal de  
Valle de Oca (Burgos)**

**Alumno: Fernando Olivares Alonso**

**Tutor: Jesús Celada Caminero**  
**Cotutor: Juan José Mazón Nieto de Cossío**

**Junio de 2019**

# DOCUMENTO 1: MEMORIA

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto del proyecto .....	5
1.1. Naturaleza de la transformación .....	5
1.2. Emplazamiento.....	5
1.3. Extensión .....	5
1.4. Agentes .....	5
2. Antecedentes .....	5
2.1. Motivación .....	5
2.2. Estudios previos .....	6
3. Bases del proyecto .....	6
3.1. Directrices .....	6
3.1.1. Finalidad.....	6
3.1.2. Condicionantes del promotor .....	6
3.2. Condicionantes del proyecto .....	6
3.2.1. Condicionantes internos .....	6
3.2.2. Condicionantes externos .....	9
3.3. Situación actual .....	10
4. Estudio de alternativas .....	10
4.1. Identificación de alternativas .....	10
4.2. Factores condicionantes.....	11
4.3. Evaluación de alternativas.....	11
4.3.1. Material vegetal .....	11
4.3.2. Diseño de plantación .....	12
4.3.3. Técnicas de cultivo .....	12
5. Ingeniería del proyecto .....	13
5.1. Proceso productivo.....	13
5.1.1. Plantación.....	13
5.1.2. Poda.....	14
5.1.3. Diseño agronómico del riego .....	14
5.1.4. Fertilización .....	15
5.1.5. Mantenimiento del suelo .....	16
5.1.6. Polinización .....	16
5.1.7. Defensa fitosanitaria.....	16
5.1.8. Recolección de la fruta .....	17
5.1.9. Sistema de defensa anti-heladas.....	18
5.1.10. Maquinaria y equipos.....	18
5.2. Ingeniería de las obras .....	20
5.2.1. Caseta de riego .....	20
5.2.3. Instalación de riego .....	21
5.2.4. Instalación eléctrica .....	23
6. Programación para la ejecución y puesta en marcha del proyecto .....	23
7. Normas para la explotación del proyecto .....	24
7.1. Productos fitosanitarios .....	24
7.2. Fertilizantes .....	24
7.3. Maquinaria y equipos .....	24
8. Evaluación ambiental .....	25

---

9. Evaluación económica del proyecto.....	25
10. Resumen del presupuesto.....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen mensual de temperaturas (°C) .....	7
Tabla 2. Parámetros y resultados del análisis del suelo .....	8
Tabla 3. Parámetros y resultados del análisis del agua de riego .....	8
Tabla 4. Importe de la venta de la cosecha de cereza.....	13
Tabla 5. Resumen del proceso de plantación.....	13
Tabla 6. Resumen del proceso de plantación.....	14
Tabla 7. Resumen del diseño agronómico del riego .....	15
Tabla 8. Aportaciones mensuales de fertilizante (kg/ha).....	15
Tabla 9. Resumen del mantenimiento del suelo en la plantación.....	16
Tabla 10. Resumen de defensa fitosanitaria.....	17
Tabla 11. Fecha de inicio y fin de las actividades para la ejecución del proyecto .....	24
.....	24
Tabla 12. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando los supuestos .....	25
.....	25

## 1. Objeto del proyecto

### 1.1. Naturaleza de la transformación

El objetivo del proyecto es establecer una plantación de cerezos con sistema de riego localizado en el término municipal de Valle de Oca (Burgos). La superficie productiva de la plantación frutal va a ser de 5,14 hectáreas. El autor del proyecto es Fernando Olivares Alonso, alumno de la titulación de Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural.

Se van a establecer distintas variedades de cerezo en la plantación, con el objetivo fundamental de conseguir una maduración escalonada de los frutos y facilitar las labores de recolección.

La plantación va a constar de un sistema de riego por goteo que permita satisfacer las necesidades hídricas de los árboles. También se va a construir una caseta para albergar las bombas, el cabezal de riego y los depósitos para la fertirrigación.

### 1.2. Emplazamiento

La finca donde se va a ubicar la plantación está situada en la localidad de Cueva Cardiel, perteneciente al término municipal de Valle de Oca, de la provincia de Burgos. La finca se localiza en el polígono 502 de la provincia de Burgos, concretamente en las parcelas 122,123 y 124.

Las coordenadas geográficas de la finca son las siguientes:

- Latitud: 42° 15' 50" N
- Longitud: 3° 20' 48,61" W
- Altitud: 815 m

El terreno elegido para el emplazamiento de la plantación tiene un acceso desde la carretera BU-703, que limita geográficamente con la finca al Oeste y Sur. El río Oca limita con la finca en los extremos Norte y Este.

### 1.3. Extensión

La superficie total de la finca donde se va a ubicar el proyecto es de 6,04 hectáreas. No obstante, debido a la construcción de caminos de servicio y otras infraestructuras, la superficie productiva de la plantación va a ser de 5,14 hectáreas.

### 1.4. Agentes

- Promotor: Francisco Olivares Alberca
- Proyectista: Fernando Olivares Alonso

## 2. Antecedentes

### 2.1. Motivación

El proyecto se redacta para la obtención del título de Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural.

## 2.2. Estudios previos

Se han elaborado una serie de estudios que permitan garantizar la viabilidad del proyecto. Estos estudios se han realizado en el Anejo I. Condicionantes, siendo los siguientes:

- Estudio climatológico de la zona de ubicación del proyecto.
- Estudio edafológico de la finca objeto del proyecto.
- Análisis de agua de riego.
- Estudio de comercialización de la cereza.

Además, se ha realizado un estudio geotécnico, localizado en el Anejo VI. Estudio geotécnico, con el fin de determinar la capacidad portante del terreno y conocer el tipo de cimentación que se debe emplear.

## 3. Bases del proyecto

### 3.1. Directrices

#### 3.1.1. Finalidad

El promotor desea realizar una transformación de su explotación actual con vistas a mejorar su rentabilidad, ya que el beneficio económico que se obtiene en la actualidad es escaso en comparación con el que posiblemente generaría una plantación frutal moderna.

#### 3.1.2. Condicionantes del promotor

El promotor desea establecer un cultivo frutal que tenga un fácil manejo y una elevada rentabilidad. Por este motivo, se considera el cerezo una alternativa posible, dentro de este marco, ya que conlleva un fácil manejo y un precio de la cereza elevado.

### 3.2. Condicionantes del proyecto

#### 3.2.1. Condicionantes internos

##### 3.2.1.1. Clima

Para realizar el estudio del clima de la zona se elige el observatorio completo de Burgos/Villafraía (Burgos) y el observatorio termo-pluviométrico de Riocerezo (Burgos).

##### *Elementos climáticos térmicos*

El factor más limitante para el cultivo de cerezo en la zona son las heladas primaverales. El riesgo de que se produzcan heladas tardías en primavera es muy alto, por lo que conviene elegir aquellas variedades de cerezo que tengan una floración más tardía con el fin de que no se produzcan daños sobre las flores y los frutos recién cuajados. En consecuencia, es necesario establecer un sistema de defensa anti-heladas en la plantación, con el fin de suavizar las temperaturas de helada que se produzcan durante este período e intentar minimizar las posibles pérdidas de producción.

En la tabla 1 se muestran las temperaturas mensuales de la zona.

Tabla 1. Resumen mensual de temperaturas (°C)

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
<b>Ta</b>	35	29	22,5	15	16,5	18,5	23	26	31	34,5	40	39,5
<b>T'a</b>	29,13	23,78	17,50	12,56	12,97	14,59	19,83	22,53	26,22	31,41	33,00	33,50
<b>T</b>	22,07	17,06	10,25	7,44	6,74	7,82	11,80	14,56	18,24	23,48	26,36	26,07
<b>tm</b>	15,58	11,71	6,71	3,94	3,61	4,01	6,76	9,17	12,28	16,69	19,04	18,84
<b>t</b>	9,09	6,31	3,13	0,39	0,43	0,15	1,73	3,76	6,31	9,84	11,53	11,57
<b>t'a</b>	2,34	-1,53	-3,73	-7,03	-6,73	-5,63	-4,53	-2,09	0,38	4,13	6,46	6,11
<b>ta</b>	-1,5	-5	-9,5	-17,5	-15,5	-9	-11	-5	-2	0,1	3,5	3

#### *Elementos climáticos hídricos*

La pluviometría media anual en la zona es de 538,7 milímetros que se reparten de una forma irregular a lo largo del año, con un período seco durante los meses de julio y agosto. En consecuencia, se requiere una instalación de riego en la plantación con el fin de satisfacer las necesidades de los árboles frutales durante la época de máximas exigencias hídricas.

#### *Elementos climáticos secundarios*

Los elementos climáticos secundarios, tales como la radiación solar, el viento, el granizo, las tormentas y la nieve no se espera que causen ningún problema al cultivo frutal.

#### *Conclusión*

En conclusión, el clima resulta un factor claramente condicionante para el establecimiento de la plantación frutal. El cerezo es una especie de zona templado-frío que puede adaptarse a las condiciones climáticas de la zona, siempre y cuando se establezca un sistema de defensa anti-heladas para prevenir posibles daños por heladas primaverales tardías y una instalación de riego para cubrir adecuadamente las necesidades hídricas del cultivo.

#### 3.2.1.2. Condicionantes edafológicos

En cuanto a las características físicas del suelo, la profundidad es adecuada, la estructura migajosa es ideal para la plantación de cerezo y la permeabilidad es correcta.

Por su parte, las características químicas muestran un suelo de alcalinidad y fertilidad adecuadas para el cultivo. Además, el bajo nivel de salinidad evita problemas asociados a este parámetro.

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis de suelo realizado en la finca donde se va a ubicar la plantación.

Tabla 2. Parámetros y resultados del análisis del suelo

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>	<b>Observaciones</b>
Arcilla	30,45 %	USDA	-
Limo	27,50 %	USDA	-
Arena	42,05 %	USDA	-
Textura	-	USDA	Franco arcilloso
Carbonatos totales	12,94 %	Calcímetro Bernard	Bajo
Caliza activa	7,68 %	Calcímetro Bernard	Normal
pH	8,1	Agua 1:2,5	Básico
Materia orgánica	3,45 %	Walkley y Black	Elevado
Relación C/N	12,51	-	Normal
Nitrógeno	0,16 %	Kjeldahl	Normal
Fósforo	32,05 ppm	Olsen-Watanabe	Elevado
Sodio intercambiable	0,07 meq/100g	Emisión atómica	Bajo
Potasio intercambiable	1,18 meq/100g	Emisión atómica	Elevado
Calcio intercambiable	30,51 meq/100g	Emisión atómica	Elevado
Magnesio intercambiable	3,98 meq/100g	Absorción atómica	Elevado
Relación Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	7,68 meq/100 g	-	Normal
Relación K <sup>+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	0,30 meq/100 g	-	Normal
Conductividad eléctrica	0,25 mS/cm	Agua 1:2,5	No salino

Como conclusión, el tipo de portainjerto que se utilizará en la plantación debe elegirse teniendo en cuenta la textura franco-arcillosa del suelo, con el fin de que no se produzca asfixia radicular y la producción de cereza no se vea afectada en este contexto.

### 3.2.1.3. Condicionantes del agua de riego

Los parámetros medidos en el análisis de agua se detallan a continuación, en la tabla 3.

Tabla 3. Parámetros y resultados del análisis del agua de riego

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
pH	7,6	Uds. pH	Neutro
Conductividad a 25°C	335	µS/cm	Sin problemas
Cloruros	0,41	meq/L	Bajo
Sulfatos	0,34	meq/L	Bajo
Potasio	0,05	meq/L	Bajo
Sodio	0,19	meq/L	Bajo
Calcio	2,84	meq/L	Medio
Magnesio	0,36	meq/L	Bajo
Bicarbonatos	0,47	meq/L	Bajo
Carbonatos	1,85	meq/L	Bajo
Nitratos	1,42	mg/L	Bajo

Según las Normas Riverside, el agua de riego se clasifica mediante la notación C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, cuyas características se detallan a continuación:

- C<sub>2</sub>: Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.

- S<sub>1</sub>: Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

El agua de riego no va a originar ningún problema al cultivo del cerezo, ya que presenta unas propiedades correctas.

### **3.2.2. Condicionantes externos**

#### **3.2.2.1. Infraestructuras**

El acceso a la carretera N-1 se encuentra a una distancia de 5 kilómetros, por lo que la finca está perfectamente comunicada con los principales núcleos urbanos de la zona.

La finca donde se va a ubicar el proyecto se encuentra a una distancia de 12 kilómetros de Briviesca, capital de la comarca de la Bureba, y a 37 kilómetros de Burgos.

La red pública de distribución de energía eléctrica está situada a 5 metros del punto donde se va a colocar el CGMP de la caseta de riego.

El promotor cuenta con un pozo de su propiedad situado en la finca donde se va a ubicar el proyecto. Se ha realizado una prueba de aforamiento del mismo y se ha determinado que la extracción de agua es posible para el riego de la plantación.

#### **3.2.2.2. Mano de obra**

El promotor va a ejercer la función de encargado en la plantación. Sus principales funciones son las siguientes:

- Organizar, distribuir y supervisar todas las labores que se lleven a cabo en la plantación.
- Manejar y responsabilizarse de la maquinaria necesaria en las diversas operaciones de cultivo.
- Programar y dosificar el riego por goteo y la fertirrigación de los árboles.
- Establecer los momentos y fechas adecuados para realizar los diferentes tratamientos fitosanitarios y la recolección de las diferentes variedades de cereza.

Sin embargo, durante determinadas épocas del año en las cuales se requieren unas mayores necesidades de mano de obra (poda y recolección), se van a contratar peones especializados y no especializados de forma eventual.

La cuantificación de las necesidades de mano de obra viene desarrollada en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Para realizar la contratación de mano de obra se podrá acudir a cualquiera de los municipios cercanos, donde existe personal cualificado suficiente.

### 3.2.2.3. Materias primas

En la zona donde se sitúa la finca objeto del proyecto existen numerosas empresas dedicadas a la comercialización de fertilizantes y fitosanitarios. No se espera que se produzcan problemas en el acopio de las materias primas necesarias en el proceso productivo.

Así mismo, en las proximidades de la plantación hay disponibles diversos talleres dedicados a la venta y reparación de maquinaria agrícola y suministros en general.

### 3.2.2.4. Comercialización

La situación actual del mercado es favorable para el establecimiento de plantaciones de cerezo. El precio medio en origen actual de la cereza es de 1,56 €/kg, lo que es fundamental para garantizar la rentabilidad de la explotación.

La cereza producida en la explotación será recibida, acondicionada y distribuida por la red MERCASA con destino a los mercados de las ciudades de Burgos, Bilbao y Santander.

## 3.3. Situación actual

El promotor trabaja una explotación agrícola de 180 hectáreas de secano en Valle de Oca, de las cuales 54 hectáreas son propias y 126 hectáreas arrendadas. La rotación de cultivos seguida actualmente en la explotación es trigo / cebada / girasol. De la superficie de cultivo total de la explotación, 90 hectáreas se dedican al cultivo de trigo, 60 al de cebada y 30 a girasol.

El sistema de cultivo adoptado en la actualidad en las tres parcelas donde se va a ubicar el proyecto genera un beneficio económico al promotor de 5.148 euros. Se puede calcular una cantidad 752,7 €/ha al año, como indicativo de la rentabilidad actual.

## 4. Estudio de alternativas

### 4.1. Identificación de alternativas

El estudio de alternativas previo a la ejecución del proyecto permite facilitar la toma de decisiones con respecto al tipo de transformación que se pretende realizar. Para ello, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Material vegetal: Implica la elección de la especie frutal, variedades y patrón que se van a establecer en la plantación.
- Diseño de plantación: Comprende la elección de la disposición de los árboles, el marco y densidad de plantación, la orientación de las líneas de cultivo y la distribución de las variedades.
- Técnicas de cultivo: Hay que elegir el sistema de formación y poda de los árboles, mantenimiento del suelo, riego, fertilización, defensa anti-heladas...

## 4.2. Factores condicionantes

El estudio de condicionantes del proyecto permite conocer las restricciones que pueden existir en cuanto a la elección de alternativas. Los factores condicionantes que se consideran son los siguientes:

- Condicionantes climáticos. La termometría, pluviometría e higrometría de la zona de emplazamiento del proyecto no presentan grandes limitaciones, excepto en lo que respecta a existencia de heladas tardías y el período seco que se produce en julio y agosto. Por ello, es necesario tener en cuenta estos importantes factores a la hora de elegir las distintas alternativas.
- Condicionantes edafológicos. Las características físicas y químicas del terreno son adecuadas para el cultivo del cerezo. Sin embargo, se deberá prestar una especial atención a la textura franco-arcillosa del terreno a la hora de la elección de las distintas alternativas.
- Condicionantes del agua de riego. Los parámetros de salinidad, sodicidad y toxicidad analizados en el agua que se va a emplear en el riego de la plantación no van a originar restricciones a la hora de elegir las distintas alternativas.
- Condicionantes relativos a la comercialización. La situación actual del mercado es favorable para el establecimiento de plantaciones de cerezo, dado un precio actual de la cereza elevado y una demanda creciente por parte del consumidor.

## 4.3. Evaluación de alternativas

La elección de alternativas se realiza a través de un análisis multicriterio en el que se tienen en cuenta distintos criterios de valor, tal y como se puede observar en el Anejo III. Estudio de alternativas.

### 4.3.1. Material vegetal

#### 4.3.1.1. Elección de la especie

Se toma la decisión de establecer una plantación de cerezo en la ubicación del proyecto. Se trata de una especie frutal de zona templado-fría que no presentará problemas de adaptación a las condiciones climatológicas de la zona.

#### 4.3.1.2. Elección de la variedad o variedades

Las variedades tardías y muy tardías de cerezo son las que presentan las aptitudes agronómicas y comerciales más adecuadas. Se toma la decisión de establecer las variedades Sentennial, Sweet Heart y Skeena en la plantación. Al tratarse de variedades autocompatibles, no se requiere la presencia de variedades polinizadoras en la plantación.

Las distintas épocas de madurez de las tres variedades seleccionadas se escalonan perfectamente, por lo que se evita una acumulación de trabajo y se reducen las necesidades de mano de obra durante las operaciones de recolección de la fruta.

#### 4.3.1.3. Elección del patrón

El patrón CAB-6P es el elegido para la realización del proyecto. Este patrón produce árboles de tamaño medio o pequeño e induce una rápida entrada en fructificación. También se adaptan bien a suelos poco profundos y húmedos, lo que permite evitar problemas por asfixia radicular, y es tolerante a las bajas temperaturas invernales.

### **4.3.2. Diseño de plantación**

#### **4.3.2.1. Disposición de plantación**

Se opta por realizar la plantación con una disposición rectangular o en líneas. Esta disposición permite compatibilizar una buena mecanización de la plantación, al dejar calles de anchura suficiente para realizar las labores y operaciones de cultivo, con una alta densidad de plantación.

#### **4.3.2.2. Densidad y marco de plantación**

Se va a establecer un marco de plantación de 4,5 x 2,5 metros, obteniéndose una densidad de 889 árboles por hectárea. Se trata de una densidad habitual en plantaciones de cerezo semi-intensivas de regadío.

#### **4.3.2.3. Orientación de las filas**

La orientación NNO-SSE se considera que es la más adecuada para establecer en la plantación. Las condiciones de iluminación de las líneas de cultivo son adecuadas y, además, se aprovecha bien el terreno.

### **4.3.3. Técnicas de cultivo**

#### **4.3.3.1. Sistema de formación y poda**

El sistema de formación en vaso español es el más adecuado para la plantación. Resulta el sistema de formación más empleado hoy en día en plantaciones semi-intensivas. Además, el número de árboles que se necesitan adquirir es menor y, por tanto, la inversión inicial disminuye adelantando las condiciones de rentabilidad de la explotación.

#### **4.3.3.2. Sistema de mantenimiento del suelo**

Para el mantenimiento del suelo de la plantación se va a utilizar una técnica mixta consistente en mantener una cubierta vegetal en las calles, aplicando herbicida en las líneas de cultivo una vez alcanzado el período productivo de los árboles. Durante los primeros años, en los que los árboles se encuentran en período juvenil, se seguirá la técnica del laboreo tanto en las líneas de cultivo como en las calles.

#### **4.3.3.3. Sistema de riego y fertilización**

El sistema de riego elegido es el riego localizado, ya que es el que presenta una mayor eficiencia de aprovechamiento del agua y un menor consumo. En concreto, el sistema de riego localizado que se va a emplear en la plantación es el riego por goteo. Además, se pretende incorporar un equipo de fertirrigación al sistema de riego, con el fin de administrar a los árboles de la plantación el agua de riego y fertilizante de forma simultánea.

#### **4.3.3.4. Sistema de defensa anti-heladas**

Se plantea establecer un equipo móvil de aplicación de calor como sistema de defensa anti-heladas. Dadas las características de la parcela donde se va a ubicar el proyecto, resulta más recomendable utilizar un equipo móvil, ya que se puede desplazar por toda la superficie de la plantación, reduciendo al mismo tiempo las necesidades de mano de obra (un tractorista).

## 5. Ingeniería del proyecto

### 5.1. Proceso productivo

La producción anual prevista de cereza en la plantación, así como los beneficios que van a generar la venta de la cosecha se muestra en la tabla 4. Se considera la venta de la producción al precio de origen medio de los últimos 3 años según FAOSTAT.

Tabla 4. Importe de la venta de la cosecha de cereza

<b>Año</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>	<b>Precio (€/kg)</b>	<b>Importe total (€)</b>
<b>3</b>	2000	1,56	16036,80
<b>4</b>	3000	1,56	24055,20
<b>5</b>	4000	1,56	32073,60
<b>6</b>	6000	1,56	48110,40
<b>7 y sucesivos</b>	8000	1,56	64147,20

#### 5.1.1. Plantación

Las operaciones que se van a realizar durante el proceso de plantación se ordenan cronológicamente y se describen en la tabla 5.

Tabla 5. Resumen del proceso de plantación

<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>
<b>1. Labor profunda</b>	1-10 sept.	2 pases cruzados de subsolador a 80 cm de profundidad	Tractor 160 CV y subsolador rígido	1 tractorista
<b>2. Labores complementarias</b>	1-10 oct.	Pase de grada a 25-30 cm de profundidad	Tractor de 220 CV y grada de discos	1 tractorista
	10-20 ene.	Pase de cultivador a 10-15 cm de profundidad	Tractor de 220 CV y cultivador	1 tractorista
<b>3. Recepción y acond. de plantones</b>	1-10 feb.	Conservación de los plantones en una zanja de 50-60 cm de profundidad	-	2 peones
<b>4. Replanteo y marqueo</b>	20-25 feb.	Señalar sobre el terreno la posición de las líneas de cultivo cada 20 metros	Jalones, cuerdas, cintas métricas y cañas	2 peones
<b>5. Plantación</b>	25 feb. – 5 mar.	Plantación de los árboles en el terreno	Tractor 160 CV y arado asurcador	1 tractoristas y 2 peones
<b>6. Colocación de los ramales portagóteros</b>	10-20 mar.	Colocación de los ramales portagóteros enrollados	-	2 peones
<b>7. Riego de plantación</b>	10-20 mar.	Aplicación de riego moderado	-	1 peón
<b>8. Revisión de plantas</b>	10-20 mar.	Comprobar establecimiento de los árboles en el terreno	-	1 peón
<b>9. Poda de plantación</b>	10-20 mar.	Recorte de los plantones a 40-50 cm	Tijeras de poda	2 peones
<b>10. Colocación de protectores de tronco</b>	20-30 mar.	Colocación de tubos protectores a cada árbol	Tractor y remolque	1 tractorista y 2 peones
<b>11. Colocación de tutores</b>	20-30 mar.	Colocación de tutores de 1,5 m	Tractor y remolque	1 tractorista y 2 peones
<b>12. Reposición de marras</b>	20-30 mayo	Sustitución de árboles que no han agarrado	Tractor y remolque	1 tractorista y 2 peones

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se describen en profundidad cada una de estas actividades.

### 5.1.2. Poda

Las operaciones de poda que se van a realizar a lo largo de la vida de la plantación se ordenan cronológicamente y se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Resumen del proceso de plantación

<b>Año</b>	<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>
1	<b>Poda de plantación</b>	10-20 mar.	Despunte de los plantones a 40-50 cm	Tijeras de poda	2 peones
1	<b>Poda de verano</b>	1-10 junio	Seleccionar 3-4 brotes mejor situados y cortar el resto	Tijeras de poda	2 peones
2	<b>Poda de invierno</b>	10-20 mar.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm	Tijeras de poda	2 peones
2	<b>Poda de verano</b>	1-10 junio	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm y dejar el resto si son órganos fructíferos	Tijeras de poda	2 peones
3	<b>Poda de invierno</b>	10-20 mar.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm	Tijeras de poda	2 peones
3	<b>Poda de verano</b>	1-10 junio.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm y dejar el resto si son órganos fructíferos	Tijeras de poda	3 peones
4	<b>Poda de invierno</b>	10-20 mar.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm	Tijeras de poda	3 peones
4	<b>Poda de fructificación</b>	1-10 sept.	Despunte de los brotes terminales de los árboles a una altura de 2,5 metros sobre el suelo	Podadora mecánica	1 tractorista
4	<b>Poda de fructificación</b>	1-10 sept.	Eliminar ramas interiores de la copa y renovar madera envejecida	Tijeras de poda	3 peones

La descripción de cada tipo de poda que se realiza en la plantación se detalla en el Anejo IV. Ingeniería del proceso

### 5.1.3. Diseño agronómico del riego

Se va a utilizar un sistema de riego por goteo en la plantación. Los emisores autocompensantes estarán dispuestos en los ramales portagoteros a una distancia de 0,75 metros entre sí y cada uno va a emitir un caudal de 2 L/h. El fabricante establece una presión recomendada de trabajo del emisor de 10 mca.

Cada línea de árboles se abastecerá con un ramal portagoteros, el cual se va a disponer a una altura de 0,50 metros sobre el suelo y va a ir apoyado sobre la cruz de los árboles, en la misma línea de cultivo.

En la tabla 7 se muestra el resumen del diseño agronómico de riego.

Tabla 7. Resumen del diseño agronómico del riego

			<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>
<b>Año 1 (20% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	2,57	4,59	6,77	7,27	6,30	4,12	1,91
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	0,32	0,57	0,85	0,91	0,79	0,51	0,24
<b>Año 2 (30% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	3,85	6,89	10,16	10,90	9,45	6,18	2,87
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	0,48	0,86	1,27	1,36	1,18	0,77	0,36
<b>Año 3 (50% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	6,42	11,48	16,93	18,17	15,75	10,30	4,78
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	0,80	1,44	2,12	2,27	1,97	1,29	0,60
<b>Año 4 (60% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	7,70	13,77	20,32	21,80	18,90	12,35	5,74
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	0,96	1,72	2,54	2,72	2,36	1,54	0,72
<b>Año 5 (70% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	8,98	16,07	23,70	25,43	22,05	14,41	6,69
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	1,12	2,01	2,96	3,18	2,76	1,80	0,84
<b>Año 6 (90% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	11,55	20,66	30,47	32,70	28,35	18,53	8,60
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	1,44	2,58	3,81	4,09	3,55	2,31	1,08
<b>Año 7 (100% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	<b>L/árbol</b>	12,83	22,95	33,86	36,33	31,50	20,59	9,56
	<b>Tr</b>	<b>h/día</b>	1,60	2,87	4,23	4,54	3,94	2,57	1,20

#### 5.1.4. Fertilización

La fertilización mineral de la plantación, una vez establecida ésta, se va a realizar íntegramente mediante fertirrigación. Para ello se van a instalar tres depósitos principales, el primero contendrá una solución de nitrógeno líquido con una riqueza del 32% de dicho elemento, el segundo una solución de ácido fosfórico con una riqueza de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> del 54% y el tercero una solución de potasio líquido con una concentración de K<sub>2</sub>O del 32%.

En la tabla 8 se muestran las aportaciones mensuales de fertilizantes que se deben aplicar en la plantación año tras año. Durante los dos primeros años, no va a ser necesaria la aportación de nitrógeno. Las aportaciones de fertilizante a partir del séptimo año son iguales a éste, ya que la plantación alcanzará la plena producción.

Tabla 8. Aportaciones mensuales de fertilizante (kg/ha)

<i>Año</i>	<i>Fertilizante (kg/ha)</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>
<b>1</b>	<b>N-32</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>P-54</b>	2,78	5,56	5,56	0,93	0,93	0,93	0,93
	<b>K-32</b>	5,63	45,00	45,00	5,63	5,63	5,63	5,63
<b>2</b>	<b>N-32</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>P-54</b>	2,78	5,56	5,56	0,93	0,93	0,93	0,93
	<b>K-32</b>	5,63	45,00	45,00	5,63	5,63	5,63	5,63
<b>3</b>	<b>N-32</b>	18,75	48,75	48,75	7,50	7,50	7,50	7,50
	<b>P-54</b>	4,44	8,89	8,89	1,48	1,48	1,48	1,48
	<b>K-32</b>	7,81	62,50	62,50	7,81	7,81	7,81	7,81
<b>4</b>	<b>N-32</b>	23,44	60,94	60,94	9,38	9,38	9,38	9,38
	<b>P-54</b>	5,00	10,00	10,00	1,67	1,67	1,67	1,67
	<b>K-32</b>	8,75	70,00	70,00	8,75	8,75	8,75	8,75
<b>5</b>	<b>N-32</b>	28,13	73,13	73,13	11,25	11,25	11,25	11,25
	<b>P-54</b>	6,11	12,22	12,22	2,04	2,04	2,04	2,04
	<b>K-32</b>	9,69	77,50	77,50	9,69	9,69	9,69	9,69
<b>6</b>	<b>N-32</b>	37,50	97,50	97,50	15,00	15,00	15,00	15,00
	<b>P-54</b>	7,22	14,44	14,44	2,41	2,41	2,41	2,41
	<b>K-32</b>	11,56	92,50	92,50	11,56	11,56	11,56	11,56
<b>7</b>	<b>N-32</b>	46,88	121,88	121,88	18,75	18,75	18,75	18,75
	<b>P-54</b>	8,89	17,78	17,78	2,96	2,96	2,96	2,96
	<b>K-32</b>	13,44	107,50	107,50	13,44	13,44	13,44	13,44

Aparte de los depósitos principales, se va a instalar un depósito con un complejo de oligoelementos para superar posibles agotamientos del bulbo húmedo y otro depósito que contenga una disolución de ácido nítrico para la limpieza del circuito al final de cada campaña.

### 5.1.5. Mantenimiento del suelo

El calendario de labores y operaciones de cultivo que se van a realizar para llevar a cabo la técnica mixta de mantenimiento del suelo a lo largo de la vida de la plantación se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Resumen del mantenimiento del suelo en la plantación

<i>Actividad</i>	<i>Fecha</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>Producto</i>	<i>Mano de obra</i>
2 primeros años	<b>Pase de cultivador</b>	1-10 oct.	Tractor y cultivador	1 tractorista
		20-28 feb.	Tractor y cultivador	1 tractorista
		20-30 abr.	Tractor y cultivador	1 tractorista
		20-30 jun.	Tractor y cultivador	1 tractorista
3º año y sucesivos	<b>Trituración restos de poda</b>	10-20 mar.	Tractor y trituradora-desbrozadora	1 tractorista
	<b>Herbicida</b>	20-30 mar.	Tractor y pulverizador hidráulico	GLIFOSATO 36% (SAL AMÓNICA) [SL] P/V 1 tractorista
	<b>Siega</b>	10-20 abr.	Tractor y trituradora-desbrozadora	1 tractorista
	<b>Siega y trituración restos de poda</b>	10-20 jun.	Tractor y trituradora-desbrozadora	1 tractorista
	<b>Siega</b>	20-30 sept.	Tractor y trituradora-desbrozadora	1 tractorista

### 5.1.6. Polinización

El cerezo es una especie de polinización entomófila, es decir, que la fecundación de sus flores se produce gracias a la acción de los insectos. Con el fin de asegurar la presencia de insectos en la época de floración, se van a instalar colmenas de abejas en la plantación.

Las colmenas se alquilarán a partir de cuarto año, distribuyéndolas de forma uniforme dentro de la plantación con una densidad de 3 colmenas por hectárea. El apicultor propietario de las colmenas será el encargado de manejarlas durante el tiempo que permanezcan en la plantación, desde mediados de abril a mediados de mayo.

### 5.1.7. Defensa fitosanitaria

Las plagas y enfermedades que tienen una mayor incidencia en el cultivo del cerezo se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, haciendo referencia a los síntomas, control y los tratamientos más efectivos.

Los tratamientos fitosanitarios que se van a realizar anualmente en la plantación se resumen en la tabla 10.

Tabla 10. Resumen de defensa fitosanitaria

<b>Producto</b>	<b>Plaga o enfermedad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Dosis</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>
<b>OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WG] P/P</b>	<b>Moniliosis, cribado y bacteriosis</b>	Desde 1 nov. (Caída de hoja)	2,5 kg/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>CAPTAN 47,5% [SC] P/V</b>	<b>Cribado y moniliosis</b>	20 mar. (Est. B)	2,1 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>ZIRAM 76% [WG] P/P</b>	<b>Moniliosis y cribado</b>	20 mar. (Est. B)	0,35%	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>PIRIPROXIFEN 10% [EC] P/V</b>	<b>Piojo de San José</b>	30 mar. (Est. D)	0,3 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>ACETAMIPRID 20% [SL] P/V</b>	<b>Pulgón</b>	10 abr. (Est. E)	0,035 L/hL	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>SPIRIDICLOFEN 24% [SC] P/V</b>	<b>Ácaros</b>	7 may. (Est. H)	0,6 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>LUFENURON 3% [RB] P/P</b>	<b>Moscas</b>	Desde 15 may. (Est. J)	24 trampas/ha	-	2 operarios
<b>PROTEÍNAS HIDROLIZADAS 30% [SL] P/V</b>	<b>Moscas</b>	Desde 15 may. (Est. J)	0,68%	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>DELTAMETRIN 10% [EC] P/V</b>	<b>Moscas</b>	Desde 15 may. (Est. J)	0,175 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista

Antes de efectuar cualquier tratamiento fitosanitario de choque, se valorará la incidencia de la plaga en el cultivo, con el fin de valorar si es necesario realizar dicho tratamiento. No obstante, los tratamientos preventivos se efectuarán durante toda la vida útil de la plantación.

Para la aplicación de los tratamientos se utilizará un pulverizador hidroneumático de 2000 litros de capacidad, arrastrado por el tractor.

### 5.1.8. Recolección de la fruta

La recolección de la cereza producida en la plantación se realizará de forma manual. Se van a establecer en la plantación las variedades Skeena, Sweet Heart y Sentennial. Skeena será la primera variedad en recolectarse, a finales del mes de junio, ya que es la que alcanza la madurez más temprano. A finales del mes de julio, será el momento de recolectar la variedad Sweet Heart. Finalmente, en el mes de agosto, se recolectará la variedad Sentennial.

Se estima que se van a necesitar 6 recolectores por hectárea, por lo que se van a contratar 14 operarios dedicados a la recolección durante la época de madurez de las tres variedades de la plantación.

Cada operario va a contar con una cesta individual donde caben 2 kilogramos de cereza, las cestas se van vaciando en cajas de 10 kilogramos, y éstas cargadas inmediatamente en el camión de la empresa responsable de la comercialización de la cereza.

### **5.1.9. Sistema de defensa anti-heladas**

El sistema elegido consiste en una máquina que es arrastrada por el tractor, de tal forma que se desplaza por toda la superficie de la plantación cuando se detecte amenaza de helada. La máquina consta de un quemador de gas propano que aumenta la temperatura del aire y una turbina que lo distribuye uniformemente según se va desplazando.

El promotor va a adquirir la máquina de defensa anti-heladas, ya que la ubicación del proyecto es propia de una zona fría y las heladas primaverales se producen de forma frecuente. De esta manera, siempre estará disponible para su utilización en la plantación.

### **5.1.10. Maquinaria y equipos**

#### **5.1.10.1. Maquinaria alquilada**

Durante el proceso de plantación de los árboles se van a utilizar maquinaria y aperos que no van a ser necesarios durante el resto de la vida útil de la explotación. Por lo tanto, se va a alquilar la siguiente maquinaria.

##### *Subsolador rígido*

Se va a realizar una labor profunda previa a la plantación de los árboles mediante dos pases cruzados de subsolador rígido a una profundidad de 80 centímetros. Se alquilará la labor de subsolado a una empresa de servicios de la zona.

##### *Maquinaria de plantación*

El arado plantador consta de una reja de vertedera que abre un surco según avanza la máquina. Un operario va sentado en un asiento que dispone la máquina, y va colocando los plantones respetando las distancias de separación entre los árboles.

Mediante un sistema de guiado por cable, láser o GPS se indica al operario el momento preciso de colocar el plantón. La máquina, en la parte trasera, dispone de dos rejas aporcadoras que cierran el surco una vez colocado el plantón.

Se alquilará tanto la maquinaria como la mano de obra necesaria para realizar esta actividad a una empresa de servicios.

#### **5.1.10.2. Maquinaria propia y adquirida**

##### *Tractor*

Tractor agrícola de 220 CV (164 kW) de potencia para las labores de preparación del terreno previas a la plantación. El promotor dispone del tractor antes de la ejecución del proyecto.

##### *Tractor frutero*

Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para las operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 metros y un peso de 4000 kilogramos. Este tractor debe ser adquirido.

### *Remolque de 5000 kg de MMA*

Remolque de dos ejes de 4000 kilogramos de capacidad, dispuesto de volquete. Se va a utilizar para el transporte de materias primas y herramientas necesarias en la plantación. El promotor dispone del remolque antes de la ejecución del proyecto.

### *Grada de discos*

Grada de 16 discos de 24 pulgadas que se va a emplear en la realización de una labor superficial del terreno previa a la plantación. El promotor dispone de la grada de discos antes de la ejecución del proyecto.

### *Cultivador*

Se van a realizar dos pases de cultivador como labor superficial del terreno previamente a la plantación de los árboles. El cultivador consta de 16 brazos distribuidos alternativamente en 3 filas. El promotor posee el cultivador previamente a la ejecución del proyecto, por lo que no va a ser necesaria su adquisición.

### *Tijeras de podar neumáticas y compresor*

El equipo de poda está integrado por un compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas. Este equipo debe ser adquirido.

### *Podadora mecánica*

La poda de topping de los árboles se va a realizar mediante una podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 metros que va conectada al sistema hidráulico del tractor. Este equipo debe ser adquirido.

### *Cultivador e intercepas*

Durante los dos primeros años de vida de la plantación, se va a practicar el laboreo de las calles como técnica de mantenimiento del suelo de la plantación. Para ello, es necesario adquirir un cultivador de 3,25 metros de anchura al que se le acoplarán 2 dispositivos intercepas de 64 centímetros cada uno, dando como resultado una anchura de trabajo de 4,53 metros.

### *Pulverizador hidráulico*

Se emplea exclusivamente para el tratamiento con herbicidas en las líneas del cultivo. Consta de una barra extensible que se coloca en la parte delantera del tractor y que dispone en sus extremos de boquillas pulverizadoras. El sistema de pulverización es hidráulico, por lo que cuenta con una bomba accionada por la toma de fuerza del tractor y de un depósito de 500 L.

Las boquillas instaladas son de 80 o 110º, y deben estar siempre perfectamente limpias y calibradas. La presión de trabajo no debe superar las 2 atm, y la velocidad de trabajo debe ser siempre inferior a 10 km/h para garantizar la

efectividad del tratamiento. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

#### *Trituradora-desbrozadora*

La trituradora-desbrozadora es un equipo suspendido que realiza tanto el triturado de los restos de poda como el corte de la cubierta vegetal de las calles de la plantación. Se trata, por tanto, de un equipo de doble uso, pues se emplea tanto para el mantenimiento del suelo como para la eliminación de los residuos de poda. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

Esta máquina está formada por un rotor de martillos o de cuchillas, que cortan y machacan los restos vegetales, dejándolos de un tamaño tal que pueden ser incorporados al suelo.

#### *Pulverizador hidroneumático arrastrado*

Se va a utilizar para la aplicación de los tratamientos fitosanitarios en la plantación. Este equipo cuenta con un depósito de 2000 litros de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas. El transporte de las gotas hasta las hojas de los árboles se realiza mediante una turbina que genera una fuerte corriente de aire. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

#### *Sistema de defensa anti-heladas*

Se va a utilizar un sistema suspendido que va acoplado a los tres puntos del tractor. El equipo cuenta con dos salidas de escape en la parte inferior, con capacidad máxima de hasta 8 hectáreas y transporta 6 bombonas de gas. Sus dimensiones son de 1,71 metros de largo, 1,72 metros de ancho y 1,20 metros de alto. Su peso sin bombonas es de 350 kilogramos, la capacidad del ventilador es de 22500 m<sup>3</sup>/hora y puede llegar a un alcance de hasta 80 metros. La máquina será adquirida por el promotor.

En el Anejo IV. Ingeniería del proceso se detallan los tiempos requeridos para cada actividad y un cálculo de los costes de la maquinaria y mano de obra. Además, se presentan los cuadros de definición y satisfacción de las necesidades.

## **5.2. Ingeniería de las obras**

### **5.2.1. Caseta de riego**

Se va a construir una caseta de riego de 30 metros cuadrados de superficie con unas dimensiones exteriores de 6 metros de longitud y 5 metros de luz.

La cimentación de la caseta de riego va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/IIa y una malla electrosoldada ME 150 x 150 Ø8 de acero B 500 S con unas dimensiones de 7,00 x 6,00 x 0,25 metros.

Se va a utilizar un cerramiento compuesto de bloques de hormigón de dimensiones 0,40 x 0,20 x 0,20 m de color crema y aspecto rugoso.

La cubierta va a consistir en un panel sándwich aislante de 30 milímetros de espesor, formada por una doble cara de chapa de acero y alma de aislante de espuma de poliuretano de 40 kg/m<sup>3</sup> de densidad, con acabado prelacado color rojo teja en el exterior. El peso de la cubierta va a ser de 0,15 kN/m<sup>2</sup>. La pendiente de la cubierta será del 16%.

La puerta de acceso va a ser de dos hojas de chapa plegada de acero galvanizado, con unas dimensiones de 2,00 x 2,20 metros y marco hueco cuadrado de aluminio. Las rejillas de ventilación van a tener unas dimensiones de 1,80 x 0,33 metros.

La caseta de riego se va a estructurar en dos vanos y va a estar compuesta por una viga central y una serie de correas transversales. Se va a utilizar una viga de perfil IPE-180 de acero laminado S 275 J0 de 5 metros de longitud biapoyada directamente sobre el muro de cerramiento. Sobre dicha viga se van a colocar 10 correas de perfil IPE-80 de acero laminado S 275 J0 de 3 metros de longitud, directamente apoyadas sobre la viga central en un extremo y el muro de cerramiento en el otro, a una distancia de 1,20 metros entre sí.

### **5.2.3. Instalación de riego**

El agua proviene de un pozo propiedad del promotor situado a una distancia de 2 metros de la ubicación donde se va a edificar la caseta de riego. La toma de agua dispone de un caudal de 10 litros por segundo. La profundidad del pozo es de 12 metros, el nivel estático del agua es de 6 metros y el nivel dinámico es de 5 metros.

La plantación se va a dividir en 3 sectores de riego, cada una de ellas se va a alimentar de una tubería secundaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego.

#### **5.2.3.1. Ramales portagoteros**

Se van a establecer goteros autocompensantes, en los cuales el caudal emitido es constante e independiente de la presión. Se van a emplear tuberías de polietileno de baja densidad de 20,00 milímetros de diámetro nominal y 17,60 milímetros de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 10 mca.

#### **5.2.3.2. Tuberías secundarias**

Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo de 70 mca. Van a ir enterradas a una profundidad de 0,80 metros sobre un lecho de arena. Se van a utilizar tuberías normalizadas de 73 milímetros de diámetro exterior y 71,22 milímetros de diámetro interior.

#### **5.2.3.3. Tubería principal**

Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo de 70 mca. Van a ir enterradas a una profundidad de 0,80 metros sobre un lecho de arena. Se van a utilizar una tubería normalizada de 73 milímetros de diámetro exterior y 71,22 milímetros de diámetro interior.

#### **5.2.3.4. Cabezal de riego**

El cabezal de riego está compuesto por los siguientes elementos.

### *Filtros*

Se va a adquirir un filtro de arena de 0,60 metros de diámetro, el filtro es capaz de trabajar a un caudal máximo de 20 metros cúbicos por hora y contiene 200 kilogramos de arena en su interior.

Se elige un filtro de malla con cuerpo de acero, elementos filtrantes de acero inoxidable, 4" de diámetro, 0,05 m<sup>2</sup> de superficie, longitud de 0,5 m, malla de 200 mesh y luz de malla menor de 143 micras.

### *Equipo de fertirrigación*

Se van a instalar cuatro depósitos de 500 litros de capacidad y un depósito de 300 litros. El equipo de fertirrigación se compone por esta serie de depósitos, un inyector de fertilizante, agitadores, válvulas de control y filtros.

Para introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego se instalará un inyector eléctrico formado por una bomba de pistón y un motor eléctrico de baja potencia, con un caudal máximo de 100 L/h y una presión de 70 mca. La bomba presenta un cabezal de PVC con un motor monofásico de 180 W.

El equipo de fertirrigación irá equipado con un contador volumétrico de fertilizantes tipo Woltman, conectado al programador de riego, y una válvula de retención que evitará el paso del agua al inyector.

### *Programador del riego*

Se va a utilizar un programador de riego que está dotado de una batería eléctrica de pequeña capacidad. Se transmiten las instrucciones programadas de apertura y cierre de la instalación de riego a un dispositivo hidráulico que mediante microtubos procede a abrir o cerrar la válvula hidráulicamente. Serán necesarias cinco válvulas volumétricas de funcionamiento hidráulico de 3 pulgadas.

#### **5.2.3.5. Bomba de riego**

Se va a instalar una tubería de aspiración de 12 metros de longitud de hierro fundido por la cual circulará un caudal máximo de 21,22 m<sup>3</sup>/h. Se trata de una tubería normalizada de 73 milímetros de diámetro exterior y 71 milímetros de diámetro interior.

Se va a instalar una electrobomba centrífuga monobloc horizontal normalizada DIN 24255 a 2900 rpm "GNI" de referencia ST2 50-13 / 55. El fabricante facilita los datos de las características del motor eléctrico monofásico, el cual dispondrá de una potencia de 5,5 CV (4 kW).

#### **5.2.3.6. Valvulería y accesorios**

Detrás de la bomba se va a situar una ventosa, que será trifuncional.

Se va a colocar 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 van a colocar válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal, así como válvulas de mariposa en el equipo de fertirrigación con el fin de poder cerrar manualmente en caso de averías.

La toma rápida de presión y el manómetro se van a situar detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

La instalación va a ir dotada de codos de 90º, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, portabridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

#### **5.2.4. Instalación eléctrica**

##### **5.2.4.1. Descripción general de la instalación**

La instalación eléctrica se va a diseñar desde el transformador, situado en un poste de hormigón armado junto con la caja de protección y medida, conectados entre sí mediante la línea general de alimentación.

La derivación individual conectará la caja de protección y medida con el cuadro general de mando y protección, situado en el interior de caseta de riego.

Se trata de una instalación con necesidades eléctricas bajas, por lo que la corriente administrada será en monofásico.

##### **5.2.4.2. Circuitos eléctricos**

La instalación eléctrica interior se va a componer de 4 circuitos independientes:

- Circuito de alumbrado: Se compone de cuatro luminarias LED de 50 W cada una para la iluminación del interior de la caseta, una luminaria de emergencia de 8 W y un foco LED de 60 W para la iluminación exterior de la caseta de riego.
- Circuito de la bomba de riego: La bomba de riego tiene una potencia de 4 kW.
- Circuito de elementos del riego: El inyector de fertilizante tiene una potencia de 180 W y el programador de riego demanda 50 W.
- Circuito de tomas de corriente: Se van a instalar dos tomas de corriente monofásicas para la conexión de máquinas y herramientas auxiliares. Este circuito va a suministrar una potencia de 2500 W.

La descripción en profundidad de la instalación eléctrica, así como el cálculo de las secciones de los cables utilizados se muestran en el Anejo VII. Ingeniería de las obras.

## **6. Programación para la ejecución y puesta en marcha del proyecto**

La ejecución de las obras comenzará una vez concedidos los permisos y seleccionados los contratistas. Estas tareas deben demorarse lo menos posible en el tiempo con el fin de no retrasar excesivamente la consecución de las obras.

En el Anejo VIII. Programación para la ejecución del proyecto se presentan el diagrama Gantt y el grafo PERT del proceso de ejecución, donde se pueden observar las distintas actividades que se van a realizar.

En la tabla 11 se muestran las distintas actividades necesarias para la ejecución del proyecto. A cada actividad se le asigna una fecha de inicio y una fecha de fin.

Tabla 11. Fecha de inicio y fin de las actividades para la ejecución del proyecto

Nº	Actividad	Inicio	Fin	Duración (días)
1	Solicitud de permisos	01/07/2019	31/07/2019	31
2	Replanteo general	01/08/2019	05/08/2019	5
3	Explanación de la edificación	06/08/2019	09/08/2019	3
4	Construcción caseta de riego	10/08/2019	31/08/2019	21
5	Instalación eléctrica	01/09/2019	10/09/2019	10
6	Instalación cabezal de riego	10/09/2019	30/09/2019	20
7	Desfonde	01/09/2019	10/09/2019	10
8	Pase de grada de discos	01/10/2019	10/10/2019	10
9	Instalación sistema de riego enterrado	20/11/2019	05/01/2020	35
10	Pase cultivador	10/01/2020	20/01/2020	10
11	Recepción y acondicionamiento de los plantones	01/02/2020	10/02/2020	10
12	Replanteo y marcado	20/02/2020	25/02/2020	5
13	Plantación	25/02/2020	05/03/2020	18
14	Instalación sistema de riego superficial	05/03/2020	09/03/2020	3
15	Riego de plantación	10/03/2020	10/03/2020	1
16	Revisión de plantas	10/03/2020	20/03/2020	10
17	Poda de plantación	10/03/2020	20/03/2020	10
18	Colocación protectores de troncos	20/03/2020	30/03/2020	10
19	Colocación tutores	20/03/2020	30/03/2020	10
20	Reposición de mallas	20/05/2020	30/05/2020	10

## 7. Normas para la explotación del proyecto

### 7.1. Productos fitosanitarios

Para la compra, recepción, almacenamiento y reciclaje de los productos fitosanitarios y sus envases se cumplirá lo dispuesto en el Anejo IX. Normas para la ejecución y explotación del proyecto, en el Documento 3. Pliego de condiciones, así como el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

### 7.2. Fertilizantes

Los fertilizantes minerales se deben ajustar a las normas estipuladas en la legislación vigente respecto a su composición y riqueza. Su dosis se debe ajustar mediante el sistema de fertirrigación. Las dosis que se van a emplear se pueden observar en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

### 7.3. Maquinaria y equipos

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

La maquinaria sólo puede ser manejada por personal cualificado. En caso de que se preste a terceros, se informará el servicio de mantenimiento que requiere y

cómo debe hacerse. Los operarios deben 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.

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.

## 8. Evaluación ambiental

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, describe el tipo de proyectos que se deben someter al proceso de evaluación de impacto ambiental y su procedimiento.

En su Anexo I enumera los proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª. En su Anexo II enumera los proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª.

La transformación que describe el presente proyecto no se halla afectada por ninguna de las condiciones que detallan los Anexos I y II de la anterior ley, por lo que no es necesario someterlo a evaluación ambiental ordinaria ni simplificada.

## 9. Evaluación económica del proyecto

En la tabla 12 se muestran los indicadores de rentabilidad resultantes de la evaluación económica del proyecto, considerando los tres supuestos

Tabla 12. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando los supuestos

<b>Supuesto</b>	<b>Características</b>	<b>Indicador de rentabilidad</b>	<b>Resultado</b>
Supuesto N°1	Financiación propia	VAN (€)	468485,51
		Plazo recuperación (años)	8
		Q	1,81
Supuesto N°2	Financiación ajena (Préstamo bancario de 120000 € con un interés del 2% a devolver en 10 años)	TIR (%)	14,96
		VAN (€)	490532,35
		Plazo recuperación (años)	8
Supuesto N°3	Financiación propia con una reducción de la PAC del 50% a partir de 2020	Q	3,52
		TIR (%)	18,77
		VAN (€)	453425,80
		Plazo recuperación (años)	9
		Q	1,75
		TIR (%)	14,59

Se observa que todos los supuestos de financiación resultan rentables para la ejecución del proyecto. Sin embargo, los indicadores de rentabilidad son más adecuados en el caso de la financiación ajena, ya que los valores del VAN, la TIR y la relación beneficio-inversión son más elevados y el plazo de recuperación es más corto.

Los resultados del análisis de sensibilidad muestran que el proyecto es viable incluso en la situación más desfavorable (aumento de los gastos un 3 %, disminución de los ingresos un 5 % y vida útil de 10 años).

## 10. Resumen del presupuesto

Concepto	Importe (€)
Capítulo 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.	27,83
Capítulo 2 CIMENTACIÓN.	2.099,06
Capítulo 3 ESTRUCTURA METÁLICA.	589,10
Capítulo 4 CERRAMIENTOS.	1.785,01
Capítulo 5 CUBIERTA.	899,10
Capítulo 6 CARPINTERÍA METÁLICA.	583,20
Capítulo 7 CABEZAL DE RIEGO.	7.940,45
Capítulo 8 INSTALACIÓN DE RIEGO.	72.165,19
Capítulo 9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	6.203,50
Capítulo 10 PLANTACIÓN.	39.148,23
Capítulo 11 MAQUINARIA Y EQUIPOS.	73.645,00
Capítulo 12 SEGURIDAD Y SALUD.	1.436,82
Capítulo 13 ESTUDIO GEOTÉCNICO.	1.030,00
<b>Presupuesto de ejecución material .</b>	<b>207.552,49</b>
13% de gastos generales.	26.981,82
6% de beneficio industrial.	12.453,15
Suma .	246.987,46
21% IVA.	51.867,37
<b>Presupuesto de ejecución por contrata .</b>	<b>298.854,82</b>
Honorarios de Proyectista	
Proyecto	2,00% sobre PEM .
	4.151,05
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .
	871,72
	Total honorarios de Proyecto .
	5.022,77
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .
	4.151,05
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .
	871,72
	Total honorarios de Dirección de obra .
	5.022,77
	<b>Total honorarios de Proyectista .</b>
	<b>10.045,54</b>
Honorarios de Coordinador de Seguridad y Salud	

---

Dirección de obra	2,00% sobre PEM .	4.151,05
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .	871,72
	<b>Total honorarios de Coordinador de Seguridad y Salud .</b>	<b>5.022,77</b>
	<b>Total honorarios .</b>	<b>15.068,31</b>
	<b>Total presupuesto general .</b>	<b>313.923,14</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS TRECE MIL NOVECIENTOS VEINTITRÉS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

En Palencia, junio de 2019  
Fdo.: Fernando Olivares Alonso  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# ANEJOS A LA MEMORIA

## **ÍNDICE DE ANEJOS A LA MEMORIA**

**Anejo I. Condicionantes**

**Anejo II. Situación actual**

**Anejo III. Estudio de alternativas**

**Anejo IV. Ingeniería del proceso**

**Anejo V. Ficha urbanística**

**Anejo VI. Estudio geotécnico**

**Anejo VII. Ingeniería de las obras**

**Anejo VIII. Programación para la ejecución del proyecto**

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

**Anejo X. Justificación de precios**

**Anejo XI. Estudio económico**

**Anejo XII. Estudio de seguridad y salud**

# **ANEJO I. CONDICIONANTES**



## ÍNDICE DEL ANEJO I

1. Estudio del clima.....	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Elección del observatorio.....	7
1.3. Elementos climáticos térmicos.....	8
1.3.1. Termometría (estudio de temperaturas).....	8
1.3.2. Régimen de heladas.....	9
1.4. Elementos climáticos hídricos.....	12
1.4.1. Estudio de dispersión.....	12
1.4.2. Histograma de precipitaciones.....	14
1.4.3. Precipitaciones máximas en 24 horas.....	15
1.5. Elementos climáticos secundarios.....	16
1.5.1. Radiación.....	16
1.5.2. Viento.....	16
1.5.3. Tormentas, granizo y nieve.....	17
1.6. Diagramas climáticos.....	17
1.7. Cálculo de horas-frío.....	19
1.8. Cálculo de la evapotranspiración.....	19
1.9. Continentalidad.....	20
1.9.1. Índice de continentalidad de Gorzynski.....	20
1.9.2. Índice de oceanidad de Kerner.....	21
1.10. Índices climáticos.....	21
1.10.1. Índice de Lang.....	21
1.10.2. Índice de De Martonne.....	22
1.10.3. Índice de Emberger.....	22
1.10.4. Índice de Vernet.....	24
1.10.5. Clasificación de Köppen.....	25
1.11. Conclusiones.....	27
2. Estudio del suelo.....	36
2.1. Introducción.....	28
2.2. Toma de muestras.....	28
2.3. Resultados del análisis.....	28
2.4. Interpretación de los resultados.....	29
2.4.1. Propiedades físicas del suelo.....	29
2.4.2. Propiedades químicas del suelo.....	31
2.4.3. Agua disponible.....	34
2.5. Conclusiones.....	35
3. Estudio del agua de riego.....	36
3.1. Introducción.....	36
3.2. Toma de muestras.....	36
3.3. Resultados del análisis.....	36
3.4. Interpretación de resultados.....	37
3.4.1. pH.....	37

Alumno: Fernando Olivares Alonso

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

3.4.2. Salinidad.....	37
3.4.3. Sodicidad.....	37
3.4.4. Carbonato sódico residual .....	39
3.4.5. Dureza.....	40
3.4.6. Clasificación del agua según Normas Riverside .....	40
3.5. Conclusiones.....	42
4. Estudio de mercado.....	42
4.1. Introducción.....	42
4.2. Cultivo de la cereza en el mundo.....	42
4.3. Intercambios comerciales .....	44
4.4. Cultivo de la cereza en España .....	46
4.5. Situación actual del sector en España .....	48
4.6. Mercado regional y local.....	49
4.7. Canales de comercialización .....	49
4.8. Conclusiones.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Referencias del observatorio de Burgos/Villafría.....	7
Tabla 2. Datos del observatorio de Riocerezo .....	7
Tabla 3. Resumen mensual de temperaturas (°C).....	8
Tabla 4. Resumen estacional de temperaturas (°C).....	9
Tabla 5. Número de días mensuales de helada y valor y fecha de las temperaturas mínimas absolutas.....	10
Tabla 6. Media mensual de las temperaturas mínimas (°C).....	11
Tabla 7. Media mensual de las temperaturas mínimas absolutas (°C).....	11
Tabla 8. Resumen de régimen de heladas.....	11
Tabla 9. Precipitación total mensual, anual, mediana y quintiles (mm) .....	12
Tabla 10. Clasificación de los años del período 1986-2017 .....	13
Tabla 12. Intervalos de precipitación acumulada .....	14
Tabla 13. Frecuencia e intensidad de precipitaciones.....	15
Tabla 14. Radiación mensual a nivel de suelo según Doorenbos-Pruitt y Penman. ....	16
Tabla 15. Estudio de los vientos dominantes .....	16
Tabla 16. Días mensuales y anuales de tormentas, granizo y nieve .....	17
Tabla 17. Precipitación y temperatura media mensual.....	18
Tabla 18. Cálculo de horas-frío por el método de “Mota” .....	19
Tabla 19. Evapotranspiración de referencia según FAO (Penman-Monteith).....	20
Tabla 20. Tipo de clima según el índice de continentalidad de Gorzynski.....	20
Tabla 21. Tipo de clima según el índice de oceanidad de Kerner .....	21
Tabla 22. Zonas de influencias climáticas según Lang .....	22
Tabla 23. Zonas de según De Martonne .....	22
Tabla 24. Género, tipo de invierno, variedad y forma del clima según Emberger.....	24
Tabla 25. Zonas de según De Martonne .....	25
Tabla 26. Grupos climáticos según Köppen.....	25
Tabla 27. Subgrupos climáticos según Köppen .....	26
Tabla 28. Subdivisiones climáticas según Köppen.....	26
Tabla 29. Parámetros y resultados del análisis del suelo.....	29
Tabla 30. Clasificación del suelo por su contenido en carbonatos .....	31

---

Tabla 31. Clasificación del suelo por su contenido en caliza activa.....	31
Tabla 32. Interpretación del contenido de materia orgánica fácilmente oxidable en el suelo.....	32
Tabla 33. Valoración del contenido de fósforo asimilable en el suelo para un cultivo de regadío intensivo en relación con la textura .....	32
Tabla 34. Valoración del contenido de calcio intercambiable en el suelo en relación con la textura.....	32
Tabla 35. Valoración del contenido de magnesio intercambiable en el suelo en relación con la textura .....	33
Tabla 36. Valoración del contenido de potasio intercambiable en el suelo para un cultivo de regadío intensivo en relación con la textura .....	33
Tabla 37. Valoración del contenido de sodio intercambiable en el suelo en relación con la textura.....	33
Tabla 38. Clasificación del suelo por su conductividad eléctrica medida a 25°C .....	34
Tabla 39. Parámetros y resultados del análisis del agua de riego.....	36
Tabla 40. Índice de salinidad en función de la conductividad eléctrica del agua medida a 25°C.....	37
Tabla 41. Índice de sodicidad basado en el cálculo del SAR y del riesgo de descenso de permeabilidad .....	38
Tabla 42. Incidencia del índice SAR <sub>aj</sub> sobre el cultivo .....	39
Tabla 43. Índice de dureza del agua expresada en grados hidrotimétricos franceses.	40
Tabla 44. Superficie, rendimiento medio y producción de cereza a nivel continental ..	43
Tabla 45. Superficie, rendimiento y producción del cultivo del cerezo en España en 2017, a nivel autonómico.....	47



## ANEJO I. CONDICIONANTES

### 1. Estudio del clima

#### 1.1. Introducción

El estudio del clima de la zona donde se va a establecer la plantación permite determinar los condicionantes climáticos del proyecto. Es muy importante conocer la resistencia al frío de las especies frutales, sus exigencias en reposo invernal, la duración del período libre de heladas, así como las condiciones de sequía de la zona.

#### 1.2. Elección del observatorio

La elección de los observatorios que se van a emplear en el estudio del clima debe hacerse teniendo en cuenta la situación geográfica de los mismos, de tal forma que se adecúe al emplazamiento del proyecto. En concreto, se elige el observatorio completo de Burgos/Villafría (Burgos) y el observatorio termo-pluviométrico de Riocerezo (Burgos).

El observatorio de Burgos/Villafría, cuyas referencias se muestra en la tabla 1, se utiliza para el estudio pluviométrico, de los vientos y de la radiación. Su altitud es similar a la de la finca objeto del estudio y presenta datos de precipitaciones registrados en un período de al menos 30 años.

Tabla 1. Referencias del observatorio de Burgos/Villafría

<b>Nombre</b>	Burgos/Villafría
<b>Provincia</b>	Burgos
<b>Indicativo</b>	2331-2331X
<b>Tipo de observatorio</b>	Completo
<b>Período de observaciones</b>	1986-2017
<b>Latitud</b>	42° 21' 25" N
<b>Longitud</b>	3° 37' 13" O
<b>Altitud</b>	891 metros

El observatorio de Riocerezo se va a emplear en el estudio termométrico. Sus referencias se muestran en la tabla 2. Se encuentra a una altitud superior a la de la finca, por lo que las temperaturas analizadas serán ligeramente inferiores a las de la zona de estudio. La ventaja de este hecho es que la seguridad aumenta a la hora de realizar el análisis.

Los otros motivos de su elección son que se localiza una distancia más cercana al emplazamiento del proyecto (20 kilómetros) y, además, se encuentra alejado de la zona urbana de Burgos.

Tabla 2. Datos del observatorio de Riocerezo

<b>Nombre</b>	Riocerezo
<b>Provincia</b>	Burgos
<b>Indicativo</b>	2336I
<b>Tipo de observatorio</b>	Termo-pluviométrico

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 2 (Cont.). Datos del observatorio de Riocerezo

<b>Período de observaciones</b>	1992-2017
<b>Latitud</b>	42° 26' 33" N
<b>Longitud</b>	3° 35' 16" O
<b>Altitud</b>	900 metros

### 1.3. Elementos climáticos térmicos

#### 1.3.1. Termometría (estudio de temperaturas)

Se han tomado los datos de las temperaturas desde 2002 hasta 2017 del observatorio. Éstos se exponen, por meses, en la tabla 3. Los términos utilizados son:

- Ta: temperatura máxima absoluta.
- T'a: media de las temperaturas máximas absolutas.
- T: temperatura media de las máximas.
- tm: temperatura media mensual.
- t: temperatura media de las mínimas.
- t'a: media de las temperaturas mínimas absolutas.
- ta: temperatura mínima absoluta.

Tabla 3. Resumen mensual de temperaturas (°C)

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
<b>Ta</b>	35	29	22,5	15	16,5	18,5	23	26	31	34,5	40	39,5
<b>T'a</b>	29,13	23,78	17,50	12,56	12,97	14,59	19,83	22,53	26,22	31,41	33,00	33,50
<b>T</b>	22,07	17,06	10,25	7,44	6,74	7,82	11,80	14,56	18,24	23,48	26,36	26,07
<b>tm</b>	15,58	11,71	6,71	3,94	3,61	4,01	6,76	9,17	12,28	16,69	19,04	18,84
<b>t</b>	9,09	6,31	3,13	0,39	0,43	0,15	1,73	3,76	6,31	9,84	11,53	11,57
<b>t'a</b>	2,34	-1,53	-3,73	-7,03	-6,73	-5,63	-4,53	-2,09	0,38	4,13	6,46	6,11
<b>ta</b>	-1,5	-5	-9,5	-17,5	-15,5	-9	-11	-5	-2	0,1	3,5	3

Los datos mensuales de temperaturas se representan gráficamente en la figura 1, con el objetivo de facilitar su comprensión y análisis. Se observa que, por término medio, julio es el mes más cálido, registrando una temperatura media mensual de 19,04 °C. Por otra parte, el mes de enero es el más frío, ya que se registra una temperatura media de 3,61 °C.

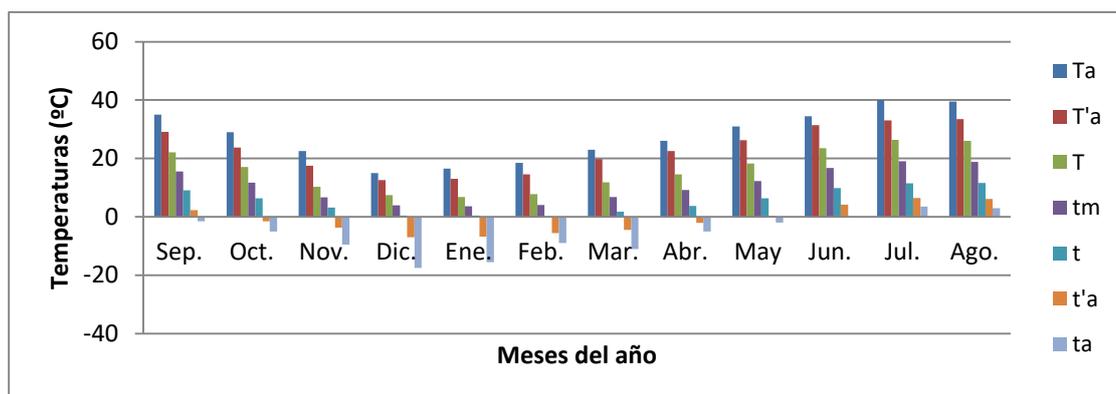


Figura 1. Gráfico de barras mensual de temperaturas.

Además, en la tabla 4 se agrupan los datos trimestrales con el fin de estructurar las temperaturas de forma estacional.

Tabla 4. Resumen estacional de temperaturas (°C)

	<b>Otoño</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verano</b>	<b>Anual</b>
<b>Ta</b>	35,00	22,50	31,00	40,00	40,00
<b>T'a</b>	23,47	13,37	22,86	32,64	23,08
<b>T</b>	16,46	7,33	14,87	25,30	15,99
<b>tm</b>	11,34	3,85	9,40	18,19	10,70
<b>t</b>	6,18	0,32	3,93	10,98	5,35
<b>t'a</b>	-0,98	-6,46	-2,08	5,57	-0,99
<b>ta</b>	-9,50	-17,50	-11,00	0,10	-17,50

En el resumen estacional de temperaturas se aprecia que la temperatura media del otoño supera ligeramente a la primavera, aunque son muy similares. Por otro lado, el salto térmico que se produce entre el invierno y el verano es muy considerable. Dicho análisis se ilustra en la figura 2.

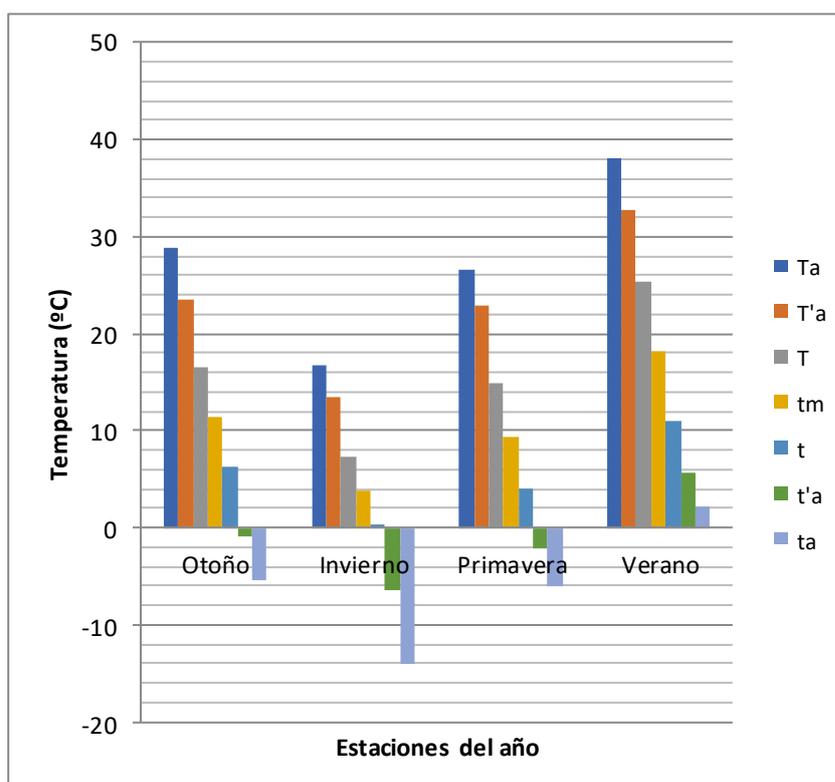


Figura 2. Gráfico de barras estacional de temperaturas.

### 1.3.2. Régimen de heladas

El riesgo de heladas existente en una zona a lo largo del año es un factor clave para el análisis de viabilidad de un cultivo frutal. Éste puede determinarse de dos formas distintas, mediante las estimaciones directas y las estimaciones indirectas.

#### 1.3.2.1. Estimaciones directas

Este método consiste en calcular el período máximo de heladas, el período medio de heladas y el período mínimo de heladas a partir de los datos reales del observatorio. Las fechas determinadas mediante los datos termométricos del observatorio son las siguientes.

- Fecha de la primera helada más temprana: 27 de septiembre de 2010.
- Fecha de la primera helada más tardía: 16 de noviembre de 2009.
- Fecha media de la primera helada: 15 de octubre.
- Fecha de la última helada más temprana: 28 de marzo de 2014.
- Fecha de la última helada más tardía: 29 de mayo de 2013.
- Fecha media de la última helada: 1 de mayo.

A continuación, se procede a calcular los distintos períodos de riesgo de heladas, así como de su duración en días.

- Período mínimo de heladas: desde 16 de noviembre hasta 28 de marzo (134 días).
- Período medio de heladas: desde 15 de octubre hasta 1 de mayo (197 días).
- Período máximo de heladas: desde 27 de septiembre hasta 29 de mayo (242 días).

El observatorio proporciona también datos acerca de las temperaturas mínimas absolutas extremas que se producen cada mes, así como el día que se producen y el número de días en los que se producen heladas. Estos datos se recogen en la tabla 5 con el fin de completar las estimaciones directas del régimen de heladas.

Tabla 5. Número de días mensuales de helada y valor y fecha de las temperaturas mínimas absolutas.

<b>Meses</b>	<b>Nº de días de helada</b>	<b>Temperaturas mínimas absolutas extremas</b>		<b>Media de las temperaturas mínimas absolutas (°C)</b>
		<b>Valor (°C)</b>	<b>Día del mes</b>	
<b>Ene</b>	14	-15,5	16	-6,73
<b>Feb</b>	15	-9	19	-5,63
<b>Mar</b>	11	-11	18	-4,53
<b>Abr</b>	4	-5	20	-2,09
<b>May</b>	1	-2	17	0,38
<b>Jun</b>	0	0,1	21	4,13
<b>Jul</b>	0	3,5	18	6,46
<b>Ago</b>	0	3	13	6,11
<b>Sep</b>	0	-1,5	7	2,34
<b>Oct</b>	3	-5	12	-1,53
<b>Nov</b>	7	-9,5	7	-3,73
<b>Dic</b>	14	-17,5	12	-7,03
<b>Año</b>	69	-17,5	12-Dic	-7,03

### 1.3.2.2. Estimaciones indirectas

#### *Período de heladas según Emberger*

Según este método, se tienen en cuenta la media de las temperaturas mínimas y se toma como referencia el día 15 de cada mes.

En la tabla 6 se expone la media mensual de las temperaturas mínimas. A continuación, se determinan los distintos períodos de heladas por este método.

Tabla 6. Media mensual de las temperaturas mínimas (°C)

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
<i>t</i>	9,09	6,31	3,13	0,39	0,43	0,15	1,73	3,76	6,31	9,84	11,53	11,57

- Período de heladas seguras (Hs): media de las mínimas inferior a 0°C. No existe.
- Período de heladas muy probables (Hp): media de las mínimas entre 0°C y 3°C. Abarca desde el 15 de diciembre hasta el 15 de marzo.
- Período de heladas probables (H'p): media de las mínimas entre 3°C y 7°C. Comprende desde el 15 de marzo hasta el 15 de mayo y desde el 15 de septiembre hasta el 15 de diciembre.
- Período libre de heladas (d): media de las mínimas superior a 7°C. Tiene lugar desde el 15 de mayo hasta el 15 de septiembre.

#### *Período de heladas según Papadakis*

Papadakis estudia los datos de la media de temperaturas mínimas absolutas. Se toma como referencia el primer o último día del mes, según asciendan o descendan las temperaturas, respectivamente.

En la tabla 7 se expone la media mensual de las temperaturas mínimas absolutas. A continuación, se determinan los distintos períodos de heladas de este método.

Tabla 7. Media mensual de las temperaturas mínimas absolutas (°C)

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
<i>t'a</i>	2,34	-1,53	-3,73	-7,03	-6,73	-5,63	-4,53	-2,09	0,38	4,13	6,46	6,11

- Estación media libre de heladas: la media de las temperaturas mínimas absolutas es mayor que 0°C. Abarca desde el 26 de abril hasta el 11 de octubre.
- Estación disponible libre de heladas: la media de las temperaturas mínimas absolutas está entre 0°C y 2°C. Comprende entre el 19 de mayo y el 3 de octubre.
- Estación mínima libre de heladas: la media de las temperaturas mínimas absolutas es mayor que 7°C. No existe.

#### *Conclusiones*

En la tabla 8 se estructuran todos los períodos de heladas calculados, tanto para las estimaciones directas como las indirectas.

Tabla 8. Resumen de régimen de heladas

	<i>Criterio</i>	<i>Período</i>	<i>Fechas</i>	<i>Nº de días</i>
<b>E. Directas</b>	-	Período mínimo de heladas	16 nov. – 28 mar.	134
	-	Período medio de heladas	15 oct. – 1 mayo	197
	-	Período máximo de heladas	27 sep.–29 mayo	242

Tabla 8 (Cont.). Resumen de régimen de heladas

<b>E. Indirectas</b>	<b>Emberger</b>	Período de heladas seguras	No existe	-
		Período de heladas muy probables	15 dic. – 15 mar.	89
		Período de heladas probables	15 mar.–15 mayo	76
			15 sep. – 15 dic	91
		Período libre de heladas	15 mayo–15 sep.	122
	<b>Papadakis</b>	Estación media libre de heladas	26 abr. – 11 oct.	168
		Estación disp. libre de heladas	19 mayo – 3 oct.	137
		Estación mínima libre de heladas	No existe	-

## 1.4. Elementos climáticos hídricos

### 1.4.1. Estudio de dispersión

El estudio de la dispersión de las precipitaciones se realiza mediante el método de los quintiles. Consiste en clasificar los años de estudio según el volumen total de agua acumulada, de tal manera que se establecen 5 grupos o quintiles, tal y como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Precipitación total mensual, anual, mediana y quintiles (mm)

	<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Anual</b>
<b>1</b>	2008	6,8	43,6	23,8	13	67,6	53,8	6,4	27,2	3,8	13,2	27,6	34,6	321,4
<b>2</b>	2012	26,4	54,6	55,1	75,3	15,8	6,7	9,7	0	43,1	38,2	39,8	3,8	368,5
<b>3</b>	1996	41,3	47,6	18,8	40,7	5,8	87,7	3,6	22,5	19,7	51,7	32,3	11,5	383,2
<b>4</b>	2009	15,8	19,3	22,3	80,1	59,4	30,7	11,8	4,9	85	20,9	30,2	27,5	407,9
<b>5</b>	2010	15,8	37,2	11,9	117,9	32,1	10,2	17,4	0,5	21,1	51,1	51,3	43,6	410,1
<b>6</b>	1997	32,7	81,3	33,9	48,6	27,8	6,4	0	0,1	110,4	49,7	21,6	32,5	445
<b>Q1</b>	1999	29,3	9	16,9	61,9	38,6	29,4	0,1	6,4	10,8	131,8	89,9	47,6	471,7
<b>8</b>	2000	22,2	44,1	54,4	38,5	33,1	36,5	4	12,8	31	119,2	72,8	31,8	500,4
<b>9</b>	2002	52,6	42,4	46,2	85,3	64,8	8,8	42,7	38,2	3,1	28	70,1	22,5	504,7
<b>10</b>	1998	49,6	18,6	4,1	74,9	72,9	62,4	9,5	25,7	25,6	62,4	58,1	42,9	506,7
<b>11</b>	2006	52	48,6	7,4	26,2	83,2	35,8	14,6	26,6	38,7	73,2	76,9	49,5	532,7
<b>12</b>	2003	37,7	18,8	27,1	41,3	44,8	35,1	4,4	15,1	30,1	48,1	63,9	166,4	532,8
<b>Q2</b>	1991	72,4	28,7	21,9	164,3	43,2	64,9	43,7	9,3	7,7	56,9	13,5	9,3	535,8
<b>14</b>	1987	46,5	31	58,8	38,6	43,2	47,6	4,5	32,4	34,7	62,2	39,1	99,1	537,7
<b>15</b>	2005	1,5	35,4	23,5	57,1	120,6	51,7	6,9	24,6	40,1	114,6	30,9	31	537,9
<b>Me</b>	2015	12,9	45,5	7,7	94,2	104,7	4,2	39	22,1	35,2	7,7	74,3	102,6	550,1
<b>17</b>	2011	36,9	54,4	15,7	14,5	51,6	58,3	47,2	11,6	30,7	17,7	63,8	153,4	555,8
<b>18</b>	2017	67,6	47,5	27,2	73,4	20,5	39	42	9,9	39,7	100,2	48,2	41,9	557,1
<b>19</b>	1988	39,9	17,3	21,6	58,4	57,5	27	64,3	20,2	50,9	104,9	48,5	47	557,5
<b>Q3</b>	2004	7,5	5,3	17,5	117,2	34,5	27,7	55,2	6,9	22	54,1	134,3	82,9	565,1
<b>21</b>	2016	65,7	70,1	26,7	56,5	33,3	69,4	16,7	5,2	13,6	68,6	115,3	24,5	565,6
<b>22</b>	1986	13,5	5,9	49	52,5	66,4	146	10,9	36,7	24,2	94,5	11,9	57	568,5
<b>23</b>	1995	102,8	33,1	27,6	74,3	36,7	10,1	17,2	15	25,3	121,9	67,9	36,9	568,8
<b>24</b>	2014	28,9	65,8	92,5	56,2	105,8	47,2	5,2	16,9	59,4	43,6	48,3	6,2	576
<b>25</b>	1989	34,8	17,7	23,1	57	36,5	35,4	36	30	49,8	117,4	75,3	63,2	576,2
<b>Q4</b>	2007	75,5	65,6	63	29,3	39,3	86,7	5,5	0,2	30	49,6	36	125,4	606,1
<b>27</b>	1993	145,3	26	147,1	11,1	45,1	2,8	29,6	57,4	41,2	55,8	43,9	8	613,3
<b>28</b>	2013	110,1	83,5	70,2	126,8	41,8	10,4	36,1	2,2	15,7	31,7	81,9	5,2	615,6
<b>29</b>	1990	95,7	32,4	59,5	53,2	67,4	17,5	16	43,7	32,3	15,2	74,7	148,9	656,5
<b>30</b>	2001	84,7	37,1	115,8	30,2	62,1	65,4	40,4	2,1	29,6	71,3	50,6	72,1	661,4
<b>31</b>	1992	45	37	39,8	100	194	53,6	1,4	6,7	38,8	63	47,5	71	697,8
<b>32</b>	1994	66	4,8	0	13,6	119,5	69,8	53,9	63,8	42,4	54,5	151,5	111,9	751,7

Una vez realizados los cálculos del método de los quintiles, en la tabla 10 se clasifican los distintos años en los cinco grupos determinados por los quintiles.

Tabla 10. Clasificación de los años del período 1986-2017

<b>Clasificación</b>		<b>Años</b>
Años muy secos	Pluviometría inferior al primer quintil	2008, 2012, 1996, 2009, 2010, 1997, 1999
Años secos	Pluviometría entre el primer y el segundo quintil	2000, 2002, 1998, 2006, 2003, 1991
Años normales	Pluviometría entre el segundo y el tercer quintil	1987, 2005, 2015, 2011, 2017, 1988, 2004
Años lluviosos	Pluviometría entre el tercer y el cuarto quintil	2016, 1986, 1995, 2014, 1989, 2007
Años muy lluviosos	Pluviometría superior al cuarto quintil	1993, 2013, 1990, 2001, 1992, 1994

Con el fin de completar el estudio de la dispersión, en la tabla 11 se muestra el resumen mensual y anual de las precipitaciones totales. En dicho resumen se incluyen los quintiles, la mediana y la precipitación media para luego analizarlos gráficamente en la figura 3.

Tabla 11. Resumen mensual y anual de precipitaciones (mm)

	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Anual</b>
<b>Media</b>	48,0	37,8	38,4	61,9	58,4	41,8	21,7	18,7	33,9	62,3	59,1	56,6	538,7
<b>Q1</b>	29,3	9	16,9	61,9	38,6	29,4	0,1	6,4	10,8	131,8	89,9	47,6	471,7
<b>Q2</b>	72,4	28,7	21,9	164,3	43,2	64,9	43,7	9,3	7,7	56,9	13,5	9,3	535,8
<b>Mediana</b>	12,9	45,5	7,7	94,2	104,7	4,2	39	22,1	35,2	7,7	74,3	102,6	550,1
<b>Q3</b>	7,5	5,3	17,5	117,2	34,5	27,7	55,2	6,9	22	54,1	134,3	82,9	565,1
<b>Q4</b>	75,5	65,6	63	29,3	39,3	86,7	5,5	0,2	30	49,6	36	125,4	606,1

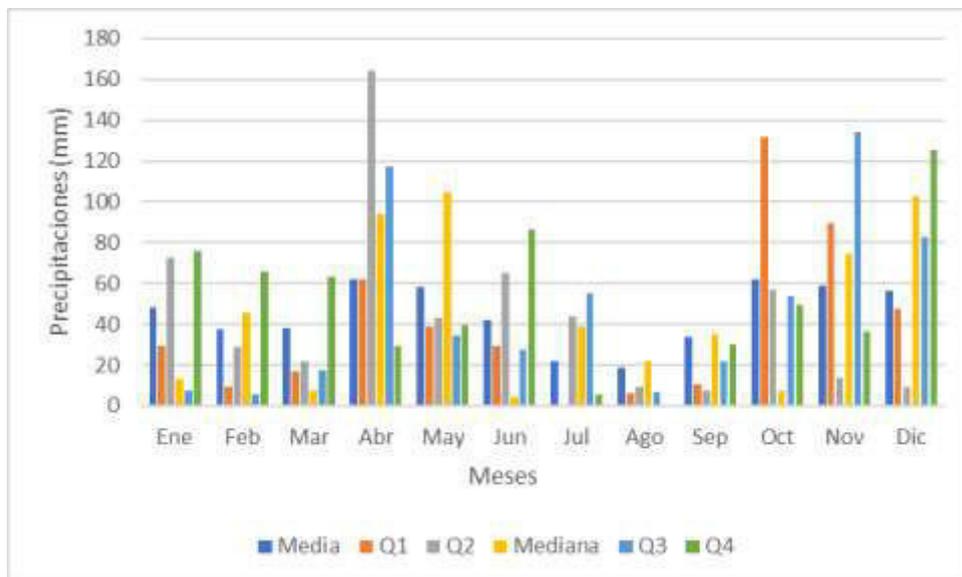


Figura 3. Representación gráfica del resumen mensual de precipitaciones

En la figura 4 aparece reflejada la evolución histórica de las precipitaciones anuales durante el período 1986-2017, junto con los quintiles.

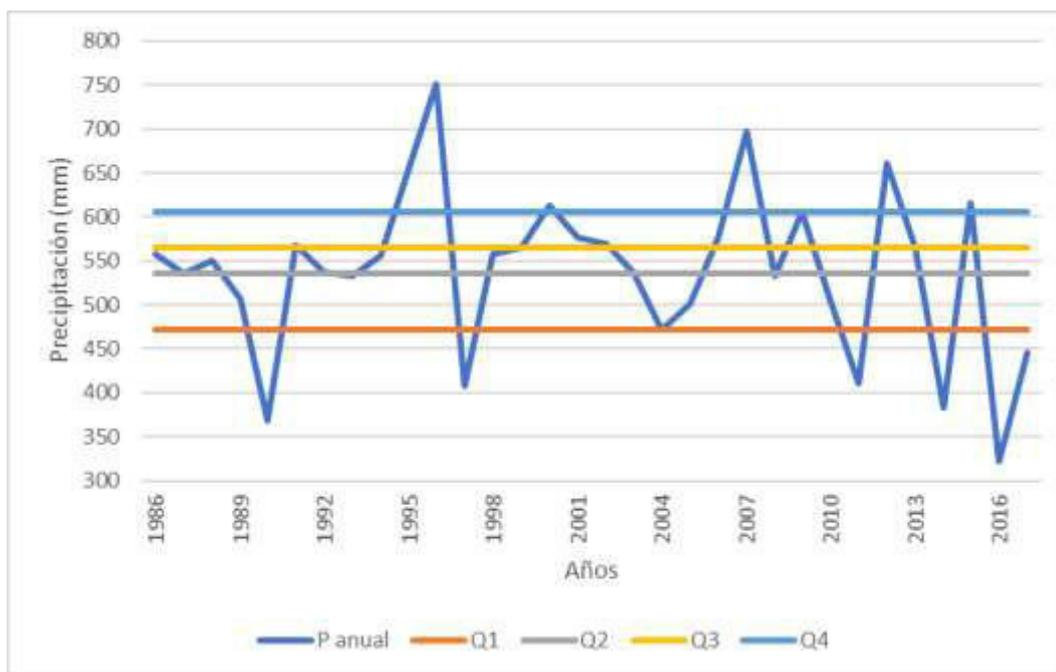


Figura 4. Evolución histórica de la precipitación acumulada anual

#### 1.4.2. Histograma de precipitaciones

Los años de estudio se pueden agrupar en distintos intervalos en función de la pluviometría anual. En la tabla 12 se establecen todos los intervalos, así como el número de años al que le corresponde cada uno.

Tabla 12. Intervalos de precipitación acumulada

<b>Intervalo de precipitación (mm)</b>	<b>Nº de años</b>	<b>Intervalo de precipitación (mm)</b>	<b>Nº de años</b>
0-100	0	400-500	4
100-200	0	500-600	18
200-300	0	600-700	6
300-400	3	700-800	1

En la figura 5 aparecen representados gráficamente mediante el histograma de precipitación y los distintos intervalos.

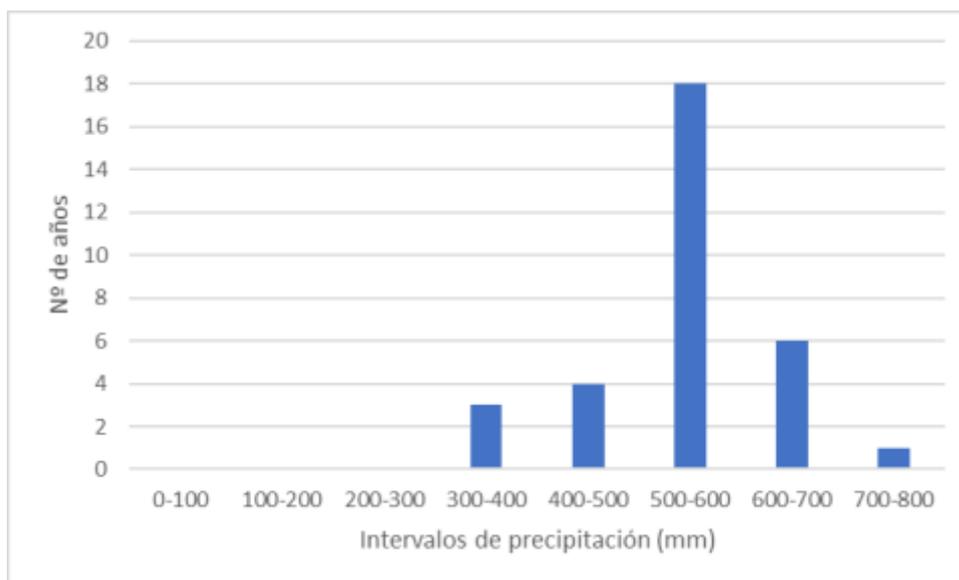


Figura 5. Histograma de precipitación

Se observa que en la mayoría de los años se da una precipitación acumulada que varía entre 500 y 600 milímetros.

#### 1.4.3. Precipitaciones máximas en 24 horas

Es muy importante analizar la frecuencia con la que se producen precipitaciones a lo largo del año, así como su intensidad, ya que ambas determinan el riesgo que puede existir sobre el cultivo produciendo encharcamientos y escorrentía superficial.

Para ello, en la tabla 13 se expone la precipitación media registrada mensualmente y la precipitación máxima alcanzada en un período de 24 horas, ambas expresadas en milímetros. También se calcula el número medio de días de lluvia, con el fin de analizar la frecuencia de precipitación.

Tabla 13. Frecuencia e intensidad de precipitaciones

Meses	Pecipitación media (mm)	Nº medio de días de lluvia	Precipitación máx 24 h (mm)
<i>Ene</i>	48,0	10	13,6
<i>Feb</i>	37,8	8	10,0
<i>Mar</i>	38,4	9	12,0
<i>Abr</i>	61,9	11	17,2
<i>May</i>	58,4	11	16,1
<i>Jun</i>	41,8	7	14,7
<i>Jul</i>	21,7	5	11,4
<i>Ago</i>	18,7	6	9,3
<i>Sep</i>	33,9	8	15,3
<i>Oct</i>	62,3	13	18,9
<i>Nov</i>	59,1	12	17,2
<i>Dic</i>	56,6	11	16,9
<b>Año</b>	<b>538,7</b>	<b>111</b>	<b>17,2</b>

Cabe destacar que octubre es el mes más lluvioso, en el que se produce el mayor número de días de precipitación y la precipitación máxima en 24 horas.

## 1.5. Elementos climáticos secundarios

### 1.5.1. Radiación

Los datos acerca de la radiación solar se obtienen del observatorio de Burgos/Villafría. Para llevar a cabo su estudio, se halla el valor de radiación a nivel del suelo, que se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$R_s = R_a \cdot \left( a + b \cdot \frac{n}{N} \right)$$

Siendo:

- $R_s$ : Radiación a nivel del suelo, medida en MJ/m<sup>2</sup>d.
- $R_a$ : Radiación solar extraterrestre, medida en MJ/m<sup>2</sup>d.
- a y b: Parámetros para calcular la radiación a nivel del suelo según Penman (a=0,18 y b=0,55) y Doorenbos-Pruitt (a=0,25 y b= 0,50).
- n: Radiación medida en observatorio, medida en horas/día.
- N: Radiación máxima para la latitud del observatorio, medida en horas/día.

Todos los datos necesarios se encuentran tabulados por el INE, excepto la radiación medida en observatorio. En la tabla 14 se expone la radiación solar a nivel de suelo calculada para cada mes del año, según Doorenbos-Pruitt y Penman.

Tabla 14. Radiación mensual a nivel de suelo según Doorenbos-Pruitt y Penman.

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$R_a$ (MJ/m <sup>2</sup> d)	13,7	18,9	26	33,8	39,4	41,8	40,8	36,4	29,3	21,6	15,1	12,3
n (h/d)	2,89	5,05	6,23	6,99	8,21	10,35	10,79	9,91	7,91	5,35	3,38	2,77
N (h/d)	9,5	10,6	11,9	13,3	14,4	15,1	14,9	13,9	12,5	11,2	9,9	9,3
n/N	0,30	0,48	0,52	0,53	0,57	0,69	0,72	0,71	0,63	0,48	0,34	0,30
$R_{Doo.}$ (MJ/m <sup>2</sup> d)	5,51	9,23	13,30	17,33	21,08	24,78	24,97	22,07	16,59	10,56	6,35	4,91
$R_{Penman}$ (MJ/m <sup>2</sup> d)	4,76	8,36	12,16	15,86	19,45	23,29	23,60	20,82	15,47	9,57	5,55	4,23

Una vez calculada la radiación mensual a nivel de suelo, se puede establecer el número de horas de sol anuales. Para ello, se multiplica n por el número de días de cada mes y a continuación se suma el valor obtenido en los doce meses. Así pues, la finca recibe 2.431 horas de sol al año.

### 1.5.2. Viento

En la tabla 15 aparece reflejada la dirección, frecuencia y velocidad media del viento para cada mes del año. Los datos han sido proporcionados por el observatorio de Burgos/Villafría.

Tabla 15. Estudio de los vientos dominantes

Meses	Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad media (km/h)
Ene	SO	15,3	12-20
Feb	SO	13,8	12-20
Mar	ENE	20,8	12-20
Abr	NE	15,2	12-20
May	ENE	21,4	12-20

Tabla 15 (Cont.). Estudio de los vientos dominantes

<b>Jun</b>	ENE	30,8	12-20
<b>Jul</b>	ENE	34,4	12-20
<b>Ago</b>	ENE	31,5	12-20
<b>Sep</b>	ENE	21,4	12-20
<b>Oct</b>	ENE	14,3	12-20
<b>Nov</b>	SO	15,1	12-20
<b>Dic</b>	SO	16,0	12-20
<b>Anual</b>	ENE	19,7	12-20

El viento dominante en la zona sigue la dirección Este-Noreste (ENE), con una frecuencia del 19,7% y una velocidad media que oscila entre 12 y 20 km/h. Se observa que durante la primavera, el verano y el otoño la frecuencia del viento es considerable y sigue la misma dirección. Sin embargo, en invierno la frecuencia de vientos es más baja y sigue la dirección Suroeste (SO).

### 1.5.3. Tormentas, granizo y nieve

Es importante conocer el número de días que se produce nieve, tormentas y granizo cada mes del año en la zona de estudio con el fin de valorar su incidencia sobre los cultivos. En la tabla 16 se exponen todos estos datos.

Tabla 16. Días mensuales y anuales de tormentas, granizo y nieve

<b>Meses</b>	<b>Nº de días de tormenta</b>	<b>Nº de días de granizo</b>	<b>Nº de días de nieve</b>
<b>Ene</b>	0	0	5
<b>Feb</b>	0	0	5
<b>Mar</b>	0	0	3
<b>Abr</b>	2	1	2
<b>May</b>	4	1	0
<b>Jun</b>	4	0	0
<b>Jul</b>	3	0	0
<b>Ago</b>	3	0	0
<b>Sep</b>	2	0	0
<b>Oct</b>	1	0	0
<b>Nov</b>	0	0	2
<b>Dic</b>	0	0	3
<b>Anual</b>	19	2	15

Se calcula que en la zona se producen por término medio 19 días de tormenta, 2 días de granizo y 15 días de nieve al año.

### 1.6. Diagramas climáticos

Los diagramas climáticos son representaciones mixtas gráficas que facilitan el análisis visual del clima de una zona. Es necesario conocer los valores mensuales de las precipitaciones medias y las temperaturas medias. Una vez identificados estos valores en la tabla 17, se representa el climodiagrama ombrotérmico de Gausson en la figura 6 y el climodiagrama de termohietas en la figura 7.

Tabla 17. Precipitación y temperatura media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>tm</b> (°C)	3,61	4,01	6,76	9,17	12,28	16,69	19,04	18,84	15,58	11,71	6,71	3,94
<b>P</b> (mm)	48,0	37,8	38,4	61,9	58,4	41,8	21,7	18,7	33,9	62,3	59,1	56,6

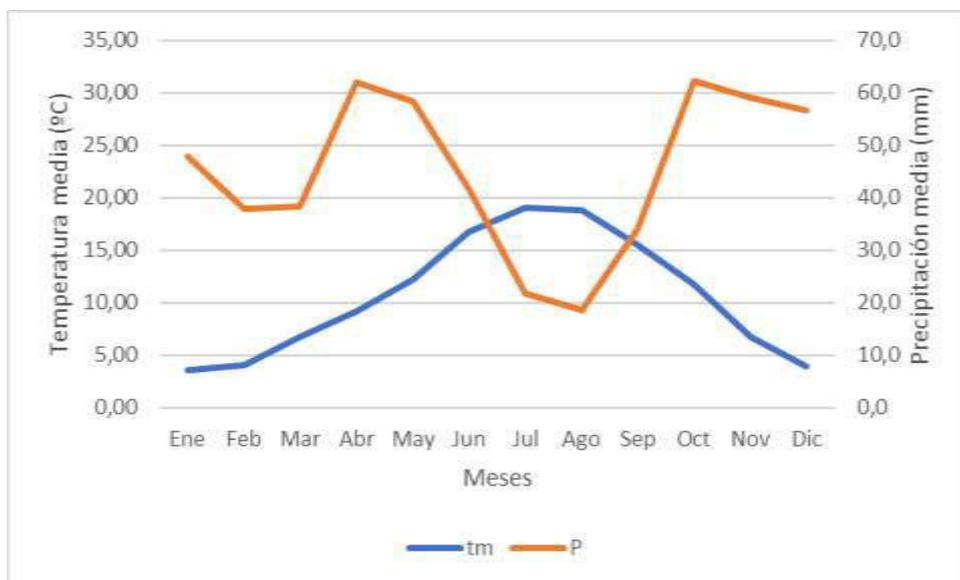


Figura 6. Climodiagrama ombrotérmico de Gausson

El climodiagrama ombrotérmico de Gausson se elabora con el objetivo de conocer el período seco de la zona de estudio. La escala de precipitaciones medias es el doble que la de temperaturas medias, de tal manera que el área comprendida por debajo de la línea de temperaturas y por encima de la línea de precipitaciones muestra la duración y la intensidad del período de sequía en la zona. En concreto, el período seco tiene lugar en este caso en durante los meses de julio y agosto.

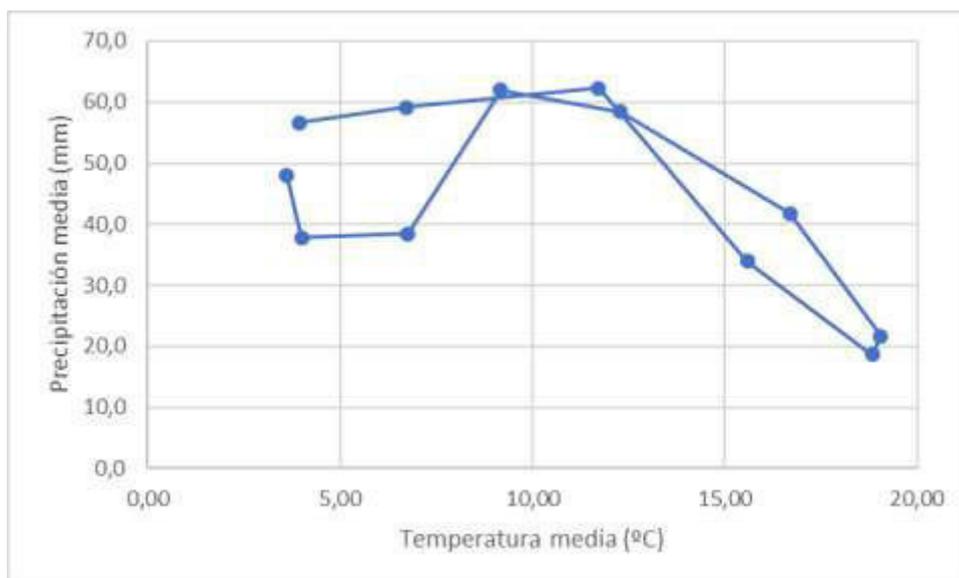


Figura 7. Climodiagrama de termohietas

El climodiagrama de termohietas se construye situando los valores de temperaturas medias en el eje de abscisas y relacionando cada uno con su valor de precipitación media de cada mes en el eje de ordenadas.

### 1.7. Cálculo de horas-frío

Las exigencias térmicas que presenta un árbol frutal durante el período de reposo invernal se pueden computar mediante horas-frío o unidades-frío.

Se define el número de horas-frío como la cantidad total de horas que se producen durante el reposo invernal del árbol con una temperatura inferior a 7°C. Existen varios métodos para su cálculo, pero al tratarse de una zona templado-fría, el método más adecuado es el método de "Mota".

El método de "Mota" consiste en aplicar una ecuación matemática con dos variables, de tal forma que, sustituyendo la temperatura media mensual en cada mes del invierno, se obtienen las horas-frío mensuales. La fórmula es la siguiente:

$$Y = 485,1 - 28,52X$$

Siendo:

- Y: horas-frío mensuales.
- X: temperatura media mensual.

En la tabla 18 se muestra el número de horas-frío calculadas para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero por este método.

Tabla 18. Cálculo de horas-frío por el método de "Mota"

<b>Meses</b>	<b>Temperatura media mensual (°C)</b>	<b>Horas-frío</b>
<b>Noviembre</b>	6,71	293,6
<b>Diciembre</b>	3,94	372,6
<b>Enero</b>	3,61	382,0
<b>Febrero</b>	4,01	370,8
<b>Período de reposo invernal</b>		<b>1419</b>

Se obtiene un cómputo total de 1.419 horas-frío.

### 1.8. Cálculo de la evapotranspiración

Según la FAO, el concepto de evapotranspiración (ET) incluye dos procesos separados, por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y, por otra parte, mediante transpiración del cultivo.

Estos dos procesos ocurren de manera simultánea. La evaporación del suelo depende de la disponibilidad de agua en los horizontes más cercanos a la superficie y de la radiación solar. Por otra parte, la transpiración de la planta depende del área foliar.

Para determinar la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>C</sub>) previamente hay que calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>). Para el estudio climatológico, es necesario conocer ET<sub>0</sub>, cuyo cálculo se realiza mediante la ecuación de Penman-Monteith:

$$ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{e_s - e_a}{r_a}}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_s}{r_a})}$$

Donde  $R_a$  es la radiación neta,  $G$  es el flujo del calor del suelo,  $(e_s - e_a)$  representa el déficit de presión de vapor del aire,  $\rho_a$  es la densidad media del aire a presión constante,  $c_p$  es el calor específico del aire,  $\Delta$  representa la pendiente de la curva de presión de vapor de saturación,  $\gamma$  es la constante psicométrica, y  $r_s$  y  $r_a$  son las resistencias superficial y aerodinámica.

Almorox publica una hoja de cálculo informática de  $ET_0$ . En la tabla 19 se muestran los resultados de la  $ET_0$  calculada para la zona de estudio en períodos mensuales y diarios.

Tabla 19. Evapotranspiración de referencia según FAO (Penman-Monteith)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$ET_0$ (mm/día)	0,50	1,02	1,41	2,39	3,02	3,99	4,52	3,92	3,28	1,78	0,76	0,55
$ET_0$ (mm/mes)	16	29	44	71,7	94	120	140	122	98	55	23	17

## 1.9. Continentalidad

Los índices que miden la influencia de las masas de agua relacionan la continentalidad con la amplitud térmica anual. El más utilizado es el de Gorzynski, pero el que más se adecúa al clima de la Península Ibérica es el de Kerner.

### 1.9.1. Índice de continentalidad de Gorzynski

El índice de continentalidad de Gorzynski se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_g = 1,7[(tm_{12} - tm_1)/senL] - 20,4$$

Siendo:

- $tm_{12}$ : temperatura media mensual más alta.
- $tm_1$ : temperatura media mensual más baja
- $L$ : latitud del observatorio en grados

Aplicando la fórmula:

$$I_g = 1,7[(19,04 - 3,61)/sen42] - 20,4 = 18,8$$

Se obtiene un valor igual a 18,8. En la tabla 20 se muestra la relación que existe entre el índice de continentalidad de Gorzynski obtenido y el tipo de clima.

Tabla 20. Tipo de clima según el índice de continentalidad de Gorzynski

$I_g$	Tipo de clima
Inferior a 10	Marítimo
Entre 10 y 20	Semimarítimo
Entre 20 y 30	Continental
Superior a 30	Muy Continental

Por consiguiente, el clima de la zona es de “tipo semimarítimo”.

### 1.9.2. Índice de oceanidad de Kerner

El índice de oceanidad de Kerner se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ck = 100 \cdot \frac{tm_x - tm_{IV}}{tm_{12} - tm_1}$$

Siendo:

- $tm_x$ : temperatura media del mes de octubre.
- $tm_{IV}$ : temperatura media del mes de abril.
- $tm_{12}$ : temperatura media del mes más cálido.
- $tm_1$ : temperatura media del mes más frío.

Sustituyendo los valores de las temperaturas en la fórmula:

$$Ck = 100 \cdot \frac{11,71 - 9,17}{19,04 - 3,61} = 16,50$$

Se obtiene un valor igual a 16,5. En la tabla 21 se muestra la relación que existe entre el índice de oceanidad de Kerner obtenido y el tipo de clima.

Tabla 21. Tipo de clima según el índice de oceanidad de Kerner

<b><i>Ck</i></b>	<b><i>Tipo de clima</i></b>
Superior a 26	Marítimo
Entre 18 y 26	Semimarítimo
Entre 10 y 18	Continental
Inferior a 10	Muy Continental

Por consiguiente, el clima de la zona es de “tipo continental”.

### 1.10. Índices climáticos

Los índices climáticos que se utilizan normalmente presentan relaciones entre los distintos elementos del clima y pretenden cuantificar la influencia de éste sobre las comunidades vegetales. A continuación, se muestra el cálculo de los distintos índices que se utilizan en el estudio.

#### 1.10.1. Índice de Lang

El índice de Lang se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{tm}$$

Siendo:

- P: precipitación anual, en mm.
- tm: temperatura media anual, en °C.

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$I = \frac{P}{tm} = \frac{538,7}{10,70} = 50,35$$

Se obtiene un valor de 50,35. En la tabla 22 se muestran las zonas de influencia según Lang. En este caso, se trata de una “zona húmeda de estepa o sabana”.

Tabla 22. Zonas de influencias climáticas según Lang

<b>Índice de Lang</b>	<b>Zonas de influencia</b>
0-20	Desierto
20-40	Zona árida
40-60	Zona húmeda de estepa o sabana
60-100	Zona húmeda de bosques claros
100-160	Zona húmeda de grandes bosques
>160	Zona perhúmeda de prados y tundra

### 1.10.2. Índice de De Martonne

El índice de De Martonne se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{(tm + 10)}$$

Siendo:

- P: precipitación anual, en mm.
- tm: temperatura media anual, en °C.

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$I = \frac{P}{(tm + 10)} = \frac{538,7}{20,70} = 26,02$$

Se obtiene un valor de 26,02. En la tabla 23 se muestran las zonas según De Martonne. En este caso, se corresponde con una “zona subhúmeda”.

Tabla 23. Zonas de según De Martonne

<b>Índice de Lang</b>	<b>Zonas</b>
<5	Desierto
5-10	Semidesierto
10-20	Semiárido tipo Mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

### 1.10.3. Índice de Emberger

El índice de Emberger se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{K \cdot P}{(T_{12}^2 - t_1^2)}$$

Siendo:

- P: precipitación anual, en mm.

- $T_{12}$ : temperatura media máxima del mes más cálido.
- $t_1$ : temperatura media mínima del mes más frío.
- K: constante.

Si  $t_1$  es mayor que  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{12}$  y  $t_1$  se expresan en grados centígrados y K es igual a 100. Por otro lado, si  $t_1$  es menor que  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{12}$  y  $t_1$  se expresan en grados Kelvin y K es igual a 200.

Una vez realizada esta consideración, se sustituyen los valores de la ecuación para hallar el índice de Emberger:

$$Q = \frac{K \cdot P}{(T_{12}^2 - t_1^2)} = \frac{100 \cdot 538,7}{(26,36^2 - 0,15^2)} = 77,53$$

Se obtiene un valor de Q igual a 77,53. En la figura 8 se muestra el gráfico mediante el cual se define la subregión climática o género de la zona de estudio. Concretamente, se obtiene un género mediterráneo templado.

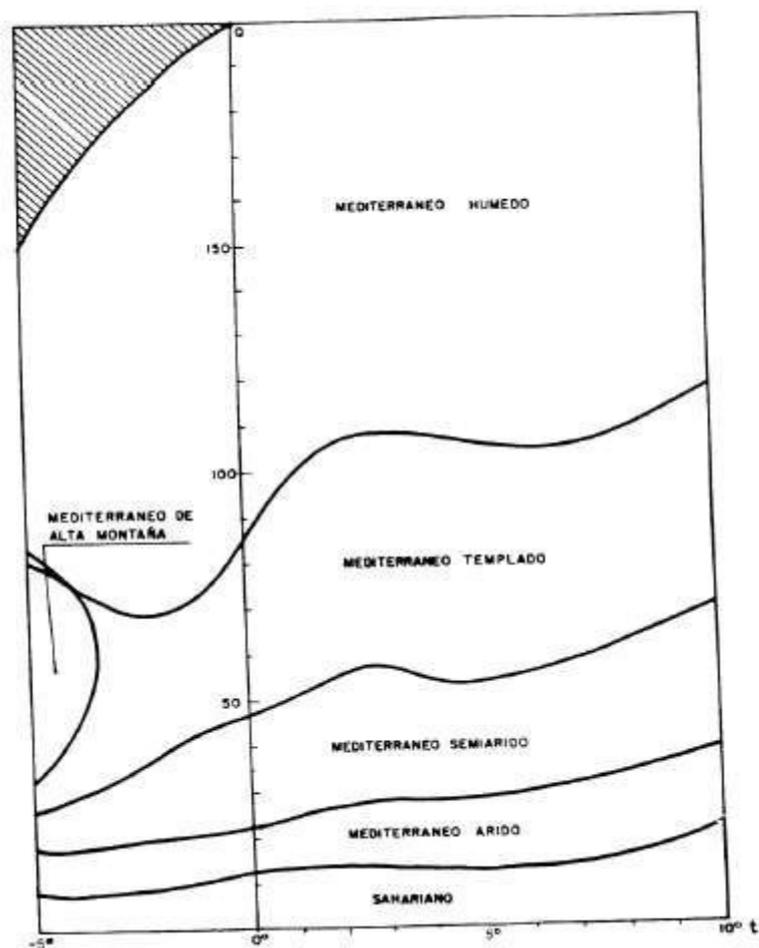


Figura 8. Determinación de la subregión climática según Emberger

En la tabla 24 se estructuran las distintas alternativas que, según Emberger, determinan el clima de la zona de estudio.

Tabla 24. Género, tipo de invierno, variedad y forma del clima según Emberger

<b>1º Género</b>		
<b>Género</b>		<b>Vegetación</b>
Mediterráneo árido		Matorrales
Mediterráneo semiárido		<i>Pinus halepensis</i>
Mediterráneo templado		Olivo, alcornoque
Mediterráneo húmedo		Castaño, abeto mediterráneo
Mediterráneo de alta montaña		Cedro, abeto pino, juniperus
<b>2º Tipo de invierno</b>		
<b>Tipo de invierno</b>	<b>t<sub>1</sub> (°C)</b>	<b>Heladas</b>
Muy frío	Inferior a -3	Muy frecuentes e intensas
Frío	Entre -3 y 0	Muy frecuentes
Fresco	Entre 0 y 3	Frecuentes
Templado	Entre 3 y 7	Débiles
Cálido	Superior a 7	Libre de heladas
<b>3º Variedad (posición género)</b>		
Superior	Media	Inferior
<b>4º Forma (precip. máx.)</b>		
Otoño	Invierno	Primavera

Por consiguiente, la metodología propuesta por Emberger hace que se obtenga un clima en la zona de estudio de género mediterráneo templado, caracterizado por la presencia de vegetación del tipo del olivo y el alcornoque, con un tipo de invierno fresco en el que se producen heladas frecuentes, de variedad media y forma de primavera.

#### 1.10.4. Índice de Vernet

El índice de Vernet se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I = (+ó-) \frac{100 \cdot (H - h) \cdot T'_v}{P \cdot P_v}$$

Siendo:

- H: precipitación de la estación más lluviosa, en mm.
- h: precipitación de la estación más seca, en mm.
- P: precipitación anual, en mm.
- P<sub>v</sub>: precipitación estival, en mm. Suma de las precipitaciones de junio, julio y agosto.
- T'<sub>v</sub>: media de las temperaturas máximas estivales, en °C.
- El valor del índice lleva signo negativo cuando el verano es el primero o segundo de los mínimos pluviométricos y con signo positivo en caso contrario.

Sustituyendo los valores mencionados en la ecuación:

$$I = (+ó -) \frac{100 \cdot (H - h) \cdot T'_v}{P \cdot P_v} = - \frac{100 \cdot (H - h) \cdot T'_v}{P \cdot P_v} = -5,64$$

Se obtiene un valor de -5,64. En la tabla 25 se muestra el tipo de clima según Vernet. En este caso se corresponde con un clima mediterráneo.

Tabla 25. Zonas de según De Martonne

<b>Índice de Vernet</b>	<b>Tipos de clima</b>
>+2	Continental
0 a -2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Pseudoceánico
-2 a -1	Oceánico-Mediterráneo
-3 a -2	Submediterráneo
<-3	Mediterráneo

### 1.10.5. Clasificación de Köppen

Köppen establece una clasificación climática basada en el grado de aridez y en la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores de la temperatura y de precipitación, independientemente de la situación geográfica.

La primera categoría climática consta de cinco grupos climáticos, nombrados con una letra mayúscula, que vienen definidos por las temperaturas y precipitaciones medias, tal y como se observa en la tabla 26.

Tabla 26. Grupos climáticos según Köppen

<b>Grupo climático</b>	<b>Descripción</b>
A Climas tropicales	tm > 18°C
B Climas secos	Fórmula
C Climas templados cálidos	tm del mes más frío entre 18 y -3°C tm del mes más cálido >10°C
D Climas de nieve	tm del mes más frío <-3°C tm del mes más cálido >10°C
E Climas de hielo	tm del mes más cálido <10°C

Debido a que la temperatura media del mes más frío de la zona de estudio es de 3,61°C y la del mes más cálido es de 19,04°C, se obtiene un grupo climático templado cálido, según Köppen, al que le corresponde la letra "C".

Los subgrupos climáticos aportan la variación estacional de la humedad, según exista o no estación seca y coincida con la estación cálida o la fría. En la tabla 27 se muestran los distintos subgrupos climáticos según Köppen.

Tabla 27. Subgrupos climáticos según Köppen

<b>Subgrupo climático</b>	<b>Descripción</b>
S	Climas de estepa Pm entre 380 y 760 mm anuales
W	Climas desérticos Pm <250 mm anuales
T	Para climas de tipo E tm entre 0 y 10°C
F	Para climas de tipo E tm <0°C todos los meses
f	Húmedo (Para climas tipo A, C y D) Precipitaciones todos los meses, no hay estación seca

Tabla 27. Subgrupos climáticos según Köppen (Cont.)

w	Estación seca en invierno El mes más seco del invierno tiene 1/10 de las precipitaciones del mes más húmedo del verano
s	Estación seca en verano El mes más húmedo del invierno recibe el triple o más de precipitaciones que el mes más seco del verano
m	Clima de bosque lluvioso La estación seca finaliza con un ciclo de precipitaciones monzónico

Debido a que en el mes de diciembre se registran el triple de precipitaciones medias que en el mes de agosto, la zona de estudio presenta un subgrupo climático de estación seca en verano, al que le corresponde la letra “s”.

Por último, en la tabla 28 se estructuran los datos necesarios para determinar la subdivisión climática según Köppen.

Tabla 28. Subdivisiones climáticas según Köppen

<b>Subdivisión climática</b>	<b>Descripción</b>
a	Con verano caluroso (Climas tipo C y D) tm del mes más cálido >22°C
b	Con verano cálido (Climas tipo C y D) tm del mes más cálido <22°C Al menos 4 meses con tm>10°C
c	Con verano corto y fresco (Climas tipo C y D) Menos de 4 meses con tm>10°C Mes más frío con tm>-38°C
d	Con invierno muy frío (Clima tipo D) tm del mes más frío <-38°C
h	Caluroso y seco (Clima tipo B) tm anual >18°C
k	Frío y seco (Clima tipo B) tm anual <18°C tm del mes más cálido >18°C

Debido a que la temperatura del mes más cálido es menor de 22°C y que al menos cuatro meses registran temperaturas medias superiores a 10°C, la zona de estudio presenta características de una subdivisión climática con veranos cálidos correspondiendo con la letra “b”.

En resumen, la clasificación de Köppen indica que la zona de estudio es de clima templado-cálido, con estación seca en verano y con veranos cálidos. Por lo tanto, a este tipo de clasificación se denomina con las letras “Csb”.

## 1.11. Conclusiones

### *Elementos climáticos térmicos*

Las temperaturas invernales que se dan son propias de una zona fría y se producen heladas frecuentemente. En el mes de diciembre se registra la temperatura mínima extrema más baja, de  $-17,5^{\circ}\text{C}$ . No obstante, temperaturas de helada inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$  se producen de forma esporádica. Por lo tanto, una especie frutal de zona templado-fría como es el caso del cerezo no presentará problemas de adaptación a la zona en cuanto a las temperaturas de helada durante el invierno, ya que cuando se producen, el árbol se encuentra en período de reposo.

En la zona se produce un cómputo total de 1.419 horas-frío, valor que satisface perfectamente las exigencias en frío invernal del cerezo.

El riesgo de que se produzcan heladas tardías en primavera es muy alto, por lo que conviene elegir aquellas variedades de cerezo que tengan una floración más tardía con el fin de que no se produzcan daños sobre las flores y los frutos recién cuajados. El estado fenológico del cuajado de fruto es el momento crítico en el que el cerezo es más sensible a las heladas. En concreto, la temperatura crítica es de  $-1^{\circ}\text{C}$ , por debajo de la cual se producen daños. Las variedades de floración tardía alcanzan el momento de cuajado del fruto entre mediados y finales de abril, en el que la media de las temperaturas mínimas absolutas alcanza  $-2,09^{\circ}\text{C}$ . En consecuencia, es necesario establecer un sistema de defensa anti-heladas en la plantación, con el fin de suavizar las temperaturas de helada que se produzcan durante este período e intentar minimizar las posibles pérdidas de producción.

Las temperaturas estivales se caracterizan por dar un salto térmico considerable con respecto al invierno. La temperatura media de julio, que es el mes más cálido, es de  $19,04^{\circ}\text{C}$ . No se registran temperaturas extremas máximas superiores a  $40^{\circ}\text{C}$ , por lo que no se espera que se produzca ningún problema en el cultivo durante los meses de verano.

La temperatura media del período mayo-septiembre, cuando se produce el proceso de maduración del fruto, es de  $16,50^{\circ}\text{C}$ . Esta temperatura se encuentra ligeramente por debajo de los valores óptimos para el cultivo del cerezo, pero puede ajustarse perfectamente a los requerimientos de la especie.

### *Elementos climáticos hídricos.*

La pluviometría media anual de 538,7 milímetros resulta un valor bajo para las plantaciones frutales en régimen de secano. Además, no se distribuyen de forma equilibrada a lo largo del año y durante los meses de julio y agosto tiene lugar un período seco. Por lo tanto, se requiere una instalación de riego en la plantación con el fin de satisfacer las necesidades de los árboles frutales durante la época de máximas exigencias hídricas.

### *Elementos climáticos secundarios*

Los elementos climáticos secundarios, tales como la radiación solar, el viento, el granizo, las tormentas y la nieve no se espera que causen ningún problema al cultivo frutal.

En conclusión, el clima resulta un factor claramente condicionante en el establecimiento de la plantación frutal. El cerezo es una especie de zona templado-frío que puede adaptarse a las condiciones climáticas de la zona, siempre y cuando se establezca un sistema de defensa anti-heladas para prevenir posibles daños por heladas primaverales tardías y una instalación de riego para cubrir adecuadamente las necesidades hídricas de los cultivos.

## **2. Estudio del suelo**

### **2.1. Introducción**

Realizar un análisis del suelo donde se va a establecer la plantación permite conocer las características físico-químicas del mismo. De esta forma, se pretende determinar si existen ciertos aspectos edáficos desfavorables que limiten el desarrollo, el tamaño y el vigor de los árboles, así como su productividad.

El cultivo de cerezo requiere suelos ligeros y permeables, con una buena porosidad y drenaje. Los suelos pesados, así como los calizos o con pH elevado pueden originar problemas de asfixia radicular y clorosis férrica, respectivamente, dependiendo de la sensibilidad del patrón.

### **2.2. Toma de muestras**

El terreno donde se va a establecer la plantación presenta una clara homogeneidad. Por ello, el método seguido para la toma de una muestra representativa es el siguiente:

- Realizar pequeños hoyos en distintos puntos del terreno, con ayuda de una azada, de 40 centímetros de profundidad.
- Recoger la tierra obtenida en los distintos puntos y guardarla conjuntamente en una sola bolsa. De este modo, se obtiene una muestra de aproximadamente 1 kilogramo de peso.
- Sellar la bolsa que contiene la muestra y etiquetar.

A continuación, se muestran los resultados de dicho análisis y se procede a interpretar dichos resultados.

### **2.3. Resultados del análisis**

En la tabla 29 se presentan los parámetros el análisis de la muestra de suelo.

Tabla 29. Parámetros y resultados del análisis del suelo

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>	<b>Observaciones</b>
Arcilla	30,45 %	USDA	-
Limo	27,50 %	USDA	-
Arena	42,05 %	USDA	-
Textura	-	USDA	Franco arcilloso
Carbonatos totales	12,94 %	Calcímetro Bernard	Bajo
Caliza activa	7,68 %	Calcímetro Bernard	Normal
pH	8,1	Agua 1:2,5	Básico
Materia orgánica	3,45 %	Walkley y Black	Elevado
Relación C/N	12,51	-	Normal
Nitrógeno	0,16 %	Kjeldahl	Normal
Fósforo	32,05 ppm	Olsen-Watanabe	Elevado
Sodio intercambiable	0,07 meq/100g	Emisión atómica	Bajo
Potasio intercambiable	1,18 meq/100g	Emisión atómica	Elevado
Calcio intercambiable	30,51 meq/100g	Emisión atómica	Elevado
Magnesio intercambiable	3,98 meq/100g	Absorción atómica	Elevado
Relación Ca <sup>+2</sup> /Mg <sup>+2</sup>	7,68 meq/100 g	-	Normal
Relación K <sup>+</sup> /Mg <sup>+2</sup>	0,30 meq/100 g	-	Normal
Conductividad eléctrica	0,25 mS/cm	Agua 1:2,5	No salino

## 2.4. Interpretación de los resultados

### 2.4.1. Propiedades físicas del suelo

#### 2.4.1.1. Profundidad

La profundidad del suelo se determina mediante la realización de una calicata. El volumen de tierra que es capaz de explorar el sistema radicular del cerezo depende directamente de la profundidad del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes.

La profundidad del terreno donde se va a establecer la plantación alcanza valores superiores a 1,5 metros. El cerezo sobre patrón franco prefiere suelos profundos. Otros patrones de enraizamiento más superficial permiten su cultivo en terrenos menos profundos, entre 1 y 1,5 metros. Por tanto, no se prevén problemas asociados a este parámetro.

#### 2.4.1.2. Textura

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño (arena, limo y arcilla) en el suelo. Aporta información sobre la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

La textura obtenida en el análisis físico de la muestra es franco arcillosa, como se observa en la figura 9. Este tipo de suelos pueden llegar a ocasionar problemas de asfixia radicular a los árboles si no se elige un patrón adecuado.

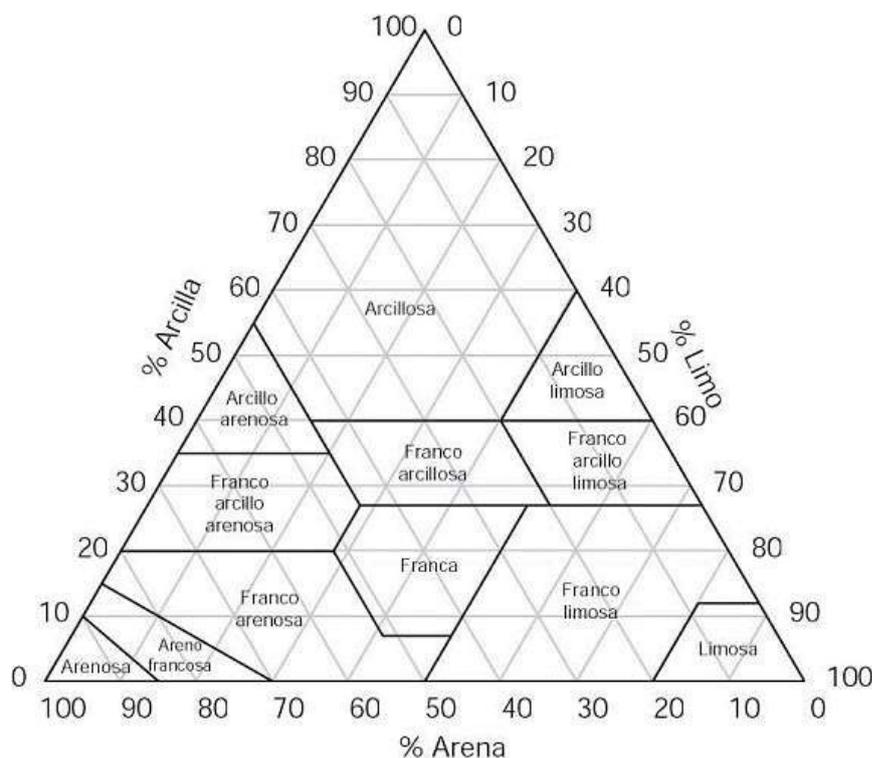


Figura 9. Triángulo textural de USDA

#### 2.4.1.3. Estructura

La estructura del suelo se define como la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla conformando agregados de diversas formas y tamaños.

El suelo donde se va establecer la plantación presenta una estructura migajosa. Este tipo de estructura favorece la infiltración de agua y la aireación del suelo. Gracias a estas condiciones, se esperan paliar en mayor o menor medida los efectos desfavorables de la textura del suelo, antes analizada.

#### 2.4.1.4. Permeabilidad

La permeabilidad es la propiedad del suelo de dejarse atravesar por el agua y el aire. Cuanto más permeable sea el suelo, mayor será la filtración de agua en el mismo.

El análisis del suelo no proporciona datos específicos sobre la permeabilidad. Sin embargo, se pueden estimar valores medios de este parámetro en base a la textura y estructura del suelo. Según la FAO, la permeabilidad media de suelos que presentan estructura migajosa alcanza un valor entre 7 y 15 cm/hora. Por lo tanto, el suelo no presentará problemas asociados a la permeabilidad.

## 2.4.2. Propiedades químicas del suelo

### 2.4.2.1. Alcalinidad del suelo

La alcalinidad del suelo debe analizarse a la vista de los parámetros del contenido en carbonatos del suelo, la caliza activa y el valor del pH. A continuación, se analizan cada uno de estos parámetros con el fin de determinar la aptitud del suelo para el cultivo de cerezos.

#### 2.4.2.1.1. Carbonatos

La muestra de suelo analizada en el laboratorio presenta un contenido en carbonatos totales de 12,94 %. La tabla 30 establece que dicho nivel de carbonatos es propio de un suelo normal.

Tabla 30. Clasificación del suelo por su contenido en carbonatos

<b>Nivel</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 5 %	Muy bajo
5 – 10 %	Bajo
10 – 20 %	Normal
20 – 40 %	Alto
> 40 %	Muy alto

#### 2.4.2.1.2. Caliza activa

El suelo de la parcela presenta un valor de 7,82% de caliza activa. Según la tabla 31, se trata de un contenido que entra dentro del rango de valores propio de un suelo medio, por lo que puede afectar a cultivos sensibles a la clorosis férrica.

Tabla 31. Clasificación del suelo por su contenido en caliza activa

<b>Nivel</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Influencia sobre los cultivos</b>
0 – 6 %	Bajo	No suele aparecer clorosis
6 – 9 %	Medio	Afecta a cultivos sensibles
> 9 %	Alto	Problemas de clorosis grave

#### 2.4.2.1.3. Valor de pH

El nivel de pH analizado en la muestra de suelo toma un valor de 8,1. Se trata de un pH ligeramente básico, que no se espera que cause ningún problema para el desarrollo del árbol, dado el valor de caliza activa previamente comentado.

### 2.4.2.2. Fertilidad

Para valorar la fertilidad del suelo debe analizarse el contenido en materia orgánica y el contenido en nutrientes asimilables por la planta en el suelo.

#### 2.4.2.2.1. Contenido en materia orgánica

El contenido de materia orgánica fácilmente oxidable obtenido en el análisis de la muestra de tierra, por el método de Walkley-Black, es de 3,45%. La tabla 32 ofrece una interpretación del contenido de materia orgánica.

Tabla 32. Interpretación del contenido de materia orgánica fácilmente oxidable en el suelo

<b>Nivel</b>	<b>Interpretación</b>
< 0,9 %	Muy baja
1,0 – 1,9 %	Baja
2,0 – 2,5 %	Normal
2,6 – 3,5 %	Alta
> 3,6 %	Muy alta

Se trata de un valor alto. Una enmienda orgánica previa a la plantación de los árboles no va a ser necesaria.

La relación de Carbono/Nitrógeno del suelo es un dato fundamental para calcular la velocidad de descomposición y de nitrificación de los compuestos orgánicos. La muestra de tierra analizada adopta un valor de relación C/N igual a 12,51. Este valor es inferior a 15, por lo que la mineralización excede a la inmovilización y por tanto se producirá una liberación neta del nitrógeno amoniacal.

#### 2.4.2.2.2. Contenido en nutrientes del suelo

- Nitrógeno

El contenido en nitrógeno en el suelo obtenido en el análisis de la muestra es de 0,16 %. Pese a ser un valor normal, el nitrógeno es un elemento extremadamente móvil y toma valores muy variables a lo largo del tiempo.

- Fósforo asimilable

El contenido de fósforo asimilable en el suelo obtenido en el análisis es de 32,05 ppm. La tabla 33 permite interpretar que se trata de un valor alto en un cultivo de regadío intensivo y una textura del suelo franca.

Tabla 33. Valoración del contenido de fósforo asimilable en el suelo para un cultivo de regadío intensivo en relación con la textura

<b>Textura</b>	<b>Contenido en fósforo asimilable (ppm)</b>				
	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
Arenosa	0 – 8	9 – 16	17 – 24	25 – 40	41 – 64
Franca	0 – 10	11 – 20	20 – 30	31 – 50	51 – 80
Arcillosa	0 – 12	13 – 24	25 – 36	37 – 60	61 – 96

- Cationes de cambio

El contenido de calcio intercambiable en el suelo es de 30,51 meq/100 g. La tabla 34 muestra que se corresponde con un valor muy alto para un suelo de textura franca.

Tabla 34. Valoración del contenido de calcio intercambiable en el suelo en relación con la textura

<b>Textura</b>	<b>Contenido en calcio intercambiable (meq/100 g)</b>				
	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
Arenosa	0 – 3	3 – 6	6 – 7	7 – 8	>8
Franca	0 – 4,5	4,5 – 9	9 – 10,5	10,5 – 12	>12
Arcillosa	0 – 6	6 – 12	12 – 14	14 – 16	>16

El contenido de magnesio intercambiable en el suelo es de 3,98 meq/100 g. La tabla 35 relaciona este valor con un contenido en magnesio intercambiable muy alto para un suelo de textura franca.

Tabla 35. Valoración del contenido de magnesio intercambiable en el suelo en relación con la textura

<b>Textura</b>	<b>Contenido en magnesio intercambiable (meq/100 g)</b>				
	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
Arenosa	0 – 0,5	0,5 – 1	1 – 1,5	1,5 – 2	>2
Franca	0 – 0,75	0,75 – 1,5	1,5 – 2,2	2 – 3	>3
Arcillosa	0 – 1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4

El contenido de potasio intercambiable en el suelo es de 1,18 meq/100 g. Se trata de un nivel alto para un suelo de textura franca y un cultivo de regadío intensivo, según la tabla 36.

Tabla 36. Valoración del contenido de potasio intercambiable en el suelo para un cultivo de regadío intensivo en relación con la textura

<b>Textura</b>	<b>Contenido en potasio intercambiable (meq/100 g)</b>				
	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
Arenosa	0 – 0,11	0,11 – 0,22	0,22 – 0,45	0,45 – 0,9	>0,9
Franca	0 – 0,17	0,17 – 0,35	0,35 – 0,7	0,7 – 1,4	>1,4
Arcillosa	0 – 0,23	0,23 – 0,45	0,45 – 0,9	0,9 – 1,8	>1,8

El contenido de sodio intercambiable en el suelo es de 0,07 meq/100 g. A este valor le corresponde la categoría de contenido muy bajo en sodio intercambiable para un suelo de textura franca, según la tabla 37.

Tabla 37. Valoración del contenido de sodio intercambiable en el suelo en relación con la textura

<b>Textura</b>	<b>Contenido en sodio intercambiable (meq/100 g)</b>				
	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
Arenosa	0 – 0,3	0,3 – 0,6	0,6 – 1	1 – 1,5	>1,5
Franca	0 – 0,45	0,45 – 0,9	0,9 – 1,5	1,5 – 2,2	>2,2
Arcillosa	0 – 0,6	0,6 – 1,2	1,2 – 2,0	2 – 3	>3

- Relaciones entre cationes de cambio

Un exceso de calcio intercambiable puede interferir en la asimilación de magnesio y potasio por parte de la planta.

La relación  $Ca^{+2}/Mg^{+2}$  obtenida en el análisis es igual 7,68 meq/100 g. Si la relación  $Ca^{+2}/Mg^{+2}$  es superior a 10 es probable que se produzca una carencia inducida de  $Mg^{+2}$ , y si es inferior a 1, habrá carencia inducida de  $Ca^{+2}$ . Por lo tanto, no se esperan problemas por carencias inducidas derivados de un exceso de calcio en el suelo.

En cuanto a la relación de  $K^{+}/Mg^{+2}$ , ésta ha de estar comprendida entre valores 0,2 y 0,3. En el caso de que sea mayor de 0,5, existe riesgo de carencia de  $Mg^{+2}$ . Por

el contrario, si dicha relación es inferior a 0,1, lo más probable es que exista carencia inducida de K<sup>+</sup>. El análisis muestra una relación de K<sup>+</sup>/Mg<sup>+2</sup> igual a 0,3 por lo que no se esperan problemas por carencias inducidas.

### 2.4.2.3. Salinidad

La salinidad indica el contenido total de sales solubles en el suelo. Se determina midiendo la conductividad eléctrica del extracto del suelo a una temperatura de 25°C. La conductividad eléctrica de la muestra de tierra analizada es de 0,25 mS/cm. Teniendo en cuenta los datos de la tabla 38, se considera que se trata de un nivel propio de un suelo no salino y que influirá sobre el cultivo de una forma inapreciable.

Tabla 38. Clasificación del suelo por su conductividad eléctrica medida a 25°C

<b>CE (mS/cm)</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Influencia sobre los cultivos</b>
<2	No salino	Inapreciable
2 - 4	Algo salino	Afecta a cultivos sensibles a la salinidad
4 - 8	Salino	Cultivar plantas resistentes a la salinidad
8 - 16	Muy salino	Cultivar plantas muy resistentes a la salinidad
>16	Intensamente salino	No se podrá cultivar

Por su parte, el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) de la muestra de suelo analizada es igual a 1,88 %. Se trata de un valor inferior a 2, por lo que no afecta a ninguna clase de cultivo, incluyendo aquellos muy sensibles a la salinidad del suelo.

## 2.4.3. Agua disponible

### 2.4.3.1. Capacidad de campo

El término de capacidad de campo se refiere al contenido en agua que es capaz de retener el suelo saturado, sin pérdidas por drenaje o evapotranspiración y con el potencial hídrico estable.

La capacidad de campo no aparece como parámetro de análisis de la muestra de tierra. Por lo tanto, se debe realizar una estimación basada en la siguiente fórmula:

$$CC = 0,484 \cdot Ac + 0,162 \cdot L + 0,023 \cdot Ar + 2,62$$

Siendo:

- CC: capacidad de campo del suelo (% suelo seco)
- Ac: contenido en arcilla del suelo (% suelo seco)
- L: contenido en limo del suelo (% suelo seco)
- Ar: contenido en arena del suelo (% suelo seco)

El análisis de la muestra de tierra proporciona el contenido en arcilla, limo y arena del suelo, por lo que se procede a calcular la humedad a capacidad de campo de suelo.

$$CC = 0,484 \cdot 30,45 + 0,162 \cdot 27,50 + 0,023 \cdot 42,05 + 2,62 = 22,78\%$$

### 2.4.3.2. Punto de marchitez

El nivel de humedad del suelo en el punto de marchitez indica el contenido mínimo de agua en el cual la planta no puede extraerla del suelo, por lo que se marchita sin posibilidad de recuperación.

De forma similar a la capacidad de campo, el punto de marchitez puede estimarse utilizando la siguiente fórmula:

$$PM = 0,302 \cdot Ac + 0,102 \cdot L + 0,0147 \cdot Ar$$

Siendo:

- PM: punto de marchitamiento del suelo (% suelo seco)
- Ac: contenido en arcilla del suelo (% suelo seco)
- L: contenido en limo del suelo (% suelo seco)
- Ar: contenido en arena del suelo (% suelo seco)

$$PM = 0,302 \cdot 30,45 + 0,102 \cdot 27,50 + 0,0147 \cdot 42,05 = 12,62\%$$

#### 2.4.3.3. Agua útil

La diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento da lugar el agua útil o agua disponible presente en el suelo.

$$AU = CC - PM = 22,78 - 12,62 = 10,16\% \text{ (% suelo seco)}$$

## 2.5. Conclusiones

En cuanto a las características físicas del suelo, la profundidad es adecuada, la estructura migajosa es ideal para la plantación de cerezo y la permeabilidad es adecuada.

Por su parte, las características químicas muestran un suelo de alcalinidad y fertilidad adecuadas para el cultivo. Además, el bajo nivel de salinidad evita problemas asociados a este parámetro.

Como conclusión, el tipo de portainjerto que se utilizará en la plantación debe elegirse teniendo en cuenta la textura franco-arcillosa del suelo analizado, con el fin de que no se produzca asfixia radicular y la producción de cereza no se vea afectada en este contexto.

### 3. Estudio del agua de riego

#### 3.1. Introducción

Al igual que en el caso del suelo, es importante analizar las características físico-químicas del agua de riego, con el fin de evaluar su aptitud para el cultivo.

Existen diferentes criterios para evaluar la calidad del agua de riego:

- La salinidad indica la concentración de sales disueltas en el agua. En aquellos casos en los que se alcanzan valores muy altos, los rendimientos del cultivo se ven muy afectados.
- La sodicidad indica el porcentaje de sodio intercambiable presente en el agua. Si es demasiado alto, se puede producir una degradación de la estructura.
- La toxicidad hace referencia a los problemas que acarrea al cultivo las altas concentraciones de distintos iones disueltos en el agua.

#### 3.2. Toma de muestras

El agua de riego que se va a emplear en la plantación de cerezos proviene de un pozo anexo a la finca.

Para su análisis, se ha procedido a la toma de una única muestra mediante el llenado de un recipiente plástico, debidamente acondicionado, de 2 litros de volumen. Una vez llenado el recipiente, se cerró herméticamente y se etiquetó para su transporte hasta el laboratorio donde se realizó el análisis.

#### 3.3. Resultados del análisis

Los parámetros medidos en el análisis de agua se detallan a continuación, en la tabla 39.

Tabla 39. Parámetros y resultados del análisis del agua de riego

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
pH	7,6	Uds. pH	Neutro
Conductividad a 25°C	335	μS/cm	Sin problemas
Cloruros	0,41	meq/L	Bajo
Sulfatos	0,34	meq/L	Bajo
Potasio	0,05	meq/L	Bajo
Sodio	0,19	meq/L	Bajo
Calcio	2,84	meq/L	Medio
Magnesio	0,36	meq/L	Bajo
Bicarbonatos	0,47	meq/L	Bajo
Carbonatos	1,85	meq/L	Bajo
Nitratos	1,42	mg/L	Bajo

### 3.4. Interpretación de resultados

#### 3.4.1. pH

El pH de la muestra de agua analizada presenta un valor de 7,6. Corresponde a un pH neutro, ligeramente básico, por lo que no se consideran posibles problemas asociados a este parámetro.

#### 3.4.2. Salinidad

La conductividad eléctrica del agua de riego es un índice que permite medir la salinidad, es decir, representa la concentración total de sales que tiene el agua. El agua de riego será de mejor calidad cuanto menor sea su presión osmótica y, por tanto, su salinidad.

El análisis de agua muestra un valor de la conductividad eléctrica medida a 25°C de 335  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , correspondiente a 335  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ . Según la tabla 40, proporcionada por la FAO, este nivel se incluye dentro del índice de salinidad 1 (<750  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ ), por lo que no existe riesgo de problemas de salinidad utilizando esta agua de riego.

Tabla 40. Índice de salinidad en función de la conductividad eléctrica del agua medida a 25°C

<b>Índice de salinidad</b>	<b>CE (<math>\mu\text{mhos}/\text{cm}</math>)</b>	<b>Riesgo</b>
1	<750	Sin problemas
2	750-3.000	Problemas crecientes
3	>3.000	Problemas serios

FUENTE: FAO

Además, se considera que la concentración total de sales disueltas en el agua debe de ser inferior a 1 g/L para que el agua sea apta para el riego. Se procede al siguiente cálculo:

$$\text{CTS} = 0,64 \cdot \text{CE}$$

Siendo:

- CTS: Contenido total de sales disueltas, expresado en g/L
- CE: Conductividad eléctrica medida a 25°C, expresada en  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$

Sustituyendo los datos del análisis en la ecuación:

$$\text{CTS} = 0,64 \cdot 0,335 = 0,214 \text{ g/L}$$

Se obtiene una concentración total de sales disueltas en agua de 0,214 g/L. Se trata de un valor inferior a 1 g/L, por lo que se concluye con que el agua es apta para el riego.

#### 3.4.3. Sodicidad

El índice de la Relación de Adsorción de Sodio (SAR) indica la proporción relativa en que se encuentran el sodio y los iones calcio y magnesio disueltos en el agua de riego.

El sodio contribuye a la dispersión de los agregados del suelo, lo que da lugar a una pérdida de la estructura y, por consiguiente, la degradación del mismo. Por el

contrario, el calcio y el magnesio causan el efecto opuesto, favoreciendo la agrupación de las partículas minerales y orgánicas del suelo.

El índice SAR se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

Siendo:

- SAR: Índice de la Relación de Adsorción de Sodio
- $[Na^+]$ : Concentración de ión sodio disuelto en el agua, expresado en meq/L
- $[Ca^{2+}]$ : Concentración de ión calcio disuelto en el agua, expresado en meq/L.
- $[Mg^{2+}]$ : Concentración de ión magnesio disuelto en el agua, expresado en meq/L

Sustituyendo los valores aportados en análisis en la ecuación:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} = \frac{0,19}{\sqrt{\frac{2,84 + 0,36}{2}}} = \frac{0,19}{1,26} = 0,15$$

El SAR toma un valor igual 0,15. Tal y como se aprecia en la tabla 41., el valor obtenido corresponde a un índice de sodicidad de categoría A, lo que implica un riesgo de descenso de la permeabilidad bajo.

Tabla 41. Índice de sodicidad basado en el cálculo del SAR y del riesgo de descenso de permeabilidad

<b>Índice de sodicidad</b>	<b>SAR</b>	<b>Riesgo de descenso de permeabilidad</b>
A	<3	Bajo
B	3-5	Medio
C	5-8	Alto
D	>8	Muy alto

FUENTE: FAO

Por lo tanto, el índice SAR obtenido es adecuado para el riego, ya que su contenido en sodio no es suficiente como para causar la degradación del suelo.

La FAO recomienda el cálculo adicional del índice SAR ajustado ( $SAR_{aj}$ ) teniendo en cuenta la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua de riego. Dicho índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$SAR_{aj} = SAR \times (1 + 8,4 \times pH_c)$$

Siendo:

- $pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca + Mg) + p(Alk)$   
Donde  $pK'_2$  y  $pK'_c$  son los logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación de  $CO_3H_2$  y de la constante de solubilidad del  $CO_3Ca$ , respectivamente.  $p(Ca + Mg)$  es el logaritmo negativo de la

concentración molar de (Ca + Mg) y p(Alk) es el logaritmo negativo de la concentración equivalente de  $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_3\text{H}^-$ .

La FAO ordena los datos tabulados con el fin de facilitar el cálculo:

- $(\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c)$  es función de  $([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+])$  en meq/L
- $\text{p}(\text{Ca} + \text{Mg})$  es función de  $([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$  en meq/L
- $\text{p}(\text{Alk})$  es función de  $([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{CO}_3\text{H}^-])$  en meq/L

Para el agua analizada:

- $([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+]) = 2,84 + 0,36 + 0,19 = 3,39$  meq/L; siendo  $(\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c) = 2,2$ .
- $([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) = 2,84 + 0,36 = 3,20$  meq/L; siendo  $\text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) = 2,8$ .
- $([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{CO}_3\text{H}^-]) = 0,47 + 1,85 = 2,32$  meq/L; siendo  $\text{p}(\text{Alk}) = 2,7$ .

Por lo tanto:

$$\text{pH}_c = (\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{p}(\text{Alk}) = 2,2 + 2,8 + 2,7 = 7,7$$

Sustituyendo los valores en la ecuación inicial:

$$\text{SAR}_{aj} = \text{SAR} \cdot (1 + 8,4 - \text{pH}_c) = 0,15 \times (1 + 8,4 - 7,7) = 0,26$$

Se obtiene un valor del índice  $\text{SAR}_{aj}$  igual a 0,26. En la tabla 42 se estructuran los distintos intervalos de valores que toma dicho índice, de acuerdo con su incidencia en el cultivo. En este caso no se esperan problemas de sodicidad.

Tabla 42. Incidencia del índice  $\text{SAR}_{aj}$  sobre el cultivo

<b><i>SAR<sub>aj</sub></i></b>	<b><i>Incidencia sobre el cultivo</i></b>
<6 %	Sin problemas
6 – 9 %	Problemas medianamente graves
>9 %	Problemas graves

#### 3.4.4. Carbonato sódico residual

El Carbonato sódico residual presente en el agua de riego resulta un indicador de la peligrosidad del sodio cuando los cationes calcio y magnesio han reaccionado con los aniones carbonato y bicarbonato.

Para calcularlo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{CSR} = ([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{CO}_3\text{H}^-]) - ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$$

Siendo:

- CSR: Carbonato sódico residual, expresado en meq/L
- $[\text{CO}_3^{2-}]$ : concentración de bicarbonato disuelto, expresado en meq/L
- $[\text{CO}_3\text{H}^-]$ : concentración de carbonato disuelto, expresado en meq/L
- $[\text{Ca}^{2+}]$ : concentración de calcio disuelto, expresado en meq/L
- $[\text{Mg}^{2+}]$ : concentración de magnesio disuelto, expresado en meq/L

Sustituyendo los valores conocidos en la ecuación:

$$CSR = (0,47 + 1,85) - (2,84 + 0,36) = -0,88 \text{ meq/L}$$

Se obtiene un valor de CSR de -0,88 meq/L en el agua de riego, por lo que no se trata de un nivel adecuado.

### 3.4.5. Dureza

El contenido en calcio y magnesio que contiene el agua indica su grado de dureza. La dureza, expresada en grados hidrotimétricos franceses, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Dureza = \frac{2,5 \cdot [Ca^{2+}] + 4,12 \cdot [Mg^{2+}]}{10}$$

Siendo:

- Dureza: Dureza del agua de riego, expresada en grados hidrotimétricos franceses.
- $[Ca^{2+}]$ : Concentración de calcio disuelto en agua, expresado en mg/L
- $[Mg^{2+}]$ : Concentración de magnesio disuelto en agua, expresado en mg/L

Antes de resolver la ecuación, se debe expresar la concentración de los iones calcio y magnesio en mg/L:

- $[Ca^{2+}] = 2,84 \text{ meq/L} \cdot 20,04 \text{ meq/mg} = 56,9 \text{ mg/L}$
- $[Mg^{2+}] = 0,36 \text{ meq/L} \cdot 12,6 \text{ meq/mg} = 4,54 \text{ mg/L}$

Sustituyendo los valores calculados en la ecuación inicial:

$$Dureza = \frac{2,5 \cdot [Ca^{2+}] + 4,12 \cdot [Mg^{2+}]}{10} = \frac{2,5 \cdot 56,9 + 4,12 \cdot 4,54}{10} = \frac{161}{10} = 16,1 \text{ }^{\circ}\text{HF}$$

La dureza del agua analizada es de 16,1 °HF. Atendiendo a la tabla 43, se deduce que el agua analizada es semiblanda.

Tabla 43. Índice de dureza del agua expresada en grados hidrotimétricos franceses

<b>Grados hidrotimétricos franceses</b>	<b>Tipo de agua</b>
<7	Muy blanda
7-14	Blanda
14-22	Semiblanda
22-32	Semidura
32-54	Dura
>54	Muy dura

FUENTE: FAO

El agua de tipo semiblanda no producirá problemas de obturación de los goteros de la instalación de riego.

### 3.4.6. Clasificación del agua según Normas Riverside

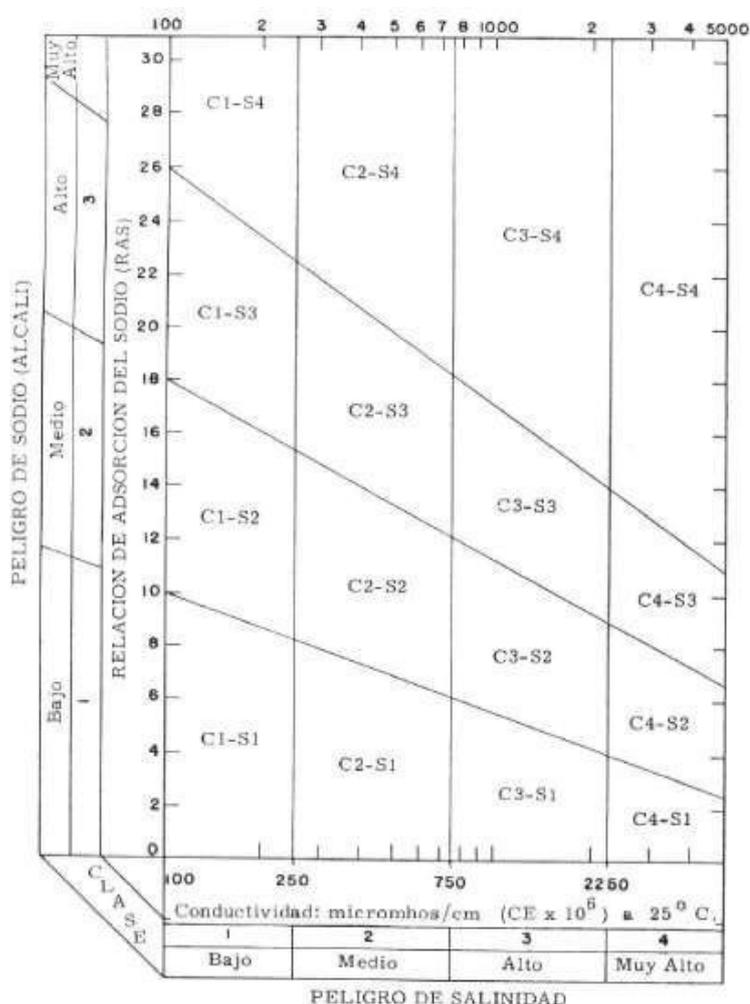
Las Normas Riverside tratan de clasificar el agua de riego en función de la conductividad eléctrica y el SAR. Se establecen diferentes categorías teniendo en cuenta estos dos parámetros, adoptando las letras C y S acompañadas de un

subíndice numérico que toma valores más elevados a medida que la calidad del agua disminuye.

El agua queda clasificada mediante la notación  $C_iS_j$ . Tal y como se aprecia en la figura 10, ambos subíndices toman valores entre 1 y 4.

Los datos obtenidos en el análisis de agua de SAR igual a 0,15 y una conductividad eléctrica medida a 25°C igual a 335  $\mu\text{mhos/cm}$  corresponden a una clasificación  $C_2S_1$ . Por tanto, se realiza la siguiente lectura según las Normas:

- $C_2$ : Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
- $S_1$ : Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.



FUENTE: US Salinity Laboratory Staff (1954)

Figura 10. Diagrama de clasificación del agua de riego según las Normas Riverside

### 3.5. Conclusiones

El agua de riego no va a originar ningún problema al cultivo del cerezo. No obstante, se recomienda la revisión periódica tanto de la instalación de riego al completo como del suelo en el que se establece la plantación, con el fin de detectar posibles problemas asociados al agua que no detectadas previamente.

## 4. Estudio de mercado

### 4.1. Introducción

El cerezo (*Prunus avium* L.) y el guindo (*Prunus cerasus* L.) son dos especies del género *Prunus*, pertenecientes a la familia de las rosáceas.

Existen aproximadamente 440.000 hectáreas de superficie de cultivo de cerezo en el mundo, y 207.000 hectáreas dedicadas al cultivo del cerezo ácido o guindo, según datos de la FAO, correspondientes al año 2016.

Turquía alcanza la mayor producción de cerezo, un 19,8% de la cereza del mundo. Le siguen EEUU con un 14,7% e Irán con un 7,7%. España se sitúa en el cuarto lugar de esta clasificación, justo por detrás de estos tres países mencionados.

España cuenta con 27.000 hectáreas aproximadas dedicadas al cultivo del cerezo, produciendo 100.000 toneladas de cereza al año. Extremadura, Aragón, Cataluña y Andalucía son las Comunidades Autónomas más productoras de cereza del país.

Las plantaciones tradicionales españolas de cerezo muestran una baja densidad, menor de 500 árboles por hectárea. En este tipo de plantaciones, se han utilizado marcos amplios, desde 6 x 6 metros a 9 x 9 metros. Sin embargo, actualmente existe la tendencia en las plantaciones modernas de reducir dichos marcos para conseguir densidades de plantación mayores.

El 60% de la superficie cultivada de cerezo en España se mantiene en condiciones de secano, ya que no es una especie frutal demasiado exigente en agua. No obstante, el cultivo del cerezo en condiciones de regadío demuestra ser una buena alternativa con el fin de intensificar la densidad de las plantaciones y aumentar las producciones.

### 4.2. Cultivo de la cereza en el mundo

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recoge datos de superficie, rendimiento y producción del cultivo de la cereza en el mundo. Los datos relativos al año 2016 se muestran en la tabla 44 y se analizan a continuación.

Existen 439.692 hectáreas de cerezo cultivadas a nivel mundial. Los continentes en los que se dedica más superficie a las plantaciones de cerezo son Asia y Europa.

El rendimiento productivo medio del cultivo de la cereza en el mundo fue de 5.272 kilogramos por hectárea en 2016. Los continentes donde se localizan los mayores rendimientos productivos son en América, Oceanía y Asia.

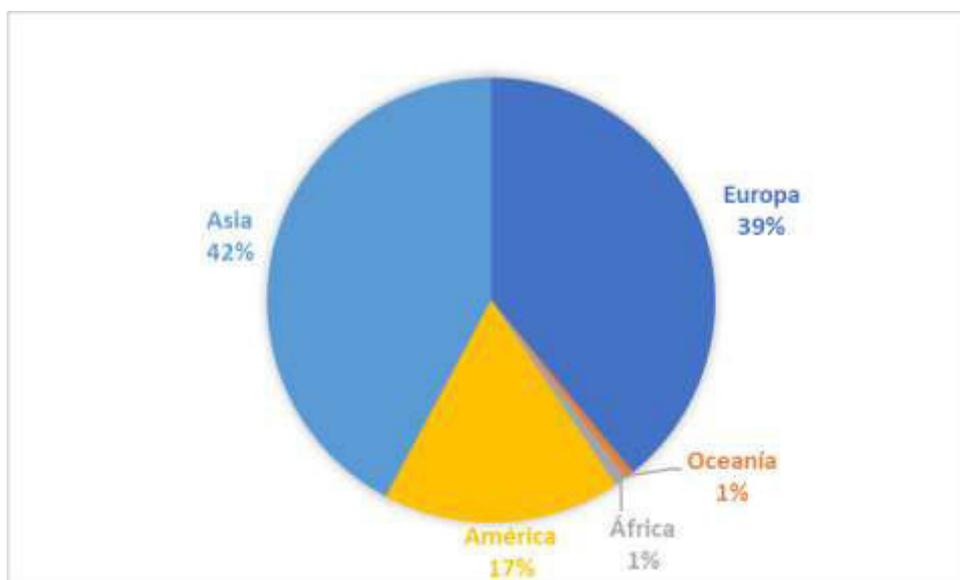
Tabla 44. Superficie, rendimiento medio y producción de cereza a nivel continental

<b>Continentes</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Producción (t)</b>
África	7.062	2.940	20.765
América	66.049	6.644	438.828
Asia	190.552	5.886	1.121.557
Europa	172.631	4.150	716.478
Oceanía	3.398	5.988	20.347
<b>MUNDO</b>	<b>439.692</b>	<b>5.272</b>	<b>2.317.956</b>

FUENTE: FAOSTAT

La producción media de cerezas en 2017 fue de 2.317.956 toneladas a nivel mundial. Asia es el mayor productor de cereza, seguido por Europa y América.

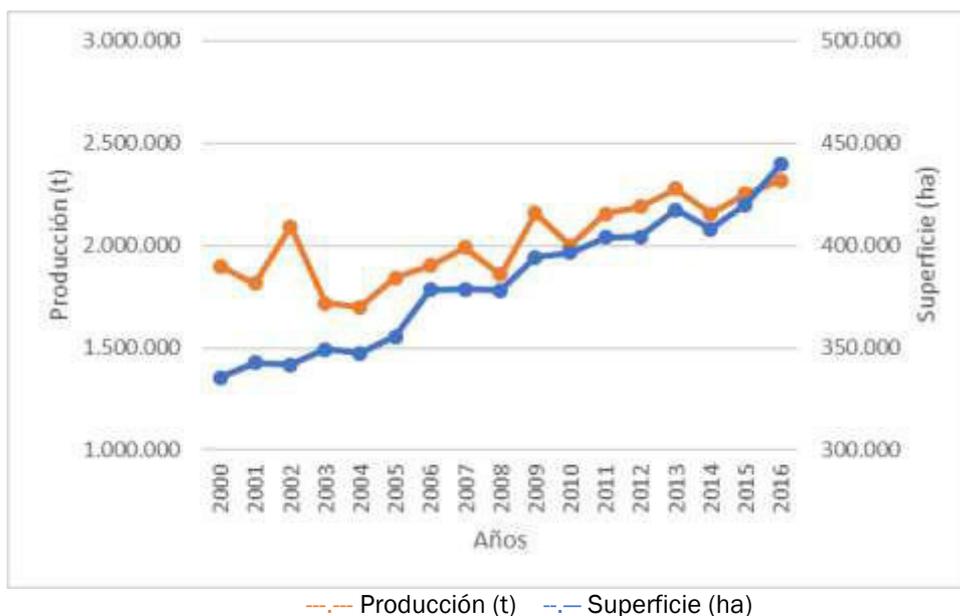
En términos porcentuales, Asia produce el 42% de la cereza mundial, seguido por Europa, la cual produce el 39%. A América le corresponde el 17% de la cereza del mundo y Oceanía y África apenas alcanzan un 1% cada uno, tal y como se observa en la figura 11.



FUENTE: FAOSTAT

Figura 11. Reparto porcentual de la producción de cereza en el mundo, a nivel continental.

Tal y como se observa en la figura 12, la producción mundial de cereza ha crecido en la última década y sigue una tendencia ascendente para el futuro. La evolución es similar a la superficie mundial cultivada de cerezo, cuya tendencia actual también es ascendente.



FUENTE: FAOSTAT

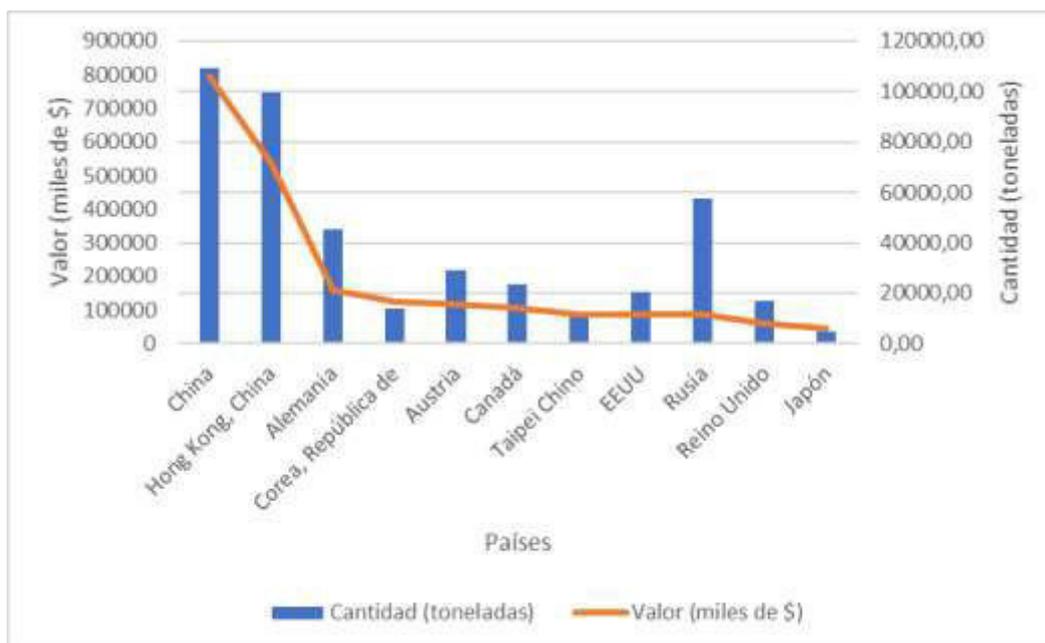
Figura 12. Evolución de la superficie de cultivo y producción de cereza en el mundo en el Siglo XXI

Desde comienzos de siglo, el rendimiento productivo medio de las plantaciones de cerezo a nivel mundial se ha estabilizado en valores próximos a 5.300 kilogramos por hectárea.

### 4.3. Intercambios comerciales

El Centro de Comercio Internacional realiza publicaciones sobre las importaciones y exportaciones que se llevan a cabo de cereza fresca a nivel mundial. A continuación, se analizan los datos correspondientes al año 2016.

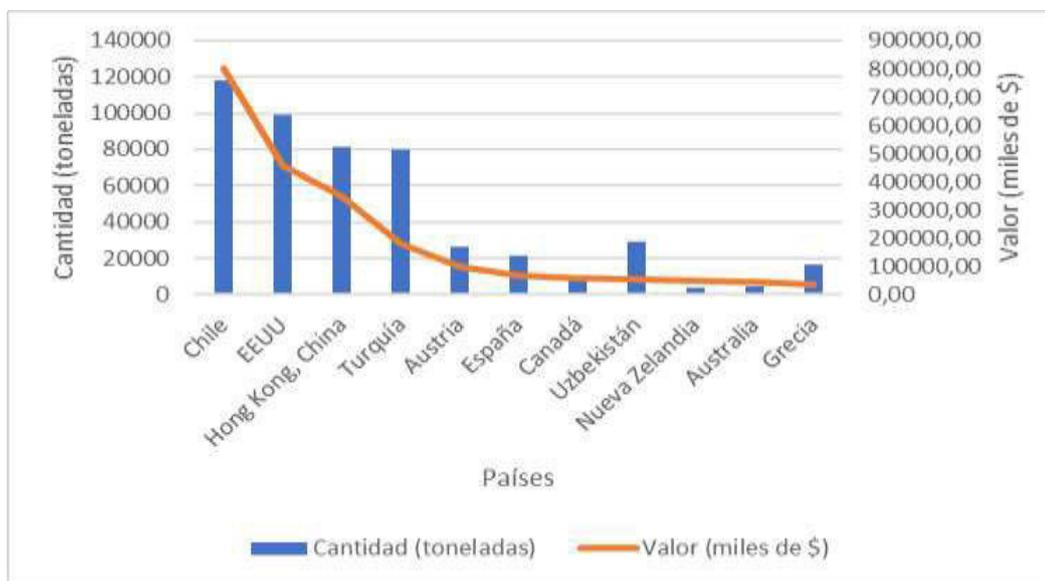
En el año 2017 se importó la cantidad de 564.814 toneladas de cereza en todo el mundo por un valor total de 2.555.811 miles de dólares. China, Rusia y Alemania son los principales importadores de cereza fresca (en cantidad) a nivel mundial. En la figura 13 se puede observar los países que importan más cantidad de cereza fresca en el mundo, así como el valor monetario que supone la importación.



FUENTE: ITC

Figura 13. Cantidad y valor de cereza fresca importada por los principales países importadores del mundo (2017)

Por otro lado, en 2017 se exportaron 570.548 toneladas de cereza fresca en el mundo por un valor total de 2.390.522 miles de dólares. Chile, EEUU y China son los mayores exportadores de cereza en el mundo, tanto en términos de cantidad como de valor monetario, tal y como se observa en la figura 14.

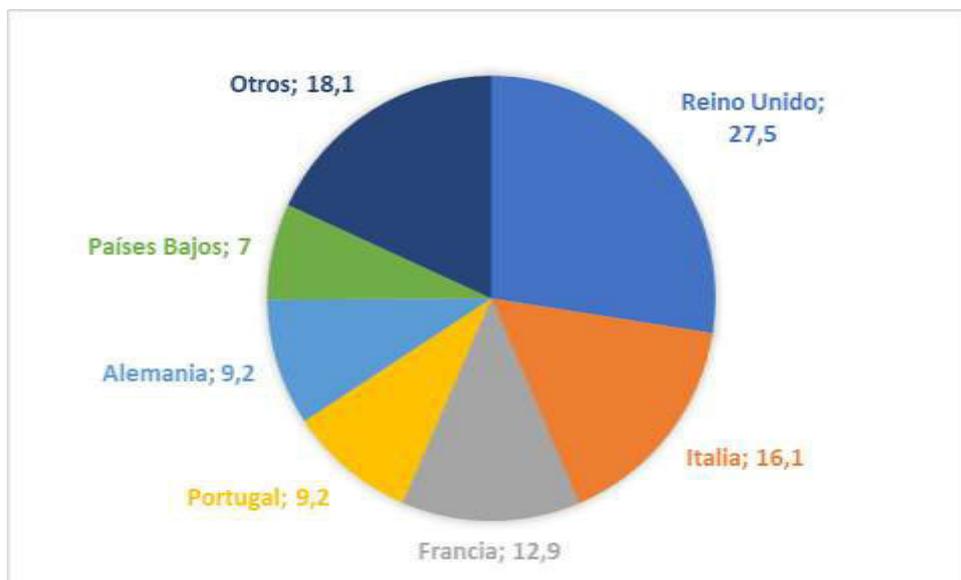


FUENTE: ITC

Figura 14. Cantidad y valor de cereza fresca exportada por los principales países exportadores del mundo (2017)

En España, las exportaciones de cereza fresca a otros países son ligeramente menores a las importaciones. Sin embargo, las exportaciones de España representan

un 2,8 % de las exportaciones mundiales de cereza fresca, ocupando el sexto puesto mundial. En el año 2017, se exportaron 21.185 toneladas de cereza fresca a otros países. Su destino son fundamentalmente países miembros de la Unión Europea, tal y como se observa en la figura 15.



FUENTE: ITC

Figura 15. Destino de las exportaciones de cereza fresca en España en 2016 (%)

Reino Unido es el destino principal, ya que recibe un 27,5% de la cereza española en 2017. Concretamente, se exportaron 4.838 toneladas de cereza producida en España a Reino Unido, lo que equivale a un valor monetario de 18.270 miles de dólares. Le siguen Italia, Francia, Portugal, Alemania y Países Bajos.

Por su parte, se importaron 22.435 toneladas de cereza en el año 2016 por un valor monetario de 24.948 miles de \$. Su procedencia mayoritaria es de Chile y Sudáfrica, aunque también se importan cerezas frescas de Francia, Argentina y Portugal. El consumo de estas cerezas de procedencia extranjera se da fundamentalmente fuera de estación y la demanda es considerable, pese a su elevado precio en el mercado.

#### 4.4. Cultivo de la cereza en España

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) recoge datos de superficie, rendimiento y producción de las distintas especies productoras de fruta dulce cultivadas en España. Los datos relativos al cultivo de cerezo en España en el año 2016 se analizan a continuación.

Existen 26.946 hectáreas cultivadas de cerezo en España. Únicamente el cultivo de melocotonero (melocotonero y nectarina) y manzano superan dicha cifra. Por detrás quedan especies frutales como el peral, el albaricoquero y el ciruelo.

En términos de producción, se estima que se producen 100.503 toneladas de cereza en España. Se trata de una cifra inferior a las producciones obtenidas en otras especies de fruta dulce, como son el melocotonero o el manzano.

La mayor parte de la cereza producida en España se comercializa. 77.247 toneladas de cereza se comercializan para su consumo en fresco, mientras que 6.829 toneladas se dirigen a las industrias de transformación. El resto de la producción se destina al consumo propio, dedicándose 1.074 toneladas a la alimentación animal y 1.694 toneladas a la alimentación humana.

En la tabla 45. se observa que, a nivel nacional, la superficie dedicada al cultivo de cerezo en regadío es ligeramente inferior a la superficie dedicada al cultivo de cerezo en condiciones de secano. Tradicionalmente, el cerezo se ha cultivado en España en terrenos de secano fresco dada su buena respuesta a dichas condiciones de temperatura y humedad. Sin embargo, queda demostrado que los rendimientos de las plantaciones en regadío son superiores a aquellos obtenidos en condiciones de secano.

Tabla 45. Superficie, rendimiento y producción del cultivo del cerezo en España en 2017, a nivel autonómico.

<b>Comunidades Autónomas</b>	<b>Superficie (ha)</b>			<b>Rendimiento (kg/ha)</b>		<b>Producción (t)</b>
	<b>Secano</b>	<b>Regadío</b>	<b>Total</b>	<b>Secano</b>	<b>Regadío</b>	
Galicia	583	145	728	2.484	3.776	5.223
P. de Asturias	-	-	-	-	-	25
Cantabria	-	-	-	-	-	-
País Vasco	15	-	15	2.480	-	349
Navarra	127	216	343	1.879	3.110	919
La Rioja	116	356	472	3.803	8.256	2.843
Aragón	3.344	4.594	7.938	2.548	7.518	38.717
Cataluña	183	2.526	2.709	1.748	3.996	8.042
Baleares	9	20	29	-	2.074	21
Castilla y León	1.157	368	1.525	1.266	2.466	3.314
Madrid	-	2	2	-	3.000	18
Castilla-La Mancha	30	242	272	607	3.756	688
C. Valenciana	1.969	897	2.928	481	6.824	5.975
R. de Murcia	-	330	330	-	9.100	2.211
Extremadura	6.595	852	7.447	3.540	5.856	25.897
Andalucía	1.120	1.082	2.202	1.652	4.495	6.243
Canarias	5	1	6	1.000	3.000	18
<b>ESPAÑA</b>	<b>15.253</b>	<b>11.631</b>	<b>26.946</b>	<b>2.530</b>	<b>6.048</b>	<b>100.503</b>

FUENTE: MAPAMA

Aragón y Extremadura son las Comunidades Autónomas de España que presentan mayor superficie de cultivo de cerezo, con 7.938 ha y 7.447 ha, respectivamente. Se trata de cifras muy superiores al resto de regiones.

Los rendimientos productivos más elevados en condiciones de secano se producen en las Comunidades de La Rioja y Extremadura. Por otro lado, Murcia y La Rioja de nuevo mostraron los mayores rendimientos productivos en condiciones de regadío.

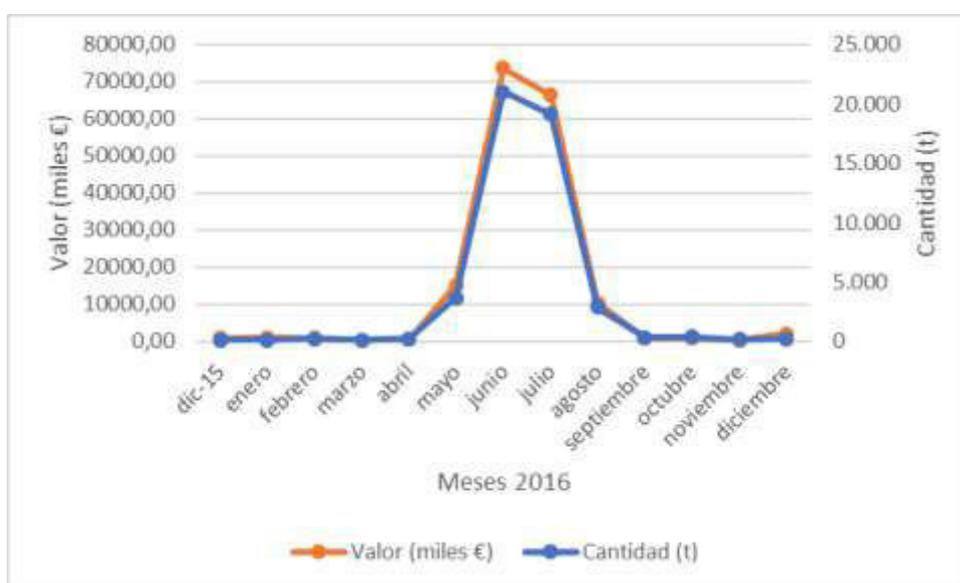
En la actualidad, Aragón es la Comunidad Autónoma más productora de cerezo en España, ya que produjo 38.717 toneladas de cereza en 2016. También destaca la producción obtenida en Extremadura ese mismo año, 25.897 toneladas.

#### 4.5. Situación actual del sector en España

El Panel de Consumo Alimentario, realizado por el MAPAMA, analiza el consumo alimentario de la sociedad española. A continuación, se analizan los datos referentes al consumo de cereza en fresco.

El consumo de la cereza en España se caracteriza por ser muy estacional, es decir, que la demanda de cereza por parte del consumidor se concentra en un período relativamente corto de tiempo. Se estima que el 23% de las ventas anuales de cereza tiene lugar en el mes de mayo, el 52% en junio y el 22% en julio. Durante el resto del año, se vende únicamente el 3% de la cereza nacional. La cereza de importación alcanza su momento de máximo de consumo en España durante los meses de diciembre y enero.

En la figura 16 se puede observar la evolución mensual en el año 2016 en cuanto a volumen y valor de la cereza producida y consumida en España.

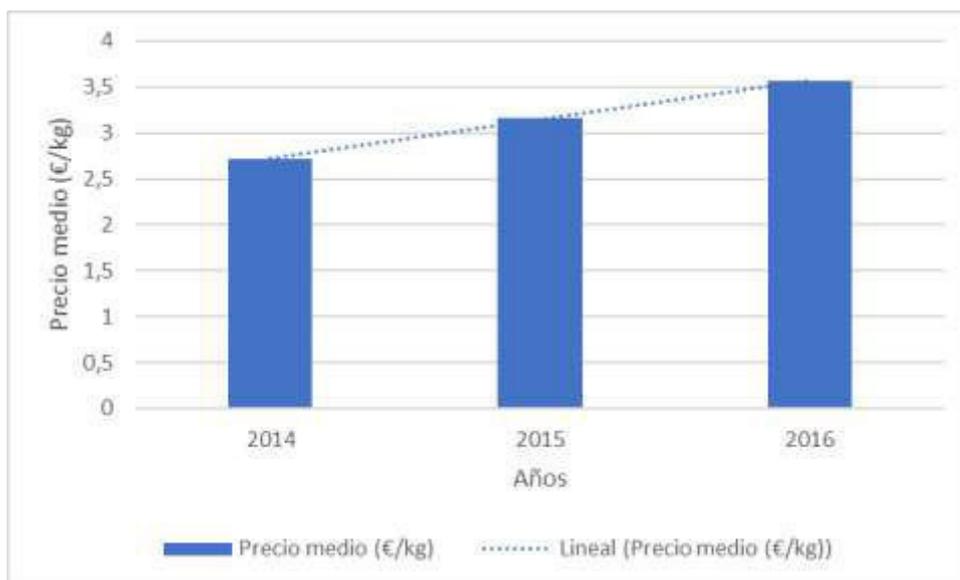


FUENTE: MAPAMA

Figura 16. Evolución mensual del consumo de cereza en los hogares de España (2016).

La cereza no entra dentro de los productos frescos más demandados en España. En el año 2017, el consumo *per cápita* fue de 1,11 kg, con un gasto *per cápita* de 3,93 €. El consumo de la cereza fresca tan solo representa el 0,17% del volumen total de la alimentación anual de la sociedad española y el 0,26% del valor total de la alimentación en 2017. La demanda de cereza en España aumenta desde 1989. Actualmente la demanda ha sufrido un descenso coyuntural, no estructural, lo que ha ocasionado una subida del precio medio del kilogramo de cereza en destino.

En los últimos años, el precio medio de la cereza en el mercado no ha hecho más que crecer. En la figura 17. Se aprecia esta tendencia de evolución ascendente, registrando un precio en destino en 2016 de 3,56 €/kg.



FUENTE: MAPAMA

Figura 17. Evolución anual del precio medio en destino de la cereza en España

#### 4.6. Mercado regional y local

La Universidad de Salamanca ha identificado más de cincuenta variedades minoritarias de cerezo en Castilla y León, lo que demuestra una gran tradición del cultivo de cerezo en esta Comunidad Autónoma. Actualmente, Castilla y León cuenta con 1.525 ha de cerezo.

Las principales zonas productoras de cereza en Castilla y León son la Sierra de Francia (Salamanca), la comarca de El Bierzo (León), el Valle del Tiétar (Ávila), el Valle de Las Caderechas (Burgos) y Covarrubias (Burgos).

En la provincia de Burgos se sitúan las zonas de Covarrubias y el Valle de Las Caderechas como las principales áreas de producción de cereza, siendo esta última la más importante. Entre los años 2000 y 2004 se creó la Asociación de Productores y Comerciantes “Las Caderechas” y la Marca de Garantía. Actualmente, 26 productores y 19 almacenistas forman parte de dicha asociación. La superficie productiva de plantaciones de cerezo en el Valle de Las Caderechas es de 50 hectáreas, con una producción que oscila entre 200 y 250 toneladas al año. Las variedades cultivadas en la zona son Fresona, Negra Tardía, Burlat, Star Hardy Giant, Summit, Sunburst, Lapins, Rainier, Van y Guinda. Los frutos recolectados se comercializan en fresco principalmente en la provincia de Burgos y comunidades como Cantabria y País Vasco.

#### 4.7. Canales de comercialización

El MAPAMA estima que el 51,6% de la cereza producida en España se comercializa a través de tiendas tradicionales. Mientras que un 35,7% se comercializa a través de hipermercados, supermercados y demás superficies. Cabe destacar también el autoconsumo de los propios fruticultores, que alcanza el 12,7% de la producción.

La futura plantación frutal se encuentra geográficamente próxima al Valle de las Caderechas. Sin embargo, no cumple los requisitos para entrar dentro de la Marca de Garantía. Por ello, es necesario establecer rutas comerciales que aseguren la comercialización de la cereza fresca producida.

La solución más adecuada es la venta a grandes empresas comercializadoras como MERCASA. De tal forma que la empresa recogerá el producto en la propia explotación mediante el envío de camiones frigoríficos y se encarga de su transporte y posterior distribución.

Un canal de comercialización alternativo del producto será la venta directa a consumidores locales y dueños de pequeñas tiendas de la zona en la propia explotación, inmediatamente después de su recolección, ya que el proyecto no incluye el diseño ni la instalación de cámaras frigoríficas para la conservación de las cerezas.

#### **4.8. Conclusiones**

Gracias al análisis de los datos mostrados anteriormente, se concluye que la demanda de cereza en España es importante. Por lo que la situación actual del mercado es favorable para el establecimiento de plantaciones de cerezo. El precio actual de la cereza es elevado, lo que es fundamental para garantizar la rentabilidad de la explotación.

La cereza producida en la explotación será recibida, acondicionada y distribuida por la red MERCASA con destino a los mercados de las ciudades de Burgos, Bilbao y Santander.

# **ANEJO II. SITUACIÓN ACTUAL**



## ÍNDICE DEL ANEJO II

1. Introducción.....	5
2. Descripción de la situación actual.....	5
3. Actividad de la explotación agraria actual .....	5
4. Evaluación económica de la situación actual .....	6
4.1. Ingresos .....	7
4.1.1. Producción .....	7
4.1.2. Ayudas de la Política Agraria Común .....	7
4.2. Gastos.....	7
4.2.1. Justificación de gastos.....	7
4.2.1.1. Materias primas .....	7
4.2.1.2. Maquinaria y combustible .....	7
4.2.1.3. Mano de obra .....	8
4.2.1.4. Seguros e impuestos .....	8
4.2.2. Estructura de gastos.....	8
4.3. Beneficio .....	8
5. Conclusiones.....	9

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calendario de labores propias.....	6
Tabla 2. Gasto anual de materias primas.....	7
Tabla 3. Estructura de gastos anuales de la explotación .....	8



## ANEJO II. SITUACIÓN ACTUAL

### 1. Introducción

El presente proyecto se va a realizar en el término municipal de Valle de Oca, provincia de Burgos, concretamente en la localidad de Cueva Gardiel.

El terreno elegido para el emplazamiento de la plantación está limitado geográficamente por el río Oca en los extremos Norte y Este. La carretera BU-703 limita con las parcelas al Oeste y Sur.

El terreno se dedica principalmente al cultivo de cereales en secano, concretamente trigo y cebada, ya que son los dos cultivos mayoritarios en la comarca de La Bureba.

### 2. Descripción de la situación actual

El promotor posee una explotación agrícola de 180 hectáreas de secano en Valle de Oca, de las cuales 54 hectáreas son propias y 126 hectáreas arrendadas.

En concreto, el promotor ha elegido tres parcelas de su propiedad para establecer la plantación frutal. Estas se localizan en el municipio 423 (Valle de Oca) y el polígono 502 de la provincia de Burgos. Las parcelas en cuestión son las siguientes:

- Parcela 122 de 4,1462 hectáreas.
- Parcela 123 de 0,4381 hectáreas.
- Parcela 124 de 2,2549 hectáreas.

En conjunto, las parcelas conforman una superficie total de 6,8392 hectáreas.

El promotor posee una nave agrícola de 395 metros cuadrados anexa al terreno antes descrito, en las parcelas 25.077 y 9.000 del mismo polígono. Dicha nave se utiliza como almacén de la maquinaria, semilla de cereal, fertilizantes y productos fitosanitarios.

Además, existe un pozo propiedad del promotor también anexo al terreno, a 8 metros aproximados de la parcela 124, el cual no está operativo actualmente. Sus coordenadas son:

- Latitud: 42° 27' 44" N
- Longitud: 3° 20' 49" W

### 3. Actividad de la explotación agraria actual

La rotación de cultivos seguida actualmente en la explotación es trigo / cebada / girasol. De la superficie de cultivo total de la explotación de 180 hectáreas, 90 hectáreas son dedicadas al cultivo de trigo, 60 al cultivo de cebada y 30 al cultivo de girasol. Por lo tanto, el trigo es el cultivo cabeza de rotación, ya que es aquel al que se le dedica una mayor superficie de cultivo y por consiguiente proporciona el beneficio económico más importante. En la evaluación económica de la situación actual se tendrá en cuenta únicamente los ingresos y gastos del cultivo de trigo en la explotación, dado el motivo antes descrito.

El promotor realiza todas las labores y operaciones de cultivo de forma propia, sin contar con mano de obra externa, exceptuando el empacado de la paja tras la cosecha. En concreto, dicho trabajo lo realiza una empresa especializada en la recogida y transporte de paja de cereal, proporcionando al promotor unos escasos ingresos extra que no se tienen en cuenta en la evaluación económica de la situación actual.

El promotor posee la siguiente maquinaria utilizada en su explotación agraria:

- Tractor de 220 CV de 7 años de antigüedad.
- Arado de vertedera de 5 cuerpos de 8 años de antigüedad.
- Grada de 16 discos de 24 pulgadas de 12 años de antigüedad.
- Subsolador de 3 cuerpos de 6 años de antigüedad.
- Cultivador de 6 años de antigüedad.
- Rastra de 18 años de antigüedad.
- Sembradora de chorrillo neumática de 5 años de antigüedad.
- Rodillo de 11 años de antigüedad.
- Abonadora centrífuga de 7 años de antigüedad.
- Pulverizador hidráulico de 5 años de antigüedad.
- Cosechadora de cereal de 22 años de antigüedad.
- Remolque de 5.000 kg de 7 años de antigüedad.

El calendario de cultivo seguido en la explotación por el promotor se desglosa en la tabla 1. Siguiendo un orden cronológico, se considera el cultivo de trigo blando.

Tabla 1. Calendario de labores propias

<b>Labor/Operación</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Época</b>
Pase de vertedera	Arado	Octubre
Abonado de fondo	Abonadora centrífuga	Octubre
Pase de cultivador	Cultivador	Noviembre
Pase de rastra	Rastra	Noviembre
Siembra	Sembradora de chorrillo	Noviembre
Pase de rodillo	Rodillo	Noviembre
Tratamiento herbicida	Pulverizador hidráulico	Marzo
Abonado de cobertera	Abonadora centrífuga	Marzo
Recolección	Cosechadora	Julio
Transporte de grano	Remolque	Julio

Las labores y operaciones se llevan a cabo con el tractor de 220 CV antes mencionado.

#### **4. Evaluación económica de la situación actual**

A continuación, se procede a realizar un análisis económico de la superficie de 6,8392 hectáreas en la que se ubicará el proyecto, teniendo en cuenta el beneficio que genera actualmente el cultivo de trigo blando en régimen de secano.

## 4.1. Ingresos

### 4.1.1. Producción

El promotor produce una cosecha anual de trigo blando de 6.000 kg/ha de rendimiento medio, de tal forma que siembra, fertiliza y aplica productos fitosanitarios con ese objetivo. En los últimos años, el MAPAMA estima un precio medio de 0,18 €/kg del trigo blando en Burgos.

Por tanto, los ingresos medios percibidos por el agricultor teniendo en cuenta la producción de trigo blando ascienden a una cantidad de 1.080 €/ha, lo que significa que la superficie de cultivo en cuestión de 6,8392 hectáreas produce un ingreso anual de 7.386 euros.

### 4.1.2. Ayudas de la Política Agraria Común

El nuevo régimen de pago básico, que sustituye al régimen de pago único en España se ha regionalizado, de forma que se han establecido 50 regiones distintas, cada una de ellas identificadas con un valor medio por región al que tienden todos los derechos de pago básico de dicha región. Concretamente, la explotación agraria del promotor se incluye dentro de la región de la Bureba.

El promotor recibe anualmente una ayuda de la PAC correspondiente al pago básico y al pago verde de 1.409 euros por la superficie de 6,8392 hectáreas.

## 4.2. Gastos

### 4.2.1. Justificación de gastos

#### 4.2.1.1. Materias primas

La adquisición anual que realiza el promotor de fertilizantes, semilla y productos fitosanitarios se refleja en la tabla 2, en la que aparecen estructurados los gastos que suponen las materias primas anualmente.

Tabla 2. Gasto anual de materias primas

<b>Materias primas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe</b>
Fertilizantes	Fondo: Complejo 8-15-15	500 kg/ha	0,36 €/kg	180 €/ha
	Cobertera: NAC 27%	500 kg/ha	0,30 €/kg	150 €/ha
Semilla	Certificada	200 kg/ha	0,35 €/kg	70 €/ha
Productos fitosanitarios	Pinoxaden	0,8 L/ha	72 €/L	57 €/ha
	Aminopirialid + Florasulam	0,033 kg/ha	600 €/kg	20 €/ha
<b>TOTAL</b>				<b>477 €/ha</b>

El gasto anual de materias primas es de 477 €/ha. Concretamente, el gasto para la superficie de 6,8392 hectáreas en cuestión donde se va a ubicar la plantación será de 3.262 euros.

#### 4.2.1.2. Maquinaria y combustible

El promotor realiza todas las labores y operaciones de cultivo necesarias en la explotación con máquinas propias. Además, el promotor ha proporcionado al

proyectista el gasto estimado de 6.000 euros que le supone anualmente el combustible, lubricantes y reparaciones de las máquinas.

Por lo tanto, se calcula qué gasto supone el combustible y el mantenimiento de la maquinaria para realizar las labores y operaciones de cultivo en las 6,8392 hectáreas donde se localiza el proyecto, alcanzando una cantidad de 228 euros al año.

#### 4.2.1.3. Mano de obra

El promotor no dispone de mano de obra en la explotación, acumulando un número total aproximado de 1.600 horas de trabajo en la explotación al año.

El Convenio Colectivo del Sector Agropecuario de Burgos establece un salario base para el trabajador de una explotación agraria de secano de 1,3 €/h. Por lo tanto, con estos datos se calcula el gasto que supone la mano de obra para la explotación, siendo de 2.080 euros. Así mismo, el gasto que supone la mano de obra para superficie de 6,8392 hectáreas es de 80 euros.

#### 4.2.1.4. Seguros e impuestos

El promotor debe abonar anualmente al ayuntamiento del municipio de Valle de Oca la cantidad de 51,29 euros como IBI por la superficie de 6,8392 hectáreas.

Además, tiene contratado un seguro agrario que le supone un gasto de 3,76 €/ha al año, lo que significa un importe de 25,72 euros para la superficie de 6,8392 hectáreas.

En conjunto, la contratación de un seguro agrario y las contribuciones e impuestos suponen al promotor un gasto anual de 77,01 euros.

### 4.2.2. Estructura de gastos

Los diferentes gastos que origina anualmente la explotación actual se estructuran en la tabla 3.

Tabla 3. Estructura de gastos anuales de la explotación

<b>Gastos</b>	<b>Importe (€)</b>
Materias primas	3.262
Maquinaria y combustible	228
Mano de obra	80
Seguros e impuestos	77,01
<b>TOTAL</b>	<b>3.647</b>

En total, los gastos originados en la explotación anualmente son de 3.647 euros.

### 4.3. Beneficio

Una vez calculados los ingresos y los gastos generados en la superficie de emplazamiento del proyecto, se procede a calcular el balance económico anual.

$$\begin{aligned} \text{Beneficio (€)} &= \text{Ingresos (€)} - \text{Gastos (€)} = \\ &= (7.386 + 1.409) - 3.647 = 5.148 \text{ euros al año.} \end{aligned}$$

## **5. Conclusiones**

El sistema de cultivo adoptado en la actualidad en las tres parcelas donde se va a ubicar el proyecto genera un beneficio económico al promotor de 5.148 euros. Se puede calcular una cantidad 752,7 €/ha al año, como indicativo de la rentabilidad actual.

Se trata de un beneficio escaso en comparación con el que posiblemente generaría una plantación frutal moderna. Por lo tanto, el promotor desea realizar una transformación de su explotación con vistas a mejorar su rentabilidad.

# **ANEJO III. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



## ÍNDICE DEL ANEJO III

1. Identificación de alternativas.....	5
2. Factores condicionantes.....	5
3. Evaluación de alternativas.....	6
3.1. Material vegetal.....	6
3.1.1. Elección de la especie.....	6
3.1.2. Elección de la variedad o variedades.....	7
3.1.3. Elección del patrón.....	11
3.2. Diseño de plantación.....	14
3.2.1. Disposición de los árboles.....	14
3.2.2. Densidad y marco de plantación.....	17
3.2.3. Orientación de las filas.....	20
3.3. Técnicas de cultivo.....	22
3.3.1. Sistema de formación y poda.....	22
3.3.2. Sistema de mantenimiento del suelo.....	25
3.3.3. Sistema de riego.....	28
3.3.4. Sistema de defensa anti-heladas.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis multicriterio de la elección de la variedad	10
Tabla 2. Análisis multicriterio de la elección del patrón	14
Tabla 3. Análisis multicriterio de la elección de la disposición de plantación	17
Tabla 4. Análisis multicriterio de la elección de la densidad de plantación	19
Tabla 5. Análisis multicriterio de la elección de la orientación de las filas	21
Tabla 6. Análisis multicriterio del sistema de formación	24
Tabla 7. Análisis multicriterio de la elección del sistema de mantenimiento del suelo	28
Tabla 8. Análisis multicriterio de la elección del sistema de riego	31
Tabla 9. Análisis multicriterio de la elección del sistema de defensa anti-heladas	34



## ANEJO III. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### 1. Identificación de alternativas

El estudio de alternativas previo a la ejecución del proyecto permite facilitar la toma de decisiones con respecto al tipo de transformación que se pretende realizar. Para ello, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Material vegetal: Implica la elección de la especie frutal, variedades y patrón que se van a establecer en la plantación.
- Diseño de plantación: Comprende la elección de la disposición de los árboles, el marco y densidad de plantación, la orientación de las líneas de cultivo y la distribución de las variedades.
- Técnicas de cultivo: Hay que elegir el sistema de formación y poda de los árboles, el sistema de mantenimiento del suelo y el sistema de riego.

### 2. Factores condicionantes

El estudio de condicionantes del proyecto permite conocer las restricciones que pueden existir en cuanto a la elección de alternativas. Los factores condicionantes que se consideran son los siguientes:

- Condicionantes climáticos. La termometría, pluviometría e higrometría de la zona de emplazamiento del proyecto no presentan grandes limitaciones, excepto en lo que respecta a existencia de heladas tardías y el período seco que se produce en julio y agosto. Por ello, es necesario tener en cuenta estos importantes factores a la hora de elegir las distintas alternativas.
- Condicionantes edafológicos. Las características físicas y químicas del terreno son adecuadas para el cultivo del cerezo. Sin embargo, se deberá prestar una especial atención a la textura franco-arcillosa del terreno a la hora de la elección de las distintas alternativas.
- Condicionantes del agua de riego. Los parámetros de salinidad, sodicidad y toxicidad analizados en el agua que se va a emplear en el riego de la plantación no van a originar restricciones a la hora de elegir las distintas alternativas.
- Condicionantes relativos a la comercialización. La situación actual del mercado es favorable para el establecimiento de plantaciones de cerezo, dado un precio actual de la cereza elevado y una demanda creciente por parte del consumidor.

### **3. Evaluación de alternativas**

#### **3.1. Material vegetal**

##### **3.1.1. Elección de la especie**

La comarca de la Bureba cuenta en la actualidad con 84.081 ha de cultivo herbáceo, de las cuales un 98,05% están en condiciones de secano frente a un escaso 1,95% de regadío. Por lo tanto, se dice que el sistema agrario referente a la comarca es de cultivos herbáceos en secano. Concretamente, predomina el cultivo de cereales grano y cultivos industriales (girasol). El cultivo de estas especies se ha mantenido en la zona a lo largo de los últimos años, debido fundamentalmente a una serie de causas.

Las cooperativas agrícolas de la zona y un número reducido de empresas grandes ofrecen una salida a la producción de cereales, leguminosas y girasol de los agricultores de la zona. Estas empresas se dedican mayoritariamente al movimiento de grano, por lo que condiciona la orientación productiva de las explotaciones agropecuarias de la Bureba.

La comarca en cuestión no ha sido tradicionalmente una zona de cultivo en regadío, debido a sus altas producciones en secano. La comarca de Bureba-Ebro tiene fama de ser una de las zonas que mejores rendimientos de producción ofrecen en condiciones de secano en Castilla y León y España. Además, los comerciales de semillas de la zona están especializados en especies y variedades que dan buenos rendimientos en las condiciones de clima y suelo de la Bureba.

Además, en la localidad de Briviesca existe una planta de generación de electricidad mediante la combustión de Biomasa. Como materia prima principal se utiliza paja de cereales, por lo que de esta manera también se potencia su cultivo en la comarca.

Por último, las políticas europeas están fomentando las rotaciones de cultivos con leguminosas, dadas sus propiedades beneficiosas para el suelo. Actualmente, en la Bureba se opta más por incluir en la sucesión de cultivos una especie leguminosa en vez de practicar el barbecho, dando cada vez mejores resultados productivos.

El promotor del proyecto piensa que el establecimiento de una plantación frutal aumentaría el beneficio económico que obtiene de su explotación agrícola, debido fundamentalmente al bajo precio actual del cereal.

Las especies frutales de zona templado-fría son las que mejor se adaptan a las condiciones climáticas de la zona. El promotor observa en zonas cercanas a su municipio, como el Valle de las Caderechas, un aumento de la superficie productiva de las plantaciones de cerezo debido a su interesante rentabilidad.

En conclusión, se toma la decisión de establecer una plantación de cerezo en la ubicación del proyecto. Se trata de una especie frutal de zona templado-fría que no presentará problemas de adaptación a las condiciones climatológicas de la zona.

### 3.1.2. Elección de la variedad o variedades

#### 3.1.2.1. Identificación de alternativas

La elección de la variedad o variedades es a menudo la decisión más difícil que hay que tomar en el proyecto de una plantación frutal, debido fundamentalmente al número tan elevado de variedades que existen actualmente de cada especie frutal. Además, hay variedades que aparecen y desaparecen en el mercado con mucha rapidez.

En general, las variedades de cerezo se pueden clasificar atendiendo al destino de la producción. Las variedades de “mesa” o de consumo en fresco, las variedades para la industria y las variedades de doble aptitud conforman los tres grupos principales entre los que se distribuyen todas las variedades de cereza.

Concretamente, el presente proyecto se diseña con el objetivo de producir cereza para consumo en fresco. Esta característica requiere, entre otras cosas, que los frutos producidos tengan buen sabor, gran calibre y firmeza adecuada. También es importante buscar aquellas variedades que sean resistentes al rajado de frutos, ya que si la epidermis se agrieta produce una depreciación comercial de la cereza.

Las condiciones climáticas de la zona son un factor fundamental en la elección varietal de la plantación y condiciona el desarrollo de las distintas variedades de cereza. Por consiguiente, las distintas alternativas que se van a tener en cuenta a la hora de elegir la variedad o variedades de la plantación se clasifican según su época de madurez. Los tres grupos principales son los siguientes:

- Variedades tempranas: Early Lory y Prime Giant son dos variedades muy cultivadas actualmente en España. El clima de la zona donde se va ubicar el proyecto condicionará las producciones obtenidas de estas variedades, debido fundamentalmente a la presencia de heladas primaverales tardías. Este hecho supone que resulte imposible competir en el mercado con la oferta y el precio de cereza temprana de otras zonas de cultivo. Por ello, las variedades tempranas no se tienen en cuenta a la hora de evaluar las distintas alternativas.
- Variedades de media estación: Existe una gran cantidad de excelentes variedades de cerezo de media estación, como son Summit, Van, Benton y Samba.
- Variedades tardías y muy tardías: Las más destacables son Sunburst, Lapins, Sentennial, Sovereign, Sweet Heart y Skeena.

#### 3.1.2.2. Criterios de valor

Los criterios a tener en cuenta a la hora de la elección varietal van a ser fundamentalmente las características específicas de cada una de las variedades, distinguiendo entre aptitudes agronómicas y aptitudes comerciales.

Las aptitudes agronómicas incluyen las siguientes características:

- Adaptación al medio (época de floración). Las exigencias climáticas son un elemento muy importante a tener en cuenta. La zona donde se va a ubicar el proyecto presenta el condicionante principal de la aparición de heladas primaverales tardías. Por ello, la elección varietal debe primar aquellas variedades

cuya floración se produzca en una época tardía, con el fin de que el momento crítico del estado de cuajado del fruto no coincida con un período de tiempo en el que sea más probable la aparición de temperaturas de helada.

- Productividad y rapidez de entrada en producción. Interesa la elección de variedades de cerezo cuya productividad sea alta, sin que ello perjudique la calidad de cada fruto, con el fin de optimizar las producciones anuales. Además, se debe evitar elegir aquellas variedades que tengan una cierta tendencia a la vecería.
- Vigor y porte de la planta. El vigor propio de cada variedad determina la capacidad de desarrollo y fructificación del árbol. Además, hay que tener en cuenta que el patrón induce su propio vigor a la variedad. Por consiguiente, puede ser interesante equilibrar el vigor del patrón con el de la variedad y así obtener un árbol de producciones adecuadas. Por otra parte, el porte de la planta determina su adaptación a los distintos sistemas de formación y si es necesaria la instalación de estructuras permanentes de apoyo.
- Resistencia al rajado. En la época próxima a la madurez del fruto, si se producen lluvias abundantes, resulta muy común que se produzca un rajado de la epidermis del mismo y, por tanto, una depreciación en el mercado. No obstante, actualmente existen variedades que son resistentes al rajado del fruto.

Por otro lado, hay que considerar las siguientes aptitudes comerciales:

- Calidad comercial del fruto. La orientación productiva de la futura plantación es producir cereza para su consumo en fresco. Por ello, es primordial que los frutos tengan un buen calibre, excelente sabor, firmeza y coloración atractiva.
- Resistencia al transporte y manipulación. La firmeza del fruto está relacionada directamente con este factor y se pretende asegurar que la cereza llegue a las manos del consumidor en perfectas condiciones.
- Precio de venta. La época de madurez de cada variedad determina su precio en el mercado, de tal forma que las variedades tempranas y tardías tienen un mejor precio que las de media estación debido a una disminución de la oferta y menor saturación de los mercados.

### 3.1.2.3. Evaluación de alternativas

Se valoran cada una de las alternativas propuestas respecto a la elección varietal.

#### *Variedades de media estación*

- Summit: El árbol es muy vigoroso, de porte erguido, con una buena productividad si se produce una buena polinización. La floración es semitardía y abundante. Es una variedad autoestéril. Madura de 16 a 18 días después de Burlat. El fruto es de tamaño muy grande, cordiforme, de color rojo oscuro a púrpura. Su calidad gustativa es excelente y su firmeza varía entre media y buena. Además, es poco sensible al rajado.

- Van: El árbol es de vigor medio y porte semi-erguido, con una rápida entrada en producción y muy productivo. Se trata de una variedad autoestéril. Madura de 17 a 21 días después de Burlat. El fruto es de tamaño medio-grueso, de forma reniforme y de color rojo granate o púrpura. Destaca por su buena calidad gustativa y la firmeza de la pulpa, aunque es medianamente sensible al rajado.
- Benton: El árbol es vigoroso. La época de floración es tardía y se trata de una variedad autocompatible. Madura entre 15 y 20 días después de Burlat. El fruto es grueso, de color rojo oscuro, firme y de buen sabor.
- Samba: El árbol es vigoroso, de porte erecto, con una productividad media. Es una variedad autofértil. Madura de 13 a 18 días después de Burlat. El fruto presenta un calibre muy grueso, homogéneo, de color granate y pulpa roja con buena firmeza y sabor. Además, es resistente al agrietado.

#### *Variedades tardías y muy tardías*

- Sunburst: El árbol es de vigor medio-fuerte, de porte semi-erguido, con una rápida entrada en producción y elevada productividad. Es una variedad autofértil. Madura de 18 a 22 días después de Burlat. El fruto es de tamaño muy grande, de forma redondeada y pedúnculo largo. La piel es de color rojo vivo y la pulpa es roja y muy dulce, aunque es poco firme. Tolera ligeramente el agrietado.
- Lapins: el árbol es de vigor medio-alto, de porte erguido, con una elevada productividad. Es autofértil. Madura entre 24 y 28 días después de Burlat. El fruto es de tamaño medio-grueso, de forma redonda-aplanada y de color rojo oscuro. Tiene un buen sabor, su pulpa es firme y resiste el rajado.
- Sentennial: el árbol es vigoroso y de productividad elevada. Se trata de una variedad autocompatible de floración media-tardía. Madura de 45 a 50 días después de Burlat. El fruto es grueso, redondeado y granate. Destaca su excelente sabor, firmeza y buena resistencia al rajado.
- Sovereign: el árbol tiene un vigor alto. Es una variedad de época de floración media-tardía y autocompatible. Madura de 45 a 50 días después de Burlat. El calibre del fruto es medio-grueso, de forma acorazonada y de color rojo. Tiene buen sabor y es firme.
- Sweet Heart: El árbol es de vigor medio, de porte semi-erguido, presenta una rápida entrada en producción y es muy productivo. Es autofértil. Madura entre 32 y 37 días después de Burlat. El fruto es de tamaño grueso, de forma redondeada y de color rojo muy atractivo. Su calidad gustativa es buena, al igual que su firmeza, y es poco sensible al rajado.
- Skeena: El árbol es vigoroso, de porte abierto, con una profundidad elevada. Es una variedad autofértil. Madura de 30 a 35 días después de Burlat. El fruto es de tamaño grande, de forma cordiforme redondeada, pulpa firme, muy dulce y una gran calidad gustativa. Se trata de un fruto poco sensible al rajado.

### 3.1.2.4. Análisis multicriterio

La elección de la variedad se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 1 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente en función de su importancia mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada variedad.

La variedad y/o variedades que obtienen una mayor puntuación se considera que son las más adecuadas para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 1. Análisis multicriterio de la elección de la variedad

Factor		Coef. ponderación	Var. de media estación				Var. tardías y muy tardías						
			Summit	Van	Benton	Samba	Sunburst	Lapins	Stardust	Sentennial	Sovereign	Sweet Heart	Skeena
Ap. agronómicas	<b>Adaptación al medio</b>	2,0	2	2	2	2	4	2	4	3	3	4	4
	<b>Productividad y rapidez de entrada en producción</b>	1,5	5	3	4	3	4	4	4	4	3	5	4
	<b>Vigor y porte</b>	1,0	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2
	<b>Resistencia al rajado</b>	1,0	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4
Ap. comerciales	<b>Calidad fruto</b>	1,0	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4
	<b>Resistencia transporte y manipulación</b>	1,0	3	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4
	<b>Precio de venta</b>	2,0	3	3	3	3	4	4	4	5	5	4	4
<b>TOTAL</b>			30,5	27,5	28	28,5	33	31	34	36	32,5	38,5	36

### 3.1.2.5. Alternativa elegida

Las variedades tardías y muy tardías de cerezo son las que presentan las aptitudes agronómicas y comerciales más adecuadas.

Se toma la decisión de establecer las variedades Sentennial, Sweet Heart y Skeena en la plantación. Al tratarse de variedades autocompatibles, no se requiere la presencia de variedades polinizadoras en la plantación. La época de madurez de las 3 variedades se escalona de la siguiente forma:

- Skeena: Madura 25 días después de Burlat.
- Sweet Heart: Madura de 35 a 40 días después de Burlat.
- Sentennial: Madura de 45 a 50 días después de Burlat.

Las distintas épocas de madurez de las tres variedades seleccionadas se escalonan perfectamente, por lo que se evita una acumulación de trabajo y necesidades de mano de obra durante las operaciones de recolección de la fruta.

La superficie de cultivo dedicada a cada variedad en la plantación se establecerá según la siguiente proporción:

- Skeena: Se dedicará un 34% de la superficie total.
- Sweet Heart: Se dedicará un 36% de la superficie total.
- Sentennial: Se dedicará un 30% de la superficie total.

### 3.1.3. Elección del patrón

#### 3.1.3.1. Identificación de alternativas

Existen numerosos grupos de patrones de características distintas que se pueden utilizar en el cultivo del cerezo. No obstante, los patrones más utilizados actualmente en España son:

- Patrones francos de cerezo (*Prunus avium*). El patrón más utilizado es el Reboldo.
- Patrones clonales de cerezo Santa Lucía (*Prunus mahaleb*). El patrón más utilizado es SL-64.
- Patrones clonales de cerezo ácido (*Prunus cerasus*). Los patrones más utilizados de este grupo son el CAB-6P y el Masto de Montaña.
- Patrones clonales híbridos. El patrón más utilizado es el MaxMa 14.
- Patrones clonales de ciruelo (*Prunus cerasifera*). Los patrones más utilizados de este grupo son Adara y Adara como patrón intermedio sobre Mariana (Marilan).

#### 3.1.3.2. Criterios de valor

Los factores que se van a tener en cuenta a la hora de la elección del patrón son los siguientes:

- Adaptación a las características del suelo. Es importante que los portainjertos muestren resistencia a la clorosis, a la asfixia radicular y a la sequía. La plantación se va a establecer en un terreno de textura fuerte y puede existir riesgo de encharcamiento en la superficie del suelo. Los niveles de caliza activa son adecuados.
- Incidencia sobre la expresión de ciertos caracteres de la variedad. Conviene que el patrón induzca un vigor medio o reducido a la variedad, con el fin de posibilitar la intensificación de la densidad de cultivo. La productividad debe ser elevada y es importante que el portainjerto induzca en la variedad una rápida entrada en producción, con el objetivo de adelantar los márgenes de rentabilidad de la plantación.
- Compatibilidad con la variedad. Algunos tipos de portainjertos presentan problemas de compatibilidad con las variedades de cerezo. Por lo tanto, la elección de un patrón compatible con las variedades de cerezo es clave.
- Resistencia a las plagas y enfermedades del suelo. La presencia de patógenos en el suelo del género *Armillaria*, *Meloidogyne*, *Phytophthora* y *Agrobacterium*, entre otros, requiere la elección de un patrón resistente a las distintas plagas y enfermedades del suelo. Hay que recordar que el terreno donde se va a establecer

la plantación es un suelo húmedo y con un alto contenido en materia orgánica, por lo que es muy probable la existencia de ciertos patógenos.

### 3.1.3.3. Evaluación de alternativas

Es necesario conocer las características de cada uno de los patrones como paso previo a su evaluación.

#### *Patrones francos de cerezo (*Prunus avium*)*

Los patrones francos de *Prunus avium* se caracterizan por presentar un sistema radicular pivotante y bien desarrollado que asegura un buen anclaje. Son compatibles con la mayoría de variedades de cerezo. Además, son resistentes a la asfixia radicular y a patógenos del suelo como *Armillaria* spp., *Meloidogyne* spp., *Phytophthora* spp. y *Agrobacterium tumefaciens*.

Sin embargo, estos patrones tienen como inconvenientes el proporcionar un vigor excesivo a la variedad, no vegetar bien en suelos calizos y secos. Son más sensibles a las bajas temperaturas que *Prunus mahaleb* y son sensibles a los nematodos del género *Pratilenchus*. Además, inducen una lenta entrada en producción y proporcionan un desarrollo heterogéneo a los árboles.

Como conclusión, las características más destacables de este grupo de patrones son que prefieren suelos profundos, franco-arenosos, neutros o ligeramente ácidos. No vegetan bien en suelos calizos y secos ni en suelos húmedos y asfixiantes. Además, resultan compatibles con todas las variedades de cerezo.

Las denominaciones más comunes de estos patrones son los Reboldos, Negrillos (Morenillos) y Cerezos silvestres. Existen también selecciones clonales como F 12/1, Pontaris y Pontavium.

#### *Patrones clonales de cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*)*

Los patrones clonales de *Prunus mahaleb* proporcionan un vigor adecuado a la variedad, son resistentes a la sequía y altamente resistentes a la clorosis y las bajas temperaturas. Además, presentan una buena compatibilidad con la mayoría de las variedades de cerezo.

En su contra, son sensibles a la asfixia radicular.

Por lo tanto, resultan ser patrones adecuados para terrenos frescos de secano, calcáreos y sin problemas de encharcamiento.

El patrón más utilizado de este grupo es el SL 64, aunque también se utiliza el SL 405 (Pentaleb) en menor medida.

#### *Patrones clonales de cerezo ácido (*Prunus cerasus*)*

Este grupo de patrones producen árboles de tamaño medio o pequeño, inducen una rápida entrada en fructificación. También se adaptan bien a suelos poco profundos y húmedos y son tolerantes a las bajas temperaturas.

Sin embargo, presentan un anclaje generalmente deficiente, tendencia al serpeo. Presentan poca afinidad con algunas variedades de cerezo e inducen heterogeneidad en la plantación.

Las selecciones clonales más importantes de este grupo incluyen la serie CAB, siendo el CAB-6P el patrón más destacable. Mastro de Montañana también forma parte de este grupo de patrones.

#### *Patrones clonales híbridos*

Los patrones clonales híbridos de cerezo se han obtenido mediante el cruzamiento artificial de distintas especies. De forma general, estos patrones proporcionan un vigor medio a la variedad injertada, son compatibles con la mayoría de variedades de cerezo. Toleran la clorosis férrica. Presentan un buen anclaje y no producen sierpes. Se propagan fácilmente e inducen una rápida entrada en producción.

Como inconvenientes, destaca una cierta sensibilidad a la asfixia radicular. Aunque tolera la presencia de algunos patógenos en el suelo como *Agrobacterium* spp. y ciertos nematodos, es susceptible al ataque de *Phytophthora* spp.

Las selecciones clonales más importantes de este grupo de patrones son las pertenecientes a la serie MaxMa. El más utilizado es MaxMa Delbard® 14, registrado en 1987. Resulta de un cruzamiento interespecífico de *Prunus mahaleb* x *Prunus avium* realizado por Lyle Brooks en la Universidad de Forest Grove Nursery, en Oregón (EEUU).

También se utiliza, aunque en menor medida, la serie Gisela (*Prunus cerasus* x *Prunus canescens*) y el portainjerto Colt (*Prunus avium* x *Prunus pseudocerasus*).

#### *Patrones clonales de ciruelo (Prunus cerasifera)*

Las características de este grupo de patrones se corresponden con los portainjertos de ciruelo de crecimiento rápido. Son patrones vigorosos, que retrasan algo la entrada en producción y la madurez de los frutos. Presenta una resistencia aceptable a la caliza. Se propagan fácilmente, y su compatibilidad es aceptable con las variedades no exigentes y mala con las variedades exigentes.

Su comportamiento es variable en el terreno, dependiendo de si es seco o encharcadizo. El ciruelo Mirobolán es resistente a la sequía y algunos son sensibles al exceso de humedad. Por otra parte, el ciruelo Mariana presenta una buena resistencia a la asfixia radicular y es sensible a la sequía.

En el cultivo de cerezo se utiliza Adara como patrón de *Prunus cerasifera*. Otra posibilidad es el uso de Marilan, que consiste en la combinación de Mariana GF-8.1/Adara ó Mariana 2624/Adara, de tal forma que el Adara cumple la función de patrón intermedio para solucionar problemas de compatibilidad con la variedad.

#### 3.1.3.4. Análisis multicriterio

La elección del patrón se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios de valor considerados.

En la tabla 2 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un coeficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada patrón.

El patrón que obtienen una mayor puntuación se considera que es el más adecuado para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 2. Análisis multicriterio de la elección del patrón

<b>Factor</b>		<b>Coef. ponderación</b>	<b>Rebollo</b>	<b>SL-64</b>	<b>CAB-6P</b>	<b>MaxMa 14</b>	<b>Adara</b>	<b>Marilan</b>
<b>Suelo</b>	<b>Resistencia clorosis</b>	1,0	1	4	4	3	4	4
	<b>Resistencia asfixia radicular</b>	2,0	3	1	4	2	5	5
	<b>Resistencia sequía</b>	1,0	1	5	2	2	1	1
<b>Incidencia variedad</b>	<b>Vigor</b>	2,0	1	4	5	5	2	2
	<b>Productividad</b>	1,5	1	1	2	5	2	2
	<b>Precocidad</b>	1,0	1	2	2	5	2	2
<b>Compatibilidad</b>		1,0	4	3	3	2	2	2
<b>Resistencia plagas y enfermedades</b>		1,5	3	3	4	2	4	4
<b>TOTAL</b>			<b>21</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>36,5</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

### 3.1.3.5. Alternativa elegida

El patrón CAB-6P es el elegido para la realización del proyecto, como resultado del análisis multicriterio de las alternativas identificadas.

Cabe destacar que los patrones clonales híbridos (MaxMa 14) y los patrones de ciruelo de crecimiento rápido (Adara y Marilan) también han obtenido una buena puntuación, ya que se adaptan a las condiciones del terreno de la ubicación del proyecto. Sin embargo, los problemas de compatibilidad que presentan con ciertas variedades de cerezo hacen que sean menos valorados que los patrones de la serie CAB (CAB-6P).

## 3.2. Diseño de plantación

### 3.2.1. Disposición de plantación

#### 3.2.1.1. Identificación de alternativas

El diseño y la realización de la plantación exige distribuir los árboles de forma regular, con el fin de conseguir un aprovechamiento racional del terreno, una cierta estética de la plantación y facilidad y economía en la realización de las distintas operaciones de cultivo.

Las distintas alternativas en las que se pueden disponer los árboles en la plantación son:

- Marco real. Los árboles se sitúan en vértices de cuadrados.
- Disposición en líneas. Los árboles se sitúan en los vértices de rectángulos. El marco de plantación viene definido por dos parámetros, la separación entre líneas y la distancia entre árboles dentro de la línea.
- Disposición a tresbolillo. Los árboles se sitúan en vértices de triángulos equiláteros.
- Disposición en líneas pareadas. Entre cada dos o tres líneas de cultivo dispuestas a tresbolillo, se deja una calle suficientemente ancha para realizar las labores.
- Disposición en bloques. Se disponen varias filas de árboles a muy poca distancia, separadas por calles o pasillos.
- Disposición según curvas de nivel. Las líneas de cultivo se disponen a una distancia de separación fija, de acuerdo con la topografía del terreno donde se establece la plantación.

Las disposiciones en líneas pareadas y en bloques se utilizaron durante unos pocos años, pero no se obtuvieron los resultados esperados y actualmente se encuentran en desuso. En cuanto a la disposición según curvas de nivel, no tiene sentido establecerla en la parcela donde se va a ubicar el proyecto al tratarse de un terreno llano. Por ello, de todas las alternativas que existen en cuanto a la disposición de la plantación, únicamente se van a considerar el marco real, la disposición en líneas y la disposición a tresbolillo.

### 3.2.1.2. Criterios de valor

Los criterios que se van a tener en cuenta para la elección adecuada de la disposición de los árboles en la plantación son los siguientes:

- Posibilidad de intensificación del cultivo. La densidad de plantación en las plantaciones modernas tiende a aumentarse lo más posible, con el fin de optimizar la productividad de la plantación.
- Facilidad de mecanización. Las máquinas actuales que se utilizan en plantaciones frutales poseen una gran capacidad de trabajo. Por ello, es muy importante establecer una disposición de los árboles regular y con espaciamiento suficiente para el paso de la maquinaria.
- Aprovechamiento del terreno. La superficie productiva de la plantación debe optimizarse, es decir, no se debe dejar espacios improductivos dentro de la plantación de manera innecesaria.
- Eficiencia en las operaciones de cultivo. Una disposición de los árboles regular en la plantación facilita las distintas operaciones de cultivo que se realicen, aumentando su eficiencia.

### 3.2.1.3. Evaluación de alternativas

Las distintas alternativas en cuanto a la disposición de los árboles en la plantación se diferencian por sus características relativas a cada uno de los criterios antes mencionados.

#### *Marco real*

En plantaciones poco densas de olivo, almendro y frutales de hueso aún se sigue utilizando la disposición en marco real, muy habitual hace años. La principal ventaja de este tipo de disposición es que permite una mecanización de las labores y operaciones de cultivo. Por contra, la posibilidad de intensificación de la plantación, en lo que respecta al aumento de la densidad, es muy reducida.

#### *Disposición en líneas*

La disposición rectangular o en líneas es la tendencia actual de disposición de los árboles más utilizada en plantaciones regulares y terrenos llanos. Esta disposición permite compatibilizar una buena mecanización de la plantación, al dejar calles de anchura suficiente para realizar las labores y operaciones de cultivo, con una alta densidad de plantación.

#### *Disposición a tresbolillo*

La disposición a tresbolillo se utiliza en menor medida que el marco real y la disposición en líneas. Este tipo de disposición permite un mayor aprovechamiento del terreno que el marco real y presenta una fácil mecanización de las operaciones de cultivo. Sin embargo, las posibilidades de intensificación de la plantación son menores que en el caso de la disposición en líneas.

### 3.2.1.4. Análisis multicriterio

La elección de la disposición de los árboles se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 3 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada disposición.

La disposición de plantación que obtiene una mayor puntuación se considera que es la más adecuada para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 3. Análisis multicriterio de la elección de la disposición de plantación

<b>Factor</b>	<b>Coef. de ponderación</b>	<b>Marco real</b>	<b>Líneas</b>	<b>Tresbolillo</b>
<b>Intensificación</b>	2,0	2	5	2
<b>Mecanización</b>	2,0	5	5	5
<b>Aprovechamiento</b>	1,0	2	4	3
<b>Eficiencia op.</b>	1,0	3	4	3
<b>TOTAL</b>	-	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>20</b>

### 3.2.1.5. Alternativa elegida

La disposición rectangular o en líneas es la alternativa elegida para establecer en la plantación, como resultado del análisis multicriterio. Se trata de la disposición más habitual en las plantaciones modernas.

## 3.2.2. Densidad y marco de plantación

### 3.2.2.1. Identificación de alternativas

La densidad de plantación indica el número de árboles que se establecen en una hectárea de terreno. Se trata de un parámetro muy importante a la hora de diseñar la plantación.

El marco de plantación se establece una vez determinada la densidad, con el fin de aprovechar lo mejor posible el terreno y evitar competencias mutuas entre los árboles, tanto a nivel radicular como de la parte aérea.

Las diferentes alternativas, en cuanto a la densidad de plantación, que se utilizan en plantaciones de cerezo son las siguientes:

- Plantaciones tradicionales o de baja densidad. Las plantaciones tradicionales de cerezo presentan densidades inferiores a 500 árboles por hectárea, con marcos de plantación que oscilan entre 6 x 6 metros y 9 x 9 metros.
- Plantaciones semi-intensivas. En las plantaciones modernas, se tiende a reducir en la medida de lo posible los marcos de plantación. Las plantaciones de cerezo en condiciones de secano presentan densidades entre 350 y 500 árboles por hectárea, de tal forma que se establecen marcos de plantación de 5-6 x 4-5 metros. Por su parte, las plantaciones de regadío alcanzan densidades más altas, desde 600 a 900 árboles por hectárea. El marco de plantación adoptado en estas condiciones varía entre 4-5 x 2-3 metros.
- Plantaciones intensivas. Este tipo de plantaciones supera los 1000 árboles por hectárea en cuanto a la densidad de plantación. Los marcos toman dimensiones reducidas, entre 3,8-4,5 x 1,2-1,5 metros.

### 3.2.2.2. Criterios de valor

Los criterios que se tienen en cuenta a la hora de evaluar las alternativas, en relación con la densidad de plantación son los siguientes:

- Productividad. El potencial productivo de los árboles aumenta a medida que se aumenta la densidad de plantación. Por ello, es necesario establecer una densidad suficiente para que las producciones de cereza aseguren la rentabilidad de la explotación.
- Vigor y desarrollo de los árboles. Este parámetro va a estar condicionado por la combinación del vigor del patrón y de la variedad. En concreto, el portainjerto elegido y las variedades a establecer producirán árboles de un vigor medio, con un desarrollo moderado.
- Sistema de poda de formación. El espacio que ocupa cada árbol depende del tipo del sistema de formación utilizado. El vaso es la formación más utilizada en cerezo, con este sistema, los árboles ocupan más espacio que el sistema de formación en eje central.
- Eficiencia en la realización de las operaciones de cultivo. Las calles entre las líneas de cultivo deben ser lo suficientemente anchas como para asegurar que quepan las máquinas con las que se realizan las distintas operaciones de cultivo.

### 3.2.2.3. Evaluación de alternativas

Las alternativas identificadas anteriormente presentan características distintas de acuerdo con los criterios o factores que se consideran.

#### *Plantaciones tradicionales o de baja densidad.*

Las plantaciones tradicionales, que continúan existiendo en la actualidad, se caracterizan por una capacidad productiva muy inferior a las plantaciones modernas, dado que su densidad de plantación es muy baja.

Los árboles presentes en estas plantaciones alcanzan un tamaño importante porque el espacio que tienen disponible para desarrollarse hace que expresen un vigor considerable. Se trata de árboles formados en vaso, con el fin de favorecer la aireación e insolación del interior de la copa.

Las máquinas utilizadas para la realización de las labores de cultivo pueden circular fácilmente por la plantación. Sin embargo, la eficiencia de trabajo no es muy alta por la distancia que hay entre los árboles.

#### *Plantaciones semi-intensivas.*

La productividad de las plantaciones semi-intensivas supera a la de las tradicionales gracias a una intensificación del cultivo. Además, las producciones obtenidas en condiciones de regadío superan a las que se producen en condiciones de secano.

El vigor de los árboles queda limitado en este tipo de plantaciones, dado que la distancia entre árboles consecutivos dentro de la línea de cultivo es más reducida. La elección de patrones y variedades poco vigorosos es indispensable para un buen

funcionamiento de la plantación. En estas plantaciones puede utilizarse la formación en vaso bajo de porte reducido y el eje central.

La eficiencia de las operaciones de cultivo aumenta en este caso, siempre y cuando se respete una anchura mínima de las calles para que puedan circular las máquinas sin problemas.

#### *Plantaciones intensivas.*

Estas plantaciones presentan densidades elevadas, con el fin de optimizar la productividad. El marco de plantación se reduce de forma importante, sobre todo la distancia entrelíneas, de tal forma que el vigor de los árboles debe de ser muy reducido.

El sistema de formación en vaso o incluso en eje central son aptos para este tipo de plantaciones intensivas.

La eficiencia en la realización de las operaciones de cultivo en estas plantaciones es también adecuada, siempre y cuando se deje una anchura de calle suficiente.

#### 3.2.2.4. Análisis multicriterio

La elección de la densidad de plantación se va a realizar mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios de valor considerados.

En la tabla 4 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada densidad.

La densidad que obtiene una mayor puntuación se considera que es la más adecuada para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 4. Análisis multicriterio de la elección de la densidad de plantación

<b>Factor</b>	<b>Coef. de ponderación</b>	<b>Pl. de baja densidad</b>	<b>Pl. semi-intensivas</b>	<b>Pl. intensivas</b>
<b>Productividad</b>	2,0	2	4	5
<b>Vigor</b>	1,0	1	5	2
<b>Sist. formación</b>	1,0	2	3	3
<b>Eficiencia op.</b>	2,0	3	4	4
<b>TOTAL</b>	-	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>23</b>

#### 3.2.2.5. Alternativa elegida

La plantación semi-intensiva es la más valorada en el análisis multicriterio. Se va a establecer un marco de plantación de 4,5 x 2,5 metros en la plantación, obteniéndose una densidad de 889 árboles por hectárea. Se trata de una densidad habitual en plantaciones de cerezo semi-intensivas de regadío.

### 3.2.3. Orientación de las filas

#### 3.2.3.1. Identificación de alternativas

Los árboles frutales, en general, son exigentes en insolación. La luz solar estimula la actividad fotosintética de la planta, por lo que influye directamente sobre el crecimiento vegetativo, la cantidad y calidad de la cosecha. La insolación también determina el tamaño, color y composición de los frutos, así como la inducción y la diferenciación floral.

No obstante, la elección de la orientación de las líneas de cultivo es una forma efectiva de conseguir unas condiciones de insolación adecuadas en los árboles. Las alternativas disponibles en cuanto a la orientación de las líneas de cultivo en la parcela son las siguientes:

- Orientación N-S
- Orientación E-O
- Orientación NNE-SSO
- Orientación NNO-SSE

#### 3.2.3.2. Criterios de valor

La elección de una orientación de las filas se debe valorar, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Iluminación. La luz del sol debe incidir de forma uniforme sobre la copa de los árboles, con el fin de conseguir un crecimiento vegetativo adecuado y una cantidad y calidad de frutos óptima.
- Dirección de los vientos dominantes. En zonas con vientos fuertes es importante que la dirección de los vientos dominantes sea perpendicular a las líneas de cultivo, con el fin de que se no se produzcan daños mecánicos ni fisiológicos indeseados en los árboles. En la zona de ubicación del proyecto no existen vientos fuertes susceptibles de causar daños en la plantación, por lo que este criterio carece de importancia.
- Forma y contorno de la parcela. La orientación de las filas puede condicionar el aprovechamiento del terreno, dependiendo de la forma que tenga la parcela. Además, también puede facilitar la sectorización de la instalación de riego y aumentar la eficiencia de las operaciones de cultivo mecanizadas, al ahorrar los tiempos muertos en giros, maniobras, etc.

#### 3.2.3.3. Evaluación de alternativas

##### *Orientación N-S.*

La orientación Norte-Sur resulta muy recomendable en cuanto a la iluminación que reciben los árboles durante las horas diarias de luz solar, ya que se produce un reparto uniforme de la insolación a ambos lados de la línea. Sin embargo, con esta orientación no se produce un aprovechamiento óptimo del terreno, dada la forma de la parcela donde se va a ubicar la plantación.

### *Orientación E-O.*

La orientación Este-Oeste permite un mejor aprovechamiento del terreno que la orientación N-S. Sin embargo, las condiciones de iluminación no resultan favorables para el cultivo, puesto que los árboles no recibirán una cantidad de luz solar uniforme.

### *Orientación NNE-SSO.*

La orientación Nornordeste-Sudsudoeste aumenta el aprovechamiento del terreno, al disponer las líneas de cultivo paralelas a uno de los lados mayores de la parcela y perpendicular al otro. Por su parte, las condiciones de iluminación son peores que la orientación N-S.

### *Orientación NNO-SSE.*

La orientación Nornoroeste-Sudsudoeste, al igual que la orientación NNE-SSO, presenta un aprovechamiento del terreno adecuado debido a que las líneas se disponen paralelas a uno de los lados mayores de la parcela y perpendicular a otro. Además, las condiciones de iluminación de los árboles resultan bastante favorables para el cultivo.

#### 3.2.3.4. Análisis multicriterio

La elección de la orientación de las líneas de cultivo en la plantación se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 5 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada orientación.

La orientación que obtienen una mayor puntuación se considera que es la más adecuada para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 5. Análisis multicriterio de la elección de la orientación de las filas

<b>Factor</b>	<b>Coef. de ponderación</b>	<b>N-S</b>	<b>E-O</b>	<b>NNE-SSO</b>	<b>NNO-SSE</b>
<b>Iluminación</b>	2,0	5	2	3	3
<b>Vientos</b>	-	-	-	-	-
<b>Aprovechamiento terreno</b>	2,0	2	3	4	5
<b>TOTAL</b>	-	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>16</b>

#### 3.2.3.5. Alternativa elegida

La orientación NNO-SSE se considera que es la más adecuada para establecer en la plantación, de acuerdo con el análisis multicriterio. Las condiciones de

iluminación de las líneas de cultivo son adecuadas y, además, se aprovecha bien el terreno.

### 3.3. Técnicas de cultivo

#### 3.3.1. Sistema de formación y poda

##### 3.3.1.1. Identificación de alternativas

La poda de formación en el cultivo frutal tiene, como objetivos técnicos, obtener árboles de porte adecuado, con una estructura sólida, robusta y equilibrada y, además, favorecer las condiciones de insolación y aireación de la copa. Por otro lado, hay que tener en cuenta una serie de objetivos económicos como son el conseguir una poda con el mínimo número de cortes, adaptada a las tendencias naturales del árbol y que se realice de forma rápida y sencilla.

En la actualidad, los sistemas de poda de formación en el cerezo pretenden conseguir árboles de pequeño tamaño y vigor reducido, con el fin de intensificar el cultivo y facilitar las labores reduciendo las necesidades de mano de obra, especialmente en la recolección. Los sistemas de formación más utilizados hoy en día en plantaciones de cerezo son los siguientes:

- Vaso español. Este sistema de formación se basa en despuntes repetidos, en verde, en un plano horizontal durante los primeros años de plantación, para provocar la multiplicación de las ramas portadoras y abrir de forma natural la copa del árbol. A partir del tercer año se procede a eliminar las ramas interiores de la copa, constituida por 3-5 ramas principales, de forma gradual y a partir de agosto. La plena producción suele alcanzarse entre el tercer y el cuarto año. Existe una variante de esta formación llamado el sistema EBRO, que consiste en sustituir los despuntes por una combinación de incisiones y aplicaciones de Promalín en las zonas donde se quiere que ramifiquen.
- Vaso multiteje. El árbol solo se despunta en el momento de la plantación para constituir una copa en volumen formada por 5-7 brazos principales que se van renovando en su totalidad y de forma progresiva cuando alcanzan una edad de más de 5 años. En este sistema los brazos son flexibles, lo que permite realizar la recolección íntegramente desde el suelo, anqueando los mismos.
- Eje central. Los árboles formados en eje central constan de un tronco vertical o eje central de hasta 3,5 metros de altura sobre el que se inserta, a partir de 50 centímetros del suelo, un primer piso de ramas secundarias, integrado por 3 ó 4 ramas fuertes escalonadas cada 25-30 centímetros, abiertas hacia el exterior con ángulos bastante amplios (45-50°) y repartidas uniformemente alrededor del tronco para que no se estorben entre sí. Existe una variante del eje central llamada solaxe, que está basado en la inclinación o arqueado de las ramas laterales del árbol, una vez que alcanzan una determinada longitud, e incluso del propio eje del árbol cuando la planta ha llegado a la altura máxima admitida.

##### 3.3.1.2. Criterios de valor

Dentro de una especie frutal, la elección del sistema de formación depende fundamentalmente de una serie de factores:

- Material vegetal. El vigor de la variedad y su tendencia natural de crecimiento puede condicionar la elección del sistema de formación. Así mismo, este sistema

de formación ha de ser compatible con el vigor del patrón. En concreto, la combinación entre el patrón y la variedad elegidos previamente proporciona un vigor medio a los árboles, que ha de ajustarse a las exigencias del sistema de formación.

- Sistema de cultivo. El grado de intensificación de la plantación condiciona el tamaño de los árboles. Se trata de formar árboles de pequeño desarrollo que faciliten las operaciones de cultivo, en especial las que se realizan de forma manual. Por otro lado, el nivel de mecanización y la orientación productiva de la plantación son otros dos factores que se deben tener en cuenta.
- Características del sistema de formación. Es importante tener en cuenta la facilidad de formación del sistema y aspectos económicos relacionados con el mismo, como pueden ser las diferencias de inversión en número de árboles, la necesidad o no de elementos auxiliares de apoyo, los costes de las operaciones de poda, la edad de entrada en producción de los árboles y la producción de la plantación adulta.

### 3.3.1.3. Evaluación de alternativas

#### *Vaso español.*

Este sistema de formación es aplicable a todas las especies frutales y puede adaptarse a una amplia gama de vigos. Además, presenta un buen equilibrio estructural y no necesita el empleo de elementos auxiliares de apoyo para la formación y mantenimiento del árbol.

Sin embargo, el vaso tiene una lenta entrada en producción, presentándose, a veces, dificultades para la formación del árbol. Es importante formar árboles de pequeño tamaño, con el fin de facilitar las distintas operaciones de cultivo, pudiéndolas realizar desde el suelo.

#### *Vaso multije.*

Este sistema consiste en una variante del vaso. Su principal ventaja sobre el vaso español es que se adelanta la entrada en producción del árbol. El resto de inconvenientes son los mismos que el vaso español.

#### *Eje central.*

El sistema de formación en eje central permite un desarrollo más natural de árbol, rapidez de formación y facilidad de poda, reduciendo considerablemente las necesidades de mano de obra en esta operación. El árbol presenta también una buena aireación e insolación en el interior de la copa y una entrada en producción rápida, así como una gran facilidad de renovación de las ramas laterales y de fructificación.

La mayor dificultad, en este sistema de poda, consiste en mantener perfectamente equilibrado el árbol a lo largo del tiempo.

### 3.3.1.4. Análisis multicriterio

La elección del sistema de formación de los árboles se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 6 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada sistema.

El sistema de formación de los árboles que obtienen una mayor puntuación se considera que es el más adecuado para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 6. Análisis multicriterio del sistema de formación

<b>Factor</b>		<b>Coef. de ponderación</b>	<b>Vaso español</b>	<b>Vaso multijeje</b>	<b>Eje central</b>
<b>Material vegetal</b>		2,0	5	4	3
<b>Sistema de cultivo</b>	<b>Densidad de plantación</b>	2,0	5	4	3
	<b>Mecanización</b>	1,0	3	3	4
	<b>Orientación productiva</b>	1,0	4	4	3
<b>Características del sistema de formación</b>	<b>Facilidad formación</b>	1,0	2	3	4
	<b>Inversión inicial</b>	2,0	4	4	3
	<b>Elementos de apoyo</b>	1,0	5	5	1
	<b>Operaciones de poda</b>	1,0	2	3	4
	<b>Entrada en producción</b>	1,0	2	2	4
	<b>Producción total</b>	1,0	3	3	4
<b>TOTAL</b>			<b>49</b>	<b>47</b>	<b>42</b>

### 3.3.1.5. Alternativa elegida

El análisis multicriterio realizado muestra el resultado de que el sistema de formación en vaso español es el más adecuado para la plantación. Resulta el sistema de formación más empleado hoy en día en plantaciones semi-intensivas. Además, el número de árboles que se necesitan adquirir es menor y, por tanto, la inversión inicial disminuye adelantando las condiciones de rentabilidad de la explotación.

### **3.3.2. Sistema de mantenimiento del suelo**

#### **3.3.2.1. Identificación de alternativas**

El mantenimiento del suelo en plantaciones frutales tiene el objetivo fundamental de conservar las características del terreno en condiciones óptimas para el cultivo frutal.

Se van a describir las distintas técnicas de mantenimiento del suelo que existen:

- Laboreo. Consiste en realizar trabajos manuales y mecánicos sobre el suelo a lo largo del año, dependiendo de las condiciones climáticas, ecológicas y agronómicas. Si se lleva a cabo de manera superficial, se solucionan los problemas de competencia con malas hierbas y evaporación de agua en el suelo.
- Aplicación de herbicidas (no cultivo). Se eliminan totalmente las labores mecánicas o manuales en el terreno, sustituyéndolas por la aplicación de productos herbicidas. Los herbicidas se aplican en forma de pulverización y son fitotóxicos para la vegetación espontánea, que muere o queda tan debilitada después de la aplicación, que no puede competir con los árboles.
- Cubiertas vegetales. El suelo se mantiene totalmente cubierto con una pradera de vegetación espontánea o artificial, y se controlan las malas hierbas por sofocación y siega. Respecto al mantenimiento del suelo, en general es un método para todos los suelos, pero especialmente suelos encharcados, de mala estructura, o sometidos a fuerte erosión.
- Técnicas mixtas. Consiste en la combinación en el espacio o en el tiempo de dos técnicas de mantenimiento del suelo distintas. La técnica de cubiertas vegetales entre las líneas de cultivo y la aplicación de herbicidas a lo largo de la línea es la más empleada en plantaciones frutales.

#### **3.3.2.2. Criterios de valor**

La elección de la técnica de mantenimiento del suelo más adecuada depende de una serie de factores o criterios de valor:

- Condicionantes climáticos. La pluviometría de la zona donde se va a establecer la plantación es escasa e irregular a lo largo del año. Las precipitaciones se concentran principalmente en primavera y otoño, mientras que en verano se produce un período seco durante la época de máximas necesidades hídricas de los árboles. Las heladas primaverales tardías se producen de forma frecuente en la zona, por lo que también es un factor condicionante a tener en cuenta a la hora de la elección de la técnica de mantenimiento del suelo más apropiada.
- Condicionantes edafológicos. La textura franco-arcillosa del terreno donde se va a establecer la plantación es característica de suelos fuertes y poco permeables y representa un factor condicionante en la elección de la técnica de mantenimiento del suelo más adecuada. No obstante, la estructura migajosa del terreno y la buena permeabilidad obtenidas en el análisis del suelo resultan positivas sobre las características físicas del terreno.
- Condicionantes técnicos. La disposición rectangular o en líneas de la plantación que se va a emplear, así como la densidad semi-intensiva de 889 árboles por

hectárea y el marco de plantación de 4,5 x 2,5 metros condicionan la elección de la técnica de mantenimiento del suelo.

- Condicionantes económicos. La elección de la técnica de mantenimiento del suelo que se va a emplear en la plantación debe realizarse con la condición de que la inversión económica inicial debe ser lo más reducida posible, además de que los diferentes costes de mantenimiento y las necesidades de mano de obra no deben ser muy elevados.

### 3.3.2.3. Evaluación de alternativas

Cada sistema de mantenimiento del suelo propuesta en el análisis presenta unas ventajas e inconvenientes con respecto a los criterios de valor considerados.

#### *Laboreo.*

Concretamente, el laboreo tiene las ventajas de que permite un mejor almacenamiento de agua en el suelo, se evita una alta inversión inicial y las interferencias con las distintas labores de cultivo son mínimas, salvo en el caso de algunas operaciones manuales.

Por el contrario, se postulan inconvenientes como que los pases con la maquinaria agrícola siempre son por el mismo sitio. Se produce entonces la compactación excesiva del suelo en zonas localizadas y la formación de la llamada “suela de labor”. Este fenómeno se asocia con una disminución de la permeabilidad del suelo y una degradación de la estructura, aumentando el riesgo de erosión en el suelo. Los costes de realización de esta técnica de mantenimiento del suelo resultan muy elevados.

#### *Aplicación de herbicidas (no cultivo).*

La aplicación de herbicidas permite eliminar con relativa facilidad la vegetación espontánea. La estructura del suelo sufre menos degradación que con el laboreo. La formación de “suela de labor” es mínima y la humificación de la materia orgánica es más lenta. Además, el sistema es fácil de aplicar, aunque requiere una cierta tecnificación en cuanto al conocimiento de los herbicidas, sus efectos, dosificaciones y equipos modernos de aplicación.

Sin embargo, En suelos desnudos, de textura arcillosa, se suele formar costra superficial después de que se produzcan precipitaciones intensas, lo que reduce la infiltración y favorece la escorrentía. Ello puede aumentar la erosión en suelos en pendiente y producir el agrietamiento de la costra. El coste del sistema es importante debido al alto precio de los herbicidas.

#### *Cubiertas vegetales.*

La técnica de mantenimiento del suelo con cubiertas vegetales es un buen sistema para conservar las propiedades agronómicas del suelo, como son la estructura, permeabilidad y fertilidad. Además, la inversión económica inicial es muy reducida y no supone grandes costes de mantenimiento.

No obstante, la incidencia de las heladas primaverales tardías es mucho más dañina sobre los árboles cuando el suelo se encuentra cubierto. Además, se da una competencia por extraer el agua disponible en el suelo entre los árboles y la cubierta vegetal. Por lo general, no resulta una técnica demasiado adecuada en plantaciones de baja densidad y marcos espaciosos.

#### *Técnicas mixtas.*

Las técnicas mixtas tratan de combinar dos técnicas de mantenimiento del suelo con el fin de poder obtener los aspectos positivos y reducir los inconvenientes de cada una de ellas.

Existe un gran número de técnicas mixtas distintas. En concreto, la técnica de mantenimiento de cubierta vegetal en las calles y aplicación de herbicidas en las líneas de cultivo es la alternativa más empleada en las plantaciones frutales de la actualidad.

Esta técnica permite eliminar en gran medida la competencia entre los árboles y la cubierta vegetal por el agua presente en el suelo, se favorece que se mantengan las buenas características agronómicas del suelo (estructura, permeabilidad y fertilidad) y es perfectamente compatible con el marco y la densidad de plantación que se van a establecer. No obstante, el coste de esta técnica de mantenimiento del suelo puede ser demasiado elevado si no se somete a una buena planificación.

Es importante recordar que durante los primeros años de la plantación, cuando los árboles se encuentran en período juvenil, conviene realizar un laboreo integral, tanto en las calles como en las líneas de cultivo. Ésto se realiza con el fin de eliminar las malas hierbas que compitan con los árboles, favorecer el almacenamiento de agua en el suelo y permitir un enraizamiento en profundidad por parte de los árboles. Una vez concluido el período juvenil, se adopta la técnica utilizada durante el resto de la vida productiva de la plantación.

#### 3.3.2.4. Análisis multicriterio

La elección de la técnica de mantenimiento del suelo se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 7 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un coeficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada técnica.

La técnica de mantenimiento del suelo que obtiene una mayor puntuación se considera que es la más adecuada para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 7. Análisis multicriterio de la elección del sistema de mantenimiento del suelo

<b>Factor</b>	<b>Coef. de ponderación</b>	<b>Laboreo</b>	<b>Herbidas</b>	<b>Cubierta vegetal</b>	<b>Técnica mixta</b>
<b>Condicionantes climáticos</b>	2,0	4	2	1	3
<b>Condicionantes edafológicos</b>	2,0	1	2	4	4
<b>Condicionantes técnicos</b>	1,0	3	3	3	3
<b>Condicionantes económicos</b>	1,0	2	2	3	3
<b>TOTAL</b>	-	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>20</b>

### 3.3.2.5. Alternativa elegida

El sistema de mantenimiento del suelo elegido serán las técnicas mixtas, de tal forma que se mantendrá una cubierta vegetal en las calles y se aplicará herbicida en las líneas de cultivo una vez alcanzado el período productivo de los árboles. Durante los primeros años, en los que los árboles se encuentran en período juvenil, se seguirá la técnica del laboreo tanto en las líneas de cultivo como en las calles.

### 3.3.3. Sistema de riego

#### 3.3.3.1. Identificación de alternativas

La pluviometría de la zona donde se va establecer la plantación destaca por ser escasa e irregular a lo largo del año. Las precipitaciones se concentran principalmente en las estaciones de primavera y otoño. Durante el verano, época de máximas necesidades hídricas de los árboles, se produce un período seco. Por ello, el aporte de agua mediante el riego a los árboles de la plantación es un factor clave a la hora de asegurar producciones que sean rentables en la explotación frutícola.

Los sistemas de riego más utilizados en plantaciones frutales hoy en día son los siguientes:

- Riego a pie. El agua se distribuye sobre la superficie del suelo, de tal manera que se va infiltrando a medida que avanza por el terreno. La parcela se divide en tablares, con el fin de repartir el agua de forma más o menos homogénea.
- Riego por aspersión. El agua se distribuye por una red de tuberías, a lo largo de las cuales se sitúan los aspersores que reparten el agua por toda la superficie.
- Riego localizado. El agua se distribuye de forma local, regular y discontinua por la superficie. Se trata de administrar pequeños volúmenes de agua a cada árbol con elevada frecuencia. Los sistemas de riego localizado más utilizados son:
  - o Riego por goteo: los emisores utilizados en este sistema son goteros que distribuyen el agua gota a gota a cada árbol.
  - o Riego por microaspersión: los emisores utilizados en este sistema son aspersores de baja presión que distribuyen el agua en el entorno de cada árbol.

### 3.3.3.2. Criterios de valor

Los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de valorar los distintos sistemas de riego son los siguientes:

- Factores climáticos. El viento de la zona, pese a alcanzar intensidades no demasiado altas, puede influir sobre la uniformidad de distribución del agua de riego sobre todo si es aplicada e forma de gotas finas. Este factor climático también puede afectar a la eficacia del sistema de riego, desecando el agua distribuida que ha quedado en zonas superficiales o expuestas. La luz solar también puede afectar a la eficacia del sistema, favoreciendo la evaporación del agua.
- Factores técnicos. El sistema de riego que se va a elegir debe ser compatible con el marco y densidad de plantación que se pretende establecer, así como con el mantenimiento del suelo de cubierta vegetal en las calles y aplicación de herbicidas en las líneas de cultivo. Además, es importante que el riego no interceda ni dificulte las diferentes operaciones de cultivo que se deben realizar.
- Factores agronómicos. La uniformidad y eficiencia del sistema de riego a la hora de distribuir el agua debe tenerse en cuenta. El agua es un recurso limitado y hay que evitar su malgasto utilizando volúmenes reducidos de agua.
- Factores económicos. la inversión económica que supone la instalación del sistema de riego, su mantenimiento, así como las necesidades de mano de obra y energía deben asegurar la rentabilidad de la explotación.

### 3.3.3.3. Evaluación de alternativas

Cada alternativa propuesta en el análisis presenta unas ventajas e inconvenientes con respecto a los factores considerados.

#### *Riego a pie.*

El viento no suele afectar la uniformidad de distribución del agua mediante este sistema. Además, al utilizar grandes volúmenes de agua, la luz solar tampoco afecta a la eficacia del sistema a causa de la evaporación.

El terreno queda totalmente anegado cuando se aplica el riego por pie, por lo que resulta imposible realizar cualquier labor u operación mientras el agua no se haya infiltrado en el terreno completamente. La uniformidad de distribución y eficacia del sistema disminuyen a media que aumenta la superficie que se debe regar.

Este sistema de riego exige el empleo de grandes dosis de agua. Además, el terreno debe de estar perfectamente nivelado para aplicar un riego uniforme. Es muy frecuente que se produzcan pérdidas indeseables de agua por lixiviación o escorrentía superficial.

El coste económico de la instalación de este sistema de riego no es muy elevado, sobre todo si se realiza por gravedad. Sin embargo, el mantenimiento es muy costoso y se necesita más mano de obra que en el resto de sistemas de riego.

#### *Riego por aspersión.*

La uniformidad de aplicación del riego depende fundamentalmente del viento y la luz solar, factores por los cuales puede verse seriamente afectado y que se deben tener en cuenta.

Resulta ser un sistema muy versátil, pudiéndose adaptar a una gran variedad de densidades y marcos de plantación. Además, no exige una nivelación del terreno.

La cantidad de agua aportada mediante este sistema se puede controlar fácilmente, pudiendo ajustar la dosis lo que se desee. Resulta un sistema de riego con una uniformidad de distribución y eficacia adecuadas. El mantenimiento es aceptable y se necesita menor cantidad de mano de obra que en el caso del riego a pie.

Sin embargo, la inversión económica de la instalación del sistema es más elevada que el riego por pie, ya que exige la presencia de elementos mecánicos específicos del sistema de riego. Resulta imposible realizar operaciones dentro de la plantación cuando el sistema está en funcionamiento, ya que se riega toda la superficie.

#### *Riego localizado.*

Se puede utilizar el sistema de riego por goteo o por microaspersión. La principal ventaja del primero es que no le afectan las condiciones meteorológicas como el viento, por lo que la eficacia de este sistema es mayor que el riego por microaspersión. Por ello, en el análisis multicriterio únicamente se va a tener en cuenta el riego por goteo como sistema de riego localizado.

En cuanto al manejo, no se aplica agua en las calles, pudiendo intervenir en la plantación mientras se está regando, con el fin de realizar cualquier labor u operación de cultivo. El sistema permite incorporar un equipo de fertirrigación para administrar la dosis de fertilizante que se desee junto con el agua de riego. Otro punto positivo es que aparecen menos malas hierbas en las zonas donde no llega el agua de riego.

Este sistema emplea una menor cantidad de agua que el resto, aplicándola en la zona radicular del árbol. Por consiguiente, la eficiencia de aprovechamiento por parte del cultivo es más alta, permitiendo un ahorro de agua. Además, es posible regar aunque se disponga de poco agua, la topografía no sea llana o el suelo sea poco permeable.

La instalación del sistema de riego localizado requiere un sistema de impulsión del agua y una red de tuberías para su distribución, por lo que el coste es alto. Pueden surgir problemas de mantenimiento si se obturan los goteros a causa de las sales disueltas del agua de riego.

#### **3.3.3.4. Análisis multicriterio**

La elección del sistema de riego se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 8 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el

sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada sistema.

El sistema de riego que obtienen una mayor puntuación se considera que es la más adecuada para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 8. Análisis multicriterio de la elección del sistema de riego

<b>Factor</b>	<b>Coef. de ponderación</b>	<b>Riego a pie</b>	<b>Riego por aspersión</b>	<b>Riego localizado (goteo)</b>
<b>Factores climáticos</b>	2,0	1	3	5
<b>Factores técnicos</b>	1,0	1	3	4
<b>Factores agronómicos</b>	1,0	4	3	3
<b>Factores económicos</b>	1,0	1	2	3
<b>TOTAL</b>	-	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>

#### 3.3.3.4. Alternativa elegida

El sistema de riego elegido es el riego localizado, ya que es el que presenta una mayor eficiencia de aprovechamiento del agua y un menor consumo. En concreto, el sistema de riego localizado que se va a emplear en la plantación es el riego por goteo. Además, se pretende incorporar un equipo de fertirrigación al sistema de riego, con el fin de administrar a los árboles de la plantación el agua de riego y fertilizante de forma simultánea.

### 3.3.4. Sistema de defensa anti-heladas

#### 3.3.4.1. Identificación de alternativas

La presencia de heladas primaverales tardías en la zona donde se va a ubicar la plantación representa un alto riesgo de que se dañe el cultivo en la época de floración y cuajado de los frutos, provocando una disminución de la producción que afectará negativamente a la rentabilidad económica de la explotación.

Existen varios sistemas de defensa contra las heladas primaverales tardías que se pueden establecer en la plantación con el objetivo de suavizar las temperaturas de helada que se produzcan durante este período y minimizar las posibles pérdidas productivas.

Las heladas de irradiación son el tipo más frecuente de heladas primaverales en la zona. Se originan normalmente por la pérdida continua de calor, por irradiación durante la noche de la superficie del suelo y de la vegetación. Esta pérdida de calor es más intensa en noches claras y despejadas, sin viento y con baja humedad ambiental.

Los principales sistemas de protección contra las heladas, susceptibles de aplicación en plantaciones frutales, son los siguientes:

- Torres de ventilación. El sistema consiste en generar de forma artificial corrientes de aire, mediante el empleo de ventiladores, que permiten mezclar las distintas

capas de aire caliente y frío estratificadas a distintas alturas, aumentando la temperatura del ambiente a nivel de los árboles.

- Estufas o quemadores. El sistema consiste en establecer en la plantación una serie de focos de calor que contrarresten el enfriamiento producido por la helada, mediante la combustión de alguna fuente de energía.
- Equipos de aplicación de calor. Este sistema se basa en el calentamiento del aire mediante quemadores, generalmente de propano, y su posterior expulsión mediante una turbina. De esta forma, el equipo genera una fuerte corriente de aire que se puede canalizar por toda la parcela, aumentando la temperatura de forma uniforme en el entorno de los árboles en toda la plantación. Existe una gran variedad de productos de este sistema que se comercializan en la actualidad, pudiendo ser fijos o arrastrados con un tractor y se adaptan a muchas superficies de plantación.
- Riego por aspersión, microaspersión o micropulsos. Este sistema consiste en aportar el agua necesaria, recubriendo el árbol mediante aspersión sobre la vegetación, mientras duran las condiciones de helada, de tal forma que su congelación continua garantice la protección de los tejidos vegetales frente al frío.
- Sistema SIS. El sistema de Sumidero Invertido Selectivo (SIS) es un equipo mecánico que drena de forma selectiva el aire más frío extrayéndolo y lanzándolo con fuerza fuera de la zona de cultivo.

#### 3.3.4.2. Criterios de valor

Los criterios que se valoran a la hora de elegir el sistema de protección anti-heladas de la plantación son fundamentalmente los siguientes:

- Criterios técnicos. La eficiencia de funcionamiento del sistema anti-heladas se debe tener en consideración. Además, cada sistema anti-heladas es capaz de aumentar un número de grados concreto la temperatura ambiente cuando se produce una helada. De esta forma, se recomienda la elección de aquel sistema que sea capaz de aumentar la temperatura del ambiente a nivel de los árboles de manera eficaz.
- Criterios económicos. En general, la instalación de un sistema anti-heladas en una plantación frutal es muy costosa, aunque existen diferencias económicas entre cada uno de los sistemas. También conviene elegir un sistema anti-heladas cuyo consumo de combustible sea lo mínimo posible, así como que el mantenimiento no sea demasiado costoso.
- Necesidades de mano de obra. La puesta en marcha de los sistemas anti-heladas suele hacerse de forma manual. Por ello, se requiere la presencia de mano de obra, en mayor o menor medida, dependiendo del funcionamiento de cada sistema.

#### 3.3.4.3. Evaluación de alternativas

Cada una de las alternativas que se han identificado se evalúan teniendo en cuenta los criterios de valor considerados.

### *Torres de ventilación*

Este sistema de defensa anti-heladas tiene las ventajas de presentar una buena eficiencia de funcionamiento, pudiéndose utilizar en parcelas de 2 a 5 hectáreas. Los costes de instalación, consumo de combustible y mantenimiento son asequibles para la mayoría de plantaciones frutales. Además, las necesidades de mano de obra son relativamente bajas.

Por el contrario, el aumento térmico que se produce oscila entre 1 °C y 2 °C, por lo que únicamente resultará un sistema adecuado cuando se produzcan heladas de baja intensidad.

### *Estufas o quemadores*

La defensa es más eficaz cuanto mayor número de focos caloríficos se coloquen en la plantación, aunque éstos sean de pequeña intensidad. En general, este número varía entre 150 y 400 por hectárea, dependiendo del tipo de aparato.

Este sistema presenta una buena eficacia, ya que puede permitir un aumento térmico en el interior de la plantación del orden de 3 °C y 4 °C, sobre la temperatura exterior. Sin embargo, los elevados costes de inversión, el manejo difícil y engorroso de los aparatos, con altas exigencias de mano de obra y el elevado precio de los combustibles hacen que este sistema sea difícilmente rentable, salvo en casos muy excepcionales.

### *Equipos de aplicación de calor*

Se trata de un sistema de defensa anti-heladas cada vez más utilizado en las plantaciones frutales, debido fundamentalmente a su buena eficacia, consiguiendo un aumento térmico del orden de 3 °C ó 4 °C.

Este sistema presenta un bajo coste de mantenimiento y un consumo de energía bastante reducido. Además, las necesidades de mano de obra son muy reducidas.

Debido a las características de la parcela donde se va a ubicar el proyecto, resulta más recomendable utilizar el equipo móvil, ya que se puede desplazar por toda la superficie y el equipo fijo resulta efectivo en parcelas cuya extensión es menor a 5 hectáreas. En este caso, las necesidades de mano de obra se reducirían al requerimiento de un tractorista, con el fin de desplazar el equipo por la plantación durante el tiempo que se produzcan temperaturas de helada, así como durante las horas previas.

### *Riego por aspersión, microaspersión o micropulsos*

El riego por aspersión bien proyectado y ejecutado constituye el método de defensa más seguro y eficaz contra las heladas, aunque éstas alcancen temperaturas muy bajas de -7 °C ó -8 °C. Así mismo, permite unas posibilidades de automatización y regulación difíciles de conseguir con otros sistemas, lo que reduce considerablemente las necesidades de mano de obra. Sin embargo, su coste de instalación es elevado,

exige disponer de un caudal instantáneo de agua elevado y un suelo en la plantación con una buena permeabilidad con el fin de evitar problemas de encharcamiento.

### *Sistema SIS*

Este sistema de defensa anti-heladas presenta las ventajas de tener un consumo de combustible relativamente bajo, así como bajos costes de mantenimiento y reducidas necesidades de mano de obra.

Sin embargo, el coste de instalación resulta elevado, ya que es necesario el montaje de infraestructura especial. Además, no resulta un sistema de defensa muy eficaz contra heladas intensas, pudiendo aumentar la temperatura del ambiente 1 °C ó 2°C.

#### 3.3.4.4. Análisis multicriterio

La elección del sistema de defensa anti-heladas se realiza mediante un análisis multicriterio en el que se tiene en cuenta las alternativas identificadas y los criterios considerados.

En la tabla 9 se estructura dicho análisis, puntuando cada característica con una valoración entre 1 (muy desfavorable) y 5 (muy favorable). Cada característica se pondera de forma diferente, en función de su importancia, mediante un eficiente que oscila entre 0,5 y 2. El resultado final del análisis multicriterio se obtiene al realizar el sumatorio del producto del coeficiente de ponderación de cada factor por el valor asignado a cada sistema.

El sistema de defensa que obtienen una mayor puntuación se considera que es la más adecuada para su establecimiento en la plantación en proyecto.

Tabla 9. Análisis multicriterio de la elección del sistema de defensa anti-heladas

<b>Factor</b>	<b>Coef. de ponderación</b>	<b>Torres de ventilación</b>	<b>Estufas o quemadores</b>	<b>Equipo móvil de aplicación de calor</b>	<b>Riego por aspersión</b>	<b>SIS</b>
<b>Crterios técnicos</b>	2,0	3	4	4	4	3
<b>Crterios económicos</b>	1,0	3	2	3	2	2
<b>Mano de obra</b>	1,0	4	1	4	4	4
<b>TOTAL</b>	-	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>12</b>

#### 3.3.4.5. Alternativa elegida

El sistema de defensa anti-heladas del equipo móvil de aplicación de calor es la alternativa elegida, ya que ha obtenido la mayor puntuación en el análisis multicriterio realizado.

# **ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO**



## ÍNDICE DEL ANEJO IV

1.	Proceso productivo.....	7
1.1.	Plantación.....	7
1.1.1.	Preparación del terreno.....	7
1.1.2.	Replanteo y marcado.....	8
1.1.3.	Recepción y acondicionamiento de los plantones.....	8
1.1.4.	Proceso de plantación.....	8
1.1.5.	Cuidados posteriores a la plantación.....	8
1.1.6.	Resumen.....	10
1.2.	Poda.....	11
1.2.1.	Poda de formación.....	11
1.2.2.	Poda de fructificación.....	12
1.2.3.	Herramientas y equipos de poda.....	12
1.2.4.	Resumen.....	13
1.3.	Diseño agronómico del riego.....	13
1.3.1.	Cálculo de las necesidades de riego.....	13
1.3.2.	Determinación del caudal del emisor, la disposición de los emisores y el número de emisores por planta.....	18
1.3.3.	Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego.....	19
1.3.4.	Resumen del diseño agronómico del riego.....	20
1.4.	Fertilización.....	21
1.4.1.	Introducción.....	21
1.4.2.	Abonado mineral de mantenimiento.....	21
1.4.3.	Resumen de la fertilización.....	26
1.5.	Mantenimiento del suelo.....	26
1.5.1.	Mantenimiento del suelo durante los 2 primeros años.....	27
1.5.2.	Mantenimiento del suelo durante el resto de vida de la plantación.....	27
1.5.3.	Resumen.....	27
1.6.	Polinización.....	28
1.6.1.	Necesidades de polinización.....	28
1.6.2.	Diseño de polinización.....	28
1.7.	Defensa fitosanitaria.....	29
1.7.1.	Introducción.....	29
1.7.2.	Plagas del cerezo.....	29
1.5.2.	Enfermedades criptogámicas del cerezo.....	33
1.5.3.	Enfermedades bacterianas del cerezo.....	34
1.5.4.	Resumen de defensa fitosanitaria.....	35
1.5.	Recolección de la fruta.....	35
1.6.1.	Introducción.....	35
1.6.2.	Proceso de recolección.....	36
1.6.3.	Necesidades en la recolección.....	36
1.6.	Sistema de defensa anti-heladas.....	36
2.	Implementos del proceso productivo.....	37
2.1.	Maquinaria y equipos.....	37
2.1.1.	Maquinaria necesaria en la explotación.....	37
2.1.2.	Capacidad y tiempos de trabajo.....	39

2.1.3. Consumo de combustible .....	39
2.1.4. Consumo de lubricante .....	40
2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria .....	40
2.2.1. Coste de las labores alquiladas .....	40
2.2.2. Coste de la maquinaria propia y adquirida .....	41
2.3. Mano de obra .....	41
2.3.1. Introducción .....	41
2.3.2. Mano de obra especialista .....	41
2.3.3. Mano de obra eventual .....	42
2.4. Cuadros del proceso productivo .....	42
2.4.1. Definición de las necesidades .....	42
2.4.2. Satisfacción de las necesidades .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen del proceso de plantación .....	10
Tabla 2. Resumen del proceso de plantación .....	13
Tabla 3. Evapotranspiración de referencia según FAO (Penman-Monteith) ....	14
Tabla 4. Variación mensual del coeficiente de cultivo del cerezo.....	14
Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el cultivo del cerezo	16
Tabla 6. Valores recomendados del coeficiente de uniformidad .....	17
Tabla 7. Valores de eficiencia de aplicación .....	17
Tabla 8. Cálculo de las necesidades brutas de riego a nivel mensual del cultivo del cerezo .....	18
Tabla 9. Cálculo de la duración del riego a nivel mensual .....	20
Tabla 10. Resumen del diseño agronómico del riego .....	20
Tabla 11. Exportaciones anuales de nitrógeno por los frutos.....	22
Tabla 12. Balance de nitrógeno.....	22
Tabla 13. Exportaciones anuales de fósforo por los frutos.....	23
Tabla 14. Balance de fósforo.....	23
Tabla 15. Exportaciones anuales de potasio por los frutos.....	24
Tabla 16. Balance de fósforo.....	24
Tabla 17. Distribución temporal de las necesidades nutricionales del cerezo a lo largo de año.....	25
Tabla 18. Necesidades mensuales de nutrientes (kg/ha) .....	25
Tabla 19. Aportaciones mensuales de fertilizante (kg/ha).....	26
Tabla 20. Resumen del mantenimiento del suelo en la plantación.....	27
Tabla 21. Resumen de defensa fitosanitaria.....	35
Tabla 22. Necesidades de potencia y capacidad de trabajo de la maquinaria .	39
Tabla 23. Consumo de combustible .....	40
Tabla 24. Consumo de lubricante .....	40
Tabla 25. Costes de la maquinaria propia y adquirida .....	41
Tabla 26. Definición de las necesidades del año 1 .....	41
Tabla 27. Definición de las necesidades del año 2 .....	45
Tabla 28. Definición de las necesidades del año 3 .....	47
Tabla 29. Definición de las necesidades del año 4 .....	50
Tabla 30. Definición de las necesidades del año 5 .....	53
Tabla 31. Definición de las necesidades del año 6 .....	56
Tabla 32. Definición de las necesidades del año 7 y sucesivos .....	59

Tabla 33. Satisfacción de las necesidades del año 1.....	62
Tabla 34. Satisfacción de las necesidades del año 2.....	65
Tabla 35. Satisfacción de las necesidades del año 3.....	67
Tabla 36. Satisfacción de las necesidades del año 4.....	70
Tabla 37. Satisfacción de las necesidades del año 5.....	73
Tabla 38. Satisfacción de las necesidades del año 6.....	76
Tabla 39. Satisfacción de las necesidades del año 7 y sucesivos .....	79



## ANEJO IV. INGENIERÍA DEL PROCESO

### 1. Proceso productivo

#### 1.1. Plantación

##### 1.1.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realiza previamente al establecimiento de los plantones, con el fin de conseguir unas condiciones adecuadas en el suelo para que los árboles se desarrollen correctamente.

Consiste fundamentalmente en la realización de una labor profunda y una o varias labores complementarias, ordenadas en orden cronológico.

##### 1.1.1.1. Labor profunda

La labor profunda que se va a realizar consiste en una preparación mecánica por subsolado, trabajando íntegramente en la totalidad de la superficie donde se va a establecer la plantación.

El subsolado tiene por objetivo resquebrajar el terreno en profundidad, destruyendo la posible suela de labor. De esta forma, se favorece la infiltración del agua en el suelo, aumentando su permeabilidad.

Se realizan dos pases cruzados con un subsolador rígido a una profundidad de 80 centímetros. Es efectivo cuando el suelo está bien seco, por lo que la labor profunda se realizará a finales del mes de agosto o principios de septiembre. Se empleará un subsolador alquilado y un tractor propio del promotor.

##### 1.1.1.2. Labores complementarias

Después de practicar una labor profunda, el terreno queda irregular, aterronado y con la presencia de restos vegetales. Por ello, es necesario realizar labores complementarias para mejorar las condiciones del suelo.

En concreto, se va a realizar una primera labor complementaria mediante un pase de grada de discos a una profundidad aproximada de entre 25 y 30 centímetros en el mes de octubre, cuando se produzcan las primeras lluvias del otoño. La segunda labor complementaria consistirá en un pase de cultivador a una profundidad de entre 10 y 15 centímetros aproximadamente en el mes de enero.

Una vez realizadas las labores complementarias, el terreno quedará perfectamente preparado para el establecimiento de los plantones.

### **1.1.2. Replanteo y marcado**

Esta operación consiste en señalar sobre el terreno la posición que van a ocupar las líneas de árboles dentro de la plantación. Se emplean jalones, cuerdas, cintas métricas y cañas.

Con la ayuda de los planos y una estación total, se marca la ubicación de las calles de servicio. A continuación, se marca el principio y el final de cada línea de cultivo y se establecen jalones cada 20 metros dentro de cada línea.

La maquinaria de establecimiento de los plantones que se va a emplear respeta correctamente la distancia entre dos árboles consecutivos en la misma línea, de acuerdo con el marco de plantación, por lo que no es necesario marcar la ubicación exacta de cada árbol. Esta operación se realizará a mediados del mes de febrero.

### **1.1.3. Recepción y acondicionamiento de los plantones**

La petición de los plantones al vivero hará con una antelación suficiente, especificando de forma clara la combinación patrón-variedad deseado. Además, es muy importante que el vivero ofrezca suficientes garantías y, si es posible, se recomienda utilizar material certificado. Se va a pedir un número mayor de plantones a los necesarios, con vistas a una posible reposición de marras posterior a la plantación.

Una vez recibidos los plantones a principios del mes de febrero, conviene comprobar su buen desarrollo y estado sanitario. Estos plantones se van a conservar en zanjas de entre 50 y 60 centímetros de profundidad, localizadas en una zona sombreada, ventilada y con buena humedad. Las raíces deben de recubrirse con tierra suelta hasta el momento de realizar la plantación.

### **1.1.4. Proceso de plantación**

La época de plantación más apropiada es a finales de febrero o principios de marzo, a finales del período de reposo de los árboles, ya que el clima frío de la zona se caracteriza por tener inviernos lagos y duros en los que se producen heladas intensas.

Los plantones se sacan a raíz desnuda de la zanja donde se han conservado y se les recortan las raíces dañadas, rotas o demasiado largas.

La maquinaria utilizada en la plantación de los árboles consiste en un tractor que tracciona un arado asurcador que abre una zanja en el terreno. Sobre el arado se sitúa un operario que va colocando los plantones en el terreno a las distancias adecuadas. Tanto la maquinaria como la mano de obra empleada en esta operación se van a alquilar a una empresa de servicios.

No obstante, también es necesario disponer de un tractor y un remolque propiedad del promotor que se desplaza paralelamente a la maquinaria de plantación, con el fin de proporcionar los plantones al operario que se encarga de colocarlos en el terreno.

### **1.1.5. Cuidados posteriores a la plantación**

#### **1.1.5.1. Colocación de los ramales portagotos**

En la cabecera de cada línea de cultivo se colocará un ramal portagoteros enrollado con el fin de poder extenderlo fácilmente una vez plantados los árboles

#### 1.1.5.2. Riego de plantación

Una vez instalado el sistema de riego y plantados los árboles, se debe aplicar un riego moderado suficiente para humedecer el volumen de tierra que ocupan las raíces de los plantones y estimular su desarrollo. Si se producen lluvias en este momento, el riego no será necesario.

#### 1.1.5.3. Revisión de las plantas

Después de aplicar el riego de plantación, se revisan todos los árboles y se colocan manualmente en posición correcta, si no están perfectamente establecidos en el terreno.

#### 1.1.5.4. Poda de plantación

El tallo de cada plantón se debe rebajar a una altura de aproximada de 40-50 centímetros sobre la superficie del suelo de acuerdo con el sistema de formación elegido (vaso español).

#### 1.1.5.5. Colocación de protectores de troncos

Una vez que los plantones han sido despuntados, se les colocará tubos protectores de polietileno alrededor del tronco de 35 centímetros de altura. Estos elementos protegen al árbol durante sus primeros años de desarrollo contra los productos herbicidas que se administren y el posible ataque de la fauna de la zona.

#### 1.1.5.6. Colocación de tutores

Los árboles, además de un protector de tronco, necesitan un tutor durante sus primeros años de desarrollo con el fin de que crezcan adecuadamente. Se van a emplear tutores de madera de 1,5 metros de longitud y sección circular de 22 milímetros de diámetro, de tal forma que se clavan en el terreno a una profundidad de 30 centímetros junto a cada árbol, quedando una parte sobre la superficie del suelo a la cual se ata el árbol mediante un material plástico.

#### 1.1.5.7. Reposición de marras

Los árboles que no han prendido conviene reponerles lo antes posible. En este caso, como la plantación se realiza a finales de febrero o principios de marzo, se recomienda realizar la reposición de marras a finales del mes de mayo utilizando plantas con cepellón.

### 1.1.6. Resumen

Las operaciones que se van a realizar en el proceso de plantación de los árboles se ordenan cronológicamente y se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen del proceso de plantación

<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>
<b>1. Labor profunda</b>	1-10 sept.	2 pases cruzados de subsolador a 80 cm de profundidad	Tractor 160 CV y subsolador rígido	1 tractorista
<b>2. Labores complementarias</b>	1-10 oct.	Pase de grada a 25-30 cm de profundidad	Tractor de 220 CV y grada de discos	1 tractorista
	10-20 ene.	Pase de cultivador a 10-15 cm de profundidad	Tractor de 220 CV y cultivador	1 tractorista
<b>3. Recepción y acond. de plantones</b>	1-10 feb.	Conservación de los plantones en una zanja de 50-60 cm de profundidad	-	2 peones
<b>4. Replanteo y marcado</b>	20-25 feb.	Señalar sobre el terreno la posición de las líneas de cultivo cada 20 metros	Jalones, cuerdas, cintas métricas y cañas	2 peones
<b>5. Plantación</b>	25 feb. – 5 mar.	Plantación de los árboles en el terreno	Tractor 160 CV y arado asurcador	1 tractoristas y 2 peones
<b>6. Colocación de los ramales portagóteros</b>	10-20 mar.	Colocación de los ramales portagóteros enrollados	-	2 peones
<b>7. Riego de plantación</b>	10-20 mar.	Aplicación de riego moderado	-	1 peón
<b>8. Revisión de plantas</b>	10-20 mar.	Comprobar establecimiento de los árboles en el terreno	-	1 peón
<b>9. Poda de plantación</b>	10-20 mar.	Recorte de los plantones a 40-50 cm	Tijeras de poda	2 peones
<b>10. Colocación de protectores de tronco</b>	20-30 mar.	Colocación de tubos protectores a cada árbol	Tractor y remolque	1 tractorista y 2 peones
<b>11. Colocación de tutores</b>	20-30 mar.	Colocación de tutores de 1,5 m	Tractor y remolque	1 tractorista y 2 peones
<b>12. Reposición de marras</b>	20-30 mayo	Sustitución de árboles que no han agarrado	Tractor y remolque	1 tractorista y 2 peones

## 1.2. Poda

### 1.2.1. Poda de formación

Cuando los árboles crecen libremente, sin ningún tipo de intervención, adoptan formas y tamaños variados de acuerdo con su tendencia natural de crecimiento y se produce un enmarañamiento de las ramas que impide la entrada de luz y aire en el interior de la copa. Por ello, es necesario realizar podas formación en los árboles de la plantación.

La poda de formación tiene como objetivos técnicos obtener árboles de porte y tamaño adecuado, con una estructura sólida, robusta y bien equilibrada, y conseguir una buena aireación e insolación tanto en el interior como en el exterior de la copa.

Por otra parte, la poda de formación se realiza con los objetivos económicos de conseguir sencillez y rapidez en las operaciones, adaptar la poda a las tendencias naturales del árbol y realizar el mínimo número de cortes posible.

En el Anejo III. Estudio de alternativas se justifica la elección del vaso español como sistema de poda de formación de los árboles de la plantación. El objetivo de este sistema es la obtención de un árbol de menor tamaño que permite realizar la mayor parte de las labores culturales, en particular la cosecha y la poda desde el suelo. Esto permite un importante ahorro de mano de obra y adicionalmente un aumento de la productividad de los operarios durante la recolección de la fruta.

#### 1.2.1.1. Poda del primer año

Una vez plantado el árbol, este se va a despuntar para provocar la formación de las ramas principales. La altura de ramificación se establece a 40-50 cm del nudo de injerto. Si el árbol posee brotes anticipados (característica frecuente en árboles de hueso), los cuatro o cinco más próximos al despunte se cortan dejando un tocón de un centímetro aproximadamente y el resto se eliminan por la base sin dejar ninguna yema para evitar la brotación.

#### *Verano*

De los brotes que nazcan en la primavera, en el mes de junio-julio se eligen los tres o cuatro mejor situados repartidos uniformemente alrededor del árbol y el resto se cortan por la base.

#### *Invierno*

De los ramos dejados en verano, durante los meses de febrero y marzo se eligen los tres mejor situados a ser posible formando un ángulo de 120º entre sí y se despuntan a 50-60 cm (dependiendo del vigor) de manera que la última yema mire hacia el exterior, ya que de esa yema brotará la prolongación. Si hubiese cuatro ramos se elimina por la base el peor de ellos.

#### 1.2.1.2. Poda del segundo año

Al comenzar la brotación, los tres brazos emitirán brotes en las yemas situadas por debajo del despunte hecho en invierno.

### *Verano*

En junio o julio se eligen dos brotes en cada uno de los brazos principales y se despuntan a una altura de 50-60 centímetros en todos los brazos. Los restantes brotes se cortan si son fuertes o se dejan para que se conviertan en órganos fructíferos si son débiles.

### *Invierno*

Los tres ramos terminales se despuntan con la misma longitud que el año anterior (50-60 cm) procurando que la última yema mire hacia el exterior, mientras que los brotes destinados a formar las ramas laterales (ahora convertidos en ramos) se dejan enteros sin importar su longitud, puesto que se van a cubrir de órganos fructíferos.

#### 1.2.1.3. Poda del tercer año

### *Verano*

En verano (junio-julio) se eligen los brotes terminales exteriores que hayan nacido en el despunte de los brazos para formar la prolongación de la rama principal.

### *Invierno*

Se despuntan los tres ramos principales a la misma longitud que el año anterior 50-60 cm de forma que la yema más próxima al despunte mire hacia el exterior en cada ramo.

#### **1.2.2. Poda de fructificación**

La poda de fructificación para renovar la madera envejecida, favorecer la entrada de luz en la copa y regular el desarrollo vegetativo, debe realizarse en el mes de septiembre, una vez recolectada la fruta y antes de que se paralice la savia.

A partir del cuarto año de vida de la plantación, se realizará poda de topping en el mes de septiembre, la cual consiste en el despunte de los brotes terminales de los árboles a una altura de 2,5 metros mediante el pase de una podadora mecánica. También será necesaria la intervención manual con el fin de eliminar posibles chupones y ramas del interior de la copa de los árboles, así como la renovación de la madera envejecida.

#### **1.2.3. Herramientas y equipos de poda**

Para realizar las operaciones de poda es necesario utilizar tijeras neumáticas de poda accionadas mediante un compresor con motor de gasolina de transporte manual con 3 salidas. La poda se realizará en su mayor parte desde el suelo, ya que con el sistema de formación en vaso español no se obtienen árboles de gran tamaño.

La poda de topping se realizará mediante una podadora mecánica articulada de discos accionada por un tractor, con una longitud de corte de 3 metros.

Los cortes de poda se protegen mediante un mástic frío con ceras especiales que resiste los cambios térmicos e impide el ataque de patógenos.

Los restos de poda se enterrarán mediante el pase un cultivador durante los tres primeros años de la plantación y se picarán mediante el pase de la trituradora-desbrozadora, extendiéndolos sobre el suelo junto con los restos de cubierta vegetal, a partir del cuarto año.

### 1.2.4. Resumen

Las operaciones de poda que se van a realizar a lo largo de la vida de la plantación se ordenan cronológicamente y se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Resumen del proceso de plantación

<b>Año</b>	<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>
1	<b>Poda de plantación</b>	10-20 mar.	Despunte de los plantones a 40-50 cm	Tijeras de poda	2 peones
1	<b>Poda de verano</b>	1-10 junio	Seleccionar 3-4 brotes mejor situados y cortar el resto	Tijeras de poda	2 peones
2	<b>Poda de invierno</b>	10-20 mar.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm	Tijeras de poda	2 peones
2	<b>Poda de verano</b>	1-10 junio	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm y dejar el resto si son órganos fructíferos	Tijeras de poda	2 peones
3	<b>Poda de invierno</b>	10-20 mar.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm	Tijeras de poda	2 peones
3	<b>Poda de verano</b>	1-10 junio.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm y dejar el resto si son órganos fructíferos	Tijeras de poda	3 peones
4	<b>Poda de invierno</b>	10-20 mar.	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm	Tijeras de poda	3 peones
4	<b>Poda de fructificación</b>	1-10 sept.	Despunte de los brotes terminales de los árboles a una altura de 2,5 metros sobre el suelo	Podadora mecánica	1 tractorista
4	<b>Poda de fructificación</b>	1-10 sept.	Eliminar ramas interiores de la copa y renovar madera envejecida	Tijeras de poda	3 peones

## 1.3. Diseño agronómico del riego

### 1.3.1. Cálculo de las necesidades de riego

El diseño agronómico y el cálculo de las necesidades de riego se realizan según el método del balance hídrico, propuesto por la FAO. Este método se basa en el cálculo de las necesidades netas de agua de riego de los cultivos ( $N_n$ ) a partir del cálculo de la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) obtenida de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ).

#### 1.3.1.1. Cálculo de las necesidades netas de riego

Las necesidades netas de agua para un sistema de riego localizado se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$N_n = ET_0 \cdot K_c \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Siendo:

- $N_n$ : Necesidades netas de agua de riego.
- $ET_0$ : Evapotranspiración de referencia.
- $K_c$ : Coeficiente de cultivo.
- $K_1$ : Coeficiente de corrección por efecto de la localización.
- $K_2$ : Coeficiente de corrección por efecto de las variaciones climáticas locales.
- $K_3$ : Coeficiente de corrección por advección.

#### Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ )

La evapotranspiración de referencia que se emplea en el cálculo de las necesidades netas de agua de riego del cultivo se obtiene a partir de los cálculos realizados en el Anejo I. Condicionantes y se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Evapotranspiración de referencia según FAO (Penman-Monteith)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$ET_0$ (mm/día)	0,50	1,02	1,41	2,39	3,02	3,99	4,52	3,92	3,28	1,78	0,76	0,55
$ET_0$ (mm/mes)	16	29	44	71,7	94	120	140	122	98	55	23	17

#### Coeficiente de cultivo ( $K_c$ )

La evolución mensual del coeficiente de cultivo del cerezo se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Variación mensual del coeficiente de cultivo del cerezo

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$K_c$	0	0	0	0,6	0,85	0,95	0,9	0,9	0,7	0,6	0	0

FUENTE: Urbina Vallejo, V.

#### Coeficiente de corrección por efecto de la localización ( $K_1$ )

Se halla mediante la fracción de área sombreada por el cultivo ( $A$ ), aplicando la fórmula de Aljibury et al. en la que  $K_1 = 1,34 \cdot A$ .

A efectos prácticos, el área sombreada por el cultivo coincide con la proyección sobre el terreno de parte aérea de la planta. Para su cálculo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot a \cdot b}$$

Siendo:

- $D$ : Diámetro aéreo de la planta, en metros.
- $a \cdot b$ : Marco de plantación, en metros cuadrados

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot a \cdot b} = \frac{\pi \cdot 2,5^2}{4 \cdot 4,5 \cdot 2,5} = 0,44$$

Por lo tanto, se sustituye el valor de A obtenido en la fórmula de Aljibury et al. obteniendo un valor de  $K_1 = 1,34 \cdot A = 1,34 \cdot 0,44 = 0,59$ .

*Coefficiente de corrección por efecto de las variaciones climáticas locales ( $K_2$ )*

La  $ET_0$  utilizada en el cálculo equivale al valor medio del período considerado. Por lo tanto, debe mayorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años el valor calculado sería suficiente. Se adopta un valor de 1,15 para  $K_2$ .

*Coefficiente de corrección por advección ( $K_3$ )*

Los movimientos del aire por advección afectan al microclima en el que se encuentra el cultivo, dependiendo de la extensión de la superficie regada y las características de los terrenos colindantes. Se toma como superficie regada la extensión de la plantación, ya que las parcelas de alrededor se encuentran en condiciones de secano.

En la figura xx se muestra la relación que existe entre el coeficiente de corrección por advección y la superficie regada. Se considera un valor de  $K_3$  igual a 0,95.

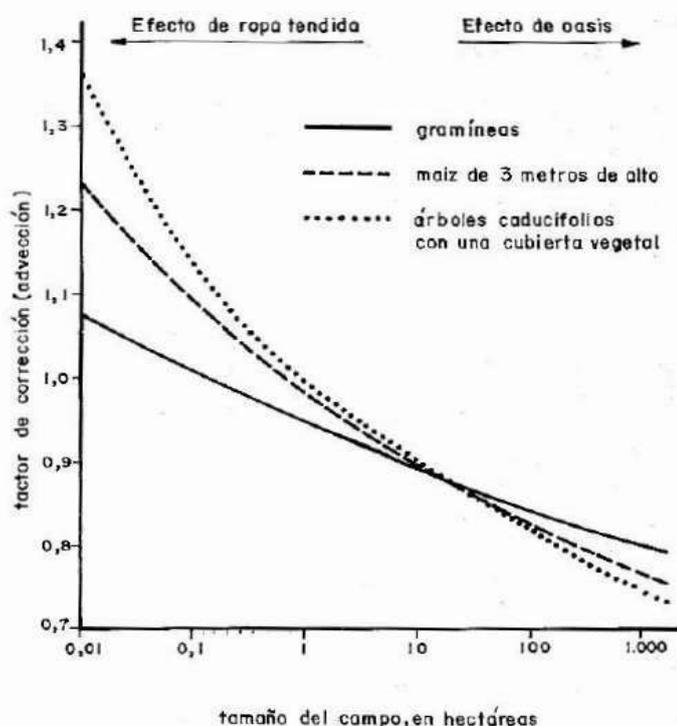


Figura xx. Variación de  $K_3$  en relación con la superficie regada

### Necesidades netas de agua de riego ( $N_n$ )

En la tabla 5 se muestra el cálculo de las necesidades netas de agua de riego mensuales, mediante el empleo de los coeficientes calculados previamente.

Tabla 5. Cálculo de las necesidades netas de riego para el cultivo del cerezo

	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>TOTAL</b>
<b><math>ET_0</math> (mm/día)</b>	2,39	3,02	3,99	4,52	3,92	3,28	1,78	
<b><math>K_c</math></b>	0,6	0,85	0,95	0,9	0,9	0,7	0,6	
<b><math>K_1</math></b>	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	
<b><math>K_2</math></b>	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
<b><math>K_3</math></b>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
<b><math>N_n</math> (mm/día)</b>	0,92	1,65	2,44	2,62	2,27	1,48	0,69	
<b><math>N_n</math> (mm/mes)</b>	27,73	49,64	73,30	78,66	68,22	44,40	20,65	<b>362,60</b>

#### 1.3.1.2. Cálculo de las necesidades brutas de riego

Las necesidades brutas o totales de riego son mayores que las necesidades netas calculadas previamente, ya que se tienen en cuenta las posibles pérdidas de agua que se pueden producir durante la aplicación del riego.

Las necesidades brutas en un sistema de riego localizado se pueden calcular mediante la siguiente fórmula:

$$Nb = \frac{Nn}{CU \cdot K}$$

Siendo:

- $N_b$ : Necesidades brutas de riego
- $N_n$ : Necesidades netas de riego
- CU: Coeficiente de uniformidad
- K: Coeficiente de lavado. Se toma el mayor valor entre:
  - o  $K = E_a$  (Eficiencia de aplicación)
  - o  $K = 1 - LR$  (Necesidades de lavado)

#### Coeficiente de uniformidad (CU)

El coeficiente de uniformidad hace referencia a las posibles pérdidas de carga que puedan darse en los distintos emisores al estar sometidos a presiones diferentes o presentar defectos en la fabricación. Es un indicador de la homogeneidad de la distribución del agua en toda la superficie regada por los emisores.

En la tabla 6 se exponen los distintos valores que puede tomar el coeficiente de uniformidad de acuerdo con la distribución de los emisores, la pendiente del terreno y el clima de la zona.

Tabla 6. Valores recomendados del coeficiente de uniformidad

<i>Emisores</i>	<i>Pendiente</i>	<i>Coeficiente de uniformidad</i>	
		<i>Clima árido</i>	<i>Clima húmedo</i>
<i>Emisores espaciados más de 4 m en cultivos permanentes</i>	Uniforme (<2%)	0,90 – 0,95	0,80 – 0,85
	Uniforme (>2%) u ondulada	0,85 – 0,90	0,75 – 0,80
<i>Emisores espaciados menos de 2,5 m en cultivos permanentes o semipermanentes</i>	Uniforme (<2%)	0,85 – 0,90	0,75 – 0,80
	Uniforme (>2%) u ondulada	0,80 – 0,90	0,70 – 0,80
<i>Mangueras o cintas de exudación en cultivos anuales</i>	Uniforme (<2%)	0,80 – 0,90	0,70 – 0,80
	Uniforme (>2%) u ondulada	0,70 – 0,85	0,65 – 0,75

(FUENTE: Standards of ASAE, 1978)

El sistema de riego que se va a establecer en la plantación tendrá los emisores espaciados a menos de 2,5 metros, la pendiente del terreno es llana y uniforme y se considera que existe un clima árido en la zona. Por lo tanto, se toma un valor del coeficiente de uniformidad igual a 0,90.

#### *Coeficiente de lavado (K)*

El coeficiente de lavado se determina tomando el mayor valor entre las dos siguientes ecuaciones:

- $K = E_a$

La eficiencia de aplicación se corresponde con el porcentaje de agua aplicada que es almacenada en la zona radicular y que está a disposición de las plantas.

Para su determinación, en la tabla 7 se muestran los diferentes valores que puede tomar en función de la profundidad de las raíces de los árboles y la textura del suelo.

Tabla 7. Valores de eficiencia de aplicación

<i>Profundidad de raíces (m)</i>	<i>Textura</i>		
	<i>Arenosa</i>	<i>Franca</i>	<i>Arcillosa</i>
<i>&gt; 0,75</i>	0,75	0,85	0,90
<i>0,75 – 1,50</i>	0,80	0,90	0,95
<i>&gt; 1,50</i>	0,90	0,95	1,00

Se considera que las raíces de los árboles van a alcanzar una profundidad comprendida entre 0,75 y 1,50 metros. La textura franco-arcillosa del terreno indica que el valor de la eficiencia de aplicación es de 0,90. Por lo tanto, el valor del coeficiente de lavado en este primer caso es igual a 0,90.

- $K = 1 - LR$

Las necesidades de lavado se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$LR = \frac{CEa}{2 \cdot CEe}$$

Se tienen en cuenta la conductividad eléctrica del agua de riego ( $CE_a$ ) y la conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual el descenso de producción es del 100 % ( $CE_{e\text{máx}}$ ). Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$LE = \frac{CEa}{2 \cdot \max CEe} = \frac{0,335 \text{ mS/cm}}{2 \cdot 1,5 \text{ mS/cm}} = 0,11$$

Se obtiene un valor de las necesidades de lavado igual a 0,11. Por consiguiente, se calcula el valor del coeficiente de lavado, que en este segundo caso es igual a 0,89.

En conclusión, el mayor valor del coeficiente de lavado se corresponde con el calculado mediante la eficiencia de aplicación, es decir, se toma un valor igual a 0,90.

#### *Necesidades brutas de agua de riego*

En la tabla 8 se muestran todos los valores necesarios para el cálculo de las necesidades brutas de riego a nivel mensual.

Tabla 8. Cálculo de las necesidades brutas de riego a nivel mensual del cultivo del cerezo

	<b><i>Abr</i></b>	<b><i>May</i></b>	<b><i>Jun</i></b>	<b><i>Jul</i></b>	<b><i>Ago</i></b>	<b><i>Sep</i></b>	<b><i>Oct</i></b>	<b><i>TOTAL</i></b>
<b><i>N<sub>n</sub> (mm/día)</i></b>	0,92	1,65	2,44	2,62	2,27	1,48	0,69	
<b><i>CU</i></b>	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
<b><i>K</i></b>	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
<b><i>N<sub>b</sub> (mm/día)</i></b>	1,14	2,04	3,01	3,23	2,80	1,83	0,85	
<b><i>N<sub>b</sub> (mm/mes)</i></b>	34,07	61,11	90,37	97,04	84,07	54,81	25,56	<b>447,03</b>

### **1.3.2. Determinación del caudal del emisor, la disposición de los emisores y el número de emisores por planta**

#### 1.3.2.1. Caudal del emisor

Se instalará un sistema de riego por goteo en la plantación, el caudal de cada uno de los emisores será de 2 litros por hora.

#### 1.3.2.2. Disposición de los emisores

La disposición de los emisores será una línea lateral simple en cada una de las líneas de cultivo. El ramal portagoteros va a ir apoyado sobre la cruz de despunte de los árboles de la misma línea, a una altura de 50 centímetros. Cada ramal se va a elevar sobre el nivel del suelo mediante una barra de aluminio y se va a tensar manualmente al principio y fin de la campaña de riego.

#### 1.3.2.3. Número de emisores por planta

El número de emisores que hay que establecer en la plantación depende fundamentalmente de la distancia entre plantas, del número de líneas de riego por fila de plantas, del emisor elegido y del tipo de suelo.

También es importante tener en cuenta que los bulbos de mojado deben solaparse y existe un porcentaje de mojado mínimo para que el riego sea efectivo.

El espaciamiento máximo entre goteros debe ser el 95% del diámetro de mojado para conseguir un riego adecuado. De forma experimental, se sabe que el diámetro de mojado es de 0,90 metros para el tipo de suelo donde se va a establecer la plantación.

La distancia entre goteros que se va a establecer en el sistema de riego de la plantación será de 0,75 metros. Resulta una separación adecuada en el cultivo de árboles frutales y se garantiza que es una distancia menor al 95% del diámetro de mojado.

Por consiguiente, se calcula el número de goteros que se necesitan por cada planta, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Número de goteros por planta} = \frac{\text{Distancia entre plantas}}{\text{Separación entre goteros}} = \frac{2,5 \text{ m}}{0,75 \text{ m}} = 3,33 \approx 4$$

El cálculo del porcentaje de suelo mojado se realiza para comprobar que la aplicación del riego será la adecuada:

$$\begin{aligned} P &= \frac{\text{Área mojada por los emisores}}{\text{Área ocupada por la planta}} \cdot 100 \\ &= \frac{\text{Diámetro mojado} \cdot \text{Distancia entre plantas}}{\text{Área ocupada por la planta}} \cdot 100 \\ &= \frac{0,90 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}}{6,25 \text{ m}^2} \cdot 100 = 36\% \end{aligned}$$

Se considera un valor mínimo del porcentaje de suelo mojado del 33% para las condiciones climáticas de la zona. Por lo tanto, un valor igual a 36% resulta adecuado.

### 1.3.3. Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego

#### 1.3.3.1. Dosis de riego

El cálculo de la dosis de riego necesaria, expresada en litros por planta, se calcula mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Dosis de riego} &= \text{Necesidades brutas} \cdot \text{Marco de plantación} \\ &= 3,23 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}} \cdot \frac{4,5 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}}{\text{árbol}} = 36,33 \frac{\text{L}}{\text{árbol}} \text{ y día} \end{aligned}$$

Se tienen en cuenta las necesidades brutas del mes de julio, ya que es el mes de máximas necesidades hídricas.

#### 1.3.3.2. Frecuencia de riego

La frecuencia de riego en la plantación va a ser diaria.

### 1.3.3.3. Tiempo de riego

La duración del turno de riego se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$T_r = \frac{\text{Dosis por planta}}{\text{Caudal del emisor} \cdot N^{\circ} \text{ goteros por planta}}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$T_r = \frac{36,33 \text{ L/árbol}}{2,00 \text{ L/h} \cdot 4} = 4,54 \text{ h}$$

La duración del riego, durante el mes de julio, es de 4,54 horas.

De acuerdo con la ecuación anterior, se puede calcular la duración del turno de riego para cada mes del año, tal y como se recoge en la tabla 9. Para ello, es necesario calcular la dosis de riego de cada mes.

Tabla 9. Cálculo de la duración del riego a nivel mensual

	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Dosis de riego (L/árbol)</b>	12,83	22,95	33,86	36,33	31,50	20,59	9,56
<b>Nº emisores por planta</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>Caudal del emisor (L/h)</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>Tiempo de riego (h/día)</b>	1,60	2,87	4,23	4,54	3,94	2,57	1,20

### 1.3.4. Resumen del diseño agronómico del riego

El período vegetativo de las variedades de cerezo que se van a establecer en la plantación va desde el mes de marzo hasta la caída de hoja, la cual se produce en el mes de octubre. Por lo tanto, los riegos anuales se aplicarán desde el 1 de abril hasta el 31 de octubre.

Tal y como se muestra en la tabla 10, la dosis de riego mensual varía dependiendo del estado de desarrollo de los árboles. Se considera que durante el año 1 de la plantación hay que aplicar 20% de la dosis mensual calculada previamente, dicho porcentaje aumenta cada año hasta alcanzar el 100% de la dosis mensual calculada en el año 7, cuando la plantación se encuentra en plena producción.

Tabla 10. Resumen del diseño agronómico del riego

		<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	
<b>Año 1 (20% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	L/árbol	2,57	4,59	6,77	7,27	6,30	4,12	1,91
	<b>Tr</b>	h/día	0,32	0,57	0,85	0,91	0,79	0,51	0,24
<b>Año 2 (30% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	L/árbol	3,85	6,89	10,16	10,90	9,45	6,18	2,87
	<b>Tr</b>	h/día	0,48	0,86	1,27	1,36	1,18	0,77	0,36
<b>Año 3 (50% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	L/árbol	6,42	11,48	16,93	18,17	15,75	10,30	4,78
	<b>Tr</b>	h/día	0,80	1,44	2,12	2,27	1,97	1,29	0,60
<b>Año 4 (60% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	L/árbol	7,70	13,77	20,32	21,80	18,90	12,35	5,74
	<b>Tr</b>	h/día	0,96	1,72	2,54	2,72	2,36	1,54	0,72
<b>Año 5 (70% dosis)</b>	<b>Dosis</b>	L/árbol	8,98	16,07	23,70	25,43	22,05	14,41	6,69
	<b>Tr</b>	h/día	1,12	2,01	2,96	3,18	2,76	1,80	0,84

Tabla 10 (Cont.). Resumen del diseño agronómico del riego

Año 6 (90% dosis)	Dosis	L/árbol	11,55	20,66	30,47	32,70	28,35	18,53	8,60
	Tr	h/día	1,44	2,58	3,81	4,09	3,55	2,31	1,08
Año 7 (100% dosis)	Dosis	L/árbol	12,83	22,95	33,86	36,33	31,50	20,59	9,56
	Tr	h/día	1,60	2,87	4,23	4,54	3,94	2,57	1,20

## 1.4. Fertilización

### 1.4.1. Introducción

En el Anejo I. Condicionantes se muestra que el suelo de la parcela donde se va a ubicar el proyecto presenta un 3,45% de materia orgánica. Se trata de un valor elevado, por lo que no va a ser necesario realizar una enmienda orgánica previa a la plantación de los árboles.

Los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio intercambiables en el suelo de la parcela también presentan valores elevados. En consecuencia, no es necesario realizar un abonado de fondo previo al establecimiento de los árboles.

### 1.4.2. Abonado mineral de mantenimiento

El cálculo de las necesidades netas de cada uno de los nutrientes se realiza mediante el método del balance. Este método consiste en hallar la diferencia entre exportaciones y aportaciones. A continuación, se muestra el proceso de cálculo del balance de nitrógeno, fósforo y potasio.

#### 1.4.2.1. Nitrógeno

##### *Exportaciones*

##### – Crecimiento del árbol

Se estima que las exportaciones de nitrógeno de cerezos en proceso de formación son de 20 kg/ha el primer año, 35 kg/ha el segundo año y 50 kg/ha el tercer año y sucesivos hasta alcanzar la plena producción.

##### – Producción de frutos

Las exportaciones de nitrógeno anuales son de 6 kg N/t de fruto para el cultivo del cerezo.

Durante los primeros años de vida de la plantación, se considera que los árboles no producirán frutos hasta el tercer año. A partir de este momento, la producción se irá incrementando anualmente hasta alcanzar la plena producción, estimada en 8000 kg/ha de cereza.

En la tabla 11 se muestran las exportaciones de nitrógeno por los frutos desde el tercer año hasta el noveno, momento en el cual se calcula que se alcanzará la plena producción.

Tabla 11. Exportaciones anuales de nitrógeno por los frutos

<b>Año</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>	<b>Exportación de nitrógeno por los frutos (kg/ha)</b>
3	2000	12
4	3000	18
5	4000	24
6	6000	36
7	8000	48

– Pérdidas

Teniendo en cuenta la textura franco-arcillosa del suelo, se estiman unas pérdidas de 7 kg/ha de nitrógeno al año.

*Aportaciones*

– Mineralización de materia orgánica

Se estima que un suelo de textura franco-arcillosa y un nivel de materia orgánica superior al 3% aporta anualmente 45 kg/ha de nitrógeno.

– Agua de riego

Como se indica en el Anejo I. Condicionantes, el agua de riego contiene 1,42 mg/L de nitratos. Se trata de un valor muy bajo, por lo que no se va a tener en cuenta a la hora de realizar el balance de nitrógeno.

*Balance de nitrógeno*

El balance de nitrógeno se calcula a partir de las exportaciones y aportaciones anuales, tal y como se indica en la tabla 12.

Tabla 12. Balance de nitrógeno

<b>Año</b>	<b>Exportaciones (kg N/ha)</b>			<b>Aportaciones (kg N/ha)</b>	<b>Necesidades netas (kg N/ha)</b>
	<b>Crecimiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>Materia orgánica</b>	
1	20	0	7	45	-18
2	35	0	7	45	-3
3	50	12	7	45	24
4	50	18	7	45	30
5	50	24	7	45	36
6	50	36	7	45	48
7	50	48	7	45	60

La fertilización nitrogenada a partir del año 7 es igual a éste. Los dos primeros años de la plantación no es necesario aportar nitrógeno mediante fertirrigación.

1.4.2.2. Fósforo

*Exportaciones*

Se estima que el cerezo extrae 1,32 kg/t de fruto al año de fósforo, mientras que se emplean 6 kg/ha en el crecimiento vegetativo del árbol. En la tabla 13 se indican las exportaciones anuales de fósforo por los frutos, desde el tercer año hasta el séptimo, momento en el cual se alcanza la plena producción.

Tabla 13. Exportaciones anuales de fósforo por los frutos

<b>Año</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>	<b>Exportación de fósforo por los frutos (kg/ha)</b>
3	2000	2,64
4	3000	3,96
5	4000	5,28
6	6000	7,92
7	8000	10,96

Teniendo en cuenta la textura franco-arcillosa del suelo, se estiman unas pérdidas de 4 kg/ha de fósforo al año.

#### *Aportaciones*

Se considera la aportación de 5 kg/ha de fósforo al año por mineralización de la materia orgánica, teniendo en cuenta que se trata de un suelo de textura franco-arcillosa.

No se consideran los aportes de fósforo por parte del agua de riego, ya que se trata de un nivel bajo.

#### *Balance de fósforo*

El balance de fósforo se calcula a partir de las exportaciones y aportaciones anuales, tal y como se indica en la tabla 14.

Tabla 14. Balance de fósforo

<b>Año</b>	<b>Exportaciones (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>			<b>Aportaciones (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>	<b>Necesidades netas (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>
	<b>Crecimiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>Materia orgánica</b>	
1	6	0	4	5	5
2	6	0	4	5	5
3	6	2,64	4	5	8
4	6	3,96	4	5	9
5	6	5,28	4	5	11
6	6	7,92	4	5	13
7	6	10,96	4	5	16

Los valores de las necesidades netas anuales de fósforo se redondean a la unidad más próxima. Se debe realizar una fertilización fosfatada desde el primer año de plantación.

#### 1.4.2.3. Potasio

##### *Exportaciones*

Se estima que el cerezo extrae 3,06 kg/t de fruto al año de potasio, mientras que se emplean 30 kg/ha en el crecimiento vegetativo del árbol. En la tabla 15 se indican las exportaciones anuales de potasio por los frutos, desde el tercer año hasta el séptimo, momento en el cual se alcanza la plena producción.

Tabla 15. Exportaciones anuales de potasio por los frutos

<b>Año</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>	<b>Exportación de potasio por los frutos (kg/ha)</b>
<b>3</b>	2000	6,12
<b>4</b>	3000	9,18
<b>5</b>	4000	12,24
<b>6</b>	6000	18,36
<b>7</b>	8000	24,48

Teniendo en cuenta la textura franco-arcillosa del suelo, se estiman unas pérdidas de 3 kg/ha de potasio al año.

#### *Aportaciones*

Se considera la aportación de 15 kg/ha de potasio al año por mineralización de la materia orgánica, teniendo en cuenta que se trata de un suelo de textura franco-arcillosa.

No se consideran los aportes de potasio por parte del agua de riego, ya que se trata de un nivel bajo.

#### *Balance de potasio*

El balance de potasio se calcula a partir de las exportaciones y aportaciones anuales, tal y como se indica en la tabla 16.

Tabla 16. Balance de fósforo

<b>Año</b>	<b>Exportaciones (kg K<sub>2</sub>O/ha)</b>			<b>Aportaciones (kg K<sub>2</sub>O/ha)</b>	<b>Necesidades netas (kg K<sub>2</sub>O/ha)</b>
	<b>Crecimiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>Materia orgánica</b>	
<b>1</b>	30	0	3	15	18
<b>2</b>	30	0	3	15	18
<b>3</b>	30	6,12	3	15	25
<b>4</b>	30	9,18	3	15	28
<b>5</b>	30	12,24	3	15	31
<b>6</b>	30	18,36	3	15	37
<b>7</b>	30	24,48	3	15	43

Los valores de las necesidades netas de potasio se hallan redondeados a la unidad más próxima. Se debe realizar una fertilización potásica desde el primer año de plantación.

#### 1.4.2.4. Otros nutrientes

Las características químicas del suelo muestran niveles de alcalinidad y fertilidad adecuadas para el cultivo del cerezo, por lo que no se espera que se produzcan carencias de diferentes elementos como el calcio, magnesio o algún micronutriente.

No obstante, si se producen carencias por agotamiento del bulbo húmedo, se va a administrar un complejo de oligoelementos a través del sistema de fertirrigación.

### 1.4.2.5. Programa de fertilización

La principal ventaja de la fertirrigación sobre la fertilización convencional en el cultivo de frutales es que la eficiencia de aprovechamiento por parte de la planta es muy alta.

Las necesidades nutritivas del cerezo no son iguales a lo largo del año. Por ello, se deben distribuir proporcionalmente a lo largo del ciclo en tres fases, tal y como se aprecia en la tabla 17.

Tabla 17. Distribución temporal de las necesidades nutricionales del cerezo a lo largo de año

<i>Período</i>	<i>Fecha</i>	<i>N (%)</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</i>	<i>K<sub>2</sub>O (%)</i>
<b><i>Brotación – Cuajado de frutos</i></b>	1 abril – 1 mayo	25	30	10
<b><i>Cuajado – Fin crecimiento de brotes y frutos</i></b>	1 mayo – 30 junio	65	60	80
<b><i>Recolección – Caída de hoja</i></b>	30 junio – 31 oct	10	10	10

Se van a utilizar fertilizantes líquidos, debido a que requieren una automatización sencilla. El nitrógeno se va a aportar mediante una solución con un 32 % de riqueza de este elemento. El fósforo se va a aportar con una solución de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) diluida al 75 %, con una riqueza del 54 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. El potasio se va a aportar mediante una solución de potasio, con una riqueza del 32 % de K<sub>2</sub>O.

La tabla 18 indica las necesidades mensuales de nitrógeno, fósforo y potasio de la plantación desde el primer año hasta el noveno.

Tabla 18. Necesidades mensuales de nutrientes (kg/ha)

<i>Año</i>	<i>Nutriente (kg/ha)</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>
<b>1</b>	<b>N</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,50	3,00	3,00	0,50	0,50	0,50	0,50
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	1,80	14,40	14,40	1,80	1,80	1,80	1,80
<b>2</b>	<b>N</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,50	3,00	3,00	0,50	0,50	0,50	0,50
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	1,80	14,40	14,40	1,80	1,80	1,80	1,80
<b>3</b>	<b>N</b>	6,00	15,60	15,60	2,40	2,40	2,40	2,40
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2,40	4,80	4,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	2,50	20,00	20,00	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>4</b>	<b>N</b>	7,50	19,50	19,50	3,00	3,00	3,00	3,00
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	2,70	5,40	5,40	0,90	0,90	0,90	0,90
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	2,80	22,40	22,40	2,80	2,80	2,80	2,80
<b>5</b>	<b>N</b>	9,00	23,40	23,40	3,60	3,60	3,60	3,60
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	3,30	6,60	6,60	1,10	1,10	1,10	1,10
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	3,10	24,80	24,80	3,10	3,10	3,10	3,10
<b>6</b>	<b>N</b>	12,00	31,20	31,20	4,80	4,80	4,80	4,80
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	3,90	7,80	7,80	1,30	1,30	1,30	1,30
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	3,70	29,60	29,60	3,70	3,70	3,70	3,70
<b>7</b>	<b>N</b>	15,00	39,00	39,00	6,00	6,00	6,00	6,00
	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	4,80	9,60	9,60	1,60	1,60	1,60	1,60
	<b>K<sub>2</sub>O</b>	4,30	34,40	34,40	4,30	4,30	4,30	4,30

Conociendo la riqueza de cada uno de los fertilizantes que se van a emplear, se calcula la cantidad de cada uno de los mismos que se ha de aportar, como se puede ver en la tabla 19.

Tabla 19. Aportaciones mensuales de fertilizante (kg/ha)

<b>Año</b>	<b>Fertilizante (kg/ha)</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
1	<b>N-32</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>P-54</b>	2,78	5,56	5,56	0,93	0,93	0,93	0,93
	<b>K-32</b>	5,63	45,00	45,00	5,63	5,63	5,63	5,63
2	<b>N-32</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>P-54</b>	2,78	5,56	5,56	0,93	0,93	0,93	0,93
	<b>K-32</b>	5,63	45,00	45,00	5,63	5,63	5,63	5,63
3	<b>N-32</b>	18,75	48,75	48,75	7,50	7,50	7,50	7,50
	<b>P-54</b>	4,44	8,89	8,89	1,48	1,48	1,48	1,48
	<b>K-32</b>	7,81	62,50	62,50	7,81	7,81	7,81	7,81
4	<b>N-32</b>	23,44	60,94	60,94	9,38	9,38	9,38	9,38
	<b>P-54</b>	5,00	10,00	10,00	1,67	1,67	1,67	1,67
	<b>K-32</b>	8,75	70,00	70,00	8,75	8,75	8,75	8,75
5	<b>N-32</b>	28,13	73,13	73,13	11,25	11,25	11,25	11,25
	<b>P-54</b>	6,11	12,22	12,22	2,04	2,04	2,04	2,04
	<b>K-32</b>	9,69	77,50	77,50	9,69	9,69	9,69	9,69
6	<b>N-32</b>	37,50	97,50	97,50	15,00	15,00	15,00	15,00
	<b>P-54</b>	7,22	14,44	14,44	2,41	2,41	2,41	2,41
	<b>K-32</b>	11,56	92,50	92,50	11,56	11,56	11,56	11,56
7	<b>N-32</b>	46,88	121,88	121,88	18,75	18,75	18,75	18,75
	<b>P-54</b>	8,89	17,78	17,78	2,96	2,96	2,96	2,96
	<b>K-32</b>	13,44	107,50	107,50	13,44	13,44	13,44	13,44

### 1.4.3. Resumen de la fertilización

La fertilización mineral de la plantación, una vez establecida ésta, se va a realizar íntegramente mediante fertirrigación. Para ello se van a instalar tres depósitos principales, el primero contendrá una solución de nitrógeno líquido con una riqueza del 32% de dicho elemento, el segundo una solución de ácido fosfórico con una riqueza de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> del 54% y el tercero una solución de potasio líquido con una concentración de K<sub>2</sub>O del 32%.

Aparte de los depósitos principales, se va a instalar un depósito con un complejo de oligoelementos para superar posibles agotamientos del bulbo húmedo y otro depósito que contenga una disolución de ácido nítrico para la limpieza del circuito al final de cada campaña.

En la tabla 19 se muestran las aportaciones mensuales de fertilizantes que se deben aplicar en la plantación año tras año. Durante los dos primeros años, no va a ser necesaria la aportación de nitrógeno. Las aportaciones de fertilizante a partir del séptimo año son iguales a éste, ya que la plantación alcanzará la plena producción.

### 1.5. Mantenimiento del suelo

La alternativa elegida ha sido una técnica mixta de mantenimiento del suelo. Consiste en dejar una cubierta de vegetación espontánea en las calles de la plantación y aplicar herbicidas en las líneas de cultivo.

Sin embargo, es necesario dividir el mantenimiento del suelo a lo largo de la vida de la plantación en dos etapas, debido a que la técnica seguida en cada caso difiere en algunos aspectos.

### **1.5.1. Mantenimiento del suelo durante los 2 primeros años**

Durante los dos primeros años de vida de la plantación se va a mantener totalmente desnuda la superficie del suelo mediante laboreo. Para ello, se van a realizar pases sucesivos de cultivador con intercepas, de la manera más superficial posible. Con esta actuación se pretende provocar el crecimiento de las raíces en profundidad y eliminar toda la vegetación espontánea que compita con los árboles jóvenes. El número de labores y su época de realización se especifican en la tabla 20.

### **1.5.2. Mantenimiento del suelo durante el resto de vida de la plantación**

A partir del tercer año de vida de los árboles, las líneas de cultivo se mantienen limpias de vegetación espontánea mediante el empleo de herbicidas y las calles se mantienen con una cubierta vegetal.

#### **1.5.2.1. Mantenimiento de las líneas de cultivo**

La maquinaria necesaria para el mantenimiento del suelo dentro de las líneas de cultivo es un pulverizador hidráulico de 500 litros de capacidad que realiza un tratamiento a ambos lados de la calle, con un ancho de trabajo de 0,5 metros a cada lado de la línea.

Para la elección del herbicida, se han de tener en cuenta los efectos que producen el mismo sobre el cultivo, la edad de los árboles, el tipo de malas hierbas que predomina y la textura del suelo.

Se va a realizar a finales del mes de marzo una aplicación de glifosato 36% a una dosis de 4 L/ha. Se trata de un producto utilizado en condiciones de post-emergencia de monocotiledóneas y dicotiledóneas anuales y perennes. Es muy efectivo en cultivos leñosos de porte no rastrero, para árboles de más de 3 o 4 años.

#### **1.5.2.2. Mantenimiento de las calles**

Para el mantenimiento de la cubierta vegetal se va a utilizar una desbrozadora-trituradora, con el fin de cortar y esparcir los restos de vegetación. Esta misma máquina se empleará también para la trituración de los restos de poda.

Se van a realizar 4 pases al año, dependiendo de las condiciones climáticas que se hayan dado ese año. Es importante mantener la cubierta vegetal lo más rapada posible durante la época con mayor riesgo de heladas.

### **1.5.3. Resumen**

El calendario de labores y operaciones de cultivo que se van a realizar para llevar a cabo la técnica mixta de mantenimiento del suelo a lo largo de la vida de la plantación se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Resumen del mantenimiento del suelo en la plantación

<b>Actividad</b>		<b>Fecha</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Producto</b>	<b>Mano de obra</b>
2 primeros años	<b>Pase de cultivador</b>	1-10 oct.	Tractor y cultivador		1 tractorista
		20-28 feb.	Tractor y cultivador		1 tractorista
		20-30 abr.	Tractor y cultivador		1 tractorista
		20-30 jun.	Tractor y cultivador		1 tractorista
3º año y sucesivos	<b>Trituración restos de poda</b>	10-20 mar.	Tractor y trituradora-desbrozadora		1 tractorista
	<b>Herbicida</b>	20-30 mar.	Tractor y pulverizador hidráulico	GLIFOSATO 36% (SAL AMÓNICA) [SL] P/V	1 tractorista
	<b>Siega</b>	10-20 abr.	Tractor y trituradora-desbrozadora		1 tractorista
	<b>Siega y trituración restos de poda</b>	10-20 jun.	Tractor y trituradora-desbrozadora		1 tractorista
	<b>Siega</b>	20-30 sept.	Tractor y trituradora-desbrozadora		1 tractorista

## 1.6. Polinización

### 1.6.1. Necesidades de polinización

Se han elegido las variedades Sentennial, Sweet Heart y Skeena para establecer en la plantación, según se justifica en el Anejo III. Estudio de alternativas. Se trata de tres variedades autofértiles, lo que significa que sus flores pueden fecundarse con su propio polen y no necesitan ser polinizadas con polen de las flores de otras variedades. Por lo tanto, no es necesario el establecimiento de variedades polinizadoras en la plantación.

No obstante, el cerezo es una especie de polinización entomófila, es decir, que la fecundación de sus flores se produce gracias a la acción de los insectos. Está demostrado que la actividad de los insectos polinizadores en plantaciones de cerezo mejora la productividad. Por consiguiente, es importante favorecer la presencia de insectos polinizadores en la plantación.

### 1.6.2. Diseño de polinización

La cubierta vegetal que se mantiene en las calles entre las líneas de cultivo a partir del cuarto año de vida de la plantación favorecerá la presencia de los insectos polinizadores, ya que les sirve como refugio.

La floración de los cerezos tiene lugar a mediados y finales del mes de abril. Durante este período de tiempo, el vuelo de flor en flor de los insectos polinizadores debería facilitar la fecundación de las flores de las distintas variedades de cerezo. Es muy importante que los tratamientos químicos que se realicen durante este tiempo no perjudiquen a los insectos polinizadores.

Con el fin de asegurar la presencia de insectos en la época de floración, se van a instalar colmenas de abejas en la plantación, ya que se trata de un insecto cuya polinización es muy efectiva y puede volar grandes distancias. Las colmenas se

alquilarán a partir de cuarto año, distribuyéndolas de forma uniforme dentro de la plantación con una densidad de 3 colmenas por hectárea.

El apicultor propietario de las colmenas será el encargado de manejarlas durante el tiempo que permanezcan en la plantación, desde mediados de abril a mediados de mayo.

## 1.7. Defensa fitosanitaria

### 1.7.1. Introducción

Es de vital importancia conocer la incidencia que pueden tener las plagas y enfermedades en el cultivo del cerezo, así como identificar los síntomas más característicos que muestra la planta afectada y determinar el método de control más adecuado.

El estado fenológico de las yemas de flor determina el momento en el que se puede administrar cada tratamiento fitosanitario, especificado en la etiqueta de cada producto. Por ello, es muy importante conocer los distintos estados fenológicos del cerezo, tal y como se muestra en la figura 1.

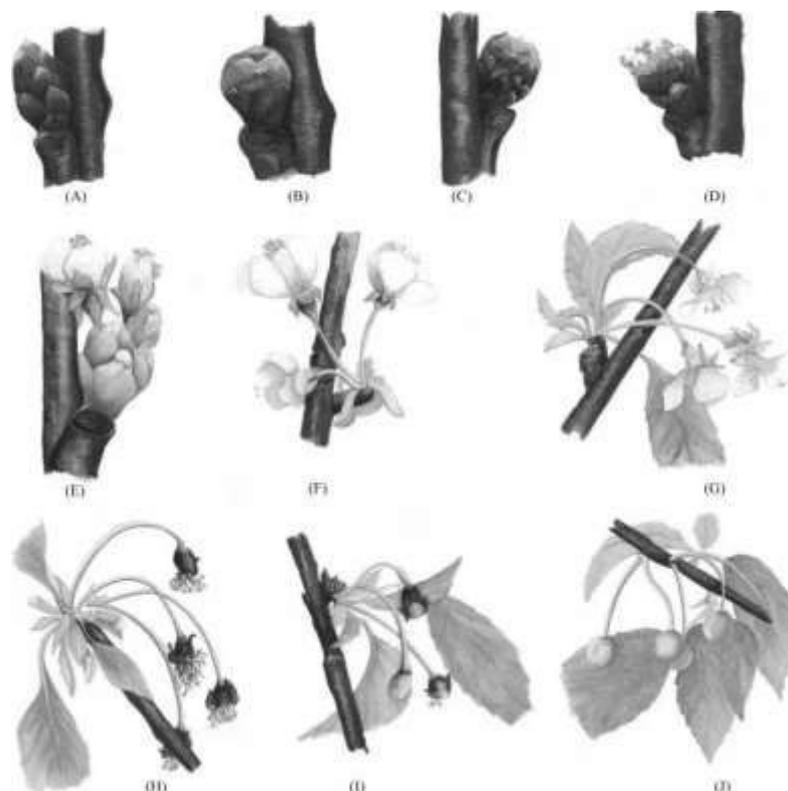


Figura 1. Estados fenológicos del cerezo (Bagiolini)

### 1.7.2. Plagas del cerezo

### 1.7.2.1. Pulgones

El pulgón verde (*Myzus persicae*) y el pulgón negro (*Myzus cerasi*) son los que tienen una mayor incidencia en el cultivo del cerezo.

#### *Síntomas*

Se produce un abarquillamiento hacia el envés de las hojas, las cuales se decoloran y caen. Los frutos presentan malformaciones debido a las picaduras sobre la epidermis. Puede aparecer melaza sobre las hojas y los frutos y transmitirse el virus de la Sharka.

#### *Control*

Si en los controles invernales se detecta la presencia de huevos o si el pasado año el ataque de pulgones fue importante, conviene realizar un tratamiento invernal con aceite de parafina.

Si aparecen colonias de pulgones que afecten a un 3% de los brotes durante el curso de la vegetación, se debería aplicar tratamientos con materias activas autorizadas.

#### *Tratamiento*

- ACETAMIPRID 20% [SL] P/V: Tratamiento eficaz frente a la plaga de pulgones en el cultivo del cerezo. Se debe realizar una única aplicación por pulverización antes de que abran las flores, hasta la presencia del estado fenológico E, a una dosis de 0,025-0,035 L/hL.

### 1.7.2.2. Moscas

Las especies *Drosophila suzukii*, *Ceratitis capitata* y *Rhagoletis cerasi* están causando graves problemas en plantaciones de variedades tardías de cerezo en los últimos años.

#### *Síntomas*

El punto de puesta en la epidermis del futo se ennegrece y se observa una aureola de color marrón claro que lo rodea. Cuando los huevos eclosionan, las larvas se alimentan de la pulpa interior del fruto, destruyéndolo completamente.

Los daños económicos que afectan a la plantación frutal son críticos, ya que los frutos atacados se pierden completamente y no se pueden comercializar.

#### *Control*

Antes de realizar ningún tratamiento, se realiza un seguimiento del vuelo de los adultos y se evalúa la densidad de plaga mediante trampas.

La técnica de quimioesterilización consiste en que los adultos son atraídos hacia un dispositivo con un gel fagoestimulante que contiene Lufenuron. Los individuos que ingieren esta sustancia quedan esterilizados, al igual que los adultos con los que se aparean.

Si se supera el umbral de tolerancia, se realizará un tratamiento con un insecticida autorizado mezclado con proteínas hidrolizadas, con el objetivo de atraer a los dípteros adultos.

#### *Tratamiento*

- LUFENURON 3% [RB] P/P: Se utiliza con el fin de controlar las plagas de dípteros en el cultivo del cerezo, se colocan 24 trampas/ha distribuyéndolas a tresbolillo a una altura de 1,5 metros en la cara sur de los árboles antes de la aparición de la primera generación de la plaga, una vez por campaña.
- PROTEÍNAS HIDROLIZADAS 30% [SL] P/V: Funciona como un atrayente trófico de dípteros adultos para mezclar con insecticidas autorizados. Se aplica a una dosis de 0,68% una vez que los frutos están formados en forma de pulverización.
- DELTAMETRIN 10% [EC] P/V: Resulta un tratamiento insecticida eficaz contra los dípteros adultos. Se aplica a una dosis de 0,175 L/ha mezclado con proteínas hidrolizadas de forma pulverizada. Presenta un plazo de seguridad de 7 días en el cultivo del cerezo.

#### 1.7.2.3. Piojo de San José

El piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) afecta tanto a árboles frutales de pepita como de hueso, incluido el cerezo, afectando a las ramas, flores y frutos del árbol.

#### *Síntomas*

La formación de costras en las ramas a causa de la presencia de los caparazones es uno de los síntomas habituales. Además, en los frutos también se fijan estos caparazones, especialmente en la zona peduncular y calicina, rodeados casi siempre por una aureola rojiza.

#### *Control*

Es necesario realizar controles visuales en invierno sobre la madera de más de dos años para determinar el nivel de la plaga y la necesidad de realizar tratamientos contra la primera generación. Como medida cultural, se pueden eliminar las ramas afectadas durante la poda de invierno.

Durante los estados fenológicos B-E, en prefloración, resulta efectivo realizar uno o dos tratamientos con polisulfuro de cal, o bien con un aceite blanco mezclado con un insecticida (Piriprofen, Fenoxicarb).

La presencia de fauna auxiliar del tipo *Aphytis sp.* y *Prospaltella perniciosi* puede ejercer un control biológico sobre la plaga y contrarrestar los daños en el cultivo.

#### *Tratamiento*

- FENOXICARB 25% [WG] P/P: Se utiliza con el fin de controlar la plaga de piojo de San José en el cultivo del cerezo. Se emplea de forma pulverizada a una dosis de 0,2-0,3% en prefloración, durante los estados fenológicos B-E. Presenta un plazo de seguridad de 21 días.
- PIRIPROXIFEN 10% [EC] P/V: Se trata de un tratamiento eficaz contra la plaga del piojo de San José en el cultivo del cerezo. Se realiza una única aplicación por campaña a una dosis máxima de 0,3 L/ha de forma pulverizada durante los estados fenológicos B-E.

#### 1.7.2.4. Ácaros

El tetraníquido *Tetranychus urticae* o araña amarilla y el eriófido *Aculus fockeui* son las dos especies de ácaros que causan un mayor daño en el cultivo del cerezo, afectando principalmente a las hojas.

#### *Síntomas*

Las larvas de la primera generación emergen de la madera del tronco de los árboles y se desplazan a las hojas, donde se alimentan de la savia. Estas larvas completan su ciclo vital transformándose en adultos y realizando puestas en el envés de las hojas, dando lugar a una nueva generación.

#### *Control*

Es muy importante realizar frecuentemente seguimientos de la plaga en la plantación, con el fin de detectar su presencia y conocer el estado en el que se encuentra.

El tratamiento mediante la pulverización de aceites parafínicos momentos antes del desborre, coincidiendo con la eclosión de los huevos, resulta una medida realmente efectiva. No obstante, también se pueden utilizar acaricidas autorizados como Spirodiclofen desde la caída de pétalos.

#### *Tratamiento*

- SPIRODICLOFEN 24% [SC] P/V: Se utiliza frente a la plaga de eriófidos, ácaro rojo y araña roja común. Resulta un tratamiento erradicativo a la aparición de la plaga, desde la caída de los pétalos hasta la maduración del fruto. Se administra de forma pulverizada a una dosis máxima de 0,6 L/ha.

#### 1.7.2.5. Pájaros

Muchas especies de pájaros pueden verse atraídas por las cerezas y alimentarse de ellas, pudiendo llegar a dejar el árbol completamente sin frutos. Además, si el peso del animal es elevado, se pueden producir roturas de ramas y brotes.

#### *Control*

Existen varias formas de tratar que los pájaros no se alimenten de los frutos, siendo la instalación de dispositivos emisores de rayos láser la más efectiva actualmente.

Cada dispositivo cuenta con una batería recargable de gran capacidad y emite un rayo láser a grandes distancias y en todas direcciones, de tal forma que se ahuyentan los pájaros de una manera muy efectiva.

## 1.5.2. Enfermedades criptogámicas del cerezo

### 1.5.2.1. Cribado

El agente causante es *Wilsonomyces carpophylus* y puede atacar a las hojas, brotes, ramas jóvenes y frutos.

#### *Síntomas*

Las hojas presentan pequeñas manchas redondeadas oscuras con un halo aceitoso o rojizo. Mas tarde los tejidos afectados se necrosan y caen, originando una serie de perforaciones en las hojas.

Los brotes y las ramas jóvenes presentan pequeños chancros redondeados de color oscuro y más tarde alargados, con posible presencia de exudados de goma. También se pueden desecar los brotes por el extremo terminal.

Los frutos se ven afectados por pequeñas manchas o punteaduras rojizas, que luego originan manchas parduzcas suberificadas.

#### *Control*

Al igual que la lepra, es conveniente realizar tratamientos con productos cúpricos a la caída de las hojas o con fungicidas orgánicos sistémicos al inicio de la primavera. También resulta muy útil eliminar durante la poda las ramas infectadas.

#### *Tratamiento*

- OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P: Resulta ser un tratamiento eficaz con el fin de prevenir ataques de cribado, monilia y diversas bacteriosis en el cultivo del cerezo. Se aplica mediante pulverización a una dosis máxima de 2,5 kg/ha desde que las hojas comienzan a descolorarse hasta el desarrollo de las yemas.
- ZIRAM 76% [WG] P/P: Eficaz contra los ataques de monilia y cribado en el cultivo del cerezo. Se aplica mediante pulverización normal a una dosis de 0,25-0,35%. Presenta un plazo de seguridad de 28 días.

### 1.5.2.2. Moniliosis

El momificad de los frutos puede causarlo *Monilinia laxa* ó *Monilinea fructigena* en zonas húmedas con primaveras lluviosas.

#### *Síntomas*

Se produce una marchitez y desecación de las flores, que quedan unidas al brote en forma de masas gomosas.

Se forman chancros elípticos o fusiformes con emisión de gomas en los brotes y ramas jóvenes, provocando su desecación posterior.

Los frutos muestran una mancha parda que enseguida muestra podredumbre, extendiéndose rápidamente afectando a toda la superficie del fruto. Éstos se momifican, quedando sobre el árbol en la mayoría de los casos.

#### *Control*

Se realizan tratamientos preventivos con los mismos productos utilizados para tratar la lepra y el cribado.

#### *Tratamiento*

- OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P: Resulta ser un tratamiento eficaz con el fin de prevenir ataques de cribado, monilia y diversas bacteriosis en el cultivo del cerezo. Se aplica mediante pulverización a una dosis máxima de 2,5 kg/ha desde que las hojas comienzan a descolorarse hasta el desarrollo de las yemas.
- ZIRAM 76% [WG] P/P: Eficaz contra los ataques de monilia y cribado en el cultivo del cerezo. Se aplica mediante pulverización normal a una dosis de 0,25-0,35%. Presenta un plazo de seguridad de 28 días.

### **1.5.3. Enfermedades bacterianas del cerezo**

#### **1.5.3.1. Chancro bacteriano**

Las bacterias del género *Pseudomonas* causan esta enfermedad.

#### *Síntomas*

Se localizan chancros en las ramas y el tronco de los árboles. Se distinguen en primavera por su corteza de color pardo rojizo, con pequeñas pústulas y exudados de goma y situados alrededor de una herida.

También pueden aparecer otros síntomas menos visibles como el aborto de yemas, el desecamiento de ramos de mayo, necrosis en la corteza de las ramas y manchas necróticas foliares.

#### *Control*

Para prevenir su aparición, se eligen variedades y patrones poco sensibles a la enfermedad, se practican técnicas de cultivo equilibradas que favorezcan la lignificación de los árboles, se realizan podas de invierno tardías y es aconsejable realizar tratamientos con compuestos cúpricos entre la caída de la hoja y la fase de hinchamiento de las yemas.

#### *Tratamiento*

- OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P: Resulta ser un tratamiento eficaz con el fin de prevenir ataques de cribado, monilia y diversas bacteriosis en el cultivo del cerezo. Se aplica mediante pulverización a una dosis máxima de 2,5 kg/ha desde que las hojas comienzan a descolorarse hasta el desarrollo de las yemas.

#### 1.5.4. Resumen de defensa fitosanitaria

Los tratamientos fitosanitarios que se van a realizar anualmente en la plantación se resumen en la tabla 21.

Tabla 21. Resumen de defensa fitosanitaria

<b>Producto</b>	<b>Plaga o enfermedad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Dosis</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra</b>
<b>OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WG] P/P</b>	<b>Moniliosis, cribado y bacteriosis</b>	Desde 1 nov. (Caída de hoja)	2,5 kg/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>CAPTAN 47,5% [SC] P/V</b>	<b>Cribado y moniliosis</b>	20 mar. (Est. B)	2,1 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>ZIRAM 76% [WG] P/P</b>	<b>Moniliosis y cribado</b>	20 mar. (Est. B)	0,35%	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>PIRIPROXIFEN 10% [EC] P/V</b>	<b>Piojo de San José</b>	30 mar. (Est. D)	0,3 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>ACETAMIPRID 20% [SL] P/V</b>	<b>Pulgón</b>	10 abr. (Est. E)	0,035 L/hL	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>SPIRIDICLOFEN 24% [SC] P/V</b>	<b>Ácaros</b>	7 may. (Est. H)	0,6 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>LUFENURON 3% [RB] P/P</b>	<b>Moscas</b>	Desde 15 may. (Est. J)	24 trampas/ha	-	2 operarios
<b>PROTEÍNAS HIDROLIZADAS 30% [SL] P/V</b>	<b>Moscas</b>	Desde 15 may. (Est. J)	0,68%	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista
<b>DELTAMETRIN 10% [EC] P/V</b>	<b>Moscas</b>	Desde 15 may. (Est. J)	0,175 L/ha	Pulverizador hidroneumático de 2000 L	1 tractorista

Antes de efectuar cualquier tratamiento fitosanitario de choque, se valorará la incidencia de la plaga en el cultivo, con el fin de valorar si es necesario realizar dicho tratamiento. No obstante, los tratamientos preventivos se efectuarán durante toda la vida útil de la plantación.

Para la aplicación de los tratamientos se utilizará un pulverizador hidroneumático de 2000 litros de capacidad, arrastrado por el tractor.

### 1.5. Recolección de la fruta

#### 1.6.1. Introducción

La cereza es un fruto no climatérico, es decir, que no completa su proceso de maduración una vez que ha sido recolectado. Por ello, resulta fundamental conocer el momento óptimo del estado de madurez de los frutos de cada variedad que se va a

establecer en la plantación con el fin de que se comercialicen en perfectas condiciones.

### **1.6.2. Proceso de recolección**

Se van a establecer en la plantación las variedades Skeena, Sweet Heart y Sentennial. Skeena será la primera variedad en recolectarse, a finales del mes de junio, ya que es la que alcanza la madurez más temprano. A finales del mes de julio, será el momento de recolectar la variedad Sweet Heart. Finalmente, en el mes de agosto, se recolectará la variedad Sentennial.

La recolección de la cereza producida en la plantación se realizará de forma manual. Este sistema presenta la principal ventaja de que los frutos no son golpeados fuertemente ni sometidos a movimientos bruscos, por lo que resulta una forma de recolección adecuada para los frutos cuyo destino es su consumo en fresco. En su contra, este sistema precisa altas necesidades de mano de obra, lo que aumenta su coste.

### **1.6.3. Necesidades en la recolección**

La recolección de la cereza en la plantación requiere la presencia de una mayor cantidad de mano de obra que en el resto del año, por lo que el responsable de la plantación deberá recurrir a la contratación de operarios extra durante el período de recolección. Se estima que se van a necesitar 6 recolectores por hectárea, por lo que se van a contratar 14 operarios dedicados a la recolección durante la época de madurez de las tres variedades de la plantación.

Cada operario va a contar con una cesta individual donde caben 2 kilogramos de cereza, las cestas se van vaciando en cajas de 10 kilogramos, y éstas cargadas inmediatamente en el camión de la empresa responsable de la comercialización de la cereza.

## **1.6. Sistema de defensa anti-heladas**

Es necesaria la instalación de un sistema anti-heladas en la plantación, con el fin de suavizar las temperaturas que se producen en primavera (heladas primaverales) con el fin de que no causen daños a las flores y frutos recién cuajados.

El sistema elegido consiste en una máquina que es arrastrada por el tractor, de tal forma que se desplaza por toda la superficie de la plantación cuando se detecte amenaza de helada. La máquina consta de un quemador de gas propano que aumenta la temperatura del aire y una turbina que lo distribuye uniformemente según se va desplazando.

El equipo cuenta con dos salidas de aire caliente en la parte inferior, con capacidad máxima de 8 a 10 hectáreas y transporta 10 bombonas de gas. Sus dimensiones son de 4,40 metros de largo, 1,50 metros de ancho y 1,50 metros de alto. Su peso sin bombonas es de 1650 kilogramos, la capacidad del ventilador es de 23500 m<sup>3</sup>/hora y puede llegar a un alcance de hasta 100 metros.

El promotor va a adquirir la máquina de defensa anti-heladas, ya que la ubicación del proyecto es propia de una zona fría y las heladas primaverales se

producen de forma frecuente. De esta manera, siempre estará disponible para su utilización en la plantación.

## **2. Implementos del proceso productivo**

### **2.1. Maquinaria y equipos**

#### **2.1.1. Maquinaria necesaria en la explotación**

##### *2.1.1.1. Maquinaria alquilada*

Durante el proceso de plantación de los árboles se van a utilizar maquinaria y aperos que no van a ser necesarios durante el resto de la vida útil de la explotación. Por lo tanto, se va a alquilar la siguiente maquinaria.

##### *Subsolador rígido*

Se va a realizar una labor profunda previa a la plantación de los árboles mediante dos pases cruzados de subsolador rígido a una profundidad de 80 centímetros. Se alquilará la labor de subsolado a una empresa de servicios de la zona.

##### *Maquinaria de plantación*

El arado plantador consta de una reja de vertedera que abre un surco según avanza la máquina. Un operario va sentado en un asiento que dispone la máquina, y va colocando los plantones respetando las distancias de separación entre los árboles.

Mediante un sistema de guiado por cable, láser o GPS se indica al operario el momento preciso de colocar el plantón. La máquina, en la parte trasera, dispone de dos rejas aporcadoras que cierran el surco una vez colocado el plantón.

Se alquilará tanto la maquinaria como la mano de obra necesaria para realizar esta actividad a una empresa de servicios.

##### *2.1.1.2. Maquinaria propia y adquirida*

##### *Tractor*

Tractor agrícola de 220 CV (164 kW) de potencia para las labores de preparación del terreno previas a la plantación. El promotor dispone del tractor antes de la ejecución del proyecto.

##### *Tractor frutero*

Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para las operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 metros y un peso de 4000 kilogramos. Este tractor debe ser adquirido.

##### *Remolque de 5000 kg de MMA*

Remolque de dos ejes de 4000 kilogramos de capacidad, dispuesto de volquete. Se va a utilizar para el transporte de materias primas y herramientas

necesarias en la plantación. El promotor dispone del remolque antes de la ejecución del proyecto.

#### *Grada de discos*

Grada de 16 discos de 24 pulgadas que se va a emplear en la realización de una labor superficial del terreno previa a la plantación. El promotor dispone de la grada de discos antes de la ejecución del proyecto.

#### *Cultivador*

Se van a realizar dos pases de cultivador como labor superficial del terreno previamente a la plantación de los árboles. El cultivador consta de 16 brazos distribuidos alternativamente en 3 filas. El promotor posee el cultivador previamente a la ejecución del proyecto, por lo que no va a ser necesaria su adquisición.

#### *Tijeras de podar neumáticas y compresor*

El equipo de poda está integrado por un compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas. Este equipo debe ser adquirido.

#### *Podadora mecánica*

La poda de topping de los árboles se va a realizar mediante una podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 metros que va conectada al sistema hidráulico del tractor. Este equipo debe ser adquirido.

#### *Cultivador e intercepas*

Durante los dos primeros años de vida de la plantación, se va a practicar el laboreo de las calles como técnica de mantenimiento del suelo de la plantación. Para ello, es necesario adquirir un cultivador de 3,25 metros de anchura al que se le acoplarán 2 dispositivos intercepas de 64 centímetros cada uno, dando como resultado una anchura de trabajo de 4,53 metros.

#### *Pulverizador hidráulico*

Se emplea exclusivamente para el tratamiento con herbicidas en las líneas del cultivo. Consta de una barra extensible que se coloca en la parte delantera del tractor y que dispone en sus extremos de boquillas pulverizadoras. El sistema de pulverización es hidráulico, por lo que cuenta con una bomba accionada por la toma de fuerza del tractor y de un depósito de 500 L.

Las boquillas instaladas son de 80 o 110º, y deben estar siempre perfectamente limpias y calibradas. La presión de trabajo no debe superar las 2 atm, y la velocidad de trabajo debe ser siempre inferior a 10 km/h para garantizar la efectividad del tratamiento. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

#### *Trituradora-desbrozadora*

La trituradora-desbrozadora es un equipo suspendido que realiza tanto el triturado de los restos de poda como el corte de la cubierta vegetal de las calles de la plantación. Se trata, por tanto, de un equipo de doble uso, pues se emplea tanto para el mantenimiento del suelo como para la eliminación de los residuos de poda. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

Esta máquina está formada por un rotor de martillos o de cuchillas, que cortan y machacan los restos vegetales, dejándolos de un tamaño tal que pueden ser incorporados al suelo.

#### *Pulverizador hidroneumático arrastrado*

Se va a utilizar para la aplicación de los tratamientos fitosanitarios en la plantación. Este equipo cuenta con un depósito de 2000 litros de capacidad, una bomba que impulsa el líquido y un conjunto de boquillas que generan las gotas. El transporte de las gotas hasta las hojas de los árboles se realiza mediante una turbina que genera una fuerte corriente de aire. El promotor no dispone previamente del equipo, por lo que debe ser adquirido.

#### *Sistema de defensa anti-heladas*

Se va a utilizar un sistema suspendido que va acoplado a los tres puntos del tractor. El equipo cuenta con dos salidas de escape en la parte inferior, con capacidad máxima de hasta 8 hectáreas y transporta 6 bombonas de gas. Sus dimensiones son de 1,71 metros de largo, 1,72 metros de ancho y 1,20 metros de alto. Su peso sin bombonas es de 350 kilogramos, la capacidad del ventilador es de 22500 m<sup>3</sup>/hora y puede llegar a un alcance de hasta 80 metros. La máquina será adquirida por el promotor.

### **2.1.2. Capacidad y tiempos de trabajo**

Las necesidades de potencia y la capacidad de trabajo de la maquinaria que se va a utilizar en cada una de las labores y operaciones de cultivo se estiman en la tabla 22.

Tabla 22. Necesidades de potencia y capacidad de trabajo de la maquinaria

<b>Labor</b>	<b>Potencia necesaria (kW)</b>	<b>Capacidad de trabajo (h/ha)</b>
<i>Pase de grada de discos</i>	75	1,5
<i>Pase de cultivador integral</i>	70	1,2
<i>Pase de cultivador en calles</i>	65	1,1
<i>Tratamientos herbicidas</i>	25	1
<i>Tratamientos fitosanitarios</i>	25	0,5
<i>Poda mecánica</i>	65	1,5
<i>Triturado-desbrozado</i>	65	1,5
<i>Sistema de defensa anti-heladas</i>	35	0,5

### **2.1.3. Consumo de combustible**

El consumo total se calcula multiplicando el consumo medio de carburante (0,20 L/kW hora) por la potencia nominal demandada por cada labor y por el número de horas necesario para realizarla. Por consiguiente, en la tabla 23 se muestra el resultado de este cálculo para cada labor que se debe realizar.

Tabla 23. Consumo de combustible

<b>Labor</b>	<b>Potencia necesaria (kW)</b>	<b>Capacidad de trabajo (h/ha)</b>	<b>Consumo de combustible (L/ha)</b>
<i>Pase de grada de discos</i>	75	1,5	22,5
<i>Pase de cultivador integral</i>	70	1,2	16,8
<i>Pase de cultivador en calles</i>	65	1,1	14,3
<i>Tratamientos herbicidas</i>	25	1	5
<i>Tratamientos fitosanitarios</i>	25	0,5	2,5
<i>Poda mecánica</i>	65	1,5	19,5
<i>Triturado-desbrozado</i>	65	1,5	19,5
<i>Sistema de defensa anti-heladas</i>	35	0,5	3,5

#### 2.1.4. Consumo de lubricante

Se entiende como lubricantes todo tipo de aceites utilizados 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 combustible, con lo que se obtiene la tabla 24.

Tabla 24. Consumo de lubricante

<b>Labor</b>	<b>Potencia necesaria (kW)</b>	<b>Consumo de lubricante (L/h)</b>
<i>Pase de grada de discos</i>	75	0,066
<i>Pase de cultivador integral</i>	70	0,063
<i>Pase de cultivador en calles</i>	65	0,060
<i>Tratamientos herbicidas</i>	25	0,036
<i>Tratamientos fitosanitarios</i>	25	0,036
<i>Poda mecánica</i>	65	0,060
<i>Triturado-desbrozado</i>	65	0,060
<i>Sistema de defensa anti-heladas</i>	35	0,042

## 2.2. Coste horario de utilización de la maquinaria

### 2.2.1. Coste de las labores alquiladas

#### 2.2.1.1. Subsulado

La labor de desfonde se va a contratar a una empresa de servicios, que aporta el tractor, el subsolador y la mano de obra. El precio de la labor es de 146,93 €/ha.

#### 2.2.1.2. Plantación

La plantación incluye la operación de apertura del surco, colocación de los plantones 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 0,60 € por plantón.

## 2.2.2. Coste de la maquinaria propia y adquirida

En la tabla 25 se muestra el cálculo de costes de la maquinaria propia y adquirida. Se considera un precio del Gasóleo B de 0,814 €/L y del lubricante clase 10W40 de 2,29 €/L.

Tabla 25. Costes de la maquinaria propia y adquirida

Máquina		Grada de discos	Cultivador	Cultivador en calles	Pulverizador hidráulico	Pulverizador hidroneumático	Podadora mecánica	Trituradora-desbrozadora	Sist. de defensa anti-heladas	Remolque
		<b>Datos</b>	<i>Precio de adquisición (€)</i>	7000	7000	6000	3296	4635	2575	1854
	<i>Valor residual (€)</i>	1440	1440	1240	494,4	695,3	386,3	278,1	927	1650
	<i>Vida útil (años)</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	<i>Horas de trabajo (h/año)</i>	80	370,6	200	110	200	100	100	100	100
<b>Costes fijos</b>	<i>Amortización (€/año)</i>	370,6	370,6	306,6	212	529,3	529,3	529,3	794	423,3
	<i>Intereses (€/año)</i>	528,6	528,6	452,8	301,9	755,4	755,4	755,4	1133	604,4
	<i>Alojamiento (€/año)</i>	70	70	60	40	100	100	100	150	80
	<i>Seguros e impuestos (€/año)</i>	210	210	180	120	300	300	300	450	240
<b>Costes variables</b>	<i>Combustible (€/h)</i>	12,2	11,4	10,6	4,1	4,1	10,6	10,6	5,7	3
	<i>Lubricante (€/h)</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	<i>Mano de obra (€/h)</i>	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	<i>Reparaciones (€/año)</i>	186,7	186,7	160	106,7	266,7	266,7	266,7	400	213,3
<b>Coste total (€/año)</b>		2995	3125	4903	2117	4382	3823	3823	4306	2671
<b>Coste horario (€/h)</b>		37,4	34,7	24,5	19,2	21,9	38,2	38,2	43,1	26,7

## 2.3. Mano de obra

### 2.3.1. Introducción

La mano de obra representa una parte fundamental para poder realizar las diferentes labores dentro de la plantación. Sin embargo, la mecanización del cultivo reduce considerablemente las necesidades de mano de obra, por lo que se disminuyen los gastos.

Las necesidades de mano de obra aumentan durante las épocas de poda y recolección. Durante el resto del año, una persona puede perfectamente hacerse cargo de la plantación.

### 2.3.2. Mano de obra especialista

Una única persona va a ejercer la función de especialista o encargado en la plantación. Sus principales funciones son las siguientes:

- Organizar, distribuir y supervisar todas las labores que se lleven a cabo en la plantación.
- Manejar y responsabilizarse de la maquinaria necesaria en las diversas operaciones de cultivo.

- Programar y dosificar el riego por goteo y la fertirrigación de los árboles.
- Establecer los momentos y fechas adecuados para realizar los diferentes tratamientos fitosanitarios y la recolección de las diferentes variedades de cereza.

### **2.3.3. Mano de obra eventual**

La mano de obra eventual es contratada en determinadas épocas de año en las cuales se requieren unas mayores necesidades de mano de obra. Se dividen en dos categorías.

#### **2.3.3.1. Peón especializado**

Se trata de mano de obra contratada para realizar determinadas labores muy específicas en la plantación. Concretamente, los peones especializados que se van a contratar son tractoristas y podadores. La realización de estas labores requiere cierta experiencia y conocimiento.

#### **2.3.3.2. Peón no especializado**

Los peones no especializados se contratarán con el fin de realizar labores de carácter general en la plantación, como son la recolección de la fruta, carga y descarga de camiones, ayuda en la plantación de los árboles y limpieza de los restos de poda.

## **2.4. Cuadros del proceso productivo**

### **2.4.1. Definición de las necesidades**

A continuación, se muestran los cuadros de las actividades que se deben realizar cada uno de los años de vida útil de la plantación, el tiempo disponible para realizarlas y las materias primas que se requieren para llevar a cabo cada actividad.

Tabla 26. Definición de las necesidades del año 1

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>1</b>	Desfonde	1 sep	10 sep	10	2 pases cruzados de subsolador, profundidad de 80 cm				
<b>2</b>	Pase de grada de discos	1 oct	10 oct	10	1 pase de grada, profundidad de 25-30 cm				
<b>3</b>	Pase de cultivador	10 ene	20 ene	10	1 pase de cultivador, profundidad de 10-15 cm				
<b>4</b>	Recepción y acondicionamiento de los plantones	1 feb	10 feb	10	Revisión de plantones y conservación	Plantón Skeena – CAB-6P	Unidad	1383	1383
						Plantón Sweet Heart – CAB-6P	Unidad	2009	2009
						Plantón Sentennial – CAB-6P	Unidad	1294	1294
<b>5</b>	Replanteo y marcado	20 feb	25 feb	5	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 20 m dentro de las líneas				
<b>6</b>	Plantación	25 feb	5 mar	18	Recorte de raíces y plantación mediante arado asurcador, distancia entre plantas de 2,5 m				
<b>7</b>	Instalación del sistema de riego	5 mar	9 mar	4	Extensión de los ramales portagoteros, enrollados en la cabecera de las líneas antes de la plantación				

Tabla 26 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
8	Riego de plantación	10 mar	10 mar	1	Riego de plantación, 4 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	3,56	18,30
9	Revisión de plantas	10 mar	20 mar	10	Revisión de los plantones y colocación correcta de los torcidos				
10	Poda de plantación	10 mar	20 mar	10	Rebajar altura de los plantones a 40-50 cm				
11	Colocación de los protectores de troncos	20 mar	30 mar	10	Colocación de los protectores de troncos de polietileno de 35 cm de altura a los plantones	Protector de tronco	Unidad	4686	4686
12	Colocación de tutores	20 mar	30 mar	10	Colocación de tutores de madera 1,5 m de longitud a los plantones	Tutor de madera	Unidad	4686	4686
13	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
14	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
15	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,51
16	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 2,57 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	2,28	11,72
17	Fertilización	1 abr	30 abr	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	2,78	14,29
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
18	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
19	Pase de cultivador	20 abr	30 abr	10	Pase de cultivador en calles				

Tabla 26 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
20	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 4,59 L/árbol	Agua	m³/ha	4,08	20,97
21	Fertilización	1 may	30 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	5,56	28,58
						K-32	kg/ha	45,00	231,30
22	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08
23	Reposición de marras	20 may	30 may	10	Sustitución de los árboles que no han prendido	Plantón Skeena – CAB-6P	Unidad	100	100
						Plantón Sweet Heart – CAB-6P	Unidad	100	100
						Plantón Sentennial – CAB-6P	Unidad	100	100
24	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 6,77 L/árbol	Agua	m³/ha	6,02	30,94
25	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	5,56	28,58
						K-32	kg/ha	45,00	231,30
26	Poda de verano	1 jun	10 jun	10	Seleccionar 3-4 brotes mejor situados y cortar el resto				
27	Pase de cultivador	20 jun	30 jun	10	Pase de cultivador en calles				
28	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 7,27 L/árbol	Agua	m³/ha	6,46	33,20
29	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 26 (Cont.). Definición de las necesidades del año 1

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>30</b>	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 6,30 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	5,60	28,78
<b>31</b>	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
<b>32</b>	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 4,12 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	3,66	18,81
<b>33</b>	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
<b>34</b>	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 1,91 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	1,70	8,74
<b>35</b>	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
<b>36</b>	Pase de cultivador	1 oct	10 oct	10	Pase de cultivador en calles				
<b>37</b>	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85
<b>38</b>	Pase de cultivador	20 feb	28 feb	8	Pase de cultivador en calles				

Tabla 27. Definición de las necesidades del año 2

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
1	Poda de invierno	10 mar	20 mar	10	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm				
2	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
3	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
4	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,54
5	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 3,85 L/árbol	Agua	m³/ha	3,42	17,58
6	Fertilización	1 jul	30 jul	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	2,78	14,29
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
7	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
8	Pase de cultivador	20 abr	30 abr	10	Pase de cultivador en calles				
9	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 6,89 L/árbol	Agua	m³/ha	6,13	31,51
10	Fertilización	1 may	31 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	5,56	28,58
						K-32	kg/ha	45,00	231,30
11	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08
12	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 10,16 L/árbol	Agua	m³/ha	9,03	46,41
13	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	5,56	28,58
						K-32	kg/ha	45,00	231,30

Tabla 27 (Cont.). Definición de las necesidades del año 2

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
14	Poda de verano	1 jun	10 jun	10	Seleccionar 3-4 brotes mejor situados y cortar el resto				
15	Pase de cultivador	20 jun	30 jun	10	Pase de cultivador en calles				
16	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 10,90 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	9,69	49,81
17	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
18	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 9,45 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	8,40	43,18
19	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
20	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 6,18 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	5,49	28,22
21	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
22	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 2,87 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	2,55	13,11
23	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	0,00	0,00
						P-54	kg/ha	0,93	4,78
						K-32	kg/ha	5,63	28,94
24	Pase de cultivador	1 oct	10 oct	10	Pase de cultivador en calles				
25	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85
26	Pase de cultivador	20 feb	28 feb	8	Pase de cultivador en calles				

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 28. Definición de las necesidades del año 3

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
1	Poda de invierno	10 mar	20 mar	10	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm				
2	Trituración restos de poda	10 mar	20 mar	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
3	Defensa anti-heladas	15 mar	15 may	61	Pase de equipo de defensa anti-heladas si existe amenaza de helada				
4	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
5	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
6	Tratamiento herbicida	20 mar	30 mar	10	Tratamiento herbicida en líneas de cultivo	Glifosato 36%	L/ha	4	20,56
7	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,54
8	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 6,42 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	5,71	29,35
9	Fertilización	1 abr	30 abr	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	18,75	96,38
						P-54	kg/ha	4,44	22,82
						K-32	kg/ha	7,81	40,14
10	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
11	Polinización	15 abr	15 may	16	Distribución de colmenas por la plantación	Colmena	Unidades/ha	3	16
12	Siega	10 abr	20 abr	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
13	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 11,48 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	10,21	52,48

Tabla 28 (Cont.). Definición de las necesidades del año 3

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>14</b>	Fertilización	1 may	31 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	48,75	250,58
						P-54	kg/ha	8,89	45,69
						K-32	kg/ha	62,50	321,25
<b>15</b>	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08
<b>16</b>	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Lufenuron 3%	Trampas/ha	24	124
<b>17</b>	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Proteínas hidrolizadas 30%	L/ha	6,8	34,95
<b>18</b>	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Deltametrin 10%	L/ha	0,175	0,90
<b>19</b>	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 16,93 L/árbol	Agua	m³/ha	15,05	77,36
<b>20</b>	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	48,75	250,58
						P-54	kg/ha	8,89	45,69
						K-32	kg/ha	62,50	321,25
<b>21</b>	Poda de verano	1 jun	10 jun	10	Seleccionar 3-4 brotes mejor situados y cortar el resto				
<b>22</b>	Siega y trituración restos de poda	10 jun	20 jun	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
<b>23</b>	Recolección	20 jun	30 jun	10	Recolección variedad Skeena				
<b>24</b>	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 18,17 L/árbol	Agua	m³/ha	16,15	83,01
<b>25</b>	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	7,50	38,55
						P-54	kg/ha	1,48	7,61
						K-32	kg/ha	7,81	40,14
<b>26</b>	Recolección	20 jul	31 jul	10	Recolección variedad Sweet Heart				

Tabla 28 (Cont.). Definición de las necesidades del año 3

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
27	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 15,75 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	14,00	71,96
28	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	7,50	38,55
						P-54	kg/ha	1,48	7,61
						K-32	kg/ha	7,81	40,14
29	Recolección	10 ago	20 ago	10	Recolección variedad Sentennial				
30	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 10,30 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	9,16	47,08
31	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	7,50	38,55
						P-54	kg/ha	1,48	7,61
						K-32	kg/ha	7,81	40,14
32	Siega	20 sep	30 sep	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
33	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 4,17 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	3,71	19,07
34	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	7,50	38,55
						P-54	kg/ha	1,48	7,61
						K-32	kg/ha	7,81	40,14
35	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85

Tabla 29. Definición de las necesidades del año 4

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
1	Poda de invierno	10 mar	20 mar	10	Despunte de los ramos terminales a 50-60 cm				
2	Trituración restos de poda	10 mar	20 mar	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
3	Defensa anti-heladas	15 mar	15 may	61	Pase de equipo de defensa anti-heladas si existe amenaza de helada				
4	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
5	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
6	Tratamiento herbicida	20 mar	30 mar	10	Tratamiento herbicida en líneas de cultivo	Glifosato 36%	L/ha	4	20,56
7	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,54
8	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 7,70 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	6,85	35,21
9	Fertilización	1 abr	30 abr	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	23,44	120,48
						P-54	kg/ha	5,00	25,70
						K-32	kg/ha	8,75	44,98
10	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
11	Polinización	15 abr	15 may	16	Distribución de colmenas por la plantación	Colmena	Unidades/ha	3	16
12	Siega	10 abr	20 abr	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
13	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 13,77 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	12,24	62,91

Tabla 29 (Cont.). Definición de las necesidades del año 4

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>14</b>	Fertilización	1 may	31 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	60,94	313,23
						P-54	kg/ha	10,00	51,40
						K-32	kg/ha	70,00	359,80
<b>15</b>	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08
<b>16</b>	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Lufenuron 3%	Trampas/ha	24	123,36
<b>17</b>	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Proteínas hidrolizadas 30%	L/ha	6,8	34,95
<b>18</b>	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Deltametrin 10%	L/ha	0,175	0,90
<b>19</b>	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 20,32 L/árbol	Agua	m³/ha	18,06	92,83
<b>20</b>	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	60,94	313,23
						P-54	kg/ha	10,00	51,40
						K-32	kg/ha	70,00	359,80
<b>21</b>	Siega	10 jun	20 jun	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
<b>22</b>	Recolección	20 jun	30 jun	10	Recolección variedad Skeena				
<b>23</b>	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 21,80 L/árbol	Agua	m³/ha	19,38	99,61
<b>24</b>	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	9,38	48,21
						P-54	kg/ha	1,67	8,59
						K-32	kg/ha	8,75	44,98
<b>25</b>	Recolección	20 jul	31 jul	10	Recolección variedad Sweet Heart				
<b>26</b>	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 18,90 L/árbol	Agua	m³/ha	16,80	86,35

Tabla 29 (Cont.). Definición de las necesidades del año 4

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>27</b>	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	9,38	48,21
						P-54	kg/ha	1,67	8,58
						K-32	kg/ha	8,75	44,98
<b>28</b>	Recolección	10 ago	20 ago	10	Recolección variedad Sentennial				
<b>29</b>	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 12,35 L/árbol	Agua	m³/ha	10,98	56,44
<b>30</b>	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	9,38	48,21
						P-54	kg/ha	1,67	11,42
						K-32	kg/ha	8,75	44,98
<b>31</b>	Poda de fructificación	1 sep	10 sep	10	Despunte de los brotes terminales a 2,5 m				
<b>32</b>	Poda de verano	1 sep	10 sep	10	Eliminar ramas interiores de la copa y envejecidas				
<b>33</b>	Siega y trituración restos de poda	20 sep	30 sep	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
<b>34</b>	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 5,74 L/árbol	Agua	m³/ha	5,10	26,21
<b>35</b>	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	9,38	48,21
						P-54	kg/ha	1,67	8,58
						K-32	kg/ha	8,75	44,98
<b>36</b>	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85

Tabla 30. Definición de las necesidades del año 5

Nº	Actividades	Fecha			Observaciones	Necesidades de materias primas			Resumen
		Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coef. técnico	
1	Defensa anti-heladas	15 mar	15 may	61	Pase de equipo de defensa anti-heladas si existe amenaza de helada				
2	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
3	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
4	Tratamiento herbicida	20 mar	30 mar	10	Tratamiento herbicida en líneas de cultivo	Glifosato 36%	L/ha	4	20,56
5	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,54
6	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 8,98 L/árbol	Agua	m³/ha	7,98	41,02
7	Fertilización	1 abr	30 abr	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	28,13	144,59
						P-54	kg/ha	6,11	31,41
						K-32	kg/ha	9,69	49,81
8	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
9	Polinización	15 abr	15 may	16	Distribución de colmenas por la plantación	Colmena	Unidades/ha	3	16
10	Siega	10 abr	20 abr	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
11	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 16,07 L/árbol	Agua	m³/ha	14,29	73,45
12	Fertilización	1 may	31 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	73,13	375,89
						P-54	kg/ha	12,22	62,81
						K-32	kg/ha	77,50	398,35
13	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 30 (Cont.). Definición de las necesidades del año 5

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
14	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Lufenuron 3%	Trampas/ha	24	124
15	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Proteínas hidrolizadas 30%	L/ha	6,8	34,95
16	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Deltametrin 10%	L/ha	0,175	0,90
17	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 23,70 L/árbol	Agua	m³/ha	21,07	108,30
18	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	73,13	375,89
						P-54	kg/ha	12,22	62,81
						K-32	kg/ha	77,50	398,35
19	Siega	10 jun	20 jun	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
20	Recolección	20 jun	30 jun	10	Recolección variedad Skeena				
21	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 25,43 L/árbol	Agua	m³/ha	22,61	116,22
22	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	11,25	57,83
						P-54	kg/ha	2,04	10,49
						K-32	kg/ha	9,69	49,81
23	Recolección	20 jul	31 jul	10	Recolección variedad Sweet Heart				
24	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 22,05 L/árbol	Agua	m³/ha	19,60	100,74
25	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	11,25	57,83
						P-54	kg/ha	2,04	10,49
						K-32	kg/ha	9,69	49,81
26	Recolección	10 ago	20 ago	10	Recolección variedad Sentennial				
27	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 14,41 L/árbol	Agua	m³/ha	12,81	65,84

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 30 (Cont.). Definición de las necesidades del año 5

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>28</b>	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	11,25	57,83
						P-54	kg/ha	2,04	10,49
						K-32	kg/ha	9,69	49,81
<b>29</b>	Poda de fructificación	1 sep	10 sep	10	Despunte de los brotes terminales a 2,5 m				
<b>30</b>	Poda de verano	1 sep	10 sep	10	Eliminar ramas interiores de la copa y envejecidas				
<b>31</b>	Siega y trituración restos de poda	20 sep	30 sep	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
<b>32</b>	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 6,69 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	5,95	30,58
<b>33</b>	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	11,25	57,83
						P-54	kg/ha	2,04	10,49
						K-32	kg/ha	9,69	49,81
<b>34</b>	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85

Tabla 31. Definición de las necesidades del año 6

Nº	Actividades Actividad	Fecha			Observaciones	Necesidades de materias primas			Resumen Cantidad total
		Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coef. técnico	
1	Defensa anti-heladas	15 mar	15 may	61	Pase de equipo de defensa anti-heladas si existe amenaza de helada				
2	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
3	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
4	Tratamiento herbicida	20 mar	30 mar	10	Tratamiento herbicida en líneas de cultivo	Glifosato 36%	L/ha	4	20,56
5	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,54
6	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 11,55 L/árbol	Agua	m³/ha	10,27	52,79
7	Fertilización	1 abr	30 abr	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	37,50	192,75
						P-54	kg/ha	7,22	37,11
						K-32	kg/ha	11,56	59,42
8	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
9	Polinización	15 abr	15 may	16	Distribución de colmenas por la plantación	Colmena	Unidades/ha	3	16
10	Siega	10 abr	20 abr	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
11	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 20,66 L/árbol	Agua	m³/ha	18,37	94,42
12	Fertilización	1 may	31 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	97,50	501,15
						P-54	kg/ha	14,44	74,22
						K-32	kg/ha	92,50	475,45
13	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 31 (Cont.). Definición de las necesidades del año 6

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
14	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Lufenuron 3%	Trampas/ha	24	124
15	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Proteínas hidrolizadas 30%	L/ha	6,8	34,95
16	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Deltametrin 10%	L/ha	0,175	0,90
17	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 30,47 L/árbol	Agua	m³/ha	27,09	139,24
18	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	97,50	501,15
						P-54	kg/ha	14,44	74,22
						K-32	kg/ha	92,50	475,45
19	Siega	10 jun	20 jun	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
20	Recolección	20 jun	30 jun	10	Recolección variedad Skeena				
21	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 32,70 L/árbol	Agua	m³/ha	29,07	149,42
22	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	15,00	77,10
						P-54	kg/ha	2,41	12,39
						K-32	kg/ha	11,56	59,42
23	Recolección	20 jul	31 jul	10	Recolección variedad Sweet Heart				
24	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 28,35 L/árbol	Agua	m³/ha	25,20	129,53
25	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	15,00	77,10
						P-54	kg/ha	2,41	12,39
						K-32	kg/ha	11,56	59,42
26	Recolección	10 ago	20 ago	10	Recolección variedad Sentennial				
27	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 18,53 L/árbol	Agua	m³/ha	16,47	84,66

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 31 (Cont.). Definición de las necesidades del año 6

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>28</b>	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	15,00	77,10
						P-54	kg/ha	2,41	12,39
						K-32	kg/ha	11,56	59,42
<b>29</b>	Poda de fructificación	1 sep	10 sep	10	Despunte de los brotes terminales a 2,5 m				
<b>30</b>	Poda de verano	1 sep	10 sep	10	Eliminar ramas interiores de la copa y envejecidas				
<b>31</b>	Siega y trituración restos de poda	20 sep	30 sep	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
<b>32</b>	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 8,60 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	7,65	39,32
<b>33</b>	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	15,00	77,10
						P-54	kg/ha	2,41	12,39
						K-32	kg/ha	11,56	59,42
<b>34</b>	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85

Tabla 32. Definición de las necesidades del año 7 y sucesivos

Nº	Actividades	Fecha			Observaciones	Necesidades de materias primas			Resumen
		Inicio	Fin	Nº días		Nombre	Unidad	Coef. técnico	Cantidad total
1	Defensa anti-heladas	15 mar	15 may	61	Pase de equipo de defensa anti-heladas si existe amenaza de helada				
2	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra cribado y moniliosis	Captan 47,5%	L/ha	2,1	10,79
3	Tratamiento fungicida	20 mar	25 mar	5	Tratamiento fungicida contra moniliosis y cribado	Ziram 76%	kg/ha	3,5	17,99
4	Tratamiento herbicida	20 mar	30 mar	10	Tratamiento herbicida en líneas de cultivo	Glifosato 36%	L/ha	4	20,56
5	Tratamiento insecticida	25 mar	31 mar	6	Tratamiento insecticida contra piojo de San José	Piriproxifen 10%	L/ha	0,3	1,54
6	Riego del mes de abril	1 abr	30 abr	30	Riego diario de 12,83 L/árbol	Agua	m³/ha	11,41	58,65
7	Fertilización	1 abr	30 abr	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	46,88	240,96
						P-54	kg/ha	8,89	45,69
						K-32	kg/ha	13,44	69,08
8	Tratamiento insecticida	10 abr	15 abr	5	Tratamiento insecticida contra pulgón	Acetamiprid 20%	kg/ha	0,35	1,80
9	Polinización	15 abr	15 may	16	Distribución de colmenas por la plantación	Colmena	Unidades/ha	3	16
10	Siega	10 abr	20 abr	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
11	Riego del mes de mayo	1 may	31 may	31	Riego diario de 22,95 L/árbol	Agua	m³/ha	20,40	104,86
12	Fertilización	1 may	31 may	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	121,88	626,46
						P-54	kg/ha	17,78	91,39
						K-32	kg/ha	107,50	552,55
13	Tratamiento acaricida	7 may	14 may	7	Tratamiento acaricida	Spiridiclofen 24%	L/ha	0,6	3,08

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 32 (Cont.). Definición de las necesidades del año 7 y sucesivos

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
14	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Lufenuron 3%	Trampas/ha	24	124
15	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Proteínas hidrolizadas 30%	L/ha	6,8	34,95
16	Tratamiento insecticida	15 may	31 may	16	Tratamiento insecticida contra moscas	Deltametrin 10%	L/ha	0,175	0,90
17	Riego del mes de junio	1 jun	30 jun	30	Riego diario de 33,86 L/árbol	Agua	m³/ha	30,10	154,71
18	Fertilización	1 jun	30 jun	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	121,88	626,46
						P-54	kg/ha	17,78	91,39
						K-32	kg/ha	107,50	552,55
19	Siega	10 jun	20 jun	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
20	Recolección	20 jun	30 jun	10	Recolección variedad Skeena				
21	Riego del mes de julio	1 jul	31 jul	31	Riego diario de 36,33 L/árbol	Agua	m³/ha	32,30	166,02
22	Fertilización	1 jul	31 jul	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	18,75	96,38
						P-54	kg/ha	2,96	15,21
						K-32	kg/ha	13,44	69,08
23	Recolección	20 jul	31 jul	10	Recolección variedad Sweet Heart				
24	Riego del mes de agosto	1 ago	31 ago	31	Riego diario de 31,50 L/árbol	Agua	m³/ha	28,00	143,92
25	Fertilización	1 ago	31 ago	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	18,75	96,38
						P-54	kg/ha	2,96	15,21
						K-32	kg/ha	13,44	69,08
26	Recolección	10 ago	20 ago	10	Recolección variedad Sentennial				
27	Riego del mes de septiembre	1 sep	30 sep	30	Riego diario de 20,59 L/árbol	Agua	m³/ha	18,30	94,06

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 32 (Cont.). Definición de las necesidades del año 7 y sucesivos

<b>Actividades</b>		<b>Fecha</b>			<b>Observaciones</b>	<b>Necesidades de materias primas</b>			<b>Resumen</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Nº días</b>		<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coef. técnico</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>28</b>	Fertilización	1 sep	30 sep	30	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	18,75	96,38
						P-54	kg/ha	2,96	15,21
						K-32	kg/ha	13,44	69,08
<b>29</b>	Poda de fructificación	1 sep	10 sep	10	Despunte de los brotes terminales a 2,5 m				
<b>30</b>	Poda de verano	1 sep	10 sep	10	Eliminar ramas interiores de la copa y envejecidas				
<b>31</b>	Siega y trituración restos de poda	20 sep	30 sep	10	Pase de trituradora-desbrozadora por calles				
<b>32</b>	Riego del mes de octubre	1 oct	31 oct	31	Riego diario de 9,56 L/árbol	Agua	m <sup>3</sup> /ha	8,50	43,69
<b>33</b>	Fertilización	1 oct	31 oct	31	Fertilización mediante fertirrigación	N-32	kg/ha	18,75	96,38
						P-54	kg/ha	2,96	15,21
						K-32	kg/ha	13,44	69,08
<b>34</b>	Tratamiento fungicida	1 nov	30 nov	30	Tratamiento fungicida a caída de hoja	Oxicloruro de cobre 50%	kg/ha	2,5	12,85

## 2.4.2. Satisfacción de las necesidades

Los cuadros de satisfacción de las necesidades para cada uno de los años de vida de la plantación se indican en las tablas siguientes. Dichos cuadros incluyen las actividades descritas en los cuadros de definición de las necesidades, la maquinaria empleada, la mano de obra, el consumo de materias primas, energía y lubricantes.

Tabla 33. Satisfacción de las necesidades del año 1

Nº	Actividades	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Desfonde	Tractor 160 CV	3,0	Arado de desfonde	3,0	Tractorista	1	3,0				Labor contratada		
2	Pase de grada de discos	Tractor 220 CV	1,5	Grada de discos	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	115,65	0,066
3	Pase de cultivador	Tractor 220 CV	1,2	Cultivador	1,2	Tractorista	1	1,2				Gasoil	86,35	0,063
4	Recepción y acondicionamiento de los plantones					Peón	2		Plantón	Unidad	4686			
5	Replanteo y marqueo					Peón	2	4,0						
6	Plantación	Tractor 160 CV	17,0	Arado plantador	17,0	Peón	2	17,0	Plantón	Unidad	4686	Labor contratada		
						Tractorista	1	17,0						
7	Instalación del sistema de riego					Peón	2	4,0						
8	Riego de plantación					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	18,30	Electricidad	1,83	
9	Revisión de plantas					Peón	1	4,0						
10	Poda de plantación					Especialista	2	6,0						
11	Colocación de los protectores de troncos	Tractor 91 CV	14,0	Remolque	14,0	Peón	2	14,0	Protector de troncos	Unidad	4686	Gasoil	92,52	0,035
						Tractorista	1	14,0						
12	Colocación de tutores	Tractor 91 CV	14,0	Remolque	14,0	Peón	2	14,0	Tutor	Unidad	4686	Gasoil	92,52	0,035
						Tractorista	1	14,0						
13	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 33 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 1

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
14	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036
15	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,51	Gasoil	12,85	0,036
16	Riego del mes de abril					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	11,72	Electricidad	1,17	
17	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	14,29	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11	
18	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,85	0,036
19	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1				Gasoil	73,50	0,060
20	Riego del mes de mayo					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	20,97	Electricidad	2,10	
21	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	28,58	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	231,30	Electricidad	0,11	
22	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
23	Reposición de marras	Tractor 91 CV	14,0	Remolque	14,0	Peón	2	14,0	Plantón	Unidad	300	Gasoil	92,52	0,035
						Tractorista	1	14,0						
24	Riego del mes de junio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	30,94	Electricidad	3,10	
25	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	28,58	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	231,30	Electricidad	0,11	
26	Poda de verano					Especialista	2	15,0						
27	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1				Gasoil	73,50	0,060
28	Riego del mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	33,20	Electricidad	3,32	

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 33 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 1

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>	
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>	
<b>29</b>	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11		
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11		
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11		
<b>30</b>	Riego del mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	28,78	Electricidad	2,88		
<b>31</b>	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11		
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11		
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11		
<b>32</b>	Riego del mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	18,81	Electricidad	1,88		
<b>33</b>	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11		
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11		
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11		
<b>34</b>	Riego del mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	8,74	Electricidad	0,87		
<b>35</b>	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11		
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11		
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11		
<b>36</b>	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1					Gasoil	73,50	0,060
<b>37</b>	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85		Gasoil	12,85	0,036
<b>38</b>	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1					Gasoil	73,50	0,060

Tabla 34. Satisfacción de las necesidades del año 2

Nº	Actividades	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Poda de invierno					Especialista	2	15,0						
2	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47,5%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036
3	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036
4	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,54	Gasoil	12,85	0,036
5	Riego del mes de abril					Peón	1		Agua	m³	17,58	Electricidad	1,76	
6	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	14,29	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11	
7	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,85	0,036
8	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1				Gasoil	73,50	0,060
9	Riego del mes de mayo					Peón	1		Agua	m³	31,51	Electricidad	3,14	
10	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	28,58	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	231,30	Electricidad	0,11	
11	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
12	Riego del mes de junio					Peón	1		Agua	m³	46,41	Electricidad	4,64	
13	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	28,58	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	231,30	Electricidad	0,11	
14	Poda de verano					Especialista	2	15,0						

Tabla 34 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 2

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
15	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1				Gasoil	73,50	0,060
16	Riego del mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	49,81	Electricidad	4,97	
17	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11	
18	Riego del mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	43,18	Electricidad	4,31	
19	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11	
20	Riego del mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	28,22	Electricidad	2,82	
21	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11	
22	Riego del mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	13,11	Electricidad	1,31	
23	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	0,00	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	4,78	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	28,94	Electricidad	0,11	
24	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1				Gasoil	73,50	0,060
25	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85	Gasoil	12,85	0,036
26	Pase de cultivador	Tractor 91 CV	1,1	Cultivador	1,1	Tractorista	1	1,1				Gasoil	73,50	0,060

Tabla 35. Satisfacción de las necesidades del año 3

Nº	Actividades	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante	
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)	
1	Poda de invierno					Especialista	2	15,0							
2	Trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060	
3	Defensa anti-heladas	Tractor 91 CV	0,5	Sistema de defensa anti-heladas	0,5	Tractorista	1	0,5				Gasoil	18,03	0,042	
4	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47,5%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036	
5	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036	
6	Tratamiento herbicida	Tractor 91 CV	1,0	Pulverizador hidráulico	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36%	L	20,56	Gasoil	25,75	0,036	
7	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,54	Gasoil	12,85	0,036	
8	Riego mes de abril					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	29,35	Electricidad	2,93		
9	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	96,38	Electricidad	0,11		
									P-54	kg	22,82	Electricidad	0,11		
									K-32	kg	40,14	Electricidad	0,11		
10	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,85	0,036	
11	Polinización					Labor contratada			Colmenas	Unidades	16				
12	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060	
13	Riego mes de mayo					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	52,48	Electricidad	5,24		
14	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	250,58	Electricidad	0,11		
									P-54	kg	45,69	Electricidad	0,11		
									K-32	kg	321,25	Electricidad	0,11		

Tabla 35 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 3

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
15	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
16	Tratamiento insecticida					Peón	2	1,5	Lufenuron 3%	Trampas	124			
17	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Proteínas hidrolizadas 30%	L	34,95	Gasoil	12,85	0,036
18	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10%	L	0,90	Gasoil	12,85	0,036
19	Riego mes de junio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	77,36	Electricidad	7,72	
20	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	250,58	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	45,69	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	321,25	Electricidad	0,11	
21	Poda de verano					Especialista	2	15,0						
22	Siega y trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
23	Recolección variedad Skeena	Tractor 220 CV	15,0	Remolque	15,0	Peón	14	15,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	15,0	Cajas	Unidades	460			
24	Riego mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	83,01	Electricidad	8,29	
25	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	38,55	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	7,61	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	40,14	Electricidad	0,11	
26	Recolección variedad Sweet Heart	Tractor 220 CV	15,0	Remolque	15,0	Peón	14	15,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	15,0	Cajas	Unidades	460			
27	Riego mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	71,96	Electricidad	7,19	

Tabla 35 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 3

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
28	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	38,55	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	7,61	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	40,14	Electricidad	0,11	
29	Recolección variedad Sentennial	Tractor 220 CV	15,0	Remolque	15,0	Tractorista	1	15,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
									Cajas	Unidades	460			
30	Riego mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	47,08	Electricidad	4,70	
31	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	38,55	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	7,61	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	40,14	Electricidad	0,11	
32	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
33	Riego mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	19,07	Electricidad	1,91	
34	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	38,55	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	7,61	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	40,14	Electricidad	0,11	
35	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85	Gasoil	12,85	0,036

Tabla 36. Satisfacción de las necesidades del año 4

Nº	Actividades	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Poda de invierno					Especialista	2	15,0						
2	Trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
3	Defensa anti-heladas	Tractor 91 CV	0,5	Sistema de defensa anti-heladas	0,5	Tractorista	1	0,5				Gasoil	18,03	0,042
4	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47,5%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036
5	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036
6	Tratamiento herbicida	Tractor 91 CV	1,0	Pulverizador hidráulico	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36%	L	20,56	Gasoil	25,75	0,036
7	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,54	Gasoil	12,85	0,036
8	Riego mes de abril					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	35,21	Electricidad	3,51	
9	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	120,48	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	25,70	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	44,98	Electricidad	0,11	
10	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,85	0,036
11	Polinización					Labor contratada			Colmenas	Unidades	16			
12	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
13	Riego mes de mayo					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	62,91	Electricidad	6,80	
14	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	313,23	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	51,40	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	359,80	Electricidad	0,11	

Tabla 36 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 4

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
15	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
16	Tratamiento insecticida					Peón	2	1,5	Lufenuron 3%	Trampas	124			
17	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Proteínas hidrolizadas 30%	L	34,95	Gasoil	12,85	0,036
18	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10%	L	0,90	Gasoil	12,85	0,036
19	Riego mes de junio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	92,83	Electricidad	9,27	
20	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	313,23	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	51,40	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	359,80	Electricidad	0,11	
21	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
22	Recolección variedad Skeena	Tractor 220 CV	16,0	Remolque	16,0	Peón	14	16,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	16,0	Cajas	Unidades	690			
23	Riego mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	99,61	Electricidad	9,95	
24	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	48,21	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	8,59	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	44,98	Electricidad	0,11	
25	Recolección variedad Sweet Heart	Tractor 220 CV	16,0	Remolque	16,0	Peón	14	16,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	16,0	Cajas	Unidades	690			
26	Riego mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	86,35	Electricidad	8,62	

Tabla 36 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 4

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
27	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	48,21	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	8,58	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	44,98	Electricidad	0,11	
28	Recolección variedad Sentennial	Tractor 220 CV	16,0	Remolque	16,0	Tractorista	1	16,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
									Cajas	Unidades	690			
29	Riego mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	56,44	Electricidad	5,63	
30	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	48,21	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	11,42	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	44,98	Electricidad	0,11	
31	Poda de fructificación	Tractor 91 CV	1,5	Podadora mecánica	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
32	Poda de verano					Especialista	2	15,0						
33	Siega y trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
34	Riego mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	26,21	Electricidad	2,62	
35	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	48,21	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	8,58	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	44,98	Electricidad	0,11	
36	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85	Gasoil	12,85	0,036

Tabla 37. Satisfacción de las necesidades del año 5

Nº	Actividad	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Defensa anti-heladas	Tractor 91 CV	0,5	Sistema de defensa anti-heladas	0,5	Tractorista	1	0,5				Gasoil	18,03	0,042
2	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47,5%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036
3	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036
4	Tratamiento herbicida	Tractor 91 CV	1,0	Pulverizador hidráulico	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36%	L	20,56	Gasoil	25,75	0,036
5	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,54	Gasoil	12,85	0,036
6	Riego mes de abril					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	41,02	Electricidad	4,10	
7	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	144,59	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	31,41	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	49,81	Electricidad	0,11	
8	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,85	0,036
9	Polinización					Labor contratada			Colmenas	Unidades	16			
10	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
11	Riego mes de mayo					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	73,45	Electricidad	7,34	
12	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	375,89	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	62,81	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	398,35	Electricidad	0,11	

Tabla 37 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 5

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
13	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
14	Tratamiento insecticida					Peón	2	1,5	Lufenuron 3%	Trampas	124			
15	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Proteínas hidrolizadas 30%	L	34,95	Gasoil	12,85	0,036
16	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10%	L	0,90	Gasoil	12,85	0,036
17	Riego mes de junio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	108,30	Electricidad	10,81	
18	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	375,89	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	62,81	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	398,35	Electricidad	0,11	
19	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
20	Recolección variedad Skeena	Tractor 220 CV	17,0	Remolque	17,0	Peón	14	17,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	17,0	Cajas	Unidades	915			
21	Riego mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	116,22	Electricidad	11,60	
22	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	57,83	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	10,49	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	49,81	Electricidad	0,11	
23	Recolección variedad Sweet Heart	Tractor 220 CV	17,0	Remolque	17,0	Peón	14	17,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	100,23	0,035
						Tractorista	1	17,0	Cajas	Unidades	915			
24	Riego mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	100,74	Electricidad	10,06	

Tabla 37 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 5

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
25	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	57,83	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	10,49	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	49,81	Electricidad	0,11	
26	Recolección variedad Sentennial	Tractor 220 CV	17,0	Remolque	17,0	Tractorista	1	17,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
									Cajas	Unidades	915			
27	Riego mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	65,84	Electricidad	6,57	
28	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	57,83	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	10,49	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	49,81	Electricidad	0,11	
29	Poda de fructificación	Tractor 91 CV	1,5	Podadora mecánica	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
30	Poda de verano					Especialista	2	15,0						
31	Siega y trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
32	Riego mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	30,58	Electricidad	3,05	
33	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	57,83	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	10,49	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	49,81	Electricidad	0,11	
34	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85	Gasoil	12,85	0,036

Tabla 38. Satisfacción de las necesidades del año 6

Nº	Actividad	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Defensa anti-heladas	Tractor 91 CV	0,5	Sistema de defensa anti-heladas	0,5	Tractorista	1	0,5				Gasoil	18,03	0,042
2	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47,5%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036
3	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036
4	Tratamiento herbicida	Tractor 91 CV	1,0	Pulverizador hidráulico	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36%	L	20,56	Gasoil	25,75	0,036
5	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,54	Gasoil	12,85	0,036
6	Riego mes de abril					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	52,79	Electricidad	5,27	
7	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	192,75	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	37,11	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	59,42	Electricidad	0,11	
8	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,35	0,036
9	Polinización					Labor contratada			Colmenas	Unidades	16			
10	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
11	Riego mes de mayo					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	94,42	Electricidad	9,42	
12	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	501,15	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	74,22	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	475,45	Electricidad	0,11	

Tabla 38 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 6

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
13	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
14	Tratamiento insecticida					Peón	2	1,5	Lufenuron 3%	Trampas	124			
15	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Proteínas hidrolizadas 30%	L	34,95	Gasoil	12,85	0,036
16	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10%	L	0,90	Gasoil	12,85	0,036
17	Riego mes de junio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	139,24	Electricidad	13,90	
18	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	77,10	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	12,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	59,42	Electricidad	0,11	
19	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
20	Recolección variedad Skeena	Tractor 220 CV	19,0	Remolque	19,0	Peón	14	19,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	19,0	Cajas	Unidades	1370			
21	Riego mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	149,42	Electricidad	112,07	
22	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	77,10	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	12,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	59,42	Electricidad	0,11	
23	Recolección variedad Sweet Heart	Tractor 220 CV	19,0	Remolque	19,0	Peón	14	19,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
						Tractorista	1	19,0	Cajas	Unidades	1370			
24	Riego mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	129,53	Electricidad	12,93	

Tabla 38 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 6

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
25	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	77,10	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	12,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	59,42	Electricidad	0,11	
26	Recolección variedad Sentennial	Tractor 220 CV	19,0	Remolque	19,0	Tractorista	1	19,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
									Cajas	Unidades	1370			
27	Riego mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	84,66	Electricidad	8,45	
28	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	77,10	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	12,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	59,42	Electricidad	0,11	
29	Poda de fructificación	Tractor 91 CV	1,5	Podadora mecánica	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
30	Poda de verano					Especialista	2	15,0						
31	Siega y trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
32	Riego mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	39,32	Electricidad	3,92	
33	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	77,10	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	12,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	59,42	Electricidad	0,11	
34	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85	Gasoil	12,85	0,036

Tabla 39. Satisfacción de las necesidades del año 7 y sucesivos

Nº	Actividad	Tracción		Maquinaria		Mano de obra			Materias primas			Energía		Lubricante
		Tipo	h/ha	Tipo	h/ha	Tipo	Unidades	h/ha	Nombre	Unidad	Cantidad total	Tipo	Cantidad	Cantidad (L/h)
1	Defensa anti-heladas	Tractor 91 CV	0,5	Sistema de defensa anti-heladas	0,5	Tractorista	1	0,5				Gasoil	18,03	0,042
2	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Captan 47,5%	L	10,79	Gasoil	12,85	0,036
3	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Ziram 76%	L	17,99	Gasoil	12,85	0,036
4	Tratamiento herbicida	Tractor 91 CV	1,0	Pulverizador hidráulico	1,0	Tractorista	1	1,0	Glifosato 36%	L	20,56	Gasoil	25,75	0,036
5	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Piriproxifen 10%	L	1,54	Gasoil	12,85	0,036
6	Riego mes de abril					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	58,61	Electricidad	5,85	
7	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	240,96	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	45,69	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	69,08	Electricidad	0,11	
8	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Acetamiprid 20%	kg	1,80	Gasoil	12,85	0,036
9	Polinización					Labor contratada			Colmenas	Unidades	16			
10	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
11	Riego mes de mayo					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	104,86	Electricidad	10,46	
12	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	626,46	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	91,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	552,55	Electricidad	0,11	

Tabla 39 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 7 y sucesivos

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
13	Tratamiento acaricida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Spiridiclofen 24%	L	3,08	Gasoil	12,85	0,036
14	Tratamiento insecticida					Peón	2	1,5	Lufenuron 3%	Trampas	124			
15	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Proteínas hidrolizadas 30%	L	34,95	Gasoil	12,85	0,036
16	Tratamiento insecticida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Deltametrin 10%	L	0,90	Gasoil	12,85	0,036
17	Riego mes de junio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	154,71	Electricidad	15,44	
18	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	626,46	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	91,39	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	552,55	Electricidad	0,11	
19	Siega	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
20	Recolección variedad Skeena	Tractor 220 CV	21,0	Remolque	21,0	Peón	14	21,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	100,23	0,035
						Tractorista	1	21,0	Cajas	Unidades	1830			
21	Riego mes de julio					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	166,02	Electricidad	16,57	
22	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	96,38	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	15,21	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	69,08	Electricidad	0,11	
23	Recolección variedad Sweet Heart	Tractor 220 CV	21,0	Remolque	21,0	Peón	14	21,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	100,23	0,035
						Tractorista	1	21,0	Cajas	Unidades	1830			
24	Riego mes de agosto					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	143,92	Electricidad	14,36	

Tabla 39 (Cont.). Satisfacción de las necesidades del año 7 y sucesivos

<b>Actividades</b>		<b>Tracción</b>		<b>Maquinaria</b>		<b>Mano de obra</b>			<b>Materias primas</b>			<b>Energía</b>		<b>Lubricante</b>
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>h/ha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidades</b>	<b>h/ha</b>	<b>Nombre</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad (L/h)</b>
25	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	96,38	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	15,21	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	69,08	Electricidad	0,11	
26	Recolección variedad Sentennial	Tractor 220 CV	21,0	Remolque	21,0	Tractorista	1	21,0	Cestas	Unidades	14	Gasoil	92,33	0,035
									Cajas	Unidades	1830			
27	Riego mes de septiembre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	94,06	Electricidad	9,39	
28	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	96,38	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	15,21	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	69,08	Electricidad	0,11	
29	Poda de fructificación	Tractor 91 CV	1,5	Podadora mecánica	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
30	Poda de verano					Especialista	2	15,0						
31	Siega y trituración restos de poda	Tractor 91 CV	1,5	Trituradora-desbrozadora	1,5	Tractorista	1	1,5				Gasoil	100,23	0,060
32	Riego mes de octubre					Peón	1		Agua	m <sup>3</sup>	43,69	Electricidad	4,36	
33	Fertilización					Peón	1		N-32	kg	96,38	Electricidad	0,11	
									P-54	kg	15,21	Electricidad	0,11	
									K-32	kg	69,08	Electricidad	0,11	
34	Tratamiento fungicida	Tractor 91 CV	0,5	Pulverizador hidroneumático	0,5	Tractorista	1	0,5	Oxicloruro de cobre 50%	kg	12,85	Gasoil	12,85	0,036

## ANEJO V. FICHA URBANÍSTICA

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Proyecto de plantación de cerezo con sistema de riego localizado en el término municipal de Valle de Oca (Burgos).

**MUNICIPIO:** Valle de Oca, Burgos.

**EMPLAZAMIENTO:** Polígono 502. Parcelas 122, 123 y 124.

**PROMOTOR:** Francisco Olivares Alberca

**PROYECTISTA:** Fernando Olivares Alonso

### **NORMATIVA URBANÍSTICA:**

- Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- Normas Subsidiarias de Ámbito Provincial de Burgos.

### **CALIFICACIÓN DEL SUELO A OCUPAR:**

**Clase:** Rústico

Tabla 1. Cumplimiento de la normativa en el proyecto

<i>Requisitos</i>	<i>En normativa</i>	<i>En proyecto</i>	<i>Cumplimiento</i>
<i>Distancia mínima al núcleo urbano</i>	100 m	420 m	<b>SÍ</b>
<i>Superficie mínima parcela</i>	2000 m <sup>2</sup>	22550 m <sup>2</sup>	<b>SÍ</b>
<i>Coefficiente de ocupación (%)</i>	50%	0,19%	<b>SÍ</b>
<i>Altura máxima a la cumbre</i>	9 m	3 m	<b>SÍ</b>
<i>Retranqueo</i>	5 m	0 m	<b>SÍ</b>

El ingeniero autor del proyecto que suscribe, declara bajo su responsabilidad que las circunstancias que concurren y las Normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, son las arriba indicadas.

Declaración que formula, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 47.1 del Reglamento de disciplina urbanística de 23 de junio de 1978.

En Palencia, junio de 2019

Fdo.: Fernando Olivares Alonso

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# **ANEJO VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



## ÍNDICE DEL ANEJO VI

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes .....	1
3. Naturaleza del terreno .....	1
3.1. Geología.....	1
3.2. Sismicidad.....	2
4. Reconocimiento del terreno.....	3
5. Prospección del terreno.....	4
5.1. Ensayos de campo.....	4
5.1.1. Calicatas de reconocimiento.....	5
5.1.2. Sondeo mecánico.....	5
5.1.3. Ensayo de penetración estándar .....	6
5.2. Ensayos de laboratorio.....	7
5.2.1. Propiedades físicas .....	8
5.2.2. Propiedades químicas .....	8
6. Carga admisible.....	9
7. Parámetros de cimentación .....	9
8. Propuesta de cimentación .....	9
9. Conclusiones.....	9
10. Comprobaciones a realizar sobre el terreno .....	9

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de construcción.....	3
Tabla 2. Grupo de terreno .....	4
Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento .....	4
Tabla 4. Calicatas de reconocimiento del terreno .....	5
Tabla 5. Ensayo de Penetración Estándar (SPT) .....	6
Tabla 6. Compacidad de las arenas .....	7
Tabla 7. Número orientativo de determinaciones <i>in situ</i> o en laboratorio .....	7
Tabla 8. Propiedades físicas del suelo .....	8
Tabla 9. Propiedades químicas del suelo .....	8
Tabla 10. Parámetros geotécnicos .....	9



# ANEJO VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO

## 1. Introducción

El objetivo del presente estudio es dimensionar y elegir adecuadamente las futuras cimentaciones, así como realizar las conclusiones y recomendaciones oportunas sobre aquellos aspectos geológicos que pueden resultar de interés de cara a la viabilidad constructiva del proyecto.

La construcción prevista es una caseta de riego, la cual va a contener las bombas, el cabezal de riego y los depósitos de fertirrigación. El edificio va a ser de una sola planta sobre rasante y de una superficie construida aproximada de 15 metros cuadrados.

El edificio se va a situar en el término municipal de Valle de Oca (Burgos), en el polígono 502 y parcela 124.

## 2. Antecedentes

Históricamente, no se ha producido ningún problema de inestabilidad en el terreno de la parcela ni en sus alrededores.

En la actualidad, la parcela donde se va a construir el edificio se dedica principalmente al cultivo de cereales en secano y se encuentra limitada geográficamente por el río Oca en los extremos Norte y Este y la carretera BU-703 al Oeste y Sur. El entorno de la parcela comprende fincas rústicas y construcciones agrícolas.

## 3. Naturaleza del terreno

### 3.1. Geología

La zona objeto de estudio se localiza en la Cuenca Terciaria del Duero, en una zona intermedia de transición a la Cuenca del Ebro-Rioja denominada el "Corredor de la Bureba". Su origen se sitúa a finales del Cretácico o principios del Paleógeno, debido a la reactivación de las líneas de fracturación durante la Orogenia Alpina. Esta fracturación no tuvo igual comportamiento en todos los bordes de la Cuenca, lo que facilitó la disposición discordante de los sedimentos sobre el substrato.

En la figura 1 se observa la sección del mapa MAGNA 50 correspondiente a la hoja 201 y su leyenda.



Figura 1. Sección del mapa MAGNA 50, Hoja 201 (IGME)

Los niveles tectónicos dentro de la zona se caracterizan por presentar una disposición horizontal, por lo que parecen no haber sido afectados directamente por ningún tipo de movimiento de pulso tectónico. Si bien, los materiales terciarios presentan cierta afección por parte de la Orogenia Alpina, que implica ligeros basculamientos menores a  $10^\circ$ .

### 3.2. Sismicidad

Los requerimientos para el diseño sísmico dados en la Norma Sismorresistente NCSR-02, y son de obligado cumplimiento en todas las obras del territorio nacional que ofrezcan valores de aceleración sísmica de cálculo superiores a  $0,04g$ .

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa que se puede observar en la figura 2. Este mapa muestra la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) y el coeficiente de contribución ( $K$ ) que tiene en cuenta la peligrosidad sísmica de cada tipo de terreno.

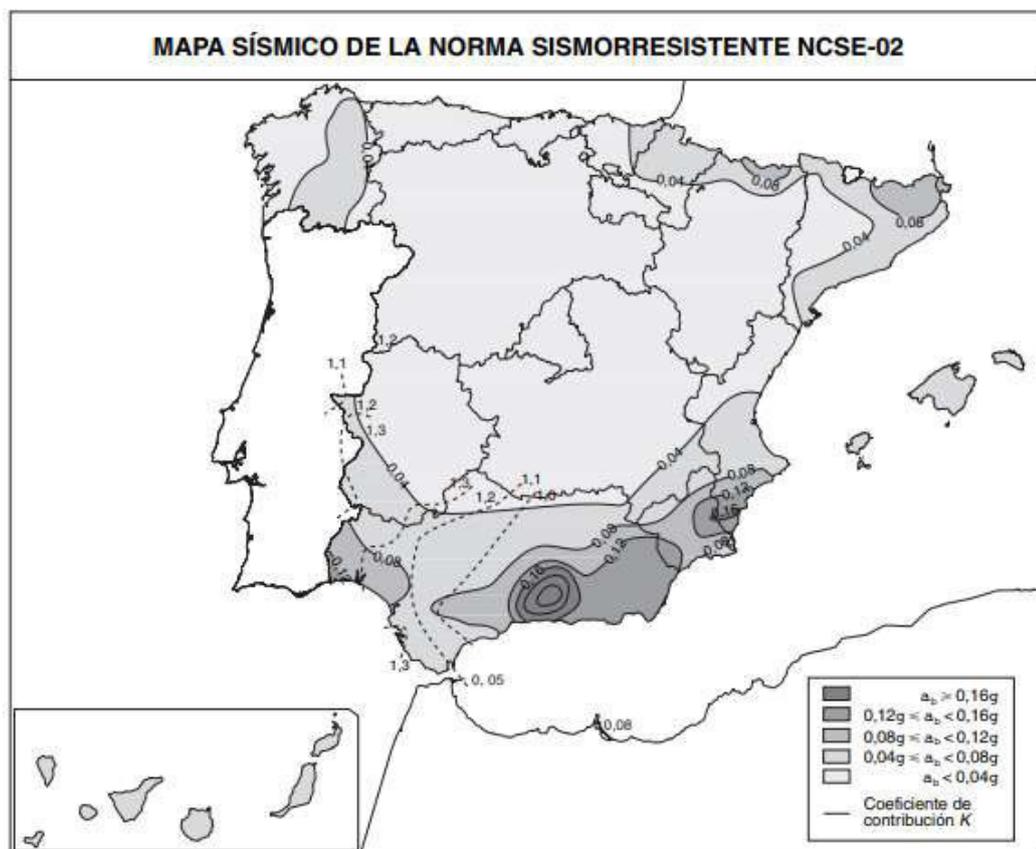


Figura 2. Mapa sísmico de la Norma Sismorresistente NCSE-02

La ubicación del proyecto se corresponde a una zona del territorio nacional en la que la aceleración sísmica es inferior a 0,04g, por lo que no es necesario el cumplimiento de la Norma Sismorresistente NCSE-02.

#### 4. Reconocimiento del terreno

El Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos, recogido en el CTE, se indica el procedimiento a seguir para realizar una correcta programación del reconocimiento del terreno donde se va a ubicar el proyecto.

En la tabla 1 se establece el tipo de construcción que se va a edificar en función de sus dimensiones y características.

Tabla 1. Tipo de construcción

<b>Tipo de construcción</b>	<b>Descripción</b>
<b>C-0</b>	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m <sup>2</sup>
<b>C-1</b>	Otras construcciones de menos de 4 plantas
<b>C-2</b>	Construcciones entre 4 y 10 plantas
<b>C-3</b>	Construcciones entre 11 y 20 plantas
<b>C-4</b>	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas

FUENTE: DB SE-C

La construcción del proyecto se corresponde con el tipo C-0 "Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m<sup>2</sup>."

En la tabla 2 se describen los diferentes tipos de terrenos en cuanto a su variabilidad y dificultad para el establecimiento de cimentaciones.

Tabla 2. Grupo de terreno

<i>Grupo de terreno</i>	<i>Descripción</i>
T-1	Terrenos favorables: Poca variabilidad. Es habitual la cimentación directa.
T-2	Terrenos intermedios: Variabilidad. Varios tipos de cimientos. Rellenos antrópicos.
T-3	Terrenos desfavorables: Suelos expansivos, blandos, desniveles, marismas, etc.

FUENTE: DB SE-C

El terreno del proyecto corresponde al T-1 “Terrenos favorables”. Son aquellos que presentan poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.

Con carácter general se toman como mínimo tres puntos de reconocimiento, manteniendo las distancias mínimas y la profundidad recomendada, según lo establecido en la tabla 3.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento

<i>Tipo de construcción</i>	<i>Grupo de terreno</i>			
	<i>T-1</i>		<i>T-2</i>	
	<i>d máx (m)</i>	<i>P (m)</i>	<i>d máx (m)</i>	<i>P (m)</i>
C-0 y C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

FUENTE: DB SE-C

El proyecto requiere la prospección de, al menos, tres puntos, con distancia máxima de separación de 35 metros. La profundidad de los puntos de reconocimiento va a ser de 6 metros.

## 5. Prospección del terreno

En el Documento Básico SE-C se especifica que en los reconocimientos de los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con otras técnicas de reconocimiento como podrían ser calicatas.

Se va a realizar la prospección del terreno donde se va a ubicar la construcción en los tres puntos de reconocimiento mediante dos calicatas y un sondeo con ensayo de penetración estándar (SPT).

### 5.1. Ensayos de campo

Son ensayos que se ejecutan directamente sobre el terreno natural y que proporcionan datos que pueden correlacionarse con la resistencia, deformabilidad y permeabilidad de una unidad geotécnica a una determinada profundidad.

En la figura 3 se muestra un croquis en el que se localizan los puntos donde se han realizado los ensayos de campo. Se trata de dos calicatas (C-01 y C-02) y un sondeo mecánico (S-03).

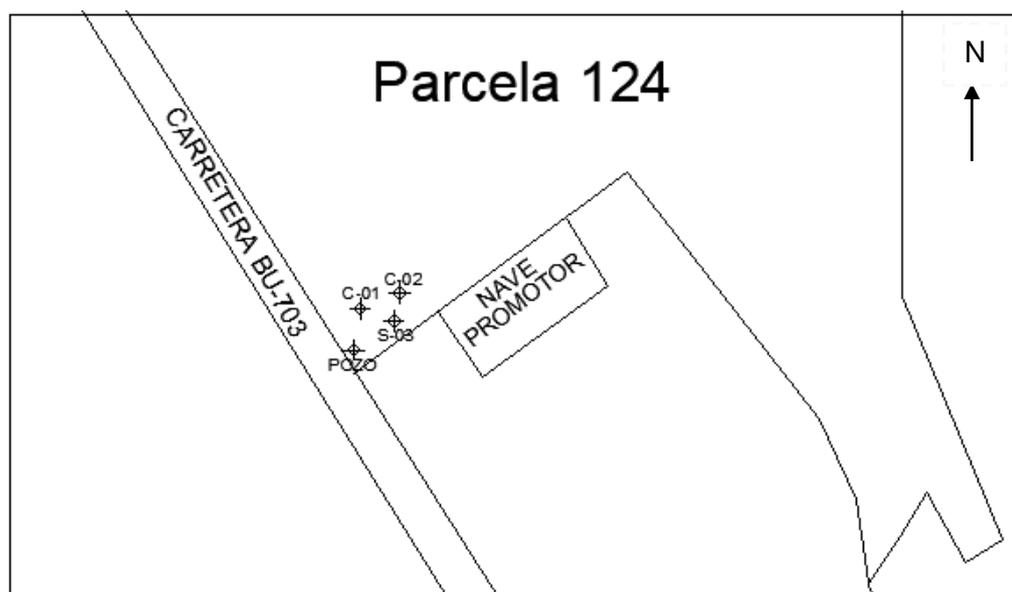


Figura 3. Croquis de puntos de reconocimiento del terreno

### 5.1.1. Calicatas de reconocimiento

Se han realizado dos calicatas de reconocimiento del terreno mediante una máquina retroexcavadora provista de un brazo articulado y un cazo de excavación.

Los resultados del reconocimiento de las dos calicatas se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Calicatas de reconocimiento del terreno

<i>Calicata</i>	<i>Cota inicial (m)</i>	<i>Cota final (m)</i>	<i>Porcentaje de gruesos (%)</i>	<i>Porcentaje de finos (%)</i>	<i>Descripción</i>	<i>Observaciones</i>
<b>C-01</b>	0,00	0,20	8,8	91,2	Suelo vegetal de color oscuro	Excavabilidad fácil. Paredes sostenidas, consistencia media
	0,20	0,80	20,6	79,4	Mezcla de arenas y finos, de colores marrones y grises	
	0,80	2,00	23,0	77,0	Arenas y finos, de coloraciones marrones y grises	
	No se alcanza el nivel freático					
<b>C-02</b>	0,00	0,30	8,2	91,8	Suelo vegetal de color oscuro	Excavabilidad fácil. Paredes sostenidas, consistencia media
	0,30	0,90	21,1	78,9	Mezcla de arenas y arcillas, de coloración marrón	
	0,90	2,00	24,6	75,4	Arenas y finos, de coloraciones marrones con tonos grises	
	No se alcanza el nivel freático					

### 5.1.2. Sondeo mecánico

Se ha realizado un sondeo mecánico a rotación mediante batería simple y extracción de testigo continuo para la toma de muestras y ensayos de laboratorio.

Con el sondeo se ha alcanzado una profundidad de 8 metros. A distintas profundidades se han extraído testigos de muestra de suelo y de agua para la realización de ensayos de laboratorio. Se ha detectado que el nivel freático se sitúa entre los 5 y los 6 metros de profundidad.

### 5.1.3. Ensayo de penetración estándar

Se realizan ensayos de penetración estándar (SPT) para determinar la resistencia. Consiste en contar el número de golpes (NSPT) necesarios para hincar 30 centímetros de un cilindro hueco de dimensiones normalizadas mediante el golpeo con una maza de 63,50 kilogramos cayendo desde una altura de 76 centímetros.

Con este ensayo se determinan la compacidad, la densidad relativa y el ángulo de rozamiento interno de suelos granulares. En suelos arcillosos es útil para determinar la resistencia de arcillas por encima del nivel freático.

El ensayo de penetración estándar se ha realizado empleando una máquina penetrómetro TECOINSA, modelo PDP-2000-P, provisto de una puntaza de 5 centímetros de diámetro, una maza de 63,5 kilogramos, altura de caída de 76 centímetros y sección de varillaje de 3,2 centímetros. Los resultados del ensayo se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

<i>Penetrómetro</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Índice N<sub>SPT</sub></i>	<i>Clasificación</i>
<b>S-03</b>	0,5	45	Densa
	1,0	47	Densa
	1,5	48	Densa
	2,0	48	Densa
	2,5	65	Muy densa
	3,0	71	Muy densa
	3,5	73	Muy densa
	4,0	84	Muy densa
	4,5	86	Muy densa
	5,0	Rechazo	Muy densa
	5,5	Rechazo	Muy densa
	6,0	Rechazo	Muy densa
	6,5	Rechazo	Muy densa
	7,0	Rechazo	Muy densa
	7,5	Rechazo	Muy densa
8,0	Rechazo	Muy densa	

El ensayo de penetración estándar ha determinado un alto grado de compacidad de las arenas. Entre la superficie y los 2 metros de profundidad se ha determinado como arena densa, incrementándose en profundidad, hasta el grado de arena muy densa a partir de los 2,5 metros.

En la tabla 6 se indica la interpretación de la compacidad de las arenas en función del número de golpes.

Tabla 6. Compacidad de las arenas

<b>Número de golpes N</b>	<b>Densidad relativa</b>
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Mediana
30-50	Densa
Mayor de 50	Muy densa

## 5.2. Ensayos de laboratorio

Se toman muestras de suelo, rocas y agua en calicatas y sondeos, y se hace una descripción detallada indicando los aspectos que no son objeto de ensayos, como el color olor, litología, presencia de materiales artificiales o escombros, etc. Una vez descritas se procede a su protección adecuada para el envío al laboratorio donde se realizarán los correspondientes ensayos.

En función de los ensayos a realizar, se clasifican las muestras en tres categorías según se mantengan inalteradas las propiedades del suelo.

- Categoría A: mantienen las propiedades de estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría B: mantienen inalteradas la humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría C: aquellas muestras que no cumplen con las especificaciones de A ni de B.

El número de determinaciones que se deben realizar para realizar la correcta investigación de una unidad geotécnica debe ser suficiente para conseguir fiabilidad en los resultados. A título orientativo, para superficies de hasta 2000 metros cuadrados, en la tabla 7 se recoge en número de determinaciones recomendadas.

Tabla 7. Número orientativo de determinaciones *in situ* o en laboratorio

<b>Propiedad</b>	<b>Terreno</b>	
	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>
Identificación		
Granulometría	3	6
Plasticidad	3	5
Deformabilidad		
Arcillas y limos	4	6
Arenas	3	5
Resistencia a compresión simple		
Suelos muy blandos	4	6
Suelos blandos a duros	4	5
Suelos fisurados	5	7
Resistencia al corte		
Arcillas y limos	3	4
Arenas	3	5
Contenido de sales agresivas	3	4

Sobre las muestras obtenidas en las dos calicatas y en el sondeo se han efectuado los correspondientes ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo.

### 5.2.1. Propiedades físicas

Se determinan la granulometría, la densidad, los límites de Atterberg y el Índice de plasticidad. Los resultados obtenidos en el laboratorio se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8. Propiedades físicas del suelo

<i>Muestra</i>	<i>Cota</i>	<i>Clasificación SUCS</i>	<i>Tamiz 200 ASTM</i>	<i>Límite líquido (%)</i>	<i>Límite plástico (%)</i>	<i>Índice de plasticidad (%)</i>	<i>Densidad aparente (t/m<sup>3</sup>)</i>
<b>C-01</b>	0,40	SW	< 35%	30%	NP	NP	1,90
<b>C-01</b>	0,80	GW	< 35%	29%	NP	NP	2,00
<b>C-02</b>	0,50	SW	< 35%	29%	NP	NP	1,90
<b>C-02</b>	0,90	GW	< 35%	28%	NP	NP	2,00
<b>S-03</b>	1,00	GW	< 35%	27%	NP	NP	2,00
<b>S-03</b>	2,00	GW	< 35%	26%	NP	NP	2,08

### 5.2.2. Propiedades químicas

Los análisis de laboratorio tienen como finalidad la determinación de las condiciones de agresividad del suelo. Los resultados de la analítica se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Propiedades químicas del suelo

<i>Muestra</i>	<i>Cota</i>	<i>Sulfatos (mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/kg suelo)</i>	<i>Acidez Baumann Gully</i>	<i>Agresividad</i>
<b>C-01</b>	0,40	< 2000	< 20	No
<b>C-01</b>	0,80	< 2000	< 20	No
<b>C-02</b>	0,50	< 2000	< 20	No
<b>C-02</b>	0,90	< 2000	< 20	No
<b>S-03</b>	1,00	< 2000	< 20	No
<b>S-03</b>	2,00	< 2000	< 20	No

Según el Artículo 27.3.4 de la EHE-08, “en el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento empleado deberá poseer característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la norma UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/L en el caso de aguas, o igual o mayor a 3000 mg/L en el caso de suelos”.

- Agresividad débil: grado de acidez Baumann-Gully > 20.
- Agresividad débil: ión sulfato 2000-3000 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/kg suelo.
- Agresividad media: ión sulfato 3000-12000 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/kg suelo.
- Agresividad fuerte: ión sulfato > 12000 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/kg suelo.

Se considera que el suelo no es agresivo si tiene un contenido de ión sulfato SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> inferior a 2000 mg/kg de suelo seco.

## 6. Carga admisible

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtiene la carga admisible final. Con carácter general, puede adoptarse para zapatas de dimensiones habituales (con lado menor de 1,00 m y 3,00 m) una carga admisible de 1,96 kp/cm<sup>2</sup>.

## 7. Parámetros de cimentación

Para el diseño de los elementos de cimentación y de contención se deben considerar los parámetros que se expresan en la tabla 10.

Tabla 10. Parámetros geotécnicos

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Profundidad	0 – 2 m
Densidad aparente	$\delta = 1,90 - 2,00 \text{ t/m}^3$
Densidad sumergida	$\delta = 1,10 - 1,12 \text{ t/m}^3$
Ángulo de rozamiento interno	$\Phi = 33^\circ - 38^\circ$
Cohesión	NC
Presión admisible	1,96 – 2,00 kp/cm <sup>2</sup>
Asiento máximo admisible	2,5 mm
Asiento diferencial máximo	1,5 mm
Coefficiente de balasto	10 <sup>4</sup> t/m <sup>3</sup>

## 8. Propuesta de cimentación

A la vista de los resultados de la información geotécnica, se propone como solución la cimentación mediante zapatas aisladas para soportes, y zapata corrida para muro de contención, a una cota entre 0,6 m y 1,0 m de profundidad, con una tensión admisible máxima de 1,96 kp/cm<sup>2</sup>.

Si la cimentación se apoya a una cota inferior a 1,50 m, la tensión de cálculo puede elevarse a 2,20 kp/cm<sup>2</sup>.

Si la edificación fuese de pequeñas dimensiones, se puede emplear una losa de cimentación de, al menos, 20 cm de grosor, con una tensión máxima de 1,96 kp/cm<sup>2</sup>.

## 9. Conclusiones

Los materiales encontrados en la parcela tienen poca plasticidad y alta capacidad de carga, son de buena calidad para el apoyo de la cimentación prevista, mejoran al profundizar y no presentan elementos agresivos para los hormigones de cimentación, por lo que no son necesarios componentes aditivos ni hormigones especiales.

## 10. Comprobaciones a realizar sobre el terreno

Se debe realizar las siguientes comprobaciones:

- El nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y apreciablemente la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas.
- El terreno presenta apreciablemente una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico.

- No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc.
- No se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastre.

En Palencia, junio de 2019  
Fdo.: Fernando Olivares Alonso  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# **ANEJO VII. INGENIERÍA DE LAS OBRAS**



## ÍNDICE DEL ANEJO VII

1. Caseta de riego .....	7
1.1. Consideraciones previas .....	7
1.2. Materiales de construcción .....	7
1.2.1. Cimentación .....	7
1.2.2. Cerramientos .....	7
1.2.3. Cubierta .....	7
1.2.4. Carpintería metálica .....	8
1.2.5. Estructura metálica .....	8
1.3. Cálculo de la estructura .....	8
1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo .....	8
1.3.2. Aceros en perfiles .....	9
1.3.3. Cargas en barras .....	9
1.3.4. Correas de cubierta .....	10
1.3.5. Viga central .....	16
2. Instalación de riego .....	24
2.1. Introducción .....	24
2.2. Dimensionamiento del sistema de riego .....	25
2.3.1. Ramales portagoteros .....	27
2.3.2. Tuberías secundarias .....	37
2.3.3. Tubería principal .....	39
2.3.4. Resumen de las necesidades de tuberías .....	40
2.4. Diseño del cabezal de riego .....	41
2.4.1. Consideraciones previas .....	41
2.4.2. Filtros .....	41
2.4.3. Equipo de fertirrigación .....	42
2.4.4. Automatización del riego .....	43
2.5. Dimensionamiento de la bomba de riego .....	43
2.5.1. Tubería de aspiración .....	43
2.5.2. Cálculo de las necesidades de la bomba .....	45
2.5.3. Selección de la bomba .....	45
2.5.4. Valvulería y accesorios .....	45
3. Instalación eléctrica .....	46
3.1. Legislación .....	46
3.2. Descripción general de la instalación .....	46
3.3. Necesidades de potencia .....	47
3.3.1. Circuito de alumbrado .....	47
3.3.2. Circuito de la bomba de riego .....	49
3.3.3. Circuito de elementos del riego .....	49
3.3.4. Circuito de tomas de corriente .....	49
3.3.4. Potencia total .....	49
3.4. Criterios de cálculo .....	50
3.5. Cálculo de la instalación eléctrica .....	51
3.5.1. Cálculo del circuito de alumbrado .....	51
3.5.2. Cálculo del circuito de elementos del riego .....	52
3.5.3. Cálculo del circuito de tomas de corriente .....	52

3.5.3. Cálculo del circuito de la bomba de riego .....	53
3.5.4. Cálculo de la derivación individual .....	54
3.5.5. Cálculo de la línea general de alimentación.....	54
3.5.6. Toma de tierra .....	55
3.5.7. Transformador .....	56
3.6. Intensidad del cortocircuito en baja tensión .....	56
3.6.1. Intensidad del cortocircuito de la línea general de alimentación .....	57
3.6.2. Intensidad del cortocircuito de la derivación individual .....	57
3.7. Caja de protección y medida .....	58
3.8. Cuadro general de mando y protección .....	58
3.9. Tarifación eléctrica.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de viento.....	8
Tabla 2. Datos de nieve.....	9
Tabla 3. Tipo de acero utilizado en los perfiles metálicos .....	9
Tabla 4. Datos de los pórticos .....	9
Tabla 5. Hipótesis de carga en los pórticos 1 y 3.....	9
Tabla 6. Hipótesis de carga en el pórtico 2.....	9
Tabla 7. Datos de correas de cubierta .....	10
Tabla 8. Comprobación de flecha .....	15
Tabla 9. Medición de correas .....	16
Tabla 10. Materiales utilizados .....	16
Tabla 11. Descripción de los materiales utilizados .....	16
Tabla 12. Tipo de pieza utilizada .....	16
Tabla 13. Características mecánicas de la pieza utilizada .....	16
Tabla 14. Tabla de medición .....	17
Tabla 15. Resumen de medición .....	17
Tabla 16. Medición de superficies .....	17
Tabla 17. Cargas en barras .....	18
Tabla 18. Esfuerzos en barras, por hipótesis.....	19
Tabla 19. Esfuerzos en barras, por combinación.....	20
Tabla 20. Envoltentes de los esfuerzos en barras .....	22
Tabla 21. Comprobación de resistencia.....	23
Tabla 22. Flechas.....	24
Tabla 23. Resumen de comprobaciones de ELU.....	24
Tabla 24. Distribución de los ramales portagoteros y árboles a regar.....	25
Tabla 25. Cálculo de los ramales portagoteros del sector 1.....	29
Tabla 26. Cálculo de los ramales portagoteros del sector 2.....	32
Tabla 27. Cálculo de los ramales portagoteros del sector 3.....	35
Tabla 28. Cálculo de las tuberías secundarias .....	39
Tabla 29. Resumen de las características de las tuberías .....	40
Tabla 30. Relación entre la velocidad media, el caudal y el área de filtrado de la malla.....	42
Tabla 31. Características del pozo .....	43
Tabla 32. Pérdidas de carga del cabezal de riego .....	45
Tabla 33. Factor de reflexión del interior del local.....	47
Tabla 34. Factor de utilización.....	48

Tabla 35. Potencia activa y reactiva de la instalación eléctrica ..... 50



## ANEJO VII. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

### 1. Caseta de riego

#### 1.1. Consideraciones previas

Las dimensiones de la caseta de riego deberán ser suficientes para albergar la bomba, el cabezal de riego y los depósitos de fertirrigación, así como para poder realizar las operaciones necesarias y de mantenimiento del equipo de riego.

En el interior de la caseta se van a instalar cuatro depósitos de 500 litros de capacidad y un depósito de 300 litros. Se estima que la superficie total que van a ocupar estos cinco depósitos va a ser de 3 metros cuadrados. Además, es conveniente que la caseta tenga, al menos, 25 metros cuadrados más con el fin de poder albergar la bomba, el cabezal de riego y contar con espacio suficiente para facilitar la maniobrabilidad. Por lo tanto, se va a construir una caseta de riego de 30 metros cuadrados de superficie con unas dimensiones exteriores de 6 metros de longitud y 5 metros de luz.

Se van a instalar rejillas de ventilación en la parte superior del cerramiento, con el fin de conseguir una ventilación adecuada en el interior de la caseta de riego.

#### 1.2. Materiales de construcción

##### 1.2.1. Cimentación

La cimentación de la caseta de riego va a consistir en una losa de hormigón HA-25/P/20/IIa y una malla electrosoldada ME 150 x 150 Ø8 de acero B 500 S con unas dimensiones de 7,00 x 6,00 x 0,25 metros.

La losa de cimentación se va a instalar sobre una capa de zahorra de 0,20 metros de espesor.

##### 1.2.2. Cerramientos

Se va a utilizar un cerramiento compuesto de bloques de hormigón de dimensiones 0,40 x 0,20 x 0,20 m de color crema y aspecto rugoso.

Los bloques se van a unir con mortero de cemento de dosificación 1:3 y se van a colocar alternando las juntas verticales, de esta forma, se va a conseguir un solape entre hileras consecutivas igual a la mitad de la longitud del bloque.

##### 1.2.3. Cubierta

La cubierta va a consistir en un panel sándwich aislante de 30 milímetros de espesor, formada por una doble cara de chapa de acero y alma de aislante de espuma de poliuretano de 40 kg/m<sup>3</sup> de densidad, con acabado prelacado color rojo teja en el

exterior. El peso de la cubierta va a ser de 0,15 kN/m<sup>2</sup>. La pendiente de la cubierta será del 16%.

#### 1.2.4. Carpintería metálica

La puerta de acceso va a ser de dos hojas de chapa plegada de acero galvanizado, con unas dimensiones de 2,00 x 2,20 metros y marco hueco cuadrado de aluminio.

Las rejillas de ventilación van a tener unas dimensiones de 1,80 x 0,33 metros. Van a estar formadas por un marco frontal y lamas de chapa perfilada de acero galvanizado y una malla metálica de acero galvanizado con huecos de 20 x 20 milímetros.

Se va a colocar una chapa metálica de 25 milímetros de espesor donde va a ir instalada la bomba de riego. La chapa va a disponer de cuatro muelles de metal de 10 centímetros de longitud. En anclaje al terreno de la chapa se va a conseguir mediante cuatro placas de anclaje de 25 milímetros unidos a la losa de cimentación mediante cuatro pernos de anchura de Ø12 milímetros y de 20 centímetros de longitud doblados en gancho.

#### 1.2.5. Estructura metálica

La caseta de riego se va a estructurar en dos vanos y va a estar compuesta por una viga central y una serie de correas transversales. Se va a utilizar una viga de perfil IPE-180 de acero laminado S 275 J0 de 5 metros de longitud biapoyada directamente sobre el muro de cerramiento.

Sobre dicha viga se van a colocar 10 correas de perfil IPE-80 de acero laminado S 275 JO de 3 metros de longitud, directamente apoyadas sobre la viga central en un extremo y el muro de cerramiento en el otro, a una distancia de 1,20 metros entre sí.

### 1.3. Cálculo de la estructura

#### 1.3.1. Acciones adoptadas en el cálculo

Para el cálculo de la estructura metálica de la caseta de riego, se van a tener en cuenta las acciones de viento y de nieve.

##### 1.3.1.1. Acciones del viento

Los datos de viento que se van a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo estructural, según la normativa CTE DB SE-AE, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Datos de viento

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
<b>Zona eólica</b>	B
<b>Grado de aspereza</b>	III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
<b>Período de servicio</b>	50 años
<b>Profundidad nave industrial</b>	6,00 metros
<b>Huecos</b>	Sin huecos
<b>Hipótesis aplicadas</b>	V (H1): Cubiertas aisladas V (H2): Cubiertas aisladas

### 1.3.1.2. Acciones de nieve

Los datos de nieve que se van a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo estructural, según la normativa CTE DB SE-AE, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Datos de nieve

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
<b>Zona de clima invernal</b>	1
<b>Altitud topográfica</b>	860,00 metros
<b>Tipo de cubierta</b>	Cubierta sin resaltos
<b>Exposición al viento</b>	Normal
<b>Hipótesis aplicadas</b>	N (EI): Nieve (estado inicial) N (R): redistribución

### 1.3.2. Aceros en perfiles

Tabla 3. Tipo de acero utilizado en los perfiles metálicos

<b>Tipo acero</b>	<b>Acero</b>	<b>Lim. Elástico (MPa)</b>	<b>Módulo de elasticidad (GPa)</b>
Acero laminado	S275	275	210

Tabla 4. Datos de los pórticos

<b>Datos de pórticos</b>			
<b>Pórtico</b>	<b>Tipo exterior</b>	<b>Geometría</b>	<b>Tipo interior</b>
1	Un agua	Luz total: 5,00 m Alero izquierdo: 2,20 m Alero derecho: 3,00 m	Pórtico rígido

### 1.3.3. Cargas en barras

Tabla 5. Hipótesis de carga en los pórticos 1 y 3

<b>Barra</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Tipo</b>	<b>Posición</b>	<b>Valor</b>	<b>Orientación</b>
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0,29 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,00/0,10 (R)	1,11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,10/0,90 (R)	0,81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,90/1,00 (R)	1,11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Uniforme	---	0,95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,00/0,10 (R)	2,99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,10/0,90 (R)	2,46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,90/1,00 (R)	2,99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	1,96 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	0,98 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Tabla 6. Hipótesis de carga en el pórtico 2

<b>Barra</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Tipo</b>	<b>Posición</b>	<b>Valor</b>	<b>Orientación</b>
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0,59 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,00/0,10 (R)	3,33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,10/0,90 (R)	2,43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,90/1,00 (R)	3,33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Uniforme	---	0,21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,00/0,10 (R)	5,97 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,10/0,90 (R)	4,55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0,90/1,00 (R)	5,97 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	3,91 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	1,96 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

### 1.3.4. Correas de cubierta

Tabla 7. Datos de correas de cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 80	Límite flecha: L / 300
Separación: 1,20 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

#### 1.3.4.1. Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Aprovechamiento del 69,43%

#### 1.3.4.2. Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 80 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	0.592, 6.000, 2.295	0.592, 3.000, 2.295	3,000	7,64	80,10	8,49	0,70
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.	
	β	0,00	1,00	0,00		0,00	
	L <sub>k</sub>	0,000	3,000	0,000		0,000	
	C <sub>m</sub>	1,000	1,000	1,000		1,000	
	C <sub>1</sub>	-	-	1,000		-	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	λ <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
pésima en cubierta	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0,5 m λ <sub>w</sub> ≤ λ <sub>w,máx</sub> Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(2)</sup>	N <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 3 m η = 69,4	M <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3 m η = 12,9	V <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0,5 m η < 0,1	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>= 69.4</b>

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\lambda$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
<p><i>Notación:</i>  <math>\lambda</math>: Limitación de esbeltez  <math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  <math>N_t</math>: Resistencia a tracción  <math>N_c</math>: Resistencia a compresión  <math>M_y</math>: Resistencia a flexión eje Y  <math>M_z</math>: Resistencia a flexión eje Z  <math>V_z</math>: Resistencia a corte Z  <math>V_y</math>: Resistencia a corte Y  <math>M_y V_z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  <math>M_z V_y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  <math>NM_y M_z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados  <math>NM_y M_z V_y V_z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  <math>M_t</math>: Resistencia a torsión  <math>M_y V_z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  <math>M_z V_y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  <math>x</math>: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p> <p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i>  <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.  <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.  <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  <sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(9)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  <sup>(10)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

### **Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

### **Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$18,32 \leq 240,89 \quad \checkmark$$

Donde:

<b><math>h_w</math></b> : Altura del alma.	<b><math>h_w</math></b>	<u>69,60</u>	mm
<b><math>t_w</math></b> : Espesor del alma.	<b><math>t_w</math></b>	<u>3,80</u>	mm
<b><math>A_w</math></b> : Área del alma.	<b><math>A_w</math></b>	<u>2,64</u>	cm <sup>2</sup>
<b><math>A_{fc,ef}</math></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b><math>A_{fc,ef}</math></b>	<u>2,39</u>	cm <sup>2</sup>
<b><math>k</math></b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.		<u>0,30</u>	
<b><math>E</math></b> : Módulo de elasticidad.		<u>210000</u>	MPa
<b><math>f_{yf}</math></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b><math>f_{yf}</math></b>	<u>275,00</u>	MPa

Siendo:

### **Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

**0,694** ✓

Para flexión positiva:

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>** 0,00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.592, 3.000, 2.295, para la combinación de acciones 1.35\*G1 + 1.35\*G2 + 1.50\*N(EI) + 0.90\*V H1.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>** 4,22 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

**M<sub>c,Rd</sub>** 6,08 kN·m

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** 1

**W<sub>pl,y</sub>**: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W<sub>pl,y</sub>** 23,20 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub>** 261,90 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>** 275,00 MPa

**γ<sub>m0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ<sub>m0</sub>** 1,05

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

0,129 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.592, 3.000, 2.295, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(EI) + 0.90 \cdot V H1$ .

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V<sub>Ed</sub>** 6,98 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>c,Rd</sub>** 4,04 kN

Donde:

**A<sub>v</sub>**: Área transversal a cortante. **A<sub>v</sub>** 3,57 cm<sup>2</sup>

Siendo:

**h**: Canto de la sección. **h** 80,00 mm

**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma. **t<sub>w</sub>** 3,80 mm

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub>** 261,90 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>** 75,00 MPa

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ<sub>Mo</sub>** 1,05

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$15,68 < 64,71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w \quad \underline{15,68}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} \quad \underline{64,71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducci\acute{o}n.} \quad \varepsilon \quad \underline{0,92}$$

Siendo:

$$f_{ref}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico de referencia.} \quad f_{ref} \quad \underline{235,00} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y \quad \underline{275,00} \text{ MPa}$$

#### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Art\uc3\ub0culo 6.2.4)

La comprobaci\on no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

#### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Art\uc3\ub0culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c\uc3\ub0lculo a flexi\on, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c\uc3\ub0lculo p\ec3\ub0simo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de c\uc3\ub0lculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$2,31 \text{ kN} \leq 27,02 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c\uc3\ub0lculo p\ec3\ub0simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.500 m del nudo 0.592, 6.000, 2.295, para la combinaci\on de acciones  $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(EI) + 0.90 \cdot V H1$ .

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de c\uc3\ub0lculo p\ec3\ub0simo.} \quad V_{Ed} \quad \underline{2,31} \quad \text{kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de c\uc3\ub0lculo.} \quad V_{c,Rd} \quad \underline{54,04} \quad \text{kN}$$

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulaci\on de: Grado en Ingenierí\a Agrí\cola y del Medio Rural

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### 1.3.4.3. Comprobación de flecha

Tabla 8. Comprobación de flecha

<b>Comprobación de flecha</b>
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 76,64 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.592, 6.000, 2.295

Coordenadas del nudo final: 0.592, 3.000, 2.295

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V H1$  a una distancia 1.500 m del origen en el primer vano de la correa.

( $I_y = 80 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 8 \text{ cm}^4$ )

### 1.3.4.4. Medición de correas

Tabla 9. Medición de correas

<b>Medición de correas</b>			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m <sup>2</sup>
Correas de cubierta	5	29,99	0,06

### 1.3.5. Viga central

#### 1.3.5.1. Geometría de barras

Tabla 10. Materiales utilizados

<b>Materiales utilizados</b>							
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	S275	210000,00	0,300	81000,00	275,00	0,000012	77,01

*Notación:*  
*E: Módulo de elasticidad*  
 *$\nu$ : Módulo de Poisson*  
*G: Módulo de cortadura*  
 *$f_y$ : Límite elástico*  
 *$\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación*  
 *$\gamma$ : Peso específico*

Tabla 11. Descripción de los materiales utilizados

<b>Descripción</b>									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup>	Lb <sup>Inf.</sup>
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N2/N4	N2/N4	IPE 180 (IPE)	5,064	0,20	0,20	1,200	5,064

*Notación:*  
*Ni: Nudo inicial*  
*Nf: Nudo final*  
 *$\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'*  
 *$\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'*  
*Lb<sup>Sup.</sup>: Separación entre arriostramientos del ala superior*  
*Lb<sup>Inf.</sup>: Separación entre arriostramientos del ala inferior*

Tabla 12. Tipo de pieza utilizada

<b>Tipos de pieza</b>	
Ref.	Piezas
1	N2/N4

Tabla 13. Características mecánicas de la pieza utilizada

<b>Características mecánicas</b>									
Material		Ref.	Descripción	A	A <sub>vy</sub>	A <sub>vz</sub>	I <sub>yy</sub>	I <sub>zz</sub>	I <sub>t</sub>
Tipo	Designación			(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )
Acero laminado	S275	1	IPE 180 (IPE)	23,90	10,92	7,82	1317,00	101,00	4,79

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
<p><i>Notación:</i>                      Ref.: Referencia                      A: Área de la sección transversal                      A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'                      A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'                      I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'                      I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'                      I<sub>t</sub>: Inercia a torsión                      Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Tabla 14. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N2/N4	IPE 180 (IPE)	5,064	0,012	95,00
<p><i>Notación:</i>                      Ni: Nudo inicial                      Nf: Nudo final</p>						

Tabla 15. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	IPE	IPE 180	5,064			0,012			95,00		
					5,064			0,012			95,00	
						5,064			0,012			95,00

Tabla 16. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
IPE	IPE 180	0,713	5,064	3,612
<b>Total</b>				<b>3,612</b>

### 1.3.5.2. Cargas en barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.

- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Tabla 17. Cargas en barras

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0,184	-	-	-	Globales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0,589	-	-	-	Globales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	V H1	Faja	3,325	-	0,000	0,513	Locales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	V H1	Faja	2,426	-	0,513	4,551	Locales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	V H1	Faja	3,325	-	4,551	5,064	Locales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	V H1	Uniforme	0,210	-	-	-	Locales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	V H2	Faja	5,970	-	0,000	0,513	Locales	0,000	0,000	1,000
N2/N4	V H2	Faja	4,550	-	0,513	4,551	Locales	0,000	0,000	1,000
N2/N4	V H2	Faja	5,970	-	4,551	5,064	Locales	0,000	0,000	1,000
N2/N4	N(EI)	Uniforme	3,910	-	-	-	Globales	0,000	0,000	-1,000
N2/N4	N(R)	Uniforme	1,955	-	-	-	Globales	0,000	0,000	-1,000

### 1.3.5.3. Esfuerzos en barras

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Tabla 18. Esfuerzos en barras, por hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m
N2/N4	Peso propio	N	-0,754	-0,692	-0,600	-0,507	-0,445	-0,352	-0,291	-0,198	-0,136
		Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Vz	-1,912	-1,525	-0,946	-0,367	0,020	0,599	0,985	1,565	1,951
		Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		My	-0,75	0,12	1,06	1,56	1,65	1,41	1,01	0,04	-0,85
		Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	V H1	N	-1,087	-1,087	-1,087	-1,087	-1,087	-1,087	-1,087	-1,087	-1,087
		Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Vz	-6,566	-4,776	-2,768	-0,766	0,569	2,571	3,905	5,913	7,703
		Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		My	-1,15	1,72	4,58	5,92	5,97	4,78	3,14	-0,58	-4,03
		Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	V H2	N	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877	1,877
		Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Vz	11,271	8,248	4,783	1,327	-0,976	-4,432	-6,736	-10,200	-13,223
		Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		My	1,99	-2,95	-7,89	-10,21	-10,30	-8,25	-5,42	1,01	6,94
		Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N(EI)	N	-3,817	-3,504	-3,035	-2,566	-2,253	-1,784	-1,471	-1,002	-0,689	
	Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Vz	-9,676	-7,721	-4,788	-1,855	0,100	3,033	4,988	7,920	9,876	
	Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	My	-3,78	0,63	5,38	7,90	8,34	7,15	5,12	0,22	-4,28	
	Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
N(R)	N	-1,909	-1,752	-1,518	-1,283	-1,127	-0,892	-0,736	-0,501	-0,344	
	Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Vz	-4,838	-3,860	-2,394	-0,928	0,050	1,516	2,494	3,960	4,938	
	Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	My	-1,89	0,31	2,69	3,95	4,17	3,58	2,56	0,11	-2,14	
	Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m	
		Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 19. Esfuerzos en barras, por combinación

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m	
N2/N4	Acero laminado	0,8·PP	N	-0,603	-0,554	-0,480	-0,406	-0,356	-0,282	-0,233	-0,158	-0,109	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-1,529	-1,220	-0,757	-0,293	0,016	0,479	0,788	1,252	1,561	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-0,60	0,10	0,85	1,25	1,32	1,13	0,81	0,03	-0,68	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP	N	-1,018	-0,935	-0,810	-0,684	-0,601	-0,476	-0,392	-0,267	-0,184	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-2,581	-2,059	-1,277	-0,495	0,027	0,809	1,330	2,113	2,634	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-1,01	0,17	1,43	2,11	2,23	1,91	1,37	0,06	-1,14	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·VH1	N	-2,234	-2,185	-2,111	-2,036	-1,987	-1,913	-1,863	-1,789	-1,740	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-11,379	-8,384	-4,909	-1,442	0,869	4,335	6,646	10,121	13,116	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-2,32	2,68	7,72	10,14	10,28	8,30	5,52	-0,84	-6,72	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·VH1	N	-2,649	-2,566	-2,440	-2,315	-2,232	-2,107	-2,023	-1,898	-1,815	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-12,430	-9,223	-5,429	-1,644	0,880	4,665	7,188	10,982	14,189	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-2,74	2,75	8,31	10,99	11,19	9,08	6,08	-0,82	-7,19	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·VH2	N	2,212	2,261	2,335	2,409	2,459	2,533	2,583	2,657	2,706	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	15,377	11,151	6,417	1,698	-1,449	-6,169	-9,315	-14,048	-18,274	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	2,39	-4,32	-10,99	-14,07	-14,13	-11,24	-7,32	1,55	9,73	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·VH2	N	1,797	1,880	2,005	2,131	2,214	2,339	2,423	2,548	2,631	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	14,325	10,312	5,897	1,496	-1,438	-5,839	-8,773	-13,187	-17,201	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	1,98	-4,25	-10,40	-13,21	-13,23	-10,46	-6,76	1,57	9,27	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·N(EI)	N	-6,329	-5,811	-5,032	-4,254	-3,736	-2,958	-2,439	-1,661	-1,142	
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-16,043	-12,801	-7,939	-3,076	0,166	5,028	8,270	13,133	16,374	
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-6,27	1,04	8,91	13,10	13,83	11,86	8,49	0,37	-7,10	
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,35·PP+1,5·N(EI)	N	-6,744	-6,191	-5,362	-4,533	-3,981	-3,152	-2,599	-1,770	-1,217			
	Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
	Vz	-17,094	-13,640	-8,459	-3,278	0,177	5,358	8,812	13,993	17,448			
	Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	My	-6,68	1,11	9,50	13,95	14,74	12,64	9,05	0,39	-7,57			
	Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
0,8·PP+0,9·VH1+1,5·N(EI)	N	-7,308	-6,789	-6,011	-5,233	-4,714	-3,936	-3,418	-2,640	-2,121			
	Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m
			Vz	-21,953	-17,100	-10,430	-3,765	0,677	7,342	11,785	18,454	23,307
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-7,30	2,59	13,04	18,43	19,21	16,17	11,32	-0,16	-10,73
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+0,9·VH1+1,5·N(EI)	N	-7,722	-7,170	-6,341	-5,512	-4,959	-4,130	-3,577	-2,748	-2,196
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-23,004	-17,939	-10,950	-3,967	0,688	7,671	12,327	19,315	24,380
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-7,71	2,65	13,62	19,29	20,12	16,94	11,88	-0,14	-11,20
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+0,9·VH2+1,5·N(EI)	N	-4,640	-4,121	-3,343	-2,565	-2,047	-1,269	-0,750	0,028	0,547
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-5,899	-5,378	-3,634	-1,882	-0,713	1,040	2,208	3,953	4,474
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-4,47	-1,62	1,81	3,91	4,56	4,44	3,62	1,27	-0,86
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+0,9·VH2+1,5·N(EI)	N	-5,055	-4,502	-3,673	-2,844	-2,292	-1,463	-0,910	-0,081	0,472
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-6,951	-6,217	-4,154	-2,083	-0,702	1,369	2,750	4,813	5,547
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-4,88	-1,55	2,39	4,76	5,47	5,22	4,17	1,30	-1,33
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·VH1+0,75·N(EI)	N	-5,097	-4,813	-4,387	-3,961	-3,677	-3,251	-2,967	-2,541	-2,256
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-18,636	-14,175	-8,500	-2,834	0,944	6,610	10,387	16,061	20,522
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-5,16	3,15	11,76	16,06	16,54	13,67	9,37	-0,67	-9,94
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·VH1+0,75·N(EI)	N	-5,512	-5,194	-4,717	-4,240	-3,922	-3,445	-3,126	-2,649	-2,331
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-19,687	-15,014	-9,020	-3,035	0,955	6,939	10,929	16,922	21,595
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-5,57	3,22	12,34	16,92	17,45	14,45	9,92	-0,65	-10,40
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·VH2+0,75·N(EI)	N	-0,651	-0,367	0,059	0,485	0,769	1,195	1,479	1,905	2,189
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	8,120	5,361	2,826	0,306	-1,374	-3,894	-5,574	-8,108	-10,867
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-0,44	-3,85	-6,96	-8,15	-7,88	-5,88	-3,48	1,71	6,52
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·VH2+0,75·N(EI)	N	-1,066	-0,748	-0,271	0,206	0,524	1,001	1,319	1,796	2,115
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	7,069	4,522	2,306	0,105	-1,363	-3,565	-5,032	-7,247	-9,794
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-0,85	-3,78	-6,37	-7,29	-6,97	-5,10	-2,92	1,74	6,05
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·N(R)	N	-3,466	-3,182	-2,756	-2,330	-2,046	-1,620	-1,336	-0,910	-0,626
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-8,786	-7,011	-4,348	-1,685	0,091	2,754	4,529	7,192	8,968
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-3,43	0,57	4,88	7,17	7,58	6,50	4,65	0,20	-3,89
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·N(R)	N	-3,881	-3,563	-3,086	-2,609	-2,291	-1,814	-1,496	-1,019	-0,701
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-9,838	-7,850	-4,868	-1,886	0,102	3,083	5,071	8,053	10,041
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-3,84	0,64	5,47	8,03	8,48	7,27	5,21	0,22	-4,36

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+0,9·VH1+1,5·N(R)	N	-4,445	-4,161	-3,735	-3,309	-3,024	-2,598	-2,314	-1,888	-1,604
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-14,696	-11,309	-6,839	-2,374	0,603	5,067	8,044	12,514	15,900
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-4,47	2,12	9,01	12,50	12,95	10,80	7,48	-0,32	-7,52
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+0,9·VH1+1,5·N(R)	N	-4,860	-4,542	-4,064	-3,587	-3,269	-2,792	-2,474	-1,997	-1,679
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-15,747	-12,148	-7,359	-2,576	0,613	5,397	8,586	13,374	16,974
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-4,88	2,18	9,59	13,36	13,86	11,58	8,04	-0,30	-7,98
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+0,9·VH2+1,5·N(R)	N	-1,777	-1,493	-1,067	-0,641	-0,357	0,069	0,353	0,779	1,063
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	1,358	0,412	-0,043	-0,490	-0,788	-1,235	-1,533	-1,988	-2,933
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-1,64	-2,08	-2,22	-2,02	-1,70	-0,93	-0,23	1,11	2,35
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+0,9·VH2+1,5·N(R)	N	-2,192	-1,874	-1,397	-0,920	-0,602	-0,125	0,193	0,670	0,989
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	0,306	-0,427	-0,564	-0,692	-0,777	-0,905	-0,991	-1,127	-1,860
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-2,05	-2,02	-1,64	-1,16	-0,79	-0,15	0,33	1,13	1,89
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·VH1+0,75·N(R)	N	-3,666	-3,499	-3,249	-2,999	-2,832	-2,582	-2,415	-2,165	-1,998
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-15,007	-11,280	-6,704	-2,138	0,906	5,472	8,517	13,091	16,819
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-3,74	2,91	9,74	13,10	13,41	10,99	7,45	-0,76	-8,33
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·VH1+0,75·N(R)	N	-4,080	-3,880	-3,579	-3,277	-3,077	-2,776	-2,575	-2,274	-2,073
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	-16,059	-12,119	-7,225	-2,340	0,917	5,802	9,059	13,952	17,892
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	-4,15	2,98	10,32	13,96	14,32	11,76	8,00	-0,73	-8,80
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,8·PP+1,5·VH2+0,75·N(R)	N	0,780	0,947	1,197	1,447	1,614	1,864	2,031	2,281	2,448
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	11,748	8,256	4,622	1,002	-1,411	-5,031	-7,445	-11,078	-14,570
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	0,98	-4,09	-8,97	-11,11	-11,00	-8,56	-5,40	1,63	8,12
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35·PP+1,5·VH2+0,75·N(R)	N	0,365	0,566	0,867	1,168	1,369	1,670	1,871	2,172	2,373
			Vy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Vz	10,697	7,417	4,102	0,800	-1,401	-4,702	-6,903	-10,217	-13,497
			Mt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			My	0,57	-4,02	-8,39	-10,25	-10,10	-7,78	-4,84	1,65	7,66
			Mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 20. Envoltentes de los esfuerzos en barras

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m
N2/N4	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-7,722	-7,170	-6,341	-5,512	-4,959	-4,130	-3,577	-2,748	-2,331

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0,000 m	0,506 m	1,266 m	2,025 m	2,532 m	3,291 m	3,798 m	4,557 m	5,064 m
		N <sub>máx</sub>	2,212	2,261	2,335	2,409	2,459	2,533	2,583	2,657	2,706
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-23,004	-17,939	-10,950	-3,967	-1,449	-6,169	-9,315	-14,048	-18,274
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	15,377	11,151	6,417	1,698	0,955	7,671	12,327	19,315	24,380
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-7,71	-4,32	-10,99	-14,07	-14,13	-11,24	-7,32	-0,84	-11,20
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	2,39	3,22	13,62	19,29	20,12	16,94	11,88	1,74	9,73
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### 1.3.5.4. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- V<sub>y</sub>: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- V<sub>z</sub>: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- M<sub>t</sub>: Momento torsor (kN·m)
- M<sub>y</sub>: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- M<sub>z</sub>: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100 \%$ .

Tabla 21. Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)		
N2/N4	93,18	2,279	2,434	0,000	0,124	0,00	-14,30	0,00	GV	Cumple

### 1.3.5.5. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Tabla 22. Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N2/N4	0,000	0,00	2,532	14,38	0,000	0,00	2,532	22,25
	-	L/(>1000)	2.532	L/352.2	-	L/(>1000)	2.532	L/365.9

### 1.3.5.6. Comprobaciones ELU

Tabla 23. Resumen de comprobaciones de ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N2/N4	$\bar{\lambda} < 2,0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5,064 m $\eta = 0,4$	x: 0 m $\eta = 1,9$	x: 2,279 m $\eta = 93,2$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 5,064 m $\eta = 14,4$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0,1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2,279 m $\eta = 92,3$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93,2$
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez</li> <li><math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</li> <li><math>N_t</math>: Resistencia a tracción</li> <li><math>N_c</math>: Resistencia a compresión</li> <li><math>M_y</math>: Resistencia a flexión eje Y</li> <li><math>M_z</math>: Resistencia a flexión eje Z</li> <li><math>V_z</math>: Resistencia a corte Z</li> <li><math>V_y</math>: Resistencia a corte Y</li> <li><math>M_y V_z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</li> <li><math>M_z V_y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</li> <li><math>N M_y M_z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados</li> <li><math>N M_y M_z V_y V_z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</li> <li><math>M_t</math>: Resistencia a torsión</li> <li><math>M_t V_z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</li> <li><math>M_t V_y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li><math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</li> <li><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</li> <li><sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li><sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</li> <li><sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> </ul>																

## 2. Instalación de riego

### 2.1. Introducción

El riego de la plantación se va a realizar mediante un sistema de riego por goteo, el diseño agronómico del riego se desarrolla en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

El agua proviene de un pozo propiedad del promotor situado a una distancia de 2 metros de la ubicación donde se va a edificar la caseta de riego. La toma de agua dispone de un caudal de 10 litros por segundo.

El manejo y el mantenimiento del sistema de riego van a estar completamente automatizados, lo que permite aumentar la eficacia del riego y disminuir los costes de mano de obra.

La parcela presenta una topografía completamente llana, con una pendiente media inferior al 0,1%. Por consiguiente, no se van a tener en cuenta los desniveles entre los distintos elementos de riego en el cálculo. Debido a las dimensiones de la parcela y a su geometría, se van a disponer tres sectores de riego, con la tubería principal siguiendo la dirección de uno de los lados mayores de parcela, paralelo a la carretera BU-703 y las tuberías secundarias orientadas en dirección NO-SE.

## 2.2. Dimensionamiento del sistema de riego

La plantación se va a dividir en 3 subunidades o sectores de riego, cada una de ellas se va a alimentar de una tubería secundaria, y éstas a su vez por la tubería principal que parte del cabezal de riego.

En la tabla 24 se muestra la configuración de cada uno de los sectores, la longitud de los ramales y el número de árboles por ramal y sector.

Tabla 24. Distribución de los ramales portagotos y árboles a regar

<b>Sector 1</b>			<b>Sector 2</b>			<b>Sector 3</b>		
<b>Ramal</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Nº árboles</b>	<b>Ramal</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Nº árboles</b>	<b>Ramal</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Nº árboles</b>
1	62,5	26	1	62,5	66	1	52,5	22
2	65	27	2	62,5	26	2	55	23
3	65	27	3	62,5	26	3	55	23
4	65	27	4	62,5	26	4	70	29
5	67,5	28	5	62,5	26	5	72,5	30
6	67,5	28	6	62,5	26	6	72,5	30
7	67,5	28	7	62,5	26	7	72,5	30
8	70	29	8	62,5	26	8	75	31
9	70	29	9	62,5	26	9	75	31
10	72,5	30	10	62,5	26	10	77,5	32
11	72,5	30	11	62,5	26	11	77,5	32
12	72,5	30	12	62,5	26	12	77,5	32
13	75	31	13	62,5	26	13	80	33
14	75	31	14	62,5	26	14	80	33
15	75	31	15	62,5	26	15	80	33
16	77,5	32	16	62,5	26	16	117,5	48
17	77,5	32	17	62,5	26	17	165	67
18	77,5	32	18	62,5	26	18	167,5	68
19	80	33	19	62,5	26	19	170	69
20	80	33	20	62,5	26	20	152,5	62
21	80	33	21	62,5	26	21	135	55
22	82,5	34	22	62,5	26	22	117,5	48
23	82,5	34	23	62,5	26	23	105	43
24	85	35	24	62,5	26	24	100	41
25	85	35	25	62,5	26	25	97,5	40
26	85	35	26	62,5	26	26	95	39

Tabla 24 (Cont.). Distribución de los ramales portagoteros y árboles a regar

<b>Sector 1</b>			<b>Sector 2</b>			<b>Sector 3</b>		
<b>Ramal</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Nº árboles</b>	<b>Ramal</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Nº árboles</b>	<b>Ramal</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Nº árboles</b>
27	87,5	36	27	62,5	26	27	92,5	38
28	87,5	36	28	62,5	26	28	90	37
29	87,5	36	29	62,5	26	29	85	35
30	90	37	30	62,5	26	30	82,5	34
31	90	37	31	62,5	26	31	80	33
32	90	37	32	62,5	26	32	77,5	32
33	92,5	38	33	62,5	26	33	30	13
34	92,5	38	34	62,5	26	34	25	11
35	92,5	38	35	62,5	26	35	22,5	10
36	95	39	36	62,5	26	36	17,5	8
37	95	39	37	62,5	26	37	15	7
38	97,5	40	38	62,5	26	38	10	5
39	97,5	40	39	62,5	26	39	7,5	4
40	97,5	40	40	62,5	26	40	2,5	2
41	100	41	41	62,5	26	41	2,5	1
42	100	41	42	62,5	26			
43	100	41	43	57,5	24			
44	102,5	42	44	55	23			
45	97,5	40	45	50	21			
46	90	37	46	47,5	20			
47	82,5	34	47	42,5	18			
48	72,5	30	48	40	17			
49	65	27	49	35	15			
50	57,5	24	50	32,5	14			
51	55	23	51	27,5	12			
52	55	23	52	25	11			
53	55	23	53	25	11			
54	55	23	54	22,5	10			
55	55	23	55	20	9			
56	55	23	56	17,5	8			
57	52,5	22	57	15	7			
58	52,5	22	58	15	7			
59	52,5	22	59	12,5	6			
60	52,5	22	60	10	5			
61	52,5	22	61	7,5	4			
62	45	19	62	5	3			
63	37,5	16	63	5	3			
64	30	13	64	2,5	2			
65	22,5	10	65	2,5	1			
66	17,5	8						
67	10	5						
68	2,5	2						
<b>TOTAL</b>	<b>4825,5</b>	<b>2009</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3197,5</b>	<b>1383</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3135</b>	<b>1294</b>

### 2.3.1. Ramales portagoterros

Se van a establecer goteros autocompensantes, en los cuales el caudal emitido es constante e independiente de la presión. Por consiguiente, se debe limitar la caída de presiones para mantener un rango que garantice la uniformidad del caudal. Para proceder al cálculo de la red de riego se va a considerar una presión de trabajo de 10 mca y una variación máxima de 6 mca, es decir, que podrá variar entre 4 y 16 mca.

Se deben calcular las pérdidas de carga admisibles en un ramal portagoterros mediante la siguiente fórmula:

$$h_{r \text{ admisibles}} = 0,55 \cdot dH = 0,55 \cdot 6,00 \text{ mca} = 3,30 \text{ mca}$$

Siendo:

- $h_{r \text{ admisibles}}$ : pérdidas de carga admisibles en el ramal portagoterros
- dH: variación máxima de presión

Las pérdidas de carga totales que se producen en el ramal portagoterros deben ser menores o iguales que las pérdidas de carga admisibles. A continuación, se calculan las pérdidas de carga totales para el ramal portagoterros más largo de la instalación, de 170 metros, mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f$$

Siendo:

- $h_r$ : pérdidas de carga totales en el ramal portagoterros (mca)
- J: pérdidas de carga unitarias (mca)
- F: factor de Christiansen
- $L_f$ : longitud ficticia (m)

El factor de Christiansen se encuentra tabulado. Para  $l_0 = l$ ,  $\beta = 1,75$  y  $n = 276$ , F toma un valor de 0,370.

La longitud ficticia 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 170 metros, la longitud ficticia es de 187 metros.

Se van a emplear tuberías de polietileno de baja densidad de 20,00 milímetros de diámetro nominal y 17,60 milímetros de diámetro interior, que trabajarán a una presión de 10 mca. El caudal total del ramal portagoterros más largo, de 170 metros y 276 emisores, es de  $1,53 \cdot 10^{-4}$  metros cúbicos por segundo.

También es necesario calcular la velocidad del agua en la tubería, la cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1,53 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,0176^2} = 0,62 \text{ m/s}$$

Siendo:

- Q: caudal que circula por la tubería (m<sup>3</sup>/s)
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- A: área de la sección interna de la tubería (m/s)
- D: diámetro interior de la tubería (m)

Una vez calculada la velocidad del agua en el interior de la tubería, se procede al cálculo del número de Reynolds, mediante la fórmula siguiente:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{0,62 \cdot 0,0176}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 10836$$

Siendo:

- Re: número de Reynolds (adimensional)
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- D: diámetro interior de la tubería (m)
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C (m<sup>2</sup>/s)

El fluido se encuentra en régimen turbulento. 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:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{544^{1,75}}{17,6^{4,75}} = 0,035 \text{ mca/m}$$

Siendo:

- J: pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- Q: caudal que circula por la tubería (L/h)
- D: diámetro interior de la tubería (mm)

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f = 0,035 \cdot 0,370 \cdot 187 = 2,42 \text{ mca}$$

Dado que 2,42 es menor que 3,30, se verifica la condición  $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$  para el ramal portagoteros más desfavorable. En consecuencia, todos los ramales portagoteros del sistema cumplen esta condición.

El procedimiento anterior se aplica a cada uno de los ramales portagoteros de las subunidades de riego, como se puede ver en la tabla 25.

Tabla 25. Cálculo de los ramales portagoteros del sector 1

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
1	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	62,5	0,155	0,24	0,007	0,070
2	PEBD	20,00	17,60	10,00	216	65	65	0,160	0,25	0,007	0,080
3	PEBD	20,00	17,60	10,00	216	65	65	0,160	0,25	0,007	0,080
4	PEBD	20,00	17,60	10,00	216	65	65	0,160	0,25	0,007	0,080
5	PEBD	20,00	17,60	10,00	224	67,5	67,5	0,165	0,26	0,007	0,091
6	PEBD	20,00	17,60	10,00	224	67,5	67,5	0,165	0,26	0,007	0,091
7	PEBD	20,00	17,60	10,00	224	67,5	67,5	0,165	0,26	0,007	0,091
8	PEBD	20,00	17,60	10,00	232	70	70	0,170	0,26	0,008	0,104
9	PEBD	20,00	17,60	10,00	232	70	70	0,170	0,26	0,008	0,104
10	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	72,5	0,175	0,27	0,008	0,117
11	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	72,5	0,175	0,27	0,008	0,117
12	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	72,5	0,175	0,27	0,008	0,117
13	PEBD	20,00	17,60	10,00	248	75	75	0,180	0,28	0,009	0,132
14	PEBD	20,00	17,60	10,00	248	75	75	0,180	0,28	0,009	0,132
15	PEBD	20,00	17,60	10,00	248	75	75	0,180	0,28	0,009	0,132
16	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	77,5	0,185	0,29	0,009	0,148
17	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	77,5	0,185	0,29	0,009	0,148
18	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	77,5	0,185	0,29	0,009	0,148
19	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	80	0,190	0,30	0,010	0,166
20	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	80	0,190	0,30	0,010	0,166
21	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	80	0,190	0,30	0,010	0,166
22	PEBD	20,00	17,60	10,00	272	82,5	82,5	0,195	0,31	0,010	0,185
23	PEBD	20,00	17,60	10,00	272	82,5	82,5	0,195	0,31	0,010	0,185
24	PEBD	20,00	17,60	10,00	280	85	85	0,200	0,32	0,011	0,206
25	PEBD	20,00	17,60	10,00	280	85	85	0,200	0,32	0,011	0,206
26	PEBD	20,00	17,60	10,00	280	85	85	0,200	0,32	0,011	0,206

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 25 (Cont.). Cálculo de los ramales portagoteros del sector 1

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
27	PEBD	20,00	17,60	10,00	288	87,5	144	0,205	0,33	0,012	0,228
28	PEBD	20,00	17,60	10,00	288	87,5	144	0,205	0,33	0,012	0,228
29	PEBD	20,00	17,60	10,00	288	87,5	144	0,205	0,33	0,012	0,228
30	PEBD	20,00	17,60	10,00	296	90	148	0,210	0,34	0,012	0,252
31	PEBD	20,00	17,60	10,00	296	90	148	0,210	0,34	0,012	0,252
32	PEBD	20,00	17,60	10,00	296	90	148	0,210	0,34	0,012	0,252
33	PEBD	20,00	17,60	10,00	304	92,5	152	0,215	0,35	0,013	0,278
34	PEBD	20,00	17,60	10,00	304	92,5	152	0,215	0,35	0,013	0,278
35	PEBD	20,00	17,60	10,00	304	92,5	152	0,215	0,35	0,013	0,278
36	PEBD	20,00	17,60	10,00	312	95	156	0,220	0,36	0,013	0,305
37	PEBD	20,00	17,60	10,00	312	95	156	0,220	0,36	0,013	0,305
38	PEBD	20,00	17,60	10,00	320	97,5	160	0,225	0,37	0,014	0,335
39	PEBD	20,00	17,60	10,00	320	97,5	160	0,225	0,37	0,014	0,335
40	PEBD	20,00	17,60	10,00	320	97,5	160	0,225	0,37	0,014	0,335
41	PEBD	20,00	17,60	10,00	328	100	164	0,230	0,37	0,015	0,367
42	PEBD	20,00	17,60	10,00	328	100	164	0,230	0,37	0,015	0,367
43	PEBD	20,00	17,60	10,00	328	100	164	0,230	0,37	0,015	0,367
44	PEBD	20,00	17,60	10,00	336	102,5	168	0,235	0,38	0,015	0,401
45	PEBD	20,00	17,60	10,00	320	97,5	160	0,225	0,37	0,014	0,335
46	PEBD	20,00	17,60	10,00	296	90	148	0,210	0,34	0,012	0,252
47	PEBD	20,00	17,60	10,00	272	82,5	136	0,195	0,31	0,010	0,185
48	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	120	0,175	0,27	0,008	0,117
49	PEBD	20,00	17,60	10,00	216	65	108	0,160	0,25	0,007	0,080
50	PEBD	20,00	17,60	10,00	192	57,5	96	0,145	0,22	0,006	0,052
51	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
52	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 25 (Cont.). Cálculo de los ramales portagoteros del sector 1

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
53	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
54	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
55	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
56	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
57	PEBD	20,00	17,60	10,00	176	52,5	88	0,135	0,20	0,005	0,038
58	PEBD	20,00	17,60	10,00	176	52,5	88	0,135	0,20	0,005	0,038
59	PEBD	20,00	17,60	10,00	176	52,5	88	0,135	0,20	0,005	0,038
60	PEBD	20,00	17,60	10,00	176	52,5	88	0,135	0,20	0,005	0,038
61	PEBD	20,00	17,60	10,00	176	52,5	88	0,135	0,20	0,005	0,038
62	PEBD	20,00	17,60	10,00	152	45	76	0,120	0,17	0,004	0,022
63	PEBD	20,00	17,60	10,00	128	37,5	64	0,105	0,15	0,003	0,012
64	PEBD	20,00	17,60	10,00	104	30	52	0,090	0,12	0,002	0,006
65	PEBD	20,00	17,60	10,00	80	22,5	40	0,075	0,09	0,001	0,002
66	PEBD	20,00	17,60	10,00	64	17,5	32	0,065	0,07	0,001	0,001
67	PEBD	20,00	17,60	10,00	40	10	20	0,050	0,05	0,000	0,000
68	PEBD	20,00	17,60	10,00	16	2,5	8	0,035	0,02	0,000	0,000

Tabla 26. Cálculo de los ramales portagoteros del sector 2

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
1	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
2	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
3	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
4	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
5	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
6	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
7	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
8	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
9	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
10	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
11	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
12	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
13	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
14	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
15	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
16	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
17	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
18	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
19	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
20	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
21	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
22	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
23	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
24	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
25	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
26	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 26 (Cont.). Cálculo de los ramales portagoteros del sector 2

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
27	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
28	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
29	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
30	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
31	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
32	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
33	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
34	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
35	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
36	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
37	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
38	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
39	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
40	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
41	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
42	PEBD	20,00	17,60	10,00	208	62,5	104	0,155	0,24	0,007	0,07
43	PEBD	20,00	17,60	10,00	192	57,5	96	0,145	0,22	0,006	0,052
44	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
45	PEBD	20,00	17,60	10,00	168	50	84	0,130	0,19	0,004	0,032
46	PEBD	20,00	17,60	10,00	160	47,5	80	0,125	0,18	0,004	0,027
47	PEBD	20,00	17,60	10,00	144	42,5	72	0,115	0,16	0,003	0,018
48	PEBD	20,00	17,60	10,00	136	40	68	0,110	0,16	0,003	0,015
49	PEBD	20,00	17,60	10,00	120	35	60	0,100	0,14	0,002	0,010
50	PEBD	20,00	17,60	10,00	112	32,5	56	0,095	0,13	0,002	0,008
51	PEBD	20,00	17,60	10,00	96	27,5	48	0,085	0,11	0,002	0,004
52	PEBD	20,00	17,60	10,00	88	25	44	0,080	0,10	0,001	0,003

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 26 (Cont.). Cálculo de los ramales portagoteros del sector 2

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
53	PEBD	20,00	17,60	10,00	88	25	44	0,080	0,10	0,001	0,003
54	PEBD	20,00	17,60	10,00	80	22,5	40	0,075	0,09	0,001	0,002
55	PEBD	20,00	17,60	10,00	72	20	36	0,070	0,08	0,001	0,002
56	PEBD	20,00	17,60	10,00	64	17,5	32	0,065	0,07	0,001	0,001
57	PEBD	20,00	17,60	10,00	56	15	28	0,060	0,06	0,001	0,001
58	PEBD	20,00	17,60	10,00	56	15	28	0,060	0,06	0,001	0,001
59	PEBD	20,00	17,60	10,00	48	12,5	24	0,055	0,05	0,001	0,000
60	PEBD	20,00	17,60	10,00	40	10	20	0,050	0,05	0,000	0,000
61	PEBD	20,00	17,60	10,00	32	7,5	16	0,045	0,04	0,000	0,000
62	PEBD	20,00	17,60	10,00	24	5	12	0,040	0,03	0,000	0,000
63	PEBD	20,00	17,60	10,00	24	5	12	0,040	0,03	0,000	0,000
64	PEBD	20,00	17,60	10,00	16	2,5	8	0,035	0,02	0,000	0,000
65	PEBD	20,00	17,60	10,00	8	2,5	4	0,030	0,01	0,000	0,000

Tabla 27. Cálculo de los ramales portagoteros del sector 3

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
1	PEBD	20,00	17,60	10,00	176	52,5	88	0,135	0,20	0,005	0,038
2	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
3	PEBD	20,00	17,60	10,00	184	55	92	0,140	0,21	0,005	0,045
4	PEBD	20,00	17,60	10,00	232	70	116	0,170	0,26	0,008	0,104
5	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	120	0,175	0,27	0,008	0,117
6	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	120	0,175	0,27	0,008	0,117
7	PEBD	20,00	17,60	10,00	240	72,5	120	0,175	0,27	0,008	0,117
8	PEBD	20,00	17,60	10,00	248	75	124	0,180	0,28	0,009	0,132
9	PEBD	20,00	17,60	10,00	248	75	124	0,180	0,28	0,009	0,132
10	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	128	0,185	0,29	0,009	0,148
11	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	128	0,185	0,29	0,009	0,148
12	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	128	0,185	0,29	0,009	0,148
13	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	132	0,190	0,30	0,010	0,166
14	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	132	0,190	0,30	0,010	0,166
15	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	132	0,190	0,30	0,010	0,166
16	PEBD	20,00	17,60	10,00	384	117,5	192	0,265	0,44	0,019	0,655
17	PEBD	20,00	17,60	10,00	536	165	268	0,360	0,61	0,034	2,238
18	PEBD	20,00	17,60	10,00	544	167,5	272	0,365	0,62	0,035	2,364
19	PEBD	20,00	17,60	10,00	552	170	276	0,370	0,63	0,036	2,420
20	PEBD	20,00	17,60	10,00	496	152,5	248	0,335	0,57	0,030	1,681
21	PEBD	20,00	17,60	10,00	440	135	220	0,300	0,50	0,024	1,080
22	PEBD	20,00	17,60	10,00	384	117,5	192	0,265	0,44	0,019	0,655
23	PEBD	20,00	17,60	10,00	344	105	172	0,240	0,39	0,016	0,437
24	PEBD	20,00	17,60	10,00	328	100	164	0,230	0,37	0,015	0,367
25	PEBD	20,00	17,60	10,00	320	97,5	160	0,225	0,37	0,014	0,335
26	PEBD	20,00	17,60	10,00	312	95	156	0,220	0,36	0,013	0,305

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 27 (Cont.). Cálculo de los ramales portagoteros del sector 3

Ramal	Características de la tubería				Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Material	Ø ext (mm)	Ø int (mm)	P nom (mca)	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
27	PEBD	20,00	17,60	10,00	304	92,5	152	0,215	0,35	0,013	0,278
28	PEBD	20,00	17,60	10,00	296	90	148	0,210	0,34	0,012	0,252
29	PEBD	20,00	17,60	10,00	280	85	140	0,200	0,32	0,011	0,206
30	PEBD	20,00	17,60	10,00	272	82,5	136	0,195	0,31	0,010	0,185
31	PEBD	20,00	17,60	10,00	264	80	132	0,190	0,30	0,010	0,166
32	PEBD	20,00	17,60	10,00	256	77,5	128	0,185	0,29	0,009	0,148
33	PEBD	20,00	17,60	10,00	104	30	52	0,090	0,12	0,002	0,006
34	PEBD	20,00	17,60	10,00	88	25	44	0,080	0,10	0,001	0,003
35	PEBD	20,00	17,60	10,00	80	22,5	40	0,075	0,09	0,001	0,002
36	PEBD	20,00	17,60	10,00	64	17,5	32	0,065	0,07	0,001	0,001
37	PEBD	20,00	17,60	10,00	56	15	28	0,060	0,06	0,001	0,001
38	PEBD	20,00	17,60	10,00	40	10	20	0,050	0,05	0,000	0,000
39	PEBD	20,00	17,60	10,00	32	7,5	16	0,045	0,04	0,000	0,000
40	PEBD	20,00	17,60	10,00	16	2,5	8	0,035	0,02	0,000	0,000
41	PEBD	20,00	17,60	10,00	8	2,5	4	0,030	0,01	0,000	0,000

### 2.3.2. Tuberías secundarias

Las tuberías secundarias transportan el agua desde la tubería principal hasta los ramales portagoteros. Se emplearán tuberías de PVC y presión de trabajo de 70 mca., que irán enterradas a una profundidad de 0,80 metros sobre un lecho de arena.

Para cumplir el criterio económico planteado en el cálculo de los ramales portagoteros, las pérdidas de carga máximas admisibles en las tuberías secundarias deben ser el 45 % de la máxima variación de presión admisible dH. Por tanto, se tiene que:

$$h_{r \text{ admisible}} = 0,45 \cdot dH = 0,45 \cdot 6,00 \text{ mca} = 2,70 \text{ mca}$$

Siendo:

- $h_{r \text{ admisibles}}$ : pérdidas de carga admisibles en el ramal portagoteros
- dH: variación máxima de presión

A continuación, se muestra el cálculo aplicado a la tubería que porta mayor caudal, que es la que abastece a los ramales portagoteros del sector 1. El caudal de dicha tubería es de 16,072 m<sup>3</sup>/h y la longitud es de 328 metros.

El diámetro óptimo de la tubería terciaria se deduce mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot 16072} = 61,6 \text{ mm}$$

Siendo:

- D: diámetro óptimo de la tubería secundaria (mm)
- Q: caudal que circula por la tubería (L/h)

El diámetro de la tubería tiene que ser, como mínimo, de 61,6 milímetros. Se van a utilizar tuberías normalizadas de 73 milímetros de diámetro exterior y 71,22 milímetros de diámetro interior.

Las pérdidas de carga totales que se producen en la tubería se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f$$

Siendo:

- $h_r$ : pérdidas de carga en las tuberías secundarias (mca)
- J: pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- F: factor de Christiansen
- $L_f$ : longitud ficticia (m)

El factor de Christiansen está tabulado, para  $l_0 = l$ ,  $\beta = 1,80$  y  $n > 300$ , F toma el valor de 0,357.

La longitud ficticia se calcula sumando la longitud real de la tubería y la longitud equivalente de las pérdidas de carga singulares, que se suponen como el 10 % de la longitud real. Para la tubería más larga, de 323 metros, la longitud ficticia es de 355,3 metros.

También es necesario calcular la velocidad del agua en la tubería, la cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 4,46 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,0712^2} = 1,12 \text{ m/s}$$

Siendo:

- Q: caudal que circula por la tubería (m<sup>3</sup>/s)
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- A: área de la sección interna de la tubería (m<sup>2</sup>)
- D: diámetro interior de la tubería (m)

Una vez calculada la velocidad del agua en el interior de la tubería, se procede al cálculo del número de Reynolds, mediante la fórmula siguiente:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{1,12 \cdot 0,0712}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 79189$$

Siendo:

- Re: número de Reynolds (adimensional)
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- D: diámetro interior de la tubería (m)
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C (m<sup>2</sup>/s)

El fluido se encuentra en régimen turbulento. 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:

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{16072^{1,75}}{71,22^{4,75}} = 0,017$$

Siendo:

- J: pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- Q: caudal que circula por la tubería (L/h)
- D: diámetro interior de la tubería (mm)

Una vez determinados los parámetros anteriores se calculan las pérdidas de carga totales:

$$h_r = J \cdot F \cdot L_f = 0,017 \cdot 0,357 \cdot 355,3 = 2,16 \text{ mca}$$

Dado que 2,16 es menor que 2,70, se verifica la condición  $h_r \leq h_{r \text{ admisible}}$  para la tubería más desfavorable.

El procedimiento anterior se aplica a cada una de las tuberías secundarias como se puede ver en la tabla 28.

Tabla 28. Cálculo de las tuberías secundarias

Sector	Características del tramo				Pérdidas de carga		
	Caudal (L/h)	Longitud (m)	Nº emisores	F	v (m/s)	J (mca/m)	hr (mca)
1	16072	323	8036	0,357	1,12	0,017	2,16
2	11064	312	5532	0,357	0,77	0,009	1,09
3	10352	190	5176	0,357	0,72	0,008	0,59

### 2.3.3. Tubería principal

La tubería principal transporta el agua desde el cabezal de riego hasta cada una de las tuberías terciarias. A continuación, se desarrolla el proceso de cálculo de la tubería principal.

El diámetro óptimo que debe tener la tubería principal se calcula teniendo en cuenta el caudal de la tubería secundaria del sector 1, ya que es donde existe un mayor número de emisores, mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot 16072} = 61,6 \text{ mm}$$

Siendo:

- D: diámetro óptimo de la tubería (mm)
- Q: caudal que circula por la tubería (L/h)

El diámetro de la tubería tiene que ser, como mínimo, de 61,60 milímetros. Se van a utilizar tuberías normalizadas de 73 milímetros de diámetro exterior y 71,22 milímetros de diámetro interior.

Las pérdidas de carga totales que se producen en la tubería principal se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot L \cdot a$$

Siendo:

- $h_r$ : pérdidas de carga en la tubería principal (mca)
- J: pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- L: longitud de la tubería principal (m)
- a: coeficiente de pérdidas de carga en punto singulares

Antes de realizar el cálculo de las pérdidas de carga unitarias, es necesario determinar la velocidad del agua en el interior de la tubería mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 4,46 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,0712^2} = 1,12 \text{ m/s}$$

Siendo:

- Q: caudal que circula por tubería (m<sup>3</sup>/s)
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)

- A: área de la sección interior de la tubería (m<sup>2</sup>)
- D: diámetro interior de la tubería

La velocidad del agua en el interior de la tubería es de 1,12 m/s. una vez obtenido su valor, se puede calcular el número de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{1,12 \cdot 0,0712}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 79189$$

Siendo:

- Re: número de Reynolds (adimensional)
- v: velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- D: diámetro interior de la tubería (m)
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C (m<sup>2</sup>/s)

Para el cálculo de las pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Varonesse-Datei:

$$J = \frac{0,00092}{D^{4,8}} \cdot Q^{1,8} = \frac{0,00092}{0,0712^{4,8}} \cdot 0,00446^{1,8} = 0,0174 \text{ mca/m}$$

Siendo:

- J: pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- Q: caudal que circula por la tubería (m<sup>3</sup>/s)
- D: diámetro interno de la tubería (m)

Una vez calculados todos los parámetros anteriores, se determina el valor de las pérdidas de carga totales en la tubería principal. Se estima un valor de a de 1,15:

$$h_r = J \cdot L \cdot a = 0,0174 \cdot 142 \cdot 1,15 = 2,84 \text{ mca}$$

#### 2.3.4. Resumen de las necesidades de tuberías

En la tabla 29 se observa el resumen de las características de las tuberías.

Tabla 29. Resumen de las características de las tuberías

Tubería	Material	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Presión nominal (mca)	Longitud (m)
R. portagoteros	PEBD	20,00	17,60	10,00	11158
T. secundarias	PVC	73,00	71,22	70,00	825
T. principal	PVC	73,00	71,22	70,00	142

## 2.4. Diseño del cabezal de riego

### 2.4.1. Consideraciones previas

El diseño del cabezal de riego requiere conocer el caudal de agua que va a circular y la presión que debe tener el agua.

No se van a poner en funcionamiento todos los sectores de riego simultáneamente, sino que se van a regar de forma individual. Por ello, se considera que el caudal que va a circular por el cabezal de riego coincide con el mayor caudal de los sectores de riego (sector 1) de 16072 litros por hora. Además, este valor se va a aumentar un 10% para evitar posibles problemas, obteniendo un caudal de 17679,2 litros por hora, es decir, de  $4,91 \cdot 10^{-3}$  metros cúbicos por segundo.

La presión del agua debe de ser suficiente para compensar las pérdidas de carga que se producen en cada ramal portagoteros. Las máximas pérdidas de carga se producen en el ramal portagoteros número 19 del sector 3, con un valor de 2,42 mca. En consecuencia, para que los ramales portagoteros funcionen a una presión de 10 mca, la presión de salida del cabezal de riego debe ser, como mínimo, de 12,42 mca.

### 2.4.2. Filtros

El agua de riego proveniente del pozo propiedad del promotor debe ser filtrada adecuadamente para evitar posibles obturaciones de los goteros y problemas en el equipo de riego. Para ello, se van a emplear dos tipos de filtros, un filtro de arena y un filtro de malla.

#### 2.4.2.1. Filtro de arena

Los filtros de arena consisten en tanques metálicos que contienen una capa de arena en su interior de un espesor no inferior a los 50 centímetros. El agua entra al filtro por la tubuladura superior que se prolonga por el interior del tanque hasta terminar en un deflector que hace que el chorro de agua no incida directamente sobre la capa de arena y la remueva. La salida del agua ya filtrada se realiza por la tubuladura inferior del tanque. Dicha tubería se prolonga por el interior del tanque en unos colectores perforados y protegidos por una especie de malla que evita que el flujo de agua en su salida arrastre la arena hacia afuera.

Se va a adquirir un filtro de arena de 0,60 metros de diámetro. Según las especificaciones del fabricante, el filtro es capaz de trabajar a un caudal máximo de 20 metros cúbicos por hora y contiene 200 kilogramos de arena en su interior.

Las pérdidas de carga que se producen en el filtro de arena son de 2 mca cuando el equipo está limpio y de 4 mca cuando el equipo está sucio.

La limpieza del filtro se realiza con un contralavado, es decir, invirtiendo el sentido de circulación del agua, para lo cual, las tubuladuras de entrada y salida deberán disponer de las derivaciones necesarias de modo que pueda llevarse a cabo la circulación en dirección contraria del flujo de agua para la limpieza, además de para poder eliminar el agua sucia procedente del contralavado.

### 2.4.2.2. Filtro de malla

El filtrado en este tipo de dispositivos se realiza mediante una serie de mallas concéntricas de acero. 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.

El fabricante recomienda un tamaño de orificio de la malla mínimo de 200 mesh.

Para dimensionar la malla se aumentará el caudal un 20% por motivos de seguridad (21,22 m<sup>3</sup>/h) y se aplicará un calor de la velocidad media del agua de 0,4 metros por segundo.

A continuación, se calcula el caudal de filtrado en una malla metálica, según la la tabla 30:

Tabla 30. Relación entre la velocidad media, el caudal y el área de filtrado de la malla

<i>v (m/s)</i>	<i>Q (m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de área neta)</i>	<i>Q (m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de área total)</i>
0,4	1440	446
0,6	2160	670
0,9	3240	1004

Por lo tanto, el caudal será de 446 m<sup>3</sup>/h por cada metro cuadrado de área del filtro. La superficie del filtro de malla se calcula según la siguiente fórmula:

$$S = \frac{21,22 \text{ m}^3/\text{h}}{446 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2} = 0,05 \text{ m}^2$$

En conclusión, se elige un filtro de malla con cuerpo de acero, elementos filtrantes de acero inoxidable, 4" de diámetro, 0,05 m<sup>2</sup> de superficie, longitud de 0,5 m, malla de 200 mesh y luz de malla menor de 143 micras.

### 2.4.3. Equipo de fertirrigación

Se van a instalar cuatro depósitos de 500 litros de capacidad y un depósito de 300 litros. El equipo de fertirrigación se compone por esta serie de depósitos, un inyector de fertilizante, agitadores, válvulas de control y filtros.

Para introducir y dosificar los fertilizantes en el agua de riego se instalará un inyector eléctrico formado por una bomba de pistón y un motor eléctrico de baja potencia, con un caudal máximo de 100 L/h y una presión de 70 mca. La bomba presenta un cabezal de PVC con un motor monofásico de 0,25 CV. El inyector irá colocado entre el filtro de arena y el filtro de malla, para evitar la introducción de precipitados en la red de riego.

El equipo de fertirrigación irá equipado con un contador volumétrico de fertilizantes tipo Woltman, conectado al programador de riego, y una válvula de retención que evitará el paso del agua al inyector.

## 2.4.4. Automatización del riego

La automatización se va a llevar a cabo por volúmenes mediante el empleo de válvulas volumétricas de funcionamiento hidráulico y programación electrónica.

Se utilizará un programador de riego, que permitirá regar la parcela en tres sectores distintos. De este modo, se consigue optimizar el caudal y, por tanto, las secciones de las conducciones, la potencia de bombeo y los costes de instalación.

Dicho programador está dotado de una batería eléctrica de pequeña capacidad. Se transmiten las instrucciones programadas de apertura y cierre de la instalación de riego a un dispositivo hidráulico que mediante microtubos procede a abrir o cerrar la válvula hidráulicamente. Serán necesarias cinco válvulas volumétricas de funcionamiento hidráulico de 3 pulgadas.

## 2.5. Dimensionamiento de la bomba de riego

### 2.5.1. Tubería de aspiración

Las características del pozo propiedad del promotor de donde se va a extraer el agua de riego se muestran en la tabla 31.

Tabla 31. Características del pozo

<i>Parámetro</i>	<i>Valor (m)</i>
Profundidad	12
Nivel estático del agua	6
Nivel dinámico del agua	5

Se realiza una prueba de aforamiento del pozo, el consiste consiste en extraer agua durante 48 horas, para comprobar que el nivel de agua no varía. Una vez realizado, se garantiza que el nivel estático del agua no sobrepasa los 6 metros de profundidad y que el pozo dispone de un caudal de 10 litros por segundo, por lo que se concluye que el aforo del pozo es adecuado para el riego de la plantación.

Una vez conocidos estos parámetros, se va a instalar una tubería de aspiración de 12 metros de longitud de hierro fundido por la cual circulará un caudal máximo de 21,22 m<sup>3</sup>/h.

El diámetro óptimo que debe tener la tubería se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{0,236 \cdot 21220} = 70,76 \text{ mm}$$

Siendo:

- D: diámetro óptimo de la tubería (mm)
- Q: caudal que circula por la tubería (L/h)

El diámetro de la tubería tiene que ser, como mínimo, de 70,76 milímetros. Se va a utilizar una tubería normalizada de 73 milímetros de diámetro exterior y 71 milímetros de diámetro interior.

Las pérdidas de carga totales que se producen en la tubería se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$h_r = J \cdot L \cdot a$$

Siendo:

- $h_r$ : pérdidas de carga en la tubería (mca)
- $J$ : pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- $L$ : longitud de la tubería (m)
- $a$ : coeficiente de pérdidas de carga en punto singulares

Antes de realizar el cálculo de las pérdidas de carga unitarias, es necesario determinar la velocidad del agua en el interior de la tubería mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 5,89 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,071^2} = 1,49 \text{ m/s}$$

Siendo:

- $Q$ : caudal que circula por tubería (m<sup>3</sup>/s)
- $v$ : velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- $A$ : área de la sección interior de la tubería (m<sup>2</sup>)
- $D$ : diámetro interior de la tubería

La velocidad del agua en el interior de la tubería es de 1,40 m/s. una vez obtenido su valor, se puede calcular el número de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta} = \frac{1,49 \cdot 0,071}{1,007 \cdot 10^{-6}} = 105054$$

Siendo:

- $Re$ : número de Reynolds (adimensional)
- $v$ : velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- $D$ : diámetro interior de la tubería (m)
- $\vartheta$ : coeficiente de viscosidad cinemática del agua a 20°C (m<sup>2</sup>/s)

Para el cálculo de las pérdidas de carga unitarias, se utiliza la fórmula de Varonesse-Datei:

$$J = \frac{0,00092}{D^{4,8}} \cdot Q^{1,8} = \frac{0,00092}{0,071^{4,8}} \cdot 0,00589^{1,8} = 0,0291 \text{ mca/m}$$

Siendo:

- $J$ : pérdidas de carga unitarias (mca/m)
- $Q$ : caudal que circula por la tubería (m<sup>3</sup>/s)
- $D$ : diámetro interno de la tubería (m)

Una vez calculados todos los parámetros anteriores, se determina el valor de las pérdidas de carga totales en la tubería. Se estima un valor de  $a$  de 1,15:

$$h_r = J \cdot L \cdot a = 0,0291 \cdot 12 \cdot 1,15 = 0,40 \text{ mca}$$

Por lo tanto, la altura manométrica que debe suministrar la bomba en la tubería de aspiración será igual a la suma de la profundidad de la tubería más las pérdidas de carga calculadas anteriormente, dando como resultado un valor de 10,40 mca.

### 2.5.2. Cálculo de las necesidades de la bomba

La presión de salida del cabezal de riego debe ser de 12,42 mca. A este valor se deben añadir las pérdidas de carga que se producen en el cabezal de riego, tal y como se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Pérdidas de carga del cabezal de riego

<b>Elemento</b>	<b>Pérdidas de carga (mca)</b>
Filtro de arena	2
Filtro de malla	4
Contador	2
Valvulería	5
Inyector de fertilizante	6
Elementos singulares	1,9

La altura manométrica de impulsión se obtiene como la suma de las pérdidas de carga anteriores y la presión necesaria a la salida del cabezal, dando como resultado 33,32 mca.

La altura manométrica total se calcula sumando la altura manométrica de aspiración más la altura manométrica de impulsión, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$H_{total} = H_{aspiración} + H_{impulsión} = 10,40 \text{ mca} + 33,32 \text{ mca} = 43,72 \text{ mca}$$

La potencia teórica de la bomba se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} = \frac{5,89 \cdot 43,72}{75 \cdot 0,75} = 4,58 \text{ CV} = 3,40 \text{ kW}$$

Siendo:

- Q: caudal que debe impulsar la bomba (L/s)
- H: altura manométrica (mca)
- η: rendimiento característico de la bomba (75%)

### 2.5.3. Selección de la bomba

Se va a instalar una electrobomba centrífuga monobloc horizontal normalizada DIN 24255 a 2900 rpm "GNI" de referencia ST2 50-13 / 55.

El fabricante facilita los datos de las características del motor eléctrico monofásico, el cual dispondrá de una potencia de 5,5 CV (4 kW).

### 2.5.4. Valvulería y accesorios

Detrás de la bomba se va a situar una ventosa, que será trifuncional.

Se va a colocar 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 van a colocar válvulas de compuerta al principio y al final del cabezal, así como válvulas de mariposa en el equipo de fertirrigación con el fin de poder cerrar manualmente en caso de averías.

La toma rápida de presión y el manómetro se van a situar detrás de la bomba, después de la ventosa y la válvula de retención.

A la salida del cabezal de riego se va a instalar un contador de tipo Woltman, con emisor de impulsos para la automatización por volúmenes de la instalación y cuantificación de caudales máximos, medios e instantáneos, así como volúmenes parciales y totales por unidades y para toda la instalación.

La instalación va a ir dotada de codos de 90º, TE normales, TE reducidas, conos de reducción, manguitos de unión, portabridas, bridas, racores y collarines de toma necesarios.

### **3. Instalación eléctrica**

#### **3.1. Legislación**

La instalación debe cumplir la siguiente normativa:

- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecargas.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.
- Normas NI de Iberdrola.

#### **3.2. Descripción general de la instalación**

La instalación eléctrica se va a diseñar desde el transformador, situado en un poste de hormigón armado junto con la caja de protección y medida, conectados entre sí mediante la línea general de alimentación.

La derivación individual conectará la caja de protección y medida con el cuadro general de mando y protección, situado en el interior de caseta de riego.

La instalación eléctrica interior se va a componer de 4 circuitos independientes: el circuito de alumbrado, el circuito de elementos de riego, el circuito de tomas de corriente y el circuito de la bomba de riego. Se trata de una instalación con necesidades eléctricas bajas, por lo que la corriente administrada será en monofásico.

### 3.3. Necesidades de potencia

#### 3.3.1. Circuito de alumbrado

El cálculo de los niveles de iluminación que debe tener el interior de la caseta de riego se va a determinar mediante el método de flujo. La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general.

Antes de realizar el cálculo, se deben conocer los siguientes datos de entrada:

- Nivel de iluminación media: 150 lux.
- Tipo de lámparas: tubos LED de 3700 lm con protección IP 20.
- Altura de suspensión: 0 metros.
- Plano de trabajo: suelo (0 metros).

A continuación, se calcula el índice del local mediante la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Siendo:

- k: índice del local.
- a: longitud del local (metros).
- b: anchura del local (metros).
- h: altura del local (metros).

El índice del local da como resultado el siguiente valor:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6 \cdot 5}{3 \cdot (6 + 5)} = 1$$

El factor de reflexión del techo, las paredes y el suelo se determinan por medio de la tabla 33:

Tabla 33. Factor de reflexión del interior del local

	<b>Color</b>	<b>Factor de reflexión (ρ)</b>
<b>Techo</b>	Blanco o muy blanco	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
<b>Paredes</b>	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
<b>Suelo</b>	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Se considera que el color del techo es medio, por lo que se toma un valor del factor de reflexión del techo igual a 0,3. Además, el color de las paredes también es medio, dando lugar a un factor de reflexión de 0,3.

El factor de utilización se determina a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados por los fabricantes en la tabla 34.

Tabla 34. Factor de utilización

Índice del local (k)	Factor de utilización ( $\eta$ )								
	Factor de reflexión del techo								
	0,7			0,5			0,3		
	Factor de reflexión de las paredes								
	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1
1	0,28	0,22	0,16	0,25	0,22	0,16	0,26	0,22	0,16
1,2	0,31	0,27	0,20	0,30	0,27	0,20	0,30	0,27	0,20
1,5	0,39	0,33	0,26	0,36	0,33	0,26	0,36	0,33	0,26
2	0,45	0,40	0,35	0,44	0,40	0,35	0,44	0,40	0,35
2,5	0,52	0,46	0,41	0,49	0,46	0,41	0,49	0,46	0,41
3	0,54	0,50	0,45	0,53	0,50	0,45	0,53	0,50	0,45
4	0,61	0,56	0,52	0,59	0,56	0,52	0,56	0,56	0,52
5	0,63	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56	0,62	0,60	0,56
6	0,68	0,63	0,60	0,66	0,63	0,60	0,65	0,63	0,60
8	0,71	0,67	0,64	0,69	0,67	0,64	0,68	0,67	0,64
10	0,72	0,70	0,67	0,71	0,70	0,67	0,71	0,70	0,67

Sabiendo que el índice del local es igual a 1, el factor de reflexión del techo es 0,3 y el factor de reflexión de las paredes es 0,3, se obtiene un valor del factor de utilización igual a 0,22.

Por último, se determina un factor de mantenimiento del local igual a 0,8. Este factor depende fundamentalmente de la frecuencia de limpieza del local.

A continuación, se calcula el flujo luminoso total necesario, mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} = \frac{150 \cdot 30}{0,22 \cdot 0,80} = 25568,18 \text{ lm}$$

Siendo:

- $\Phi_T$ : flujo luminoso total (lúmenes).
- E: iluminación media deseada (lux).
- S: superficie del plano de trabajo.
- $\eta$ : factor de utilización.
- $f_m$ : factor de mantenimiento.

El número de luminarias necesarias se determina con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} = \frac{25568,18}{2 \cdot 3700} = 3,46 \cong 4 \text{ luminarias}$$

Siendo:

- N: número de luminarias
- $\Phi_T$ : flujo luminoso total (lúmenes).
- $\Phi_L$ : flujo luminoso de una lámpara (lúmenes).

- n: número de lámparas por luminaria.

Una vez que se ha calculado el número mínimo de lámparas y luminarias se procede a distribuir las sobre la planta del local (Plano 10).

Se van a instalar cuatro luminarias LED de 50 W cada una para la iluminación del interior de la caseta, una luminaria de emergencia de 8 W y un foco LED de 60 W para la iluminación exterior de la caseta de riego. El factor de potencia del circuito de alumbrado es de 0,9. A continuación, se calcula la potencia total requerida en el funcionamiento de este circuito mediante la siguiente fórmula:

$$P_{\text{alumbrado}} = 50 \text{ W} \cdot 4 + 8 \text{ W} + 60 \text{ W} = 268 \text{ W}$$

### 3.3.2. Circuito de la bomba de riego

La bomba de riego tiene una potencia de 4 kW. El factor de potencia del circuito es de 0,85.

### 3.3.3. Circuito de elementos del riego

El inyector de fertilizante tiene una potencia de 180 W y el programador de riego demanda 50 W. El factor de potencia del circuito es de 0,85. A continuación, se calcula la potencia total requerida en el funcionamiento de este circuito mediante la siguiente fórmula:

$$P_{\text{elementos del riego}} = 180 \text{ W} + 50 \text{ W} = 230 \text{ W}$$

### 3.3.4. Circuito de tomas de corriente

Además, se van a instalar dos tomas de corriente monofásicas para la conexión de máquinas y herramientas auxiliares. Este circuito va a suministrar una potencia de 2500 W.

El factor de potencia del circuito es de 0,85. A continuación, se calcula la potencia total requerida en el funcionamiento de este circuito mediante la siguiente fórmula:

$$P_{\text{tomas de corriente}} = 2500 \text{ W}$$

### 3.3.4. Potencia total

La potencia activa (P) necesaria en la instalación eléctrica se calcula sumando la potencia requerida en cada circuito.

La potencia reactiva (Q) se calcula mediante el producto de la potencia activa por la tangente del ángulo  $\varphi$  obtenido a partir del factor de potencia de cada circuito.

En la tabla 35 se muestra el cálculo de la potencia activa y reactiva de cada circuito, obteniendo la potencia total necesaria en la instalación eléctrica.

Tabla 35. Potencia activa y reactiva de la instalación eléctrica

<b>Equipo</b>	<b>Potencia activa (P)</b>	<b>Potencia reactiva (Q)</b>
<b>Alumbrado</b>	268 W	129,80 VAr
<b>Elementos de riego</b>	230 W	142,55 VAr
<b>Tomas de corriente</b>	2500 W	1549,46 VAr
<b>Bomba de riego</b>	4000 W	2479,14 VAr
<b>TOTAL</b>	6998 W	4300,95 VAr

Debido a que las necesidades totales de potencia no son elevadas, se considera un factor de simultaneidad de 1 para la instalación eléctrica.

El factor de potencia referente a la instalación eléctrica total se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = Q/P = 4300,95 \text{ VAr}/6998 \text{ W} = 0,61 ; \varphi = \operatorname{arctg}(0,61) = 31,38^\circ$$

$$\cos(\varphi) = \cos(31,38^\circ) = 0,85$$

### 3.4. Criterios de cálculo

Se va a utilizar un cable de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), cubierta exterior de PVC y con una tensión nominal de 0,6/1 kV. Su designación es RV 0,6/1 kV 3G Cu y se va a utilizar en toda la instalación eléctrica.

Se va a instalar un interruptor general automático con un poder de corte de 4500 A.

Se va a considerar como origen de la instalación la salida del transformador, y se van a aplicar como caídas de tensión máximas admisibles las de un 4,5 % para alumbrado y un 6,5 % para el resto de circuitos.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor se van a dimensionar para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Los cables de la instalación interior irán en tubos en montaje superficial sobre la pared en el caso de los circuitos de la bomba de riego, tomas de corriente y elementos del riego y sobre el techo en el caso del circuito de alumbrado. El cable de la derivación individual va a ir enterrado en el terreno en una zanja de 0,70 metros de profundidad. El cable de la línea general de alimentación se va a instalar unido a la superficie del poste donde se encuentran el transformador y la Caja de Protección y Medida.

El cálculo de la sección mínima se va a realizar mediante los criterios de intensidad de corriente máxima (cálculo por calentamiento) y caída máxima admisible de tensión (cálculo por caída de tensión). Para el primer criterio es necesario conocer la intensidad de cálculo que recorra la línea, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

Siendo:

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

- P: potencia de cálculo (W)
- U: tensión nominal (230 V en monofásico)
- $\cos\phi$ : factor de potencia

Conocida la intensidad de cálculo, se determina la intensidad de diseño, dividiendo la primera entre una serie de factores correctores, específicos de cada situación.

Una vez calculada la intensidad de diseño, y en base a ésta, se determina la sección óptima del cable mediante las tablas correspondientes presentes en el REBT.

A continuación, se calcula la caída de tensión de la línea mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s}$$

Siendo:

- l: longitud de la línea (m)
- P: potencia de cálculo (W)
- $\gamma$ : conductividad eléctrica ( $m/\Omega \cdot mm^2$ )
- U: tensión nominal (230 V en monofásico)
- s: sección del conductor ( $mm^2$ )

La caída de tensión debe ser menor que la caída de tensión máxima admisible, especificada anteriormente.

### 3.5. Cálculo de la instalación eléctrica

#### 3.5.1. Cálculo del circuito de alumbrado

En primer lugar, se determina la intensidad real mediante la siguiente fórmula:

$$I_{real} = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{268 \text{ W}}{1 \cdot 230 \text{ V} \cdot 0,90} = 1,29 \text{ A}$$

A continuación, se calcula la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 1,00, para temperaturas de 40°C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,95, para 1 circuitos sobre el techo.

$$I_{diseño} = \frac{1,29 \text{ A}}{1,00 \cdot 0,95} = 1,36 \text{ A}$$

Se obtiene una intensidad de diseño de 1,36 amperios, por lo que teóricamente se utilizaría una sección de cable de 1,5 milímetros cuadrados. Sin embargo, por motivos de seguridad y con vistas a una posible ampliación en el futuro, se utilizará la sección de cable inmediatamente superior de 2,5 milímetros cuadrados.

La caída de tensión admisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 268}{47,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 0,12$$

$$\%_{caída} = \frac{0,12}{230} \cdot 100 = 0,05\%$$

El porcentaje de caída de tensión es igual 0,05% y es menor que 4,5%. Por lo tanto, la sección del cable calculada es válida para este circuito.

### 3.5.2. Cálculo del circuito de elementos del riego

En primer lugar, se determina la intensidad real mediante la siguiente fórmula:

$$I_{real} = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{1,25 \cdot 180 + 50 W}{1 \cdot 230 V \cdot 0,85} = 1,41 A$$

A continuación, se calcula la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 1,00, para temperaturas de 40°C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,70, para 3 circuitos agrupados sobre la pared.

$$I_{diseño} = \frac{1,41 A}{1,00 \cdot 0,70} = 2,01 A$$

Se obtiene una intensidad de diseño de 2,01 amperios, por lo que teóricamente se utilizaría una sección de cable de 1,5 milímetros cuadrados. Sin embargo, por motivos de seguridad y con vistas a una posible ampliación en el futuro, se utilizará la sección de cable inmediatamente superior de 2,5 milímetros cuadrados.

La caída de tensión admisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 275}{47,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 0,04$$

$$\%_{caída} = \frac{0,04}{230} \cdot 100 = 0,02\%$$

El porcentaje de caída de tensión es igual 0,02% y es menor que 6,5%. Por lo tanto, la sección del cable calculada es válida para la instalación eléctrica.

### 3.5.3. Cálculo del circuito de tomas de corriente

En primer lugar, se determina la intensidad real mediante la siguiente fórmula:

$$I_{real} = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{2500 W}{1 \cdot 230 V \cdot 0,85} = 12,79 A$$

A continuación, se calcula la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 1,00, para temperaturas de 40°C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,70, para 3 circuitos agrupados sobre la pared.

$$I_{diseño} = \frac{12,79 A}{1,00 \cdot 0,70} = 18,27 A$$

Se obtiene una intensidad de diseño de 18,27 amperios, por lo que teóricamente se utilizaría una sección de cable de 2,5 milímetros cuadrados. Sin embargo, por motivos de seguridad y con vistas a una posible ampliación en el futuro, se utilizará la sección de cable inmediatamente superior de 4 milímetros cuadrados.

La caída de tensión admisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 2500}{47,6 \cdot 230 \cdot 4} = 0,69$$

$$\%_{caída} = \frac{0,69}{230} \cdot 100 = 0,3\%$$

El porcentaje de caída de tensión es igual 0,3% y es menor que 6,5%. Por lo tanto, la sección del cable calculada es válida para la instalación eléctrica.

### 3.5.3. Cálculo del circuito de la bomba de riego

En primer lugar, se determina la intensidad real mediante la siguiente fórmula:

$$I_{real} = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{1,25 \cdot 4000 W}{1 \cdot 230 V \cdot 0,85} = 25,58 A$$

A continuación, se calcula la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 1,00, para temperaturas de 40°C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,70, para 3 circuitos agrupados sobre la pared.

$$I_{diseño} = \frac{25,58 A}{1,00 \cdot 0,70} = 36,54 A$$

Se obtiene una intensidad de diseño de 36,54 amperios, por lo que teóricamente se utilizaría una sección de cable de 6 milímetros cuadrados. Sin embargo, por motivos de seguridad y con vistas a una posible ampliación en el futuro, se utilizará la sección de cable inmediatamente superior de 10 milímetros cuadrados.

La caída de tensión admisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{2 \cdot 7,5 \cdot 5000}{47,6 \cdot 230 \cdot 10} = 0,69$$

$$\%_{caída} = \frac{0,69}{230} \cdot 100 = 0,30\%$$

El porcentaje de caída de tensión es igual 0,30% y es menor que 6,5%. Por lo tanto, la sección del cable calculada es válida para la instalación eléctrica.

### 3.5.4. Cálculo de la derivación individual

La derivación individual conecta la Caja de Protección y Medida (CPM) con el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP). Se trata de una línea monofásica de corto recorrido. El cable se va a instalar enterrado en una zanja de 0,70 metros de profundidad entre el poste y la caseta de riego.

En primer lugar, se determina la intensidad real mediante la siguiente fórmula:

$$I_{real} = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{6998 \text{ W}}{1 \cdot 230 \text{ V} \cdot 0,85} = 35,80 \text{ A}$$

A continuación, se calcula la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 1,00, para una temperatura del terreno de 25°C, un coeficiente de corrección de 1,00 para una resistividad térmica del terreno de 1 K·m/W, un coeficiente de corrección de 1,00 por agrupamiento y un coeficiente de corrección de 1,00 por la profundidad de 0,70 metros de la zanja.

$$I_{diseño} = \frac{35,80 \text{ A}}{1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00} = 35,80 \text{ A}$$

Se obtiene una intensidad de diseño de 35,80 amperios, por lo que teóricamente se utilizaría una sección de cable de 6 milímetros cuadrados. Sin embargo, por motivos de seguridad y con vistas a una posible ampliación en el futuro, se utilizará la sección de cable inmediatamente superior de 10 milímetros cuadrados.

La caída de tensión admisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 6998}{47,6 \cdot 230 \cdot 10} = 0,64$$

$$\%_{caída} = \frac{0,64}{230} \cdot 100 = 0,28\%$$

El porcentaje de caída de tensión es igual 0,28% y es menor que 6,5%. Por lo tanto, la sección del cable calculada es válida para la instalación eléctrica.

### 3.5.5. Cálculo de la línea general de alimentación

La línea general de alimentación cumple la función de transportar la electricidad desde el transformador, situado en un poste en el exterior de la caseta de riego, hasta la Caja de Protección y Medida, sobre el mismo. El cálculo se realiza de la misma forma que la derivación individual.

En primer lugar, se determina la intensidad real mediante la siguiente fórmula:

$$I_{real} = \frac{P}{K \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{6998 \text{ W}}{1 \cdot 230 \text{ V} \cdot 0,85} = 35,80 \text{ A}$$

A continuación, se calcula la intensidad de diseño, considerando una serie de coeficientes. Se va a emplear un coeficiente de corrección por temperatura de 1,00,

para temperaturas de 40°C y un coeficiente de corrección por agrupamiento de 0,80, para 3 conductores agrupados sobre la pared.

$$I_{diseño} = \frac{35,80 A}{1,00 \cdot 0,80} = 44,75 A$$

Se obtiene una intensidad de diseño de 44,75 amperios, por lo que teóricamente se utilizaría una sección de cable de 16 milímetros cuadrados. Sin embargo, por motivos de seguridad y con vistas a una posible ampliación en el futuro, se utilizará la sección de cable inmediatamente superior de 25 milímetros cuadrados.

La caída de tensión admisible se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot s} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 6998}{47,6 \cdot 230 \cdot 25} = 0,15$$

$$\%caída = \frac{0,15}{230} \cdot 100 = 0,07\%$$

El porcentaje de caída de tensión es igual 0,07% y es menor que 6,5%. Por lo tanto, la sección del cable calculada es válida para la instalación eléctrica.

### 3.5.6. Toma de tierra

El cableado de puesta a tierra estará formado por cables de las mismas características que los empleados en fase en cada uno de los circuitos.

Para calcular la resistencia a tierra se emplea la siguiente fórmula:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- R: resistencia ( $\Omega$ ).
- $\rho$ : resistividad real del terreno, se estima 500  $\Omega/m$ .
- L: longitud del anillo (m).

Se estima una resistencia máxima del terreno de 37  $\Omega$ , ya que la instalación no va a contar con pararrayos, según la NTE. La longitud del anillo del conductor de tierra enterrado horizontalmente es igual al perímetro de la caseta de riego, es decir, de 22 metros.

A continuación, se calcula la resistencia del anillo de la toma de tierra:

$$R_{anillo} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{500 \frac{\Omega}{m}}{22 m} = 45,45 \Omega$$

Una vez conocido este valor, se procede al cálculo del número de picas que van a ser necesarias en la instalación:

$$\frac{1}{R_{TOTAL}} = \frac{1}{R_{anillo}} + \frac{1}{R_{picas}}; R_{picas} = \frac{1}{\frac{1}{37} - \frac{1}{45,45}} = 208,13 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{picas}} = n \cdot \frac{1}{R_{picas}}; \frac{1}{208,13 \Omega} = n \cdot \frac{1}{\frac{\rho}{L}}; \frac{1}{208,13} = n \cdot \frac{L}{\rho}; n = \frac{\rho}{150 \cdot L} = \frac{500 \Omega \cdot m}{208,13 \Omega \cdot 2 m} = 1,20 \approx 2 picas$$

Se va a instalar un punto de conexión de puesta a tierra, situado en el perímetro exterior de la caseta de riego. Va a estar formado por un cajetín plástico que contendrá el borne de conexión y el empalme con la instalación interior. La puesta a tierra va a estar constituida por un anillo difusor de cobre de 35 milímetros cuadrados de sección de sección y dos picas de acero revestido de cobre. La conexión del centro de transformación a la red de tierra se va a realizar igualmente con cable de cobre desnudo de 50 milímetros cuadrados. La profundidad mínima de enterrado del anillo va a ser de 0,60 metros y deberá separarse un mínimo de 1,50 metros de las aristas del poste.

### 3.5.7. Transformador

A partir de la potencia aparente, y considerando un rendimiento del 80 %, se calcula la potencia del transformador a instalar:

$$P_{transformador} = \frac{8214,02 VA}{0,80} = 10267,53 VA$$

Debido a las necesidades de potencia de la instalación, y a que el suministro eléctrico se realiza mediante una línea de 20 kV, se opta por instalar un transformador trifásico en baño de aceite de 25 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión en el primario y 420 V de tensión de secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia. La tensión de cortocircuito será del 4 %, la resistencia de cortocircuito de 20 mΩ y reactancia de cortocircuito de 62 mΩ. La elección de este transformador se ha realizado en base a la recomendación UNESA 5204.

El transformador y todos sus elementos se van a instalar sobre un poste de hormigón armado de 9 metros. La cimentación se realizará con hormigón, considerando terreno normal con coeficiente de compresibilidad de 12 kg/cm<sup>2</sup> y esfuerzo útil del poste de 1000 daN. Las dimensiones de la cimentación serán de 1,20 x 1,20 x 1,50 metros.

### 3.6. Intensidad del cortocircuito en baja tensión

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito la empresa distribuidora proporciona el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de enganche a la red eléctrica, que es de 350 MVA.

Se va a calcular la intensidad de cortocircuito en el CGMP de la caseta de riego. En primer lugar, es necesario calcular la resistencia de fase de la derivación individual y de la línea general de distribución, empleando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Siendo:

- R: resistencia en fase ( $\Omega$ ).
- P: resistividad del material conductor a 20 °C. Para el cobre toma un valor de 0,018  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- L: longitud del conductor (m).
- S: sección del conductor de fase ( $\text{mm}^2$ ).

Una vez conocida la resistencia de fase se calcula la intensidad de cortocircuito, empleando la siguiente fórmula:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Siendo:

- $I_{CC}$ : intensidad del cortocircuito (A).
- U: tensión de alimentación de fase a neutro (V).
- R: resistencia de fase entre el punto considerado y la alimentación ( $\Omega$ ).

A continuación, se calculan las intensidades de cortocircuito para la línea general de alimentación y para la derivación individual.

### 3.6.1. Intensidad del cortocircuito de la línea general de alimentación

La línea general de alimentación está constituida por un cable de aluminio de 25 milímetros cuadrados de sección y longitud 3 metros. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,018 \cdot 3}{25} = 0,0022 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,0022  $\Omega$ . Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0022} = 83636 A$$

La intensidad de cortocircuito en la línea general de alimentación es de 83636 A.

### 3.6.2. Intensidad del cortocircuito de la derivación individual

La derivación individual está constituida por un cable de aluminio de 10 milímetros cuadrados de sección y longitud 5 metros. Por tanto, la resistencia de fase será la siguiente:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,018 \cdot 5}{10} = 0,009 \Omega$$

La resistencia de fase es de 0,009  $\Omega$ . Una vez calculada la resistencia de fase se determina la intensidad de cortocircuito, como se puede ver a continuación:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,009} = 20444 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito en la derivación individual es de 20444 A.

### 3.7. Caja de protección y medida

En la caja de protección y medida, situada en el poste donde esté instalado el transformador, se dispondrán fusibles en cada uno de los conductores de fase con un poder de corte al menos igual a la intensidad de cortocircuito en dicho punto, que es de 83636 A. También dispondrán de un borne de conexión para el neutro. Los fusibles serán de tipo NH de 250 A.

### 3.8. Cuadro general de mando y protección

El cuadro general de mando y protección estará situado en el interior de la caseta de riego, amarrado a la pared. Todos los elementos de protección instalados en dicho cuadro serán de corte omipolar con una tensión asignada de 230 V y posibilidad de accionamiento manual.

El cuadro general de mando y protección va a disponer de los siguientes dispositivos:

- Interruptor de control de potencia de 20 kW.
- Un interruptor automático magnetotérmico de 40 A y 230 V, curva C y poder de corte de 35 kA que permite su accionamiento manual y protege todas las distribuciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial automático de 40 A de intensidad, 300 mA de sensibilidad y 230 V de tensión nominal.
- Circuito de alumbrado: interruptor automático magnetotérmico de 3 A de intensidad nominal, 230 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de elementos del riego: interruptor automático magnetotérmico de 3 A de intensidad nominal, 230 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de tomas de corriente: interruptor automático magnetotérmico de 20 A de intensidad nominal, 230 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.
- Circuito de la bomba de riego: interruptor automático magnetotérmico de 40 A de intensidad nominal, 230 V de tensión nominal, capaz de soportar intensidades de cortocircuito de 35 kA.

### 3.9. Tarifación eléctrica

A continuación, se va a calcular una estimación aproximada de la tarifa básica de energía eléctrica. Este dato va a resultar útil a la hora de realizar la evaluación económica del proyecto.

La tarifa básica de energía eléctrica se calcula sumando el término de facturación de potencia más el término de facturación de energía, como se indica en la siguiente fórmula:

$$\text{Tarifa básica} = T_p + T_e$$

El término de facturación de potencia se calcula mediante la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que se va a contratar una potencia de 8 kW y el precio del término de potencia actual es de 41,47 €/kW y año.

$$\begin{aligned} T_p &= \text{Potencia contratada (kW)} \cdot \text{Precio término de potencia} \left( \frac{\text{€}}{\text{kW}} \text{ y año} \right) \\ &= 8 \text{ kW} \cdot 41,47 \frac{\text{€}}{\text{kW}} \text{ y año} = 331,76 \text{ €/año} \end{aligned}$$

Por su parte, el término de facturación de energía se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\begin{aligned} T_e &= \text{Energía consumida (kWh)} \cdot \text{Precio término de energía} \left( \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) \\ &= 78 \text{ kWh} \cdot 0,14 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 10,92 \text{ € al año} \end{aligned}$$

En conclusión, se estima un coste eléctrico anual aproximado de 342,68 €.

# **ANEJO VIII. PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



## ÍNDICE DEL ANEJO VIII

1. Introducción.....	5
2. Programación de la ejecución.....	5
3. Diagrama Gantt .....	6
4. Gráfico PERT .....	7

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fecha de inicio y fin de las actividades para la ejecución del proyecto	5
--	---



## ANEJO VIII. PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### 1. Introducción

El objetivo del presente anejo es programar las actividades necesarias para la ejecución de las obras y las labores de plantación. Se va a establecer el tiempo mínimo necesario para llevar a cabo cada una de ellas.

Las obligaciones que se deben cumplir en cuanto a la programación, ejecución y control de las obras por parte de los agentes que participan en el proyecto se recogen en la Ley 38/1999 de Ordenaciones de la Edificación (BOE nº266, 6/11/1999). Además, en el Pliego de Condiciones del proyecto vienen determinadas las actuaciones que le corresponden a cada uno de los agentes.

### 2. Programación de la ejecución

La organización de las actividades se debe programar en un orden lógico y adecuado, con el fin de efectuar correctamente cada una de ellas sin que se perjudiquen entre sí. La solicitud de los diferentes permisos y licencias necesarios para la ejecución del proyecto se realizará antes del comienzo de las obras.

En la tabla 1 se muestran las distintas actividades necesarias para la ejecución del proyecto. A cada actividad se le asigna una fecha de inicio y una fecha de fin.

Tabla 1. Fecha de inicio y fin de las actividades para la ejecución del proyecto

Nº	Actividad	Inicio	Fin	Duración (días)
1	Solicitud de permisos	01/07/2019	31/07/2019	31
2	Replanteo general	01/08/2019	05/08/2019	5
3	Explanación de la edificación	06/08/2019	09/08/2019	3
4	Construcción caseta de riego	10/08/2019	31/08/2019	21
5	Instalación eléctrica	01/09/2019	10/09/2019	10
6	Instalación cabezal de riego	10/09/2019	30/09/2019	20
7	Desfonde	01/09/2019	10/09/2019	10
8	Pase de grada de discos	01/10/2019	10/10/2019	10
9	Instalación sistema de riego enterrado	20/11/2019	05/01/2020	35
10	Pase cultivador	10/01/2020	20/01/2020	10
11	Recepción y acondicionamiento de los plántones	01/02/2020	10/02/2020	10
12	Replanteo y marcado	20/02/2020	25/02/2020	5
13	Plantación	25/02/2020	05/03/2020	18
14	Instalación sistema de riego superficial	05/03/2020	09/03/2020	3
15	Riego de plantación	10/03/2020	10/03/2020	1
16	Revisión de plantas	10/03/2020	20/03/2020	10
17	Poda de plantación	10/03/2020	20/03/2020	10
18	Colocación protectores de troncos	20/03/2020	30/03/2020	10
19	Colocación tutores	20/03/2020	30/03/2020	10
20	Reposición de mallas	20/05/2020	30/05/2020	10

### 3. Diagrama Gantt

En la figura 1 se muestra el diagrama Gantt de las actividades programadas para la ejecución del proyecto.

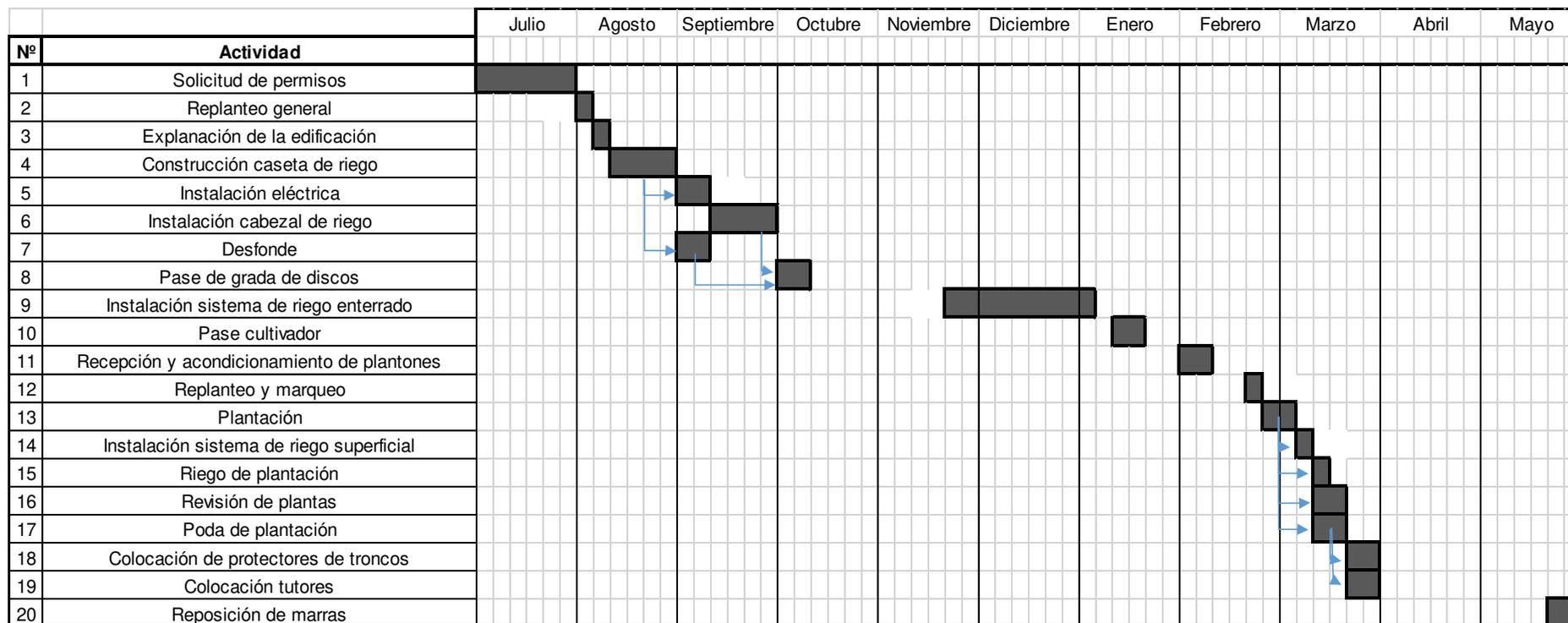


Figura 1. Diagrama Gantt de las actividades programadas para la ejecución del proyecto

#### 4. Gráfico PERT

En la figura 2 se muestra el gráfico PERT de las actividades programadas para la ejecución del proyecto.

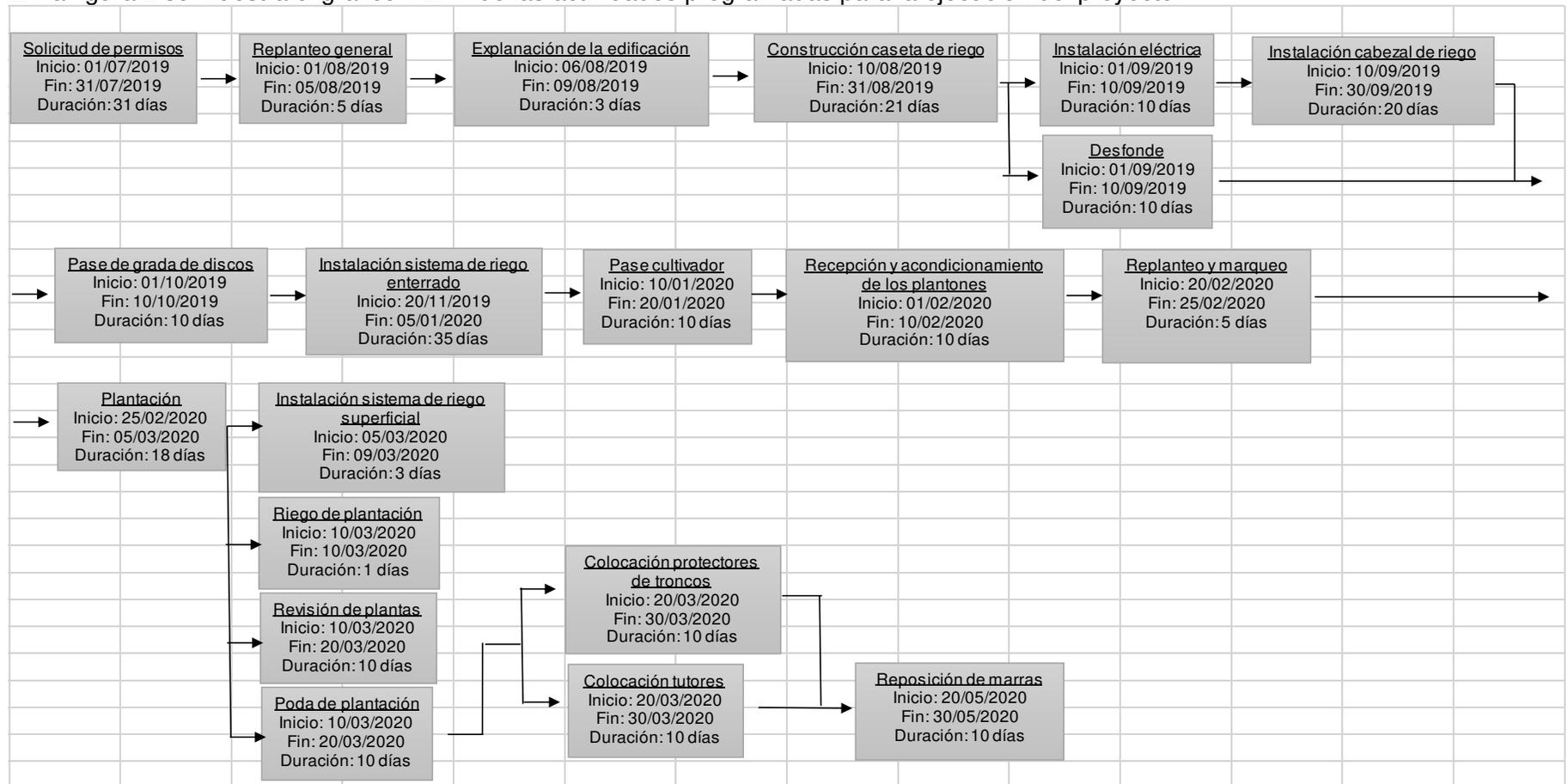


Figura 2. Gráfico PERT de las actividades programadas para la ejecución del proyecto

# **ANEJO IX: NORMAS PARA LA EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



## ÍNDICE ANEJO IX

1. Condiciones generales .....	5
1.1. Introducción.....	5
1.2. Aspectos que regula.....	5
2. Labores de cultivo .....	5
3. Maquinaria.....	5
3.1. Características .....	5
3.2. Destino de la maquinaria.....	6
3.3. Mantenimiento y averías.....	6
3.4. Seguridad personal y manejo .....	6
3.5. Reglamentación .....	6
4. Instalación del riego.....	6
5. Mano de obra .....	6
6. Materias primas.....	7
6.1. Material vegetal .....	7
6.1.1. Etiqueta .....	7
6.1.2. Factura .....	7
6.1.3. Garantía .....	8
6.2. Fertilizantes.....	8
6.2.1. Recomendaciones de aplicación .....	8
6.2.2. Fertirrigación .....	8
6.2.3. Definiciones.....	9
6.2.4. Composición y pureza .....	9
6.2.5. Riqueza .....	10
6.2.6. Envases y etiquetas .....	10
6.2.7. Facturas .....	10
6.3. Fitosanitarios .....	10
6.3.1. Normativa .....	10
6.3.2. Envases y etiquetas .....	11
6.3.3. Facturas .....	11
6.3.4. Manejo .....	11
6.3.5. Fraudes .....	11
7. Medidas de seguridad e higiene y protección general .....	11
7.1. Riesgos mecánicos .....	11
7.2. Riesgos de incendios .....	11
7.3. Seguridad e higiene.....	12
8. Modificaciones.....	12



## **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 puede 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.

El titular de la explotación queda facultado para introducir aquellas innovaciones o modificaciones que estime conveniente, 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 del riego**

En la instalación de riego se deberá vigilar el adecuado funcionamiento de los goteros especialmente, evitando obturaciones en los mismos que dificulten un riego homogéneo. Además, se tendrá cuidado en que todo el sistema de riego funcione de manera idónea.

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 mca.

Se deberá revisar la instalación de riego semanalmente, comprobando el correcto funcionamiento de la instalación.

## **5. Mano de obra**

En todo lo referente a la contratación, seguros sociales y descansos se ha de tener en cuenta la normativa vigente.

Como bien se ha explicado en las necesidades de mano de obra, únicamente se va a contratar mano de obra eventual cuando sea necesaria, por lo que la única persona fija será el propietario de la explotación.

La duración de la jornada eventual 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.

## **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 unos días antes del momento de plantación, se deben conservar a la sombra. Al tratarse de plantas con un pequeño tiesto lleno de tierra vegetal, aguantarán más tiempo que las tradicionales hasta el momento de su plantación.

Las plantas que se vayan a reservar para realizar la reposición de marras durante la primavera deben ser conservadas a la sombra y regadas frecuentemente.

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.

#### **6.1.1. Etiqueta**

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, el patrón, 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.

#### **6.1.2. Factura**

La factura debe ser lo suficientemente detallada. Se debe desglosar el importe del material por separado correspondiente a plantones, 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.

### **6.1.3. Garantía**

Si se detectara alguna anomalía durante su recepción, tales como plantas en mal estado 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 el proceso mediante el cual se aportan los nutrientes necesarios para un desarrollo adecuado del almendro. 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.

### **6.2.1. 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. 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.
- 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.

### **6.2.2. Fertirrigación**

Se van a emplear fertilizantes líquidos. Los fertilizantes específicos se detallan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

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.

### 6.2.3. 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 minerales 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 NO<sub>3</sub> 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 minerales y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación.
- Fertilizante químico. 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 minerales, especialmente nitrógeno y fósforo, 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.

### 6.2.4. Composición y pureza

Los fertilizantes que se van a utilizar deben cumplir las siguientes normas en cuanto a composición y pureza:

- 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.

El capataz de la explotación puede encargar un análisis de los fertilizantes empleados si tiene motivos de sospecha.

### **6.2.5. Riqueza**

La riqueza de los productos empleados 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 debe diseñar un programa de abonado distinto que se ajuste a las necesidades que se presenten en ese momento.

### **6.2.6. 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.

No se utilizarán los productos cuya etiqueta esté en mal estado, bien sea rota o borrosa, ya que puede conllevar un fraude.

### **6.2.7. Facturas**

Las facturas deben estar lo suficientemente detalladas. Se realizará una factura para cada tipo de fertilizante. En ella se debe contemplar el nombre del fertilizante que se ha vendido y la riqueza de éste. La factura se hará efectiva después de que se haya entregado el material.

## **6.3. Fitosanitarios**

### **6.3.1. Normativa**

Los productos fitosanitarios que se usen en la explotación deberán atenerse a la normativa oficial vigente, y en concreto a la siguiente normativa:

- Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.
- Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.
- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

### **6.3.2. Envases y etiquetas**

Los productos fitosanitarios deberán estar envasados, precintados y etiquetados.

Los envases deberán reunir las condiciones necesarias para la buena conservación de la calidad del producto. No serán admitidas aquellas partidas que no reúnan las debidas garantías.

En el envase, precinto, etiqueta o en acta deberán ir consignados el número de registro del producto, el nombre del producto, la composición química, pureza y demás características del producto.

### **6.3.3. Facturas**

Los datos que hace referencia el apartado anterior deberán ir consignados en las facturas.

### **6.3.4. Manejo**

En el envase, etiqueta, precinto o acta adjunta, se harán constar los peligros a que están sujetos los manipuladores, las técnicas convenientes de empleo, dosis admisibles, época de empleo y además instrucciones que sean indispensables para su buen uso.

En ningún caso se utilizará la máquina empleada en tratamientos herbicidas para otra clase de tratamientos de igual o distinto tipo, sin antes limpiar los tanques, mangueras, tuberías y demás partes del aparato con agua abundante y limpia.

### **6.3.5. Fraudes**

En caso de duda de la autenticidad de los productos fitosanitarios y/o etiquetas, se procederá a tomar muestras y realizar un análisis de modo análogo a como se ha indicado en el capítulo anterior relativo a los fertilizantes.

## **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 del 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 la caseta de riego se instalará un extintor. Ha de ser de eficacia mínima 13ª - 89B de tipo de polvo seco de 3 kg, colocado a una altura de 1,7 m del pavimento. 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. Seguridad e 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 encargado 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 X: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**



**1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
1.1	E02EAM010	m2	<b>Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>	
	O01OA070		0,005 h. Peón ordinario	10,240 0,05
	M05PN010		0,008 h. Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	33,610 0,27
			3,000 % Costes indirectos	0,320 0,01
			<b>Precio total por m2 .</b>	<b>0,33</b>
1.2	E02EDM010	m3	<b>Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>	
	O01OA070		0,010 h. Peón ordinario	10,240 0,10
	M05RN020		0,037 h. Retrocargadora neum. 75 CV	32,150 1,19
			3,000 % Costes indirectos	1,290 0,04
			<b>Precio total por m3 .</b>	<b>1,33</b>

<b>2 CIMENTACIÓN</b>						
Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)	
2.1	E04LE020	m2	<b>Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.</b>			
	O01OB010		0,200 h.	Oficial 1ª Encofrador	2,16	
	O01OB020		0,200 h.	Ayudante- Encofrador	2,08	
	P01ES050		0,005 m3	Madera pino encofrar 26 mm.	0,92	
	P03AA020		0,008 kg	Alambre atar 1,30 mm.	0,01	
	P01UC030		0,040 kg	Puntas 20x100	0,04	
			3,000 %	Costes indirectos	0,16	
			<b>Precio total por m2 .</b>			<b>5,37</b>
2.2	E04LA010	m3	<b>Hormigón armado HA-25/P/20/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.</b>			
	E04LM010		1,000 m3	HORM HA-25/B/20/Ila LOSA CIM.V.MAN.	63,76	
	E04AB020		50,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	92,50	
			3,000 %	Costes indirectos	4,69	
			<b>Precio total por m3 .</b>			<b>160,95</b>
2.3	E04SE020	m2	<b>Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.</b>			
	O01OA070		0,200 h.	Peón ordinario	2,05	
	P01AG130		0,220 m3	Grava 40/80 mm.	2,19	
			3,000 %	Costes indirectos	0,13	

Precio total por m2 .

4,37

### 3 ESTRUCTURA METÁLICA

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
3.1	E05AA010	kg	acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.		
	O01OB130		0,010 h. Oficial 1ª Cerrajero	11,440	0,11
	O01OB140		0,020 h. Ayudante-Cerrajero	10,560	0,21
	P03AL010		1,050 kg Acero laminado E 275(A 42b)	1,480	1,55
	P24OU050		0,010 kg Minio electrolítico	9,440	0,09
	P24WD010		0,010 kg Disolvente universal	6,440	0,06
	P01DW090		0,100 ud Pequeño material	0,710	0,07
			3,000 % Costes indirectos	2,090	0,06
			<b>Precio total por kg .</b>		<b>2,15</b>

**4 CERRAMIENTOS**

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
4.1	E06BHD060	m2	<b>Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón split en color de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.</b>		
	O01OA030		0,780 h. Oficial primera	10,710	8,35
	O01OA050		0,390 h. Ayudante	10,400	4,06
	P01BC110		13,000 ud Bloq.horm.split color 40x20x20	1,540	20,02
	A01MA080		0,024 m3 MORTERO CEMENTO 1/6 M-40	53,290	1,28
	A01RP040		0,020 m3 HORMIG. HA-25/B/20/I CENTRAL	50,690	1,01
	P03AC090		2,300 kg Acero corrugado B 400 S	1,140	2,62
			3,000 % Costes indirectos	37,340	1,12
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>38,46</b>

**5 CUBIERTA**

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
5.1	E07IMP010	m2	<b>Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.</b>		
	O01OA030	0,230 h.	Oficial primera	10,710	2,46
	O01OA050	0,230 h.	Ayudante	10,400	2,39
	P05CS010	1,150 m2	Panel chapa prelac.galvan.30 mm	21,000	24,15
	P05CW010	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	0,100	0,10
		3,000 %	Costes indirectos	29,100	0,87
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>29,97</b>

**6 CARPINTERÍA METÁLICA**

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
6.1	E14CGA010	m2	<b>Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero laminado en frío, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).</b>		
	O01OB130		0,250 h. Oficial 1ª Cerrajero	11,440	2,86
	O01OB140		0,250 h. Ayudante-Cerrajero	10,560	2,64
	P13CG010		1,000 m2 Puerta abatible chapa plegada	59,120	59,12
	P13CX230		0,160 ud Transporte a obra	67,950	10,87
			3,000 % Costes indirectos	75,490	2,26
			<b>Precio total por m2 .</b>		<b>77,75</b>
6.2	E14WW040	ud	<b>Rejilla para ventilación de 180x0,33 m. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., huecos de 20x20 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.</b>		
	O01OA050		0,385 h. Ayudante	10,400	4,00
	P13WW030		1,000 ud Rejilla ventilaci.20x20 ace.lam.	13,430	13,43
	A01MA060		0,003 m3 MORTERO CEMENTO 1/4 M-80	61,550	0,18
			3,000 % Costes indirectos	17,610	0,53
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>18,14</b>
6.3	E13AAS020	m.	<b>Chapa metálica de 25 mm de espesor</b>		
	O01OA030		0,100 h. Oficial primera	10,710	1,07

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
	O01OB130		0,500 h. Oficial 1ª Cerrajero	11,440	5,72
	O01OB140		0,500 h. Ayudante-Cerrajero	10,560	5,28
	P12AD030		1,000 m. Barand.escalera barrotes alumin.	105,390	105,39
			3,000 % Costes indirectos	117,460	3,52
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>120,98</b>
6.4	E14WW070	ud	<b>Muelles metálico de 10 cm de longitud</b>		
	O01OB140		0,095 h. Ayudante-Cerrajero	10,560	1,00
	P13WW050		1,000 ud Tope goma reforzado	2,610	2,61
			3,000 % Costes indirectos	3,610	0,11
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>3,72</b>
6.5	E31OR300	ud	<b>Perno metálico doblado en gancho de 20 cm de longitud y 12 mm de diámetro.</b>		
	O01OA030		0,045 h. Oficial primera	10,710	0,48
	O01OA070		0,045 h. Peón ordinario	10,240	0,46
	M10HV210		0,010 h. Vibrador hormigón gasolina 50 mm	2,250	0,02
	P01HC020		0,027 m3 Hormigón HM-20/B/20/I central	47,590	1,28
	P03AC110		2,130 kg Acero co. elab. y arma. B 400 S	0,670	1,43
	A01SC010		0,192 m2 ENCOF.MAD.ZAP.Y VIG.RIOS.Y ENCE.	10,210	1,96
			3,000 % Costes indirectos	5,630	0,17
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>5,80</b>

**7 CABEZAL DE RIEGO**

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
7.1	E31TU020	m.	<b>Tubería de fundición dúctil de 71 mm. de diámetro interior, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni relleno posterior de la zanja.</b>		
	O01OA030		0,150 h. Oficial primera	10,710	1,61
	O01OA070		0,150 h. Peón ordinario	10,240	1,54
	O01OB170		0,090 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	1,03
	P26CU015		1,000 m. Tubería fundición dúctil D=80 mm	15,840	15,84
	P01AA020		0,110 m3 Arena de río 0/5 mm.	11,340	1,25
			3,000 % Costes indirectos	21,270	0,64
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>21,91</b>
7.2	E31BB230	ud	<b>Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV de potencia, i/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, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.</b>		
	O01OA030		1,700 h. Oficial primera	10,710	18,21
	O01OA070		1,700 h. Peón ordinario	10,240	17,41
	O01OB170		3,300 h. Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	37,75
	O01OB195		3,300 h. Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	34,82
	O01OB200		1,100 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	12,58
	P26EB235		1,000 ud Electrob.cent.monobloc 4 CV	665,000	665,00

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)	
	P26EW025		1,000 ud	Válvula de pie/retención 2 1/2"	25,930	25,93
	P26EM040		1,000 ud	Cuadro mando electrobomba 4 CV	330,360	330,36
	P26WW010		180,000 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	115,20
	P26OE150		25,000 ud	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes	1,080	27,00
			3,000 %	Costes indirectos	1.284,260	38,53
				<b>Precio total por ud .</b>		<b>1.322,79</b>
7.3	E31VV920	ud	<b>Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 80 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.</b>			
	O01OB170		0,800 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	9,15
	O01OB180		0,800 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	8,92
	M02T010		0,800 h.	Tractor grúa hasta 1,5 t.	6,560	5,25
	P26DV915		1,000 ud	Ventosa/purgador autom.D=80 mm	517,700	517,70
			3,000 %	Costes indirectos	541,020	16,23
				<b>Precio total por ud .</b>		<b>557,25</b>
7.4	E31VV720	ud	<b>Válvula de corte de esfera, de PVC, de 75 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.</b>			
	O01OB170		0,400 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	4,58
	O01OB180		0,200 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	2,23
	P26DV730		1,000 ud	Válv.esfera PVC encol.D=2 1/2"	53,070	53,07
			3,000 %	Costes indirectos	59,880	1,80
				<b>Precio total por ud .</b>		<b>61,68</b>

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)	
7.5	E31VV165	ud	<b>Válvula de compuerta de fundición de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 25 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.</b>		
	O01OB170	0,500 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	5,72
	O01OB180	0,500 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	5,58
	P26DV170	1,000 ud	Vál.comp.PN-25, cie.el st.D=80mm	243,290	243,29
		3,000 %	Costes indirectos	254,590	7,64
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>262,23</b>
7.6	E31VV220	ud	<b>Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.</b>		
	O01OB170	0,450 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	5,15
	O01OB180	0,450 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	5,02
	P26DV215	1,000 ud	Válv.marip.palan.c/el s. D=80 mm	63,050	63,05
		3,000 %	Costes indirectos	73,220	2,20
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>75,42</b>
7.7	E31PFA010	ud	<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 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.</b>		
	O01OB170	3,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	34,32
	O01OB195	6,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	63,30
	P17TR010	1,000 ud	Fil.a.r.30m3/h/m2-25m3-2,5kg/cm2	2.481,300	2.481,30
	P01AA100	1,300 t.	Tierra refractaria en sacos	120,800	157,04

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
	P17XF110	1,000 ud	Batería 5 válv.mariposa D=75 mm	668,120
		3,000 %	Costes indirectos	3.404,080
			<b>Precio total por ud .</b>	<b>3.506,20</b>
7.8	E31RB080	ud	<b>Suministro y colocación de filtro de malla en Y.</b>	
	O01OB170	0,650 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440
	O01OA070	0,800 h.	Peón ordinario	10,240
	P26WW200	1,000 ud	Filtro de malla en Y	12,860
		3,000 %	Costes indirectos	28,490
			<b>Precio total por ud .</b>	<b>29,34</b>
7.9	E20CIC030	ud	<b>Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.</b>	
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440
	P17BI030	1,000 ud	Contador agua M. de 1" (25mm.)	98,290
	P17XE120	2,000 ud	Válvula esfera PVC roscada 1"	10,400
	P17XA100	1,000 ud	Grifo de purga D=25mm.	7,530
	P17XR030	1,000 ud	Válv.retención latón roscar 1"	3,200
	P17WT020	1,000 ud	Timbrado contad. M. Industria	18,250
		3,000 %	Costes indirectos	159,510
			<b>Precio total por ud .</b>	<b>164,30</b>
Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)	
7.10	E20DD030	ud	<b>Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 500 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.</b>		
	O01OA030	1,000 h.	Oficial primera	10,710	10,71
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	P17DP020	1,000 ud	Depósito PVC.C. c/tapa, 500 l.	99,750	99,75
	P17XC030	1,000 ud	Válv.compuerta latón roscar 1"	3,670	3,67
	P17XE120	1,000 ud	Válvula esfera PVC roscada 1"	10,400	10,40
	P01MC020	0,200 m3	Mortero 1/4 de central (M-80)	46,000	9,20
		3,000 %	Costes indirectos	145,170	4,36
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>149,53</b>
7.11	E20DD040	ud	<b>Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 300 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.</b>		
	O01OA030	1,000 h.	Oficial primera	10,710	10,71
	O01OB170	1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	P17DP040	1,000 ud	Depósito PVC.R. c/tapa, 300 l.	104,290	104,29
	P17XC030	1,000 ud	Válv.compuerta latón roscar 1"	3,670	3,67
	P17XE120	1,000 ud	Válvula esfera PVC roscada 1"	10,400	10,40
	P01MC020	0,150 m3	Mortero 1/4 de central (M-80)	46,000	6,90

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)	
			3,000 %	Costes indirectos	147,410	4,42
			<b>Precio total por ud .</b>			<b>151,83</b>
7.12	E31BG010	ud	<b>Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores,diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalado.</b>			
	O01OA030		0,500 h.	Oficial primera	10,710	5,36
	O01OA070		0,500 h.	Peón ordinario	10,240	5,12
	O01OB170		1,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	11,44
	O01OB195		1,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550	10,55
	O01OB200		0,400 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	4,58
	P26EG010		1,000 ud	Grupo presión compl.0,5 CV-25 l.	174,920	174,92
	P26EM010		1,000 ud	Cuadro mando electrobomba 0,5 CV	250,240	250,24
	P26WW010		35,000 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640	22,40
	P26OE150		10,000 ud	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes	1,080	10,80
			3,000 %	Costes indirectos	495,410	14,86
			<b>Precio total por ud .</b>			<b>510,27</b>
7.13	E31RS110	ud	<b>Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.</b>			
	O01OB270		2,700 h.	Oficial 1ª Jardinero	12,680	34,24
	O01OB280		0,900 h.	Peón	10,530	9,48

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
	P26RS115	1,000 ud	Programador electrónico 4 estac.	125,330	125,33
	P26WW020	1,000 ud	Pequeño material	1,700	1,70
		3,000 %	Costes indirectos	170,750	5,12
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>175,87</b>

### 8 INSTALACIÓN DE RIEGO

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
8.1	E31RB070	ml	Apertura de zanja para red de riego de 1 m. de profundidad con relleno posterior.		
	O01OA070	0,450 h.	Peón ordinario	10,240	4,61
		3,000 %	Costes indirectos	4,610	0,14
			<b>Precio total por ml .</b>		<b>4,75</b>
8.2	E31TV105	m.	Tubería de PVC de 73 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	O01OB170	0,045 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440	0,51
	O01OB180	0,045 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150	0,50
	P26CV300	1,000 m.	Tubo PVC j.elásti. PN 6 D=75 mm.	2,270	2,27

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
	P01AA020		0,110 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,340 1,25
	P26WW010		0,600 ud	Pequeño material inst.hidráulic.	0,640 0,38
			3,000 %	Costes indirectos	4,910 0,15
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>5,06</b>
8.3	E31RR410	m.	<b>Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.</b>		
	O01OB270		0,070 h.	Oficial 1ª Jardinero	12,680 0,89
	O01OB280		0,070 h.	Peón	10,530 0,74
	P26DE600		0,500 ud	Piezas de enlace de polietileno.	1,120 0,56
	P26CP610		1,000 m.	Tub.polietileno 20 mm./3 atm.	0,700 0,70
			3,000 %	Costes indirectos	2,890 0,09
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>2,98</b>
8.4	E31RR310	ud	<b>Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.</b>		
	O01OB170		0,005 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 0,06
	P26RR410		1,000 ud	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	0,400 0,40
	P26CP315		1,000 m.	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=40mm	1,040 1,04
	P26CP320		0,010 m.	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=50mm	1,630 0,02
			3,000 %	Costes indirectos	1,520 0,05
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>1,57</b>

**9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
9.1	E16IAB030	ud	<b>Foco base con lámpara LED de 60 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.</b>		
	O01OB200		0,300 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	3,43
	P16BG030		1,000 ud Foco lámp. halógena 50 W.	140,490	140,49
	P01DW090		1,000 ud Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 % Costes indirectos	144,630	4,34
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>148,97</b>
9.2	E16EPM010	ud	<b>Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de vapor de mercurio de 60 W. y equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.</b>		
	O01OB200		1,000 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	11,44
	P16AC010		1,000 ud Proy.simé.lámp. VM 80 W.	138,980	138,98
	P01DW090		1,000 ud Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 % Costes indirectos	151,130	4,53
			<b>Precio total por ud .</b>		<b>155,66</b>
9.3	E16IM010	ud	<b>Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura.</b>		
	O01OB200		0,600 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	6,86
	P16FG010		1,000 ud Blq. aut. emerg. 30 lm.	35,800	35,80

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)	
	P01DW090		1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 %	Costes indirectos	43,370	1,30
			<b>Precio total por ud .</b>			<b>44,67</b>
9.4	E17TT002	ud	<b>Transformador de media a baja tensión de 25 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.</b>			
	O01OB200		26,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	297,44
	O01OB210		26,000 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	289,90
	P15BC015		1,000 ud	Transf.baño aceite 25 KVA-20kV	2.357,640	2.357,64
	P15BC300		1,000 ud	Puent.conex.1x50 mm2 Al 12/20kV	606,900	606,90
	P15BC310		6,000 ud	Terminales enchufables	168,590	1.011,54
	P15BC320		1,000 ud	Rejilla de protección	236,020	236,02
	P01DW090		14,000 ud	Pequeño material	0,710	9,94
			3,000 %	Costes indirectos	4.809,380	144,28
			<b>Precio total por ud .</b>			<b>4.953,66</b>
9.5	E15TE010	m.	<b>Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.</b>			
	O01OB200		0,100 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	1,14
	O01OB220		0,100 h.	Ayudante-Electricista	10,560	1,06

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)	
	P15EB010		1,000 m.	Conduc. cobre desnudo 35 mm2	6,010	6,01
	P01DW090		1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 %	Costes indirectos	8,920	0,27
			<b>Precio total por m. .</b>			<b>9,19</b>
9.6	E15GP040	ud	<b>Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.</b>			
	O01OB200		0,500 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	5,72
	O01OB220		0,500 h.	Ayudante-Electricista	10,560	5,28
	P15CA040		1,000 ud	Caja protec. 250A(III+N)+fusib	151,200	151,20
	P01DW090		1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 %	Costes indirectos	162,910	4,89
			<b>Precio total por ud .</b>			<b>167,80</b>
9.7	E15RC020	m.	<b>Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.</b>			
	O01OB200		0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210		0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GC040		1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.forrado D=29	0,480	0,48
	P15AE100		1,000 m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 3,5x25 Cu	10,310	10,31
	P01DW090		1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 %	Costes indirectos	16,020	0,48

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
				<b>Precio total por m. .</b>	<b>16,50</b>
9.8	E15I020	m.	<b>Derivación individual 3x10 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.</b>		
	O01OB200		0,250 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	2,86
	O01OB210		0,250 h. Oficial 2ª Electricista	11,150	2,79
	P15GA050		3,000 m. Cond. rígi. 750 V 10 mm2 Cu	0,940	2,82
	P15GD020		1,000 m. Tubo PVC rígi. para der.ind. D=29	1,570	1,57
	P01DW090		1,000 ud Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 % Costes indirectos	10,750	0,32
				<b>Precio total por m. .</b>	<b>11,07</b>
9.9	E15CM020	m.	<b>Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento 0,6/1kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.</b>		
	O01OB200		0,150 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	1,72
	O01OB210		0,150 h. Oficial 2ª Electricista	11,150	1,67
	P15GB020		1,000 m. Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	0,130	0,13
	P15GA020		3,000 m. Cond. rígi. 750 V 2,5 mm2 Cu	0,200	0,60
	P01DW090		1,000 ud Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 % Costes indirectos	4,830	0,14
				<b>Precio total por m. .</b>	<b>4,97</b>

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Código	Ud	Descripción		Importe (€)
9.10	E15CM030	m.	<b>Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 4 mm<sup>2</sup>, aislamiento 0.6/1 kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.</b>		
	O01OB200		0,200 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210		0,200 h. Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GB020		1,000 m. Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	0,130	0,13
	P15GA030		3,000 m. Cond. ríg. 750 V 4 mm <sup>2</sup> Cu	0,350	1,05
	P01DW090		1,000 ud Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 % Costes indirectos	6,410	0,19
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>6,60</b>
9.11	E15CM040	m.	<b>Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 10 mm<sup>2</sup>, aislamiento 0,6/1 kV., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.</b>		
	O01OB200		0,250 h. Oficial 1ª Electricista	11,440	2,86
	O01OB210		0,250 h. Oficial 2ª Electricista	11,150	2,79
	P15GB030		1,000 m. Tubo PVC p.estruc.D=23 mm.	0,200	0,20
	P15GA040		3,000 m. Cond. ríg. 750 V 6 mm <sup>2</sup> Cu	0,550	1,65
	P01DW090		1,000 ud Pequeño material	0,710	0,71
			3,000 % Costes indirectos	8,210	0,25
			<b>Precio total por m. .</b>		<b>8,46</b>

<b>10 PLANTACIÓN</b>				
Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
10.1	E36AF071	ha	<b>Desfonde mecánico integral del terreno a una profundidad de 80 cm. mediante 2 pases cruzados de subsolador.</b>	
			Sin descomposición	146,930
		3,000 %	Costes indirectos	146,930 4,41
			<b>Precio total redondeado por ha .</b>	<b>151,34</b>
10.2	E36AF072	ha	<b>Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 20 m. dentro de las líneas.</b>	
			Sin descomposición	24,230
		3,000 %	Costes indirectos	24,230 0,73
			<b>Precio total redondeado por ha .</b>	<b>24,96</b>
10.3	E36PC271	Ud	<b>Plantón de cerezo de variedad Skeena injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.</b>	
			Sin descomposición	5,500
		3,000 %	Costes indirectos	5,500 0,17
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>5,67</b>
10.4	E36PC272	Ud	<b>Plantón de cerezo de variedad Sweet Heart injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.</b>	
			Sin descomposición	5,500
		3,000 %	Costes indirectos	5,500 0,17
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>5,67</b>
10.5	E36PC273	Ud	<b>Plantón de cerezo de variedad Sentennial injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.</b>	
			Sin descomposición	5,500

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
			3,000 % Costes indirectos	5,500 0,17
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>5,67</b>
10.6	E36AF073	ha	<b>Plantación de los árboles mediante arado plantador</b>	
			Sin descomposición	215,600
			3,000 % Costes indirectos	215,600 6,47
			<b>Precio total redondeado por ha .</b>	<b>222,07</b>
10.7	E36PP161	Ud	<b>Protector de tronco para árboles jóvenes</b>	
			Sin descomposición	1,400
			3,000 % Costes indirectos	1,400 0,04
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1,44</b>
10.8	E36PP162	Ud	<b>Tutor para árboles jóvenes</b>	
			Sin descomposición	0,700
			3,000 % Costes indirectos	0,700 0,02
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>0,72</b>
10.9	E36PP163	Ud	<b>Poste metálico de 60 cm de longitud para colocación del ramal portagoteros.</b>	
			Sin descomposición	1,400
			3,000 % Costes indirectos	1,400 0,04
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1,44</b>

**11 MAQUINARIA Y EQUIPOS**

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
11.1	M09PT011	Ud	<b>Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para la operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 m. y un peso de 4000 kg.</b>	
			Sin descomposición	50.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	50.000,000 1.500,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>51.500,00</b>
11.2	M09PT012	Ud	<b>Compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas.</b>	
			Sin descomposición	1.500,000
		3,000 %	Costes indirectos	1.500,000 45,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1.545,00</b>
11.3	M09PT013	Ud	<b>Podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 m. que va conectada al sistema hidráulico del tractor.</b>	
			Sin descomposición	2.500,000
		3,000 %	Costes indirectos	2.500,000 75,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>2.575,00</b>
11.4	M09PT014	Ud	<b>Cultivador de 3,25 m. de anchra al que se le acoplan 2 dispositivos intercepas de 64 cm., dando como resultadi una anchura de trabajo de 4,53 m.</b>	
			Sin descomposición	2.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	2.000,000 60,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>2.060,00</b>
11.5	M09PT015	Ud	<b>Pulverizador hidráulico de 500 L de capacidad. 115 kg de masa y 1,117 m de anchura.</b>	

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
			Sin descomposición	3.200,000
		3,000 %	Costes indirectos	3.200,000 96,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>3.296,00</b>
11.6	M09PT016	Ud	<b>Trituradora-desbrozadora de restos vegetales de 3,5 m de anchura de trabajo</b>	
			Sin descomposición	1.800,000
		3,000 %	Costes indirectos	1.800,000 54,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1.854,00</b>
11.7	M09PT017	Ud	<b>Pulverizador hidroneumático de 2000 L de capacidad. Ventilador de 600 mm de diámetro y 12 portaboquillas dobles con antigota de latón.</b>	
			Sin descomposición	4.500,000
		3,000 %	Costes indirectos	4.500,000 135,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>4.635,00</b>
11.8	M09PT018	Ud	<b>Sistema de aplicación de aire caliente a las líneas de cultivo, alcance de 80 m.</b>	
			Sin descomposición	6.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	6.000,000 180,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>6.180,00</b>

**12 SEGURIDAD Y SALUD**

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
12.1	E38W011	Ud	<b>Presupuesto de Seguridad y Salud</b>	
			Sin descomposición	1.394,971
		3,000 %	Costes indirectos	1.394,971 41,85
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1.436,82</b>

**13 ESTUDIO GEOTÉCNICO**

Nº	Código	Ud	Descripción	Importe (€)
13.1	E38W012	Ud	<b>Realización de un estudio geotécnico en la ubicación del proyecto</b>	
			Sin descomposición	1.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	1.000,000 30,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1.030,00</b>

# **ANEJO XI. ESTUDIO ECONÓMICO**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



## ÍNDICE DEL ANEJO XI

1. Introducción.....	5
2. Criterios de rentabilidad.....	5
2.1. Inversión.....	5
3. Cobros.....	6
3.1. Cobros ordinarios.....	6
3.2. Cobros extraordinarios.....	7
3.2.1. Venta de inmovilizado.....	7
3.2.1. Ayudas PAC.....	7
4. Pagos.....	8
4.1. Pagos ordinarios.....	8
4.2. Pagos extraordinarios.....	11
5. Tasas de actualización.....	11
6. Resultados.....	11
6.1. Supuesto N°1: Financiación propia.....	11
6.2. Supuesto N°2: Financiación ajena.....	13
6.3. Supuesto N°3: Financiación propia con una reducción de la PAC.....	15
7. Análisis de sensibilidad.....	16
8. Conclusiones.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inversión inicial.....	6
Tabla 2. Importe de la venta de la cosecha de cereza.....	7
Tabla 3. Cobros extraordinarios.....	7
Tabla 4. Pagos ordinarios del año 1.....	8
Tabla 5. Pagos ordinarios del año 2.....	8
Tabla 6. Pagos ordinarios del año 3.....	9
Tabla 7. Pagos ordinarios del año 4.....	9
Tabla 8. Pagos ordinarios del año 5.....	9
Tabla 9. Pagos ordinarios del año 6.....	10
Tabla 10. Pagos ordinarios del año 7 y sucesivos.....	10
Tabla 11. Resumen de tratamientos fitosanitarios anuales.....	10
Tabla 12. Pagos extraordinarios.....	11
Tabla 13. Flujos de caja, considerando financiación propia.....	11
Tabla 14. Flujos de caja, considerando financiación ajena.....	13
Tabla 15. Flujos de caja, considerando financiación propia con reducción de la PAC.....	15
Tabla 16. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando los supuestos.....	20



## 1. Introducción

El objetivo del estudio económico es determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto. Los parámetros que definen una inversión son los siguientes:

- Pago de la inversión (K). Es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal.
- Vida útil de proyecto (n). Es el número de años estimados durante los cuales la inversión genera rendimientos.
- Flujo de caja ( $R_i$ ). Resultados de efectuar la diferencia entre cobros y pagos, ya sean estos ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de la vida del proyecto.

## 2. Criterios de rentabilidad

Los parámetros anteriores se aplican a los siguientes métodos de evaluación:

- Valor actual neto (VAN). Indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor ( $R_i$ ). Cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero, se dice que para el interés elegido resulta viable desde el punto de vista financiero. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN = -K + R_i \cdot x \cdot ((1 + i)^n - 1) / (i \cdot (1 + i)^n)$$

- Relación beneficio/inversión (Q). Mide el cociente entre el VAN y la cifra de inversión (K). Indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. A mayor Q más interesa la inversión.

$$Q = VAN/K$$

- Plazo de recuperación. Es el número de años que transcurren entre el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. Cuanto menor sea el plazo de remuneración, más rentable será la inversión.
- Tasa interna de rentabilidad (TIR). Tipo de interés que haría que el VAN fuera nulo. Para que la inversión sea rentable, este valor debe de ser mayor al tipo de interés del mercado.

### 2.1. Inversión

En la tabla 1 se muestra la inversión inicial desglosada por capítulos.

Tabla 1. Inversión inicial

Concepto	Importe (€)
Capítulo 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.	27,83
Capítulo 2 CIMENTACIÓN.	2.099,06
Capítulo 3 ESTRUCTURA METÁLICA.	589,10
Capítulo 4 CERRAMIENTOS.	1.785,01
Capítulo 5 CUBIERTA.	899,10
Capítulo 6 CARPINTERÍA METÁLICA.	583,20
Capítulo 7 CABEZAL DE RIEGO.	7.940,45
Capítulo 8 INSTALACIÓN DE RIEGO.	72.165,19
Capítulo 9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	6.203,50
Capítulo 10 PLANTACIÓN.	39.148,23
Capítulo 11 MAQUINARIA Y EQUIPOS.	73.645,00
Capítulo 12 SEGURIDAD Y SALUD.	1.436,82
Capítulo 13 ESTUDIO GEOTÉCNICO.	1.030,00
<b>Presupuesto de ejecución material .</b>	<b>207.552,49</b>
13% de gastos generales.	26.981,82
6% de beneficio industrial.	12.453,15
Suma .	246.987,46
Honorarios de Proyectista	
Proyecto 2,00% sobre PEM .	4.151,05
Dirección de obra 2,00% sobre PEM .	4.151,05
Honorarios de Coordinador de Seguridad y Salud	
Dirección de obra 2,00% sobre PEM .	4.151,05
<b>Total presupuesto general .</b>	<b>259440,61</b>

Para la evaluación financiera se considera el presupuesto general sin IVA, es decir, la inversión inicial va a ser de 259440,61 €.

Para la evaluación económica se va a considerar que la vida útil de la plantación, las construcciones y las instalaciones será de 15 años. Sin embargo, para la maquinaria se considera una vida útil de 10 años.

### 3. Cobros

#### 3.1. Cobros ordinarios

La venta de la cereza recolectada deriva en los cobros ordinarios del proyecto. Se considera la venta de la producción al precio de origen medio de los últimos 3 años según FAOSTAT.

Tabla 2. Importe de la venta de la cosecha de cereza

Año	Producción (kg/ha)	Precio (€/kg)	Importe total (€)
3	2000	1,56	16036,80
4	3000	1,56	24055,20
5	4000	1,56	32073,60
6	6000	1,56	48110,40
7 y sucesivos	8000	1,56	64147,20

## 3.2. Cobros extraordinarios

### 3.2.1. Venta de inmovilizado

Los cobros extraordinarios derivan de la venta de los inmovilizados tras su vida útil, y son iguales al valor residual. El valor de cada uno de ellos al final de su vida útil se determina mediante la siguiente fórmula:

$$V_f = V_0 - \frac{N \cdot (V_0 - V_r)}{n}$$

Siendo:

- $V_f$ : valor final del inmovilizado en el año  $n$  de la plantación.
- $V_0$ : valor inicial del inmovilizado.
- $V_r$ : valor residual del inmovilizado, que se considera como un 10 % del valor inicial o de adquisición.
- $N$ : número de años transcurridos desde la última reposición.
- $n$ : vida útil del inmovilizado, en años.

En la tabla 3 se muestra el desglose de los cobros extraordinarios de la plantación en proyecto.

Tabla 3. Cobros extraordinarios

Inmovilizado	$V_0$ (€)	Año de compra	$n$ (años)	Año de reposición	$V_r$ (€)	$V_{15}$ (€)
Tractor 91 CV	51500,00	0	10	10	5150,00	28325,00
Compresor	1545,00	0	10	10	154,50	849,75
Podadora mecánica	2575,00	0	10	10	257,50	1416,25
Cultivador	2060,00	0	10	10	206,00	1133,00
Pulverizador hidráulico	3296,00	0	10	10	329,60	1812,80
Trituradora-desbrozadora	1854,00	0	10	10	185,40	1019,70
Pulverizador hidroneumático	4635,00	0	10	10	463,50	2549,25
Sistema de defensa anti-heladas	6180,00	0	10	10	618,00	3399,00
Caseta de riego	12186,64	0	15	-	1218,67	8530,65
Sistema de riego	80105,64	0	15	-	8010,56	56073,95

### 3.2.1. Ayudas PAC

La cantidad anual total de las ayudas PAC que percibirá la explotación está formada por los siguientes puntos:

- Pago básico. Se corresponde con los derechos de cultivos permanentes en la región productiva 802. Se prevé una cantidad percibida de 300 €/ha.

- Pago verde. Los cultivos permanentes cumplen con los requisitos del "greening". Se prevé una cantidad percibida extra de 153 €/ha.

Por lo tanto, se calcula el importe total de las ayudas PAC mediante la siguiente operación:

$$\text{Ayudas PAC} = \left( 300 \frac{\text{€}}{\text{ha}} + 153 \frac{\text{€}}{\text{ha}} \right) \cdot 6,04 \text{ ha} = 2736,12 \text{ €/año}$$

## 4. Pagos

### 4.1. Pagos ordinarios

En las tablas 4 y siguientes se muestran los pagos ordinarios que se originan cada año.

Tabla 4. Pagos ordinarios del año 1

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	850,66 L	0,81 €/L	689,03
	Lubricantes	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	Potencia contratada	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	Consumo eléctrico	32,77 kW	0,14 €/kW·año	4,59
Fitosanitarios	-	1	1821,45 €	1821,45
Fertilizantes	N-32	0 kg	0,17 €/kg	0
	P-54	90,57 kg	1,29 €/kg	116,84
	K-32	607,29 kg	1,46 €/kg	886,64
Mano de obra	Tractorista	114,10 h	12 €/h	1369,20
	Peón	138,00 h	12 €/h	1656,00
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00
	IBI	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
Conservación y mantenimiento	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>9634,28</b>

Tabla 5. Pagos ordinarios del año 2

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	371,1	0,81 €/L	296,88
	Lubricantes	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	Potencia contratada	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	Consumo eléctrico	32,77 kW	0,14 €/kW·año	4,59
Fitosanitarios	-	1	1821,45 €	1821,45
Fertilizantes	N-32	0 kg	0,17 €/kg	0
	P-54	90,57 kg	1,29 €/kg	116,84
	K-32	607,29 kg	1,46 €/kg	886,64
Mano de obra	Tractorista	114,10 h	12 €/h	1369,20
	Peón	138,00 h	12 €/h	1656,00
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00
	IBI	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
Conservación y mantenimiento	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>9242,13</b>

Tabla 6. Pagos ordinarios del año 3

<i>Clase</i>	<i>Concepto</i>	<i>Consumo anual</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Total (€)</i>
<b>Energía y lubricantes</b>	<b>Carburantes</b>	824,39 L	0,81 €/L	667,76 €
	<b>Lubricantes</b>	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	<b>Potencia contratada</b>	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	<b>Consumo eléctrico</b>	38,85 kW	0,14 €/kW·año	5,44
<b>Fitosanitarios</b>	-	1	1909,65 €	1909,65
<b>Fertilizantes</b>	<b>N-32</b>	751,73 kg	0,17 €/kg	127,79
	<b>P-54</b>	144,64 kg	1,29 €/kg	186,59
	<b>K-32</b>	843,22 kg	1,46 €/kg	1231,10
<b>Mano de obra</b>	<b>Tractorista</b>	114,10 h	12 €/h	1369,20
	<b>Peón</b>	138,00 h	12 €/h	1656,00
<b>Seguros e impuestos</b>	<b>Seguros</b>	1	140 €/año	140,00
	<b>IBI</b>	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
<b>Conservación y mantenimiento</b>	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>10244,06</b>

Tabla 7. Pagos ordinarios del año 4

<i>Clase</i>	<i>Concepto</i>	<i>Consumo anual</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Total (€)</i>
<b>Energía y lubricantes</b>	<b>Carburantes</b>	924,72 L	0,81 €/L	749,02
	<b>Lubricantes</b>	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	<b>Potencia contratada</b>	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	<b>Consumo eléctrico</b>	58,61 kW	0,14 €/kW·año	8,20
<b>Fitosanitarios</b>	-	1	1909,65 €	1909,65
<b>Fertilizantes</b>	<b>N-32</b>	939,80 kg	0,17 €/kg	159,77
	<b>P-54</b>	162,84 kg	1,29 €/kg	58,61 kW
	<b>K-32</b>	944,48 kg	1,46 €/kg	1378,93
<b>Mano de obra</b>	<b>Tractorista</b>	121,00 h	12 €/h	1452,00
	<b>Peón</b>	675,00 h	12 €/h	8100,00
<b>Seguros e impuestos</b>	<b>Seguros</b>	1	140 €/año	140,00
	<b>IBI</b>	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
<b>Conservación y mantenimiento</b>	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>17058,16</b>

Tabla 8. Pagos ordinarios del año 5

<i>Clase</i>	<i>Concepto</i>	<i>Consumo anual</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Total (€)</i>
<b>Energía y lubricantes</b>	<b>Carburantes</b>	924,72 L	0,81 €/L	749,02
	<b>Lubricantes</b>	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	<b>Potencia contratada</b>	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	<b>Consumo eléctrico</b>	58,61 kW	0,14 €/kW·año	8,20
<b>Fitosanitarios</b>	-	1	1909,65 €	1909,65
<b>Fertilizantes</b>	<b>N-32</b>	1127,66 kg	0,17 €/kg	191,70
	<b>P-54</b>	198,97 kg	1,29 €/kg	256,67
	<b>K-32</b>	1045,73 kg	1,46 €/kg	1526,77
<b>Mano de obra</b>	<b>Tractorista</b>	121,00 h	12 €/h	1452,00
	<b>Peón</b>	714,00 h	12 €/h	8568,00
<b>Seguros e impuestos</b>	<b>Seguros</b>	1	140 €/año	140,00
	<b>IBI</b>	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
<b>Conservación y mantenimiento</b>	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>17752,54</b>

Tabla 9. Pagos ordinarios del año 6

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	924,72 L	0,81 €/L	749,02
	Lubricantes	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	Potencia contratada	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	Consumo eléctrico	58,61 kW	0,14 €/kW·año	8,20
Fitosanitarios	-	1	1909,65 €	1909,65
Fertilizantes	N-32	1503,45 kg	0,17 €/kg	255,59
	P-54	235,10 kg	1,29 €/kg	303,28
	K-32	1247,99 kg	1,46 €/kg	1822,07
Mano de obra	Tractorista	121,00 h	12 €/h	1452,00
	Peón	798,00	12 €/h	9576,00
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00
	IBI	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
Conservación y mantenimiento	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>19166,34</b>

Tabla 10. Pagos ordinarios del año 7 y sucesivos

Clase	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total (€)
Energía y lubricantes	Carburantes	924,72 L	0,81 €/L	749,02
	Lubricantes	246,80 L	2,29 €/L	565,17
	Potencia contratada	8 kW	41,47 €/kW·año	331,76
	Consumo eléctrico	58,61 kW	0,14 €/kW·año	8,20
Fitosanitarios	-	1	1909,65 €	1909,65
Fertilizantes	N-32	1879,39 kg	0,17 €/kg	319,50
	P-54	289,33 kg	1,29 €/kg	373,24
	K-32	1450,51 kg	1,46 €/kg	2117,74
Mano de obra	Tractorista	121,00 h	12 €/h	1452,00
	Peón	882,00 h	12 €/h	10584,00
Seguros e impuestos	Seguros	1	140 €/año	140,00
	IBI	6,04 ha	40 €/ha·año	241,60
Conservación y mantenimiento	-	6,04 ha	300 €/ha·año	1812,00
<b>TOTAL</b>				<b>20603,88</b>

A continuación, en la tabla 11, se muestra el resumen de los tratamientos fitosanitarios realizados cada año en la explotación.

Tabla 11. Resumen de tratamientos fitosanitarios anuales

Materia activa	Dosis	Cantidad total	Precio unitario	Importe (€)
<b>OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WG] P/P</b>	2,5 kg/ha	12,85 kg	5,70 €/kg	73,25
<b>CAPTAN 47,5% [SC] P/V</b>	2,1 L/ha	10,79 L	11,72 €/L	126,46
<b>ZIRAM 76% [WG] P/P</b>	0,35%	17,99 L	10,30 €/L	185,30
<b>PIRIPROXIFEN 10% [EC] P/V</b>	0,3 L/ha	1,54 L	15,40 €/L	23,72
<b>ACETAMIPRID 20% [SL] P/V</b>	0,035 L/hL	1,80 kg	97,90 €/kg	176,22
<b>SPIRIDICLOFEN 24% [SC] P/V</b>	0,6 L/ha	3,08 L	249,48 €/L	768,40
<b>LUFENURON 3% [RB] P/P</b>	24 trampas/ha	124 trampas	0,40 €/trampa	49,60
<b>PROTEÍNAS HIDROLIZADAS 30% [SL] P/V</b>	0,68%	34,95 L	9,17 €/L	320,49
<b>DELTAMETRIN 10% [EC] P/V</b>	0,175 L/ha	0,90 L	108,90 €/L	98,01
<b>GLIFOSATO 36% (SAL AMÓNICA) [SL] P/V</b>	4 L/ha	20,56 L	4,29 €/L	88,20
<b>TOTAL</b>				<b>1909,65</b>

Es importante remarcar que durante los dos primeros años de vida de la plantación no se va a utilizar glifosato. Por lo tanto, el importe total de los tratamientos fitosanitarios durante los años 1 y 2 será de 1821,45 €.

## 4.2. Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios son los originados por la reposición de la maquinaria y las instalaciones al final de su vida útil. Además, también se consideran pagos extraordinarios y la cuantía fraccionada de la inversión inicial. En la tabla 12 se pueden observar los pagos extraordinarios de cada año.

Tabla 12. Pagos extraordinarios

<b>Año</b>	<b>Concepto</b>	<b>Importe (€)</b>
0	Inversión inicial	259440,61
10	Tractor 91 CV	51500,00
10	Tijeras de poda neumáticas y compresor	1545,00
10	Podadora mecánica	2575,00
10	Cultivador	2060,00
10	Pulverizador hidráulico	3296,00
10	Trituradora-desbrozadora	1854,00
10	Pulverizador hidroneumático	4635,00
10	Sistema de defensa anti-heladas	6180,00

## 5. Tasas de actualización

Para el cálculo de los criterios de rentabilidad se van a tener en cuenta una serie de factores: la inflación, la tasa de incremento de cobros, la tasa de incremento de pagos, la tasa mínima de actualización y el tanto por ciento de incremento de dicha tasa.

La tasa de inflación se calcula a partir de los datos del IPC proporcionados por el INE. La variación media anual del IPC de Castilla y León entre los años 2002 y 2018 es del 2,00%.

Se va a considerar una tasa de incremento de cobros del 1,86% y una tasa de incremento de pagos del 2,24%. Estos valores se obtienen a partir del índice promedio interanual de los precios percibidos y pagados por los agricultores en España entre los años 2000 y 2017, cuyos datos vienen publicados en el INE.

Se va a considerar una tasa mínima de actualización del 0,50 % y un incremento del 0,50 %. La tasa de actualización con la que se calcularán los índices será del 4%, ya que el tipo de interés de las obligaciones del Estado a 15 años es del 1,466% y como el proyecto tiene una tasa superior de riesgo se opta por sumar 2 puntos y redondear hasta la citada tasa del 4%.

## 6. Resultados

### 6.1. Supuesto Nº1: Financiación propia

En la tabla 13 se puede observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

Tabla 13. Flujos de caja, considerando financiación propia

Año	Cobros		Pagos (incluida inversión)		Flujos		Incremento de flujo
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios	Final	Inicial	
0							
1		2.787,01	9.850,09		-7.063,08	5.243,75	-12.306,83
2		2.838,85	9.660,81		-6.821,96	5.341,29	-12.163,25
3	33.788,16	2.891,65	10.948,00		25.731,81	5.440,63	20.291,18
4	51.624,93	2.945,44	18.638,70		35.931,67	5.541,83	30.389,84
5	70.113,53	3.000,22	19.831,92		53.281,84	5.644,91	47.636,93
6	107.126,47	3.056,03	21.890,93		88.291,56	5.749,90	82.541,66
7	145.495,44	3.112,87	24.059,96		124.548,35	5.856,85	118.691,50
8	148.201,66	3.170,77	24.600,10		126.772,33	5.965,79	120.806,54
9	150.959,39	3.229,74	25.152,36		129.036,77	6.076,75	122.960,02
10	153.768,43	16.572,06	25.717,02	91.907,65	52.715,82	6.189,78	46.526,04
11	156.629,75	3.351,01	26.294,36		133.686,40	6.304,91	127.381,49
12	159.544,31	3.413,34	26.884,66		136.072,99	6.422,18	129.650,81
13	162.513,11	3.476,83	27.488,21		138.501,73	6.541,63	131.960,09
14	165.537,15	3.541,49	28.105,31		140.973,34	6.663,31	134.310,03
15	168.617,46	142.186,05	28.736,26		282.067,25	6.787,25	275.280,00

Los indicadores de rentabilidad resultantes de la financiación propia del proyecto se toman considerando una tasa de actualización del 4%, según el tipo de interés del Tesoro Público a 15 años, y son los siguientes:

- El VAN es de 468485,51 €.
- El tiempo de recuperación es de 8 años.
- Las Relación Beneficio-Inversión es de 1,81.
- La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 14,96%.

En la figura 1 se muestra la variación de los flujos anuales.

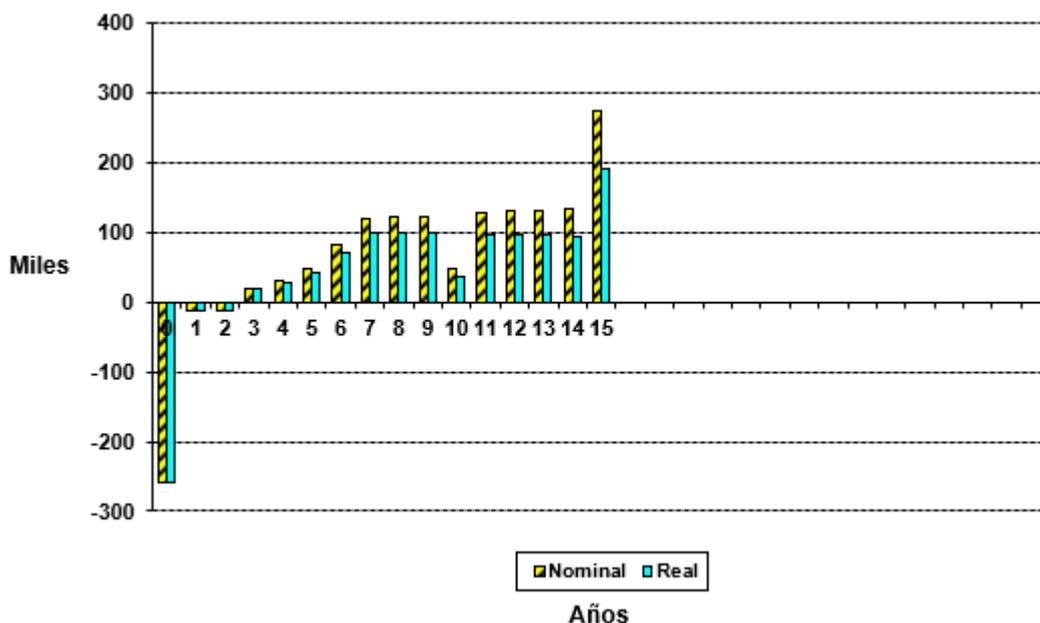


Figura 1. Variación de los flujos anuales, considerando financiación propia

En la figura 2, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización.

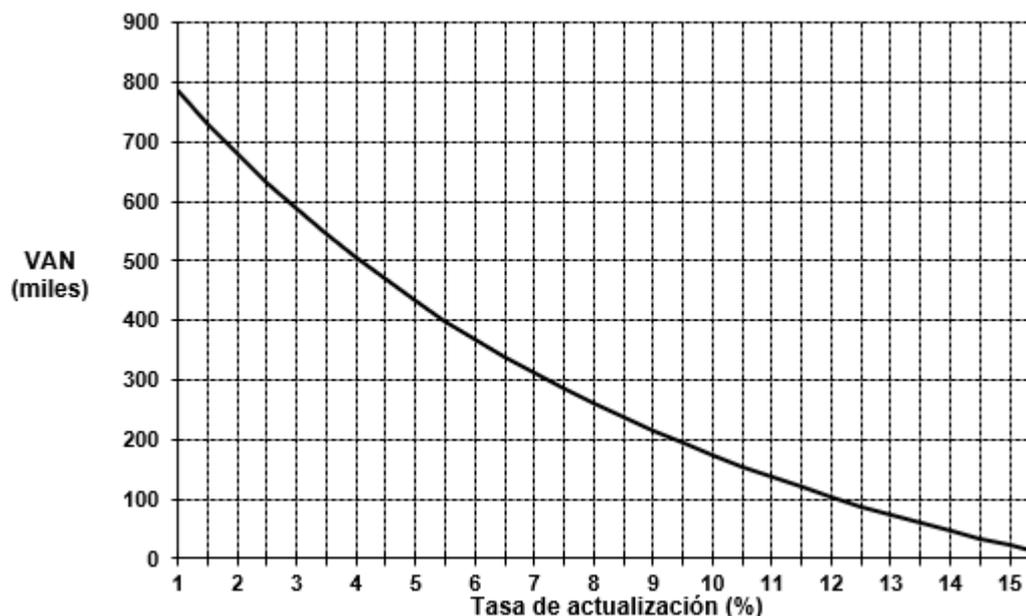


Figura 2. Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación propia

## 6.2. Supuesto Nº2: Financiación ajena

A continuación, se plantea evaluar la viabilidad económica del proyecto considerando una financiación ajena mediante un préstamo de 120000 € al 2% de interés y a devolver en un plazo de 10 años.

En la tabla 14 se puede observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación ajena.

Tabla 14. Flujos de caja, considerando financiación ajena

Año	Cobros		Pagos (incluida inversión)		Flujos		Incremento de flujo
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios	Final	Inicial	
0		120.000,00		259.440,61			
1		2.787,01	9.850,09	13.359,18	-20.422,26	5.243,75	-25.666,01
2		2.838,85	9.660,81	13.359,18	-20.181,15	5.341,29	-25.522,43
3	33.788,16	2.891,65	10.948,00	13.359,18	12.372,63	5.440,63	6.932,00
4	51.624,93	2.945,44	18.638,70	13.359,18	22.572,48	5.541,83	17.030,65
5	70.113,53	3.000,22	19.831,92	13.359,18	39.922,66	5.644,91	34.277,75
6	107.126,47	3.056,03	21.890,93	13.359,18	74.932,38	5.749,90	69.182,48
7	145.495,44	3.112,87	24.059,96	13.359,18	111.189,17	5.856,85	105.332,32
8	148.201,66	3.170,77	24.600,10	13.359,18	113.413,14	5.965,79	107.447,36
9	150.959,39	3.229,74	25.152,36	13.359,18	115.677,59	6.076,75	109.600,84
10	153.768,43	16.572,06	25.717,02	105.266,84	39.356,63	6.189,78	33.166,85
11	156.629,75	3.351,01	26.294,36		133.686,40	6.304,91	127.381,49
12	159.544,31	3.413,34	26.884,66		136.072,99	6.422,18	129.650,81
13	162.513,11	3.476,83	27.488,21		138.501,73	6.541,63	131.960,09
14	165.537,15	3.541,49	28.105,31		140.973,34	6.663,31	134.310,03
15	168.617,46	142.186,05	28.736,26		282.067,25	6.787,25	275.280,00

Los indicadores de rentabilidad resultantes de la financiación ajena del proyecto se toman considerando una tasa de actualización del 4%, según el tipo de interés del Tesoro Público a 15 años, y son los siguientes:

- El VAN es de 490532,35 €.
- El tiempo de recuperación es de 8 años.
- Las Relación Beneficio-Inversión es de 3,52.
- La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 18,77%.

En la figura 3 se muestra la variación de los flujos anuales.

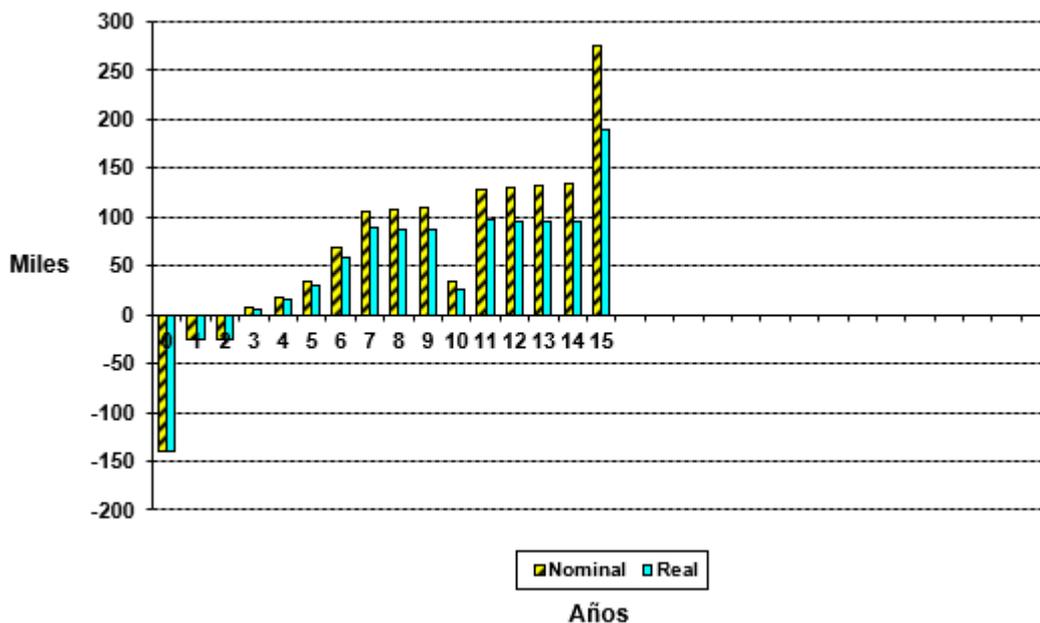


Figura 3. Variación de los flujos anuales, considerando financiación ajena

En la figura 4, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización.

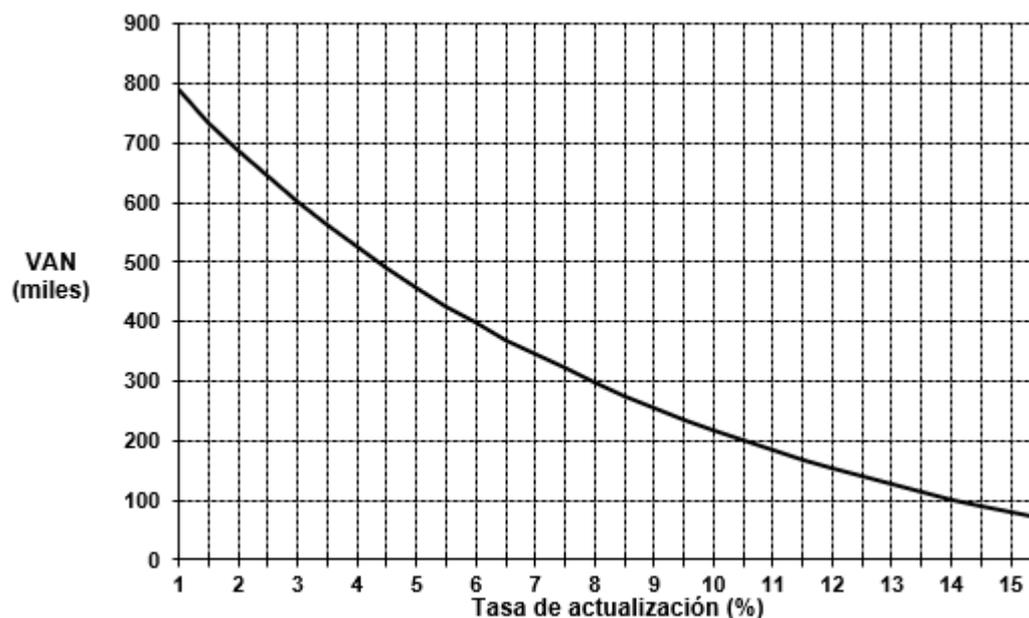


Figura 4. Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación ajena

### 6.3. Supuesto Nº3: Financiación propia con una reducción de la PAC

El futuro de las ayudas de la PAC es muy incierto a partir de 2020. Por ello, se plantea un supuesto de financiación propia del proyecto en el que las ayudas provenientes de la PAC se ven reducidas en un 50%.

En la tabla 15 se puede observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

Tabla 15. Flujos de caja, considerando financiación propia con reducción de la PAC

Año	Cobros		Pagos (incluida inversión)		Flujos		Incremento de flujo
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios	Final	Inicial	
0							
1		1.393,51	9.850,09		-8.456,58	5.243,75	-13.700,33
2		1.419,43	9.660,81		-8.241,39	5.341,29	-13.582,68
3	33.788,16	1.445,83	10.948,00		24.285,99	5.440,63	18.845,35
4	51.624,93	1.472,72	18.638,70		34.458,95	5.541,83	28.917,12
5	70.113,53	1.500,11	19.831,92		51.781,73	5.644,91	46.136,82
6	107.126,47	1.528,01	21.890,93		86.763,55	5.749,90	81.013,65
7	145.495,44	1.556,43	24.059,96		122.991,92	5.856,85	117.135,06
8	148.201,66	1.585,38	24.600,10		125.186,94	5.965,79	119.221,15
9	150.959,39	1.614,87	25.152,36		127.421,90	6.076,75	121.345,15
10	153.768,43	14.927,15	25.717,02	91.907,65	51.070,91	6.189,78	44.881,13
11	156.629,75	1.675,50	26.294,36		132.010,90	6.304,91	125.705,99
12	159.544,31	1.706,67	26.884,66		134.366,33	6.422,18	127.944,14
13	162.513,11	1.738,41	27.488,21		136.763,31	6.541,63	130.221,68
14	165.537,15	1.770,75	28.105,31		139.202,59	6.663,31	132.539,28
15	168.617,46	140.382,37	28.736,26		280.263,56	6.787,25	273.476,32

Los indicadores de rentabilidad resultantes de la financiación propia del proyecto se toman considerando una tasa de actualización del 4%, según el tipo de interés del Tesoro Público a 15 años, y son los siguientes:

- El VAN es de 453425,80 €.
- El tiempo de recuperación es de 9 años.
- Las Relación Beneficio-Inversión es de 1,75.
- La tasa interna de rendimiento (TIR) es del 14,59%.

En la figura 4 se muestra la variación de los flujos anuales.

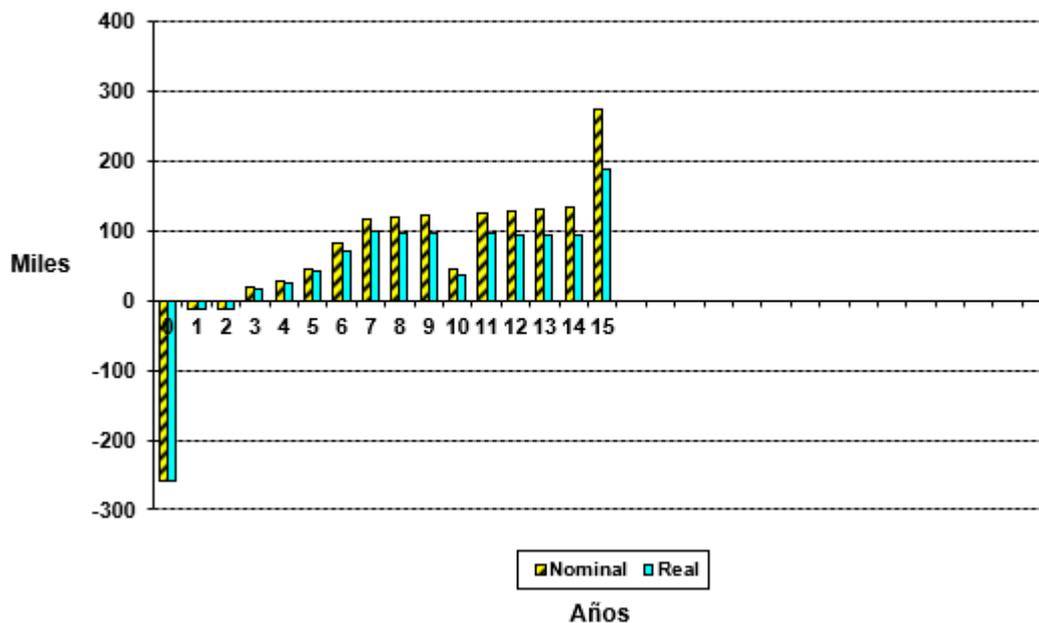


Figura 4. Variación de los flujos anuales, considerando financiación ajena

En la figura 5, que se muestra a continuación, se presenta la relación entre VAN y tasa de actualización.

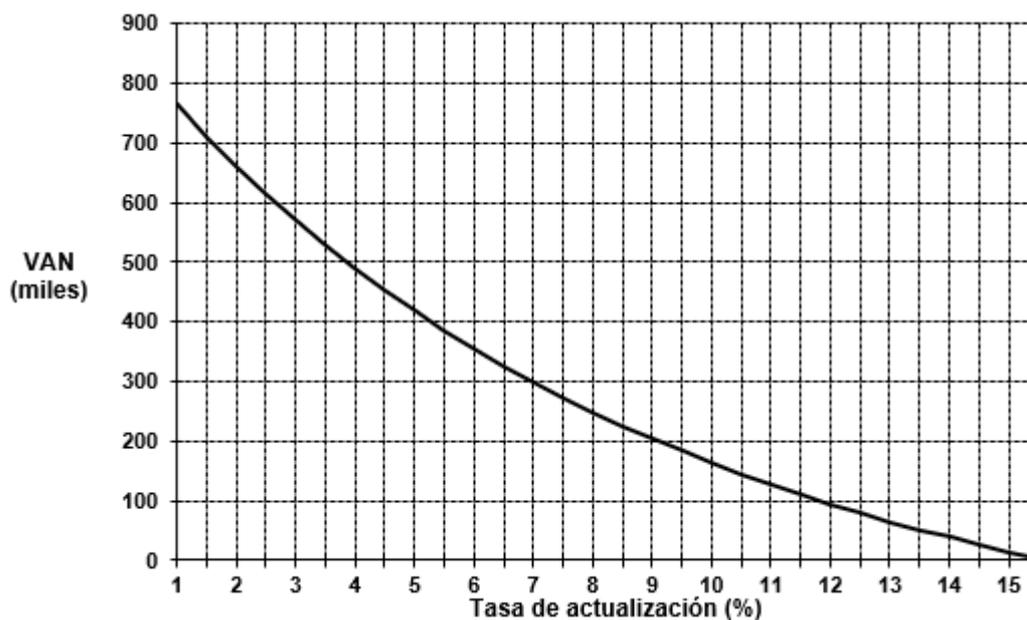


Figura 5. Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación ajena

## 7. Análisis de sensibilidad

En el análisis de sensibilidad se considera la variación de la productividad y la variación de los costes representativos, de la siguiente forma:

- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente del pago de la inversión será de  $\pm 3\%$ .
- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente de los flujos de caja será de  $\pm 5\%$ .
- La duración mínima del proyecto será de 15 años.

En la figura 6 se muestran las 8 combinaciones posibles considerando financiación propia, indicando su VAN y su TIR.

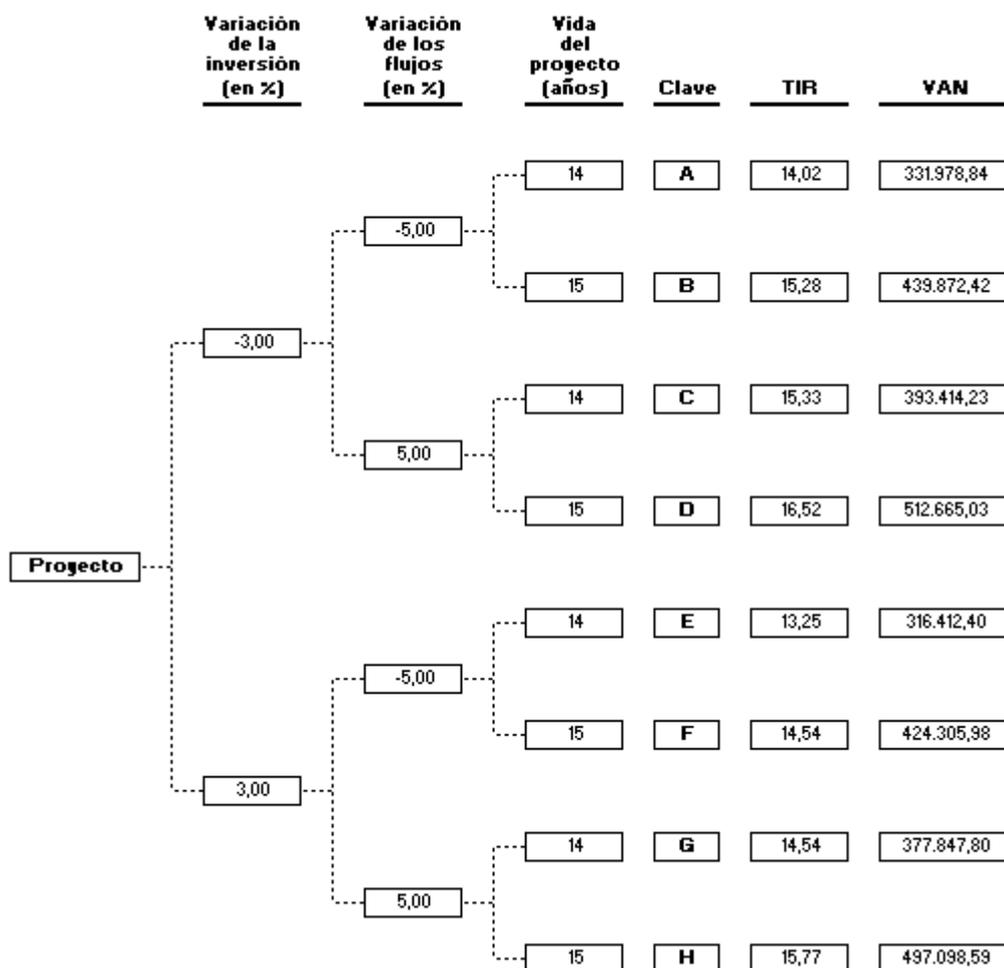


Figura 6. Resultados del análisis de sensibilidad, considerando financiación propia

La situación más favorable es la D, con una TIR del 16,52% y un VAN de 512665,03 €. Por el contrario, la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 13,25% y un VAN de 316412,40 €.

En la figura 7 se muestran las 8 combinaciones posibles considerando financiación ajena, indicando su VAN y su TIR.

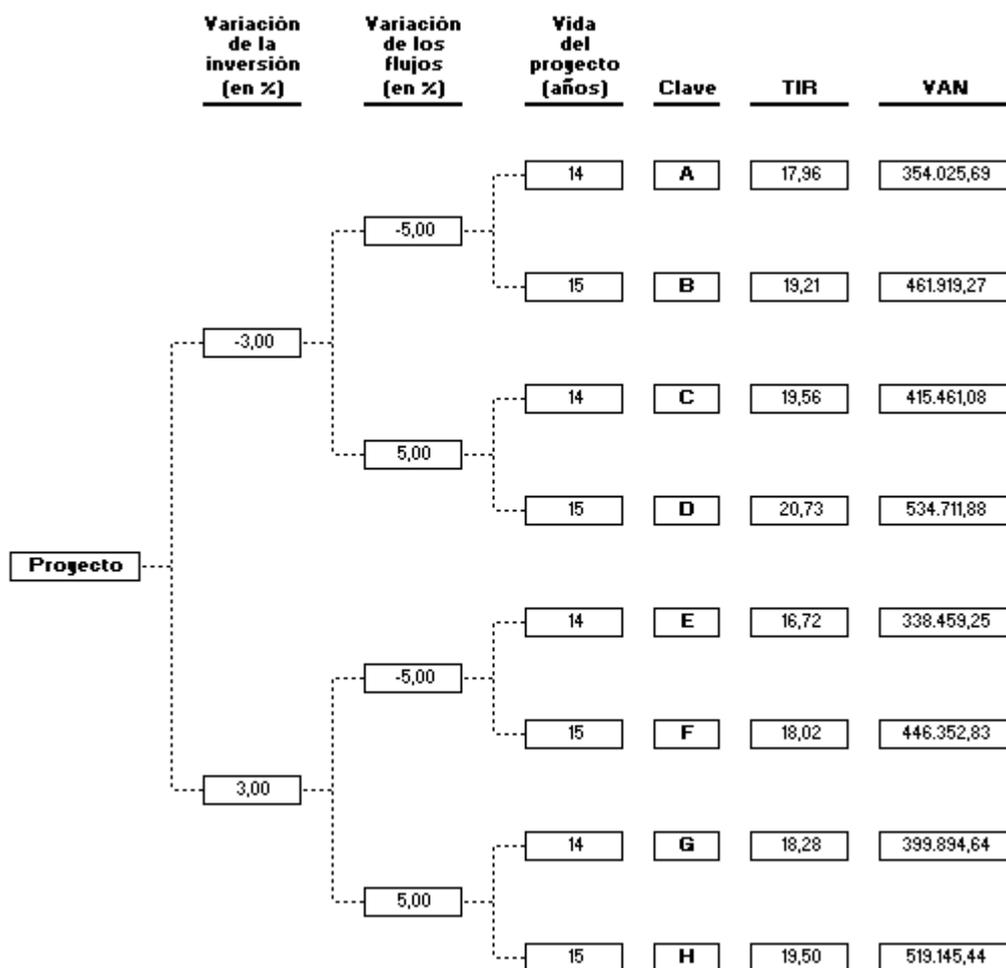


Figura 7. Resultados del análisis de sensibilidad, considerando financiación ajena

La situación más favorable es la D, con una TIR del 20,73% y un VAN de 534711,88 €. Por otro lado, la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 16,72% y un VAN de 338459,25 €.

En la figura 8 se muestran las 8 combinaciones posibles considerando financiación propia y una reducción de la PAC a partir de 2020, indicando su VAN y su TIR.

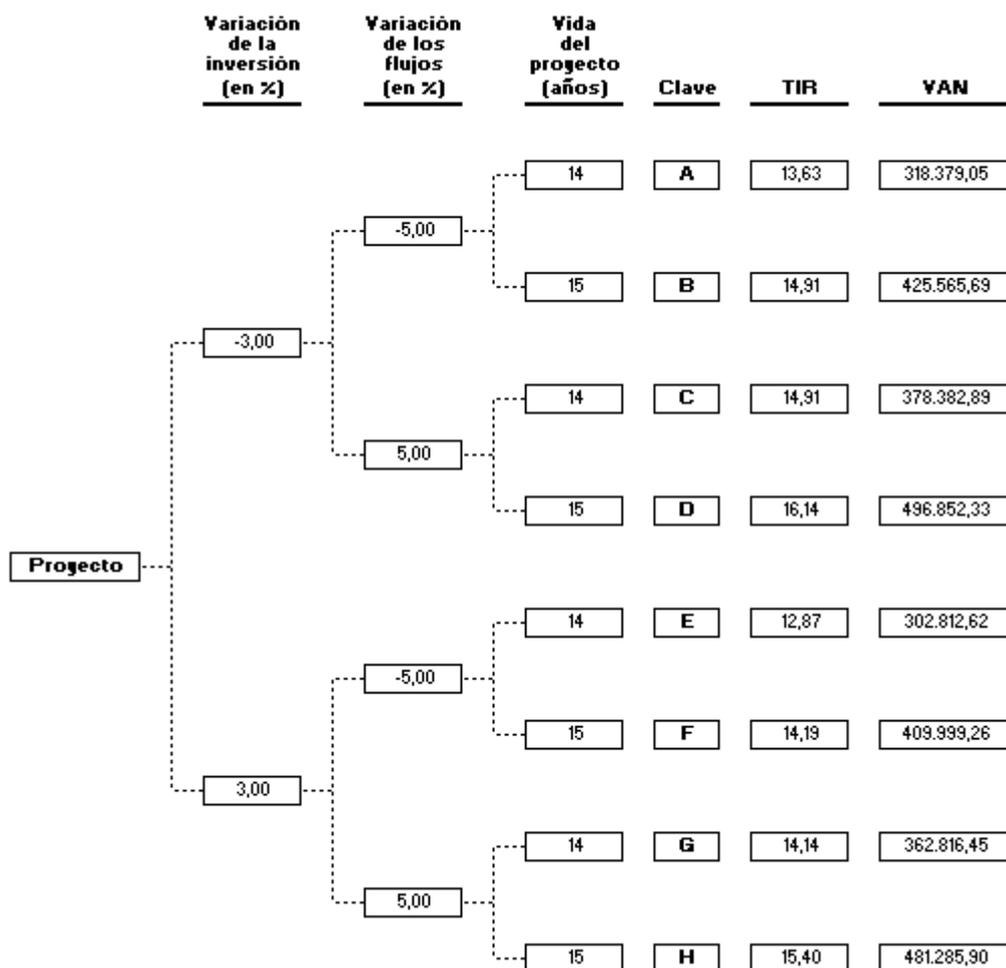


Figura 8. Resultados del análisis de sensibilidad, considerando financiación ajena

La situación más favorable es la D, con una TIR del 16,14% y un VAN de 496852,33 €. Por otro lado, la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 12,87% y un VAN de 302812,62 €.

## 8. Conclusiones

En la tabla 16 se muestran los indicadores de rentabilidad resultantes de la evaluación económica del proyecto, considerando los tres supuestos

Tabla 16. Indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando los supuestos

<b>Supuesto</b>	<b>Características</b>	<b>Indicador de rentabilidad</b>	<b>Resultado</b>
Supuesto N°1	Financiación propia	VAN (€)	468485,51
		Plazo recuperación (años)	8
		Q	1,81
Supuesto N°2	Financiación ajena (Préstamo bancario de 120000 € con un interés del 2% a devolver en 10 años)	TIR (%)	14,96
		VAN (€)	490532,35
		Plazo recuperación (años)	8
Supuesto N°3	Financiación propia con una reducción de la PAC del 50% a partir de 2020	Q	3,52
		TIR (%)	18,77
		VAN (€)	453425,80
		Plazo recuperación (años)	9
		Q	1,75
		TIR (%)	14,59

Se observa que todos los supuestos de financiación resultan rentables para la ejecución del proyecto. Sin embargo, los indicadores de rentabilidad son más adecuados en el caso de la financiación ajena, ya que los valores del VAN, la TIR y la relación beneficio-inversión son más elevados y el plazo de recuperación es más corto.

Los resultados del análisis de sensibilidad muestran que el proyecto es viable incluso en la situación más desfavorable (aumento de los gastos un 3 %, disminución de los ingresos un 5 % y vida útil de 10 años).

# **ANEJO XII. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



## ÍNDICE ANEJO XII

1. Memoria .....	5
1.1. Consideraciones previas .....	5
1.1.1. Justificación .....	5
1.1.2. Objeto .....	5
1.1.3. Contenido del EBSS .....	6
1.2. Datos generales .....	6
1.2.1. Agentes .....	6
1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución .....	6
1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno .....	6
1.2.4. Características generales de la obra .....	7
1.3. Medios de auxilio .....	7
1.2.1. Medios de auxilio en obra .....	8
1.2.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos .....	8
1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores .....	8
1.4.1. Vestuarios .....	8
1.4.2. Aseos .....	9
1.4.3. Comedor .....	9
1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar .....	9
1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra .....	11
1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra .....	12
1.5.2.1. Cimentación .....	12
1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares. ....	15
1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas .....	17
1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables .....	22
1.6.1. Caídas al mismo nivel .....	22
1.6.2. Caídas a distinto nivel .....	23
1.6.3. Polvo y partículas .....	23
1.6.4. Ruido .....	23
1.6.5. Esfuerzos .....	23
1.6.6. Incendios .....	23
1.6.7. Intoxicación por emanaciones .....	23
1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse .....	23
1.7.1. Caída de objetos .....	23
1.7.2. Dermatitis .....	24
1.7.3. Electrocuciiones .....	24
1.7.4. Quemaduras .....	24
1.7.5. Golpes y cortes en extremidades .....	24
1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento .....	25
1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas .....	25
1.8.2. Trabajos en instalaciones .....	25
1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices .....	25
1.9. Trabajos que implican riesgos especiales .....	25
1.10. Medidas en caso de emergencia .....	26

---

1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista.....	26
2. Pliego de condiciones.....	27
2.1. Pliego de cláusulas administrativas .....	27
2.1.1. Disposiciones generales .....	27
2.1.2. Disposiciones facultativas.....	27
2.1.3. Formación en Seguridad .....	31
2.1.4. Reconocimientos médicos.....	31
2.1.5. Salud e higiene en el trabajo .....	31
2.1.6. Documentación de obra.....	32
2.1.7. Disposiciones Económicas .....	34
2.2. Pliego de condiciones técnicas particulares.....	35
2.2.1. Medios de protección colectiva .....	35
2.2.2. Medios de protección individual .....	35
2.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort .....	36
3. Mediciones .....	38
3.1. Protecciones individuales .....	38
3.2. Protecciones colectivas .....	39
3.3. Extinción de incendios .....	39
3.4. Instalaciones de personal .....	40
3.5. Servicios de prevención.....	40
4. Presupuesto .....	41
4.1. Cuadro de precios N°1 .....	41
4.2. Cuadro de precios N°2 .....	43
4.3. Presupuesto general y resumen de presupuestos .....	48

## **1. Memoria**

### **1.1. Consideraciones previas**

#### **1.1.1. Justificación**

La obra proyectada requiere la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, ya que se cumplen algunas de las siguientes condiciones:

a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.

b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.

d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

#### **1.1.2. Objeto**

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

### **1.1.3. Contenido del EBSS**

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## **1.2. Datos generales**

### **1.2.1. Agentes**

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor: Francisco Olivares Alberca
- Autor del proyecto: Fernando Olivares Alonso
- Constructor - Jefe de obra: Fernando Olivares Alonso
- Coordinador de seguridad y salud: Fernando Olivares Alonso

### **1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución**

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Proyecto de plantación de cerezo con sistema de riego localizado en el término municipal de Valle de Oca (Burgos)
- Plantas sobre rasante: 1
- Plantas bajo rasante: 0
- Presupuesto de ejecución material: 200.000,00€
- Plazo de ejecución: 1 mes
- Núm. máx. operarios: 7

### **1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno**

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: Polígono 502. Parcelas 122, 123, 124, Valle de Oca (Burgos)
- Accesos a la obra: 1
- Topografía del terreno: Llana
- Edificaciones colindantes: 0

- Servidumbres y condicionantes:
- Condiciones climáticas y ambientales:

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

#### **1.2.4. Características generales de la obra**

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

##### **1.2.4.1. Cimentación**

Losa de cimentación 7,00 x 6,00 x 0,25 m HA-25/P/20/IIa

##### **1.2.4.2. Estructura de contención**

Malla electrosoldada ME 150 x 150 Ø8 acero B 500 S

##### **1.2.4.3. Estructura horizontal**

Viga IPE-180 S 275 J0. Correas IPE-80 S 275 J0

##### **1.2.4.4. Fachadas**

Bloques de hormigón 0,40 x 0,20 x 0,20

##### **1.2.4.5. Cubierta**

Panel sándwich aislante de 30 mm de espesor con doble capa de chapa metálica y alma aislante de espuma de poliuretano. Peso de 15 kg/m<sup>2</sup>

#### **1.3. Medios de auxilio**

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

### 1.2.1. Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido mínimo será:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

### 1.2.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Emergencias Briviesca 112	10,00 km

La distancia al centro asistencial más próximo Briviesca se estima en 30 minutos, en condiciones normales de tráfico.

## 1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

### 1.4.1. Vestuarios

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m<sup>2</sup> por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes,

además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

#### **1.4.2. Aseos**

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

#### **1.4.3. Comedor**

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

### **1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar**

A continuación, se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
  - Desprendimiento de cargas suspendidas.
  - Exposición a temperaturas ambientales extremas.
  - Exposición a vibraciones y ruido.
  - Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
  - Cortes y heridas con objetos punzantes
  - Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
  - Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
  - Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
  - Intoxicación por inhalación de humos y gases
- 
- Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general
  - La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
  - Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra

- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos

- Protectores auditivos.

### **1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra**

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

#### **1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional**

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.

- Ropa de trabajo reflectante.

#### 1.5.1.2. Vallado de obra

##### Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

##### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

##### Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

### 1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra

#### 1.5.2.1. Cimentación

##### Riesgos más frecuentes

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

##### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

##### Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

#### 1.5.2.2. Estructura

##### Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

#### 1.5.2.3. Cerramientos y revestimientos exteriores

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

#### 1.5.2.4. Cubiertas

Riesgos más frecuentes

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI):

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

#### 1.5.2.5. Particiones

##### Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

##### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

##### Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

#### 1.5.2.6. Instalaciones en general

##### Riesgos más frecuentes

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

##### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

### **1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.**

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente en la materia.

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

#### **1.5.2.1. Puntales**

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado.
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse.
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.

#### **1.5.2.2. Torre de hormigonado**

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada".
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.

- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz.

#### 1.5.3.3. Escalera de mano

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

#### 1.5.3.4. Visera de protección

- La visera sobre el acceso a obra se construirá por personal cualificado, con suficiente resistencia y estabilidad, para evitar los riesgos más frecuentes.
- Los soportes de la visera se apoyarán sobre durmientes perfectamente nivelados.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.

#### 1.5.3.5. Andamio de borriquetas

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

#### 1.5.3.6. Plataforma motorizada

- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.

- Se balizará la zona situada bajo el andamio de cremallera para evitar el acceso a la zona de riesgo.
- Se cumplirán las indicaciones del fabricante en cuanto a la carga máxima.
- No se permitirán construcciones auxiliares realizadas in situ para alcanzar zonas alejadas.

#### **1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas**

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.

b) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

##### **1.5.4.1. Pala cargadora**

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

##### **1.5.4.2. Retroexcavadora**

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha.
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

##### **1.5.4.3. Camión de caja basculante**

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.
- No se circulará con la caja izada después de la descarga.

#### 1.5.4.4. Camión para transporte

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

#### 1.5.4.5. Camión grúa

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros.
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.
- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

#### 1.5.4.6. Montacargas

- El montacargas será examinado y probado antes de su puesta en servicio, quedando este acto debidamente documentado.
- Se realizará una inspección diaria de los cables, los frenos, los dispositivos eléctricos y las puertas de acceso al montacargas.
- Se prohíbe el acopio de materiales en las proximidades de los accesos a la plataforma.
- Se prohíbe asomarse al hueco del montacargas y posicionarse sobre la plataforma para retirar la carga.
- El cuadro de maniobra se colocará a una distancia mínima de 3 m de la base del montacargas y permanecerá cerrado con llave.
- Se instalarán topes de fin de recorrido en la parte superior del montacargas.

- La plataforma estará dotada de un dispositivo limitador de carga, indicándose mediante un cartel la carga máxima admisible en la plataforma, que no podrá ser superada.
- La carga se repartirá uniformemente sobre la plataforma, no sobresaliendo en ningún caso por los laterales de la misma.
- Queda prohibido el transporte de personas y el uso de las plataformas como andamios para efectuar cualquier trabajo.
- La parte inferior de la plataforma dispondrá de una barra antiobstáculos, que provocará la parada del montacargas ante la presencia de cualquier obstáculo.
- Estará dotado con un dispositivo paracaídas, que provocará la parada de la plataforma en caso de rotura del cable de suspensión.
- Ante la posible caída de objetos de niveles superiores, se colocará una cubierta resistente sobre la plataforma y sobre el acceso a la misma en planta baja.
- Los huecos de acceso a las plantas estarán protegidos mediante cancelas, que estarán asociadas a dispositivos electromecánicos que impedirán su apertura si la plataforma no se encuentra en la misma planta y el desplazamiento de la plataforma si no están todas cerradas.

#### 1.5.4.7. Hormigonera

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

#### 1.5.4.8. Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables

- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará  $2,5 \text{ m/s}^2$ , siendo el valor límite de  $5 \text{ m/s}^2$

#### 1.5.4.9. Martillo picador

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

#### 1.5.4.10. Maquinillo

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas.
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante.
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar.
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo.
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante
- El arriostamiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material.
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante.

#### 1.5.4.11. Sierra circular

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.

- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

#### 1.5.4.12. Sierra circular de mesa

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra
- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

#### 1.5.4.13. Cortadora de material cerámico

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- la protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo

#### 1.5.4.14. Equipo de soldadura

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura.
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.

- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

#### 1.5.4.15. Herramientas manuales diversas

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido que establece la legislación vigente en materia de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

### 1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

#### 1.6.1. Caídas al mismo nivel

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

### **1.6.2. Caídas a distinto nivel.**

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

### **1.6.3. Polvo y partículas**

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

### **1.6.4. Ruido**

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

### **1.6.5. Esfuerzos**

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

### **1.6.6. Incendios**

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

### **1.6.7. Intoxicación por emanaciones**

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

## **1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse**

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

### **1.7.1. Caída de objetos**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

### **1.7.2. Dermatitis**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

### **1.7.3. Electrocuciiones**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad.

### **1.7.4. Quemaduras**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.

### **1.7.5. Golpes y cortes en extremidades**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y botas de seguridad.

## **1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento**

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

### **1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas**

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

### **1.8.2. Trabajos en instalaciones**

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

### **1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices**

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

## **1.9. Trabajos que implican riesgos especiales**

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que suelen presentarse en la demolición de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.

- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

### **1.10. Medidas en caso de emergencia**

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

### **1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista**

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

## **2. Pliego de condiciones**

### **2.1. Pliego de cláusulas administrativas**

#### **2.1.1. Disposiciones generales**

##### **2.1.1.1. Objeto del Pliego de condiciones**

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "Proyecto de plantación de cerezo con sistema de riego localizado en el término municipal de Valle de Oca (Burgos)", situada en Polígono 502. Parcelas 122, 123, 124, Valle de Oca (Burgos), según el proyecto redactado por Fernando Olivares Alonso. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

#### **2.1.2. Disposiciones facultativas**

##### **2.1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación**

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

##### **2.1.2.2. El promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud - o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

##### **2.1.2.3. El proyectista**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

#### 2.1.2.4. El contratista y subcontratista

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 2.1.2.5. La Dirección Facultativa

Se entiende como Dirección Facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 2.1.2.6. Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

#### 2.1.2.7. Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

#### 2.1.2.8. Trabajadores Autónomos

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

#### 2.1.2.9. Trabajadores por cuenta ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

#### 2.1.2.10. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

#### 2.1.2.11. Recursos preventivos

Con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud, el empresario designará para la obra los recursos preventivos correspondientes, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

### **2.1.3. Formación en Seguridad**

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

### **2.1.4. Reconocimientos médicos**

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

### **2.1.5. Salud e higiene en el trabajo**

#### **2.1.5.1. Primeros auxilios**

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

#### 2.1.5.2. Actuación en caso de accidente

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

### 2.1.6. Documentación de obra

#### 2.1.6.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

#### 2.1.6.2. Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma,

siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

#### 2.1.6.3. Acta de aprobación del plan

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

#### 2.1.6.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

#### 2.1.6.5. Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

#### 2.1.6.6. Libro de órdenes

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

#### 2.1.6.7. Libro de visitas

El libro de visitas deberá estar en obra, a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El primer libro lo habilitará el Jefe de la Inspección de la provincia en que se encuentre la obra. Para habilitar el segundo o los siguientes, será necesario presentar el anterior. En caso de pérdida o destrucción, el representante legal de la empresa deberá justificar por escrito los motivos y las pruebas. Una vez agotado un libro, se conservará durante 5 años, contados desde la última diligencia.

#### 2.1.6.8. Libro de subcontratación

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

### 2.1.7. Disposiciones Económicas

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
- Precio básico
- Precio unitario

- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
- Precios contradictorios
- Reclamación de aumento de precios
- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
- De la revisión de los precios contratados
- Acopio de materiales
- Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

## **2.2. Pliego de condiciones técnicas particulares**

### **2.2.1. Medios de protección colectiva**

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

### **2.2.2. Medios de protección individual**

Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

### **2.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort**

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

#### **2.2.2.1. Vestuarios**

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

#### **2.2.2.2. Aseos y duchas**

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

#### **2.2.3.3. Retretes**

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

#### 2.2.3.4. Comedor y cocina

Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calentaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m<sup>2</sup> por cada operario que utilice dicha instalación.

### 3. Mediciones

#### 3.1. Protecciones individuales

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	Ud	Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 3,000
1.2	Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.3	Ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 30,000
1.4	Ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.5	Ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.6	Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.7	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.8	Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.9	Ud	Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 3,000
1.10	Ud	Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 15,000
1.11	Ud	Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 15,000
1.12	Ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 3,000
1.13	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	
			Total ud .....: 10,000
1.14	Ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Total ud .....: 10,000

### 3.2. Protecciones colectivas

Nº	Ud	Descripción	Medición	
2.1	Ud	Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 50x50 cms., formada mediante tablonces de madera de 20x5 cms. armados mediante encolado y clavazón, zocalo de 20 cms. de altura, incluso fabricación y colocación, (amortizable en dos usos).		
			Total ud .....:	1,000
2.2	M.	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.		
			Total m. ....:	6,000
2.3	M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. R.D. 485/97.		
		Uds.	Largo	Parcial Subtotal
A*B		1	50,000	50,000
			50,000	50,000
			Total m. ....:	50,000
2.4	Ud	Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.		
			Total ud .....:	2,000
2.5	Ud	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.		
			Total ud .....:	2,000
2.6	Ud	Valla de contención de peatones de 2,50 m., convencional, amarilla, colocada.		
			Total ud .....:	2,000

### 3.3. Extinción de incendios

Nº	Ud	Descripción	Medición	
2.1	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 43A/233B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.		
			Total ud .....:	1,000

### 3.4. Instalaciones de personal

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1	Ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste , puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	
<b>Total ms .....</b>			<b>2,000</b>

### 3.5. Servicios de prevención

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.1	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	
<b>Total ud .....</b>			<b>1,000</b>
5.2	Ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.	
<b>Total ud .....</b>			<b>2,000</b>

## 4. Presupuesto

### 4.1. Cuadro de precios Nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (€)	En letra (€)
	<b>1 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>		
1.1	ud Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,65	UN EURO CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.2	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,33	DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
1.3	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.4	ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
1.5	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,02	UN EURO CON DOS CÉNTIMOS
1.6	ud Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	0,69	SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.7	ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
1.8	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	11,33	ONCE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
1.9	ud Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	4,44	CUATRO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.10	ud Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
1.11	ud Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
1.12	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,99	UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.13	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,17	SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
1.14	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
	<b>2 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		
2.1	ud Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 50x50 cms., formada mediante tablonces de madera de 20x5 cms. armados mediante encolado y clavazón, zocalo de 20 cms. de altura, incluso fabricación y colocación, (amortizable en dos usos).	22,16	VEINTIDOS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

2.2	m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	5,56	CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
2.3	m. Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.R.D. 485/97.	0,57	CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.4	ud Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	3,37	TRES EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.5	ud Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	22,18	VEINTIDOS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
2.6	ud Valla de contención de peatones de 2,50 m., convencional, amarilla, colocada.	73,74	SETENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>			
2.1	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 43A/233B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	60,33	SESENTA EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>4 INSTALACIONES DE PERSONAL</b>			
4.1	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste , puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	120,20	CIENTO VEINTE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
<b>5 SERVICIOS DE PREVENCIÓN</b>			
5.1	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	83,89	OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

5.2	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.	62,98	SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
-----	--	-------	---

## 4.2. Cuadro de precios Nº2

### 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

1.1 E38PIA040	<b>ud</b>	<b>Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA100		0,200 ud	Pantalla mano seguridad soldador	8,000	1,60
		3,000 %	Costes indirectos	1,600	0,05
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>1,65</b>
1.2 E38PIA100	<b>ud</b>	<b>Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA150		0,333 ud	Semi-mascarilla 1 filtro	6,800	2,26
		3,000 %	Costes indirectos	2,260	0,07
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>2,33</b>
1.3 E38PIA110	<b>ud</b>	<b>Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA160		1,000 ud	Filtro antipolvo	1,800	1,80
		3,000 %	Costes indirectos	1,800	0,05
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>1,85</b>
1.4 E38PIA120	<b>ud</b>	<b>Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA200		0,333 ud	Cascos protectores auditivos	6,000	2,00
		3,000 %	Costes indirectos	2,000	0,06
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>2,06</b>
1.5 E38PIA130	<b>ud</b>	<b>Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA210		1,000 ud	Juego tapones antiruido silicona	0,990	0,99
		3,000 %	Costes indirectos	0,990	0,03
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>1,02</b>
1.6 E38PIA070	<b>ud</b>	<b>Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA120		0,333 ud	Gafas protectoras homologadas	2,000	0,67
		3,000 %	Costes indirectos	0,670	0,02
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>0,69</b>
1.7 E38PIA010	<b>ud</b>	<b>Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IA010		1,000 ud	Casco seguridad homologado	2,000	2,00

		3,000 %	Costes indirectos	2,000	0,06
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>2,06</b>
1.8 E38PIC090	<b>ud</b>	<b>Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IC090		1,000 ud	Mono de trabajo poliéster-algod.	11,000	11,00
		3,000 %	Costes indirectos	11,000	0,33
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>11,33</b>
1.9 E38PIC130	<b>ud</b>	<b>Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IC130		0,333 ud	Mandil cuero para soldador	12,930	4,31
		3,000 %	Costes indirectos	4,310	0,13
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>4,44</b>
1.10 E38PIM050	<b>ud</b>	<b>Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IM035		1,000 ud	Par guantes vacuno	3,000	3,00
		3,000 %	Costes indirectos	3,000	0,09
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>3,09</b>
1.11 E38PIM030	<b>ud</b>	<b>Par de guantes de nitrilo alta-resistencia. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IM025		1,000 ud	Par guantes nitrilo amarillo	3,000	3,00
		3,000 %	Costes indirectos	3,000	0,09
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>3,09</b>
1.12 E38PIM060	<b>ud</b>	<b>Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IM040		0,333 ud	Par guantes p/soldador	5,800	1,93
		3,000 %	Costes indirectos	1,930	0,06
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>1,99</b>
1.13 E38PIP030	<b>ud</b>	<b>Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IP020		0,333 ud	Par botas c/puntera/plant. metál	18,000	5,99
		3,000 %	Costes indirectos	5,990	0,18
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>6,17</b>
1.14 E38PIP010	<b>ud</b>	<b>Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.</b>			
P31IP010		1,000 ud	Par botas altas de agua (negras)	6,000	6,00
		3,000 %	Costes indirectos	6,000	0,18
		<b>Precio total por ud .</b>			<b>6,18</b>

## 2 PROTECCIONES COLECTIVAS

2.1 E38PCA100	<b>ud</b>	<b>Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 50x50 cms., formada mediante tablonces de madera de 20x5 cms. armados mediante encolado y clavazón, zocalo de 20 cms. de altura, incluso fabricación y colocación, (amortizable en dos usos).</b>			
O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02	
P31CA100	0,500 ud	Tapa provisional pozo 50x50	39,550	19,78	
P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,710	0,71	
	3,000 %	Costes indirectos	21,510	0,65	
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>22,16</b>	
2.2 E38PCB040	<b>m.</b>	<b>Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por puntales metálicos telescópicos colocados cada 2,5 m., (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.</b>			
O01OA030	0,125 h.	Oficial primera	10,710	1,34	
O01OA070	0,125 h.	Peón ordinario	10,240	1,28	
P31CB010	0,065 ud	Puntal metálico telescópico 3 m.	11,270	0,73	
P31CB210	0,240 m.	Pasamanos tubo D=50 mm.	4,170	1,00	
P31CB040	0,003 m3	Tabla madera pino 15x5 cm.	272,800	0,82	
P31CB220	0,150 ud	Brida soporte para barandilla	1,530	0,23	
	3,000 %	Costes indirectos	5,400	0,16	
		<b>Precio total por m. .</b>		<b>5,56</b>	
2.3 E38EB010	<b>m.</b>	<b>Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.R.D. 485/97.</b>			
O01OA070	0,050 h.	Peón ordinario	10,240	0,51	
P31SB010	1,100 m.	Cinta balizamiento bicolor 8 cm.	0,040	0,04	
	3,000 %	Costes indirectos	0,550	0,02	
		<b>Precio total por m. .</b>		<b>0,57</b>	
2.4 E38ES080	<b>ud</b>	<b>Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.</b>			
O01OA070	0,150 h.	Peón ordinario	10,240	1,54	
P31SV120	0,333 ud	Placa informativa PVC 50x30	5,200	1,73	
	3,000 %	Costes indirectos	3,270	0,10	
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>3,37</b>	

2.5 E38ES030	<b>ud</b>	<b>Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.</b>		
O01OA070	0,200 h.	Peón ordinario	10,240	2,05
P31SV030	0,200 ud	Señal circul. D=60 cm.reflex.EG	70,990	14,20
P31SV050	0,200 ud	Poste galvanizado 80x40x2 de 2 m	11,040	2,21
A01RH060	0,064 m3	HORMIGÓN HM-10/B/40	48,000	3,07
	3,000 %	Costes indirectos	21,530	0,65
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>22,18</b>
2.6 E33DVR040	<b>ud</b>	<b>Valla de contención de peatones de 2,50 m., convencional, amarilla, colocada.</b>		
O01OA070	0,500 h.	Peón ordinario	10,240	5,12
P27EC160	1,000 ud	Valla contenc.peatones 2,5 m.	66,470	66,47
	3,000 %	Costes indirectos	71,590	2,15
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>73,74</b>

### 3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

2.1 E38PCF020	<b>ud</b>	<b>Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 43A/233B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.</b>		
O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
P31CI020	1,000 ud	Extintor polvo ABC 9 kg.	57,550	57,55
	3,000 %	Costes indirectos	58,570	1,76
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>60,33</b>

#### 4 INSTALACIONES DE PERSONAL

4.1 E38BC020	<b>ms</b>	<b>Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 3,25x1,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l.; placa turca, placa de ducha y lavabo de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.</b>		
O01OA070	0,085 h.	Peón ordinario	10,240	0,87
P31BC020	1,000 ud	Alq. caseta pref. aseo 3,25x1,90	70,000	70,00
P31BC220	0,250 ud	Transp.200km.ent.y rec.1 módulo	174,400	43,60
	3,000 %	Costes indirectos	190,870	5,73
		<b>Precio total por ms .</b>		<b>120,20</b>

#### 5 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

5.1 E38BM110	<b>ud</b>	<b>Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.</b>		
O01OA070	0,100 h.	Peón ordinario	10,240	1,02
P31BM110	1,000 ud	Botiquín de urgencias	80,430	80,43
	3,000 %	Costes indirectos	81,450	2,44
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>83,89</b>
5.2 E38BM120	<b>ud</b>	<b>Reposición de material de botiquín de urgencia.</b>		
P31BM120	1,000 ud	Reposición de botiquín	61,150	61,15
	3,000 %	Costes indirectos	61,150	1,83
		<b>Precio total por ud .</b>		<b>62,98</b>

### 4.3. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo	Importe (€)
1 PROTECCIONES INDIVIDUALES .	490,84
2 PROTECCIONES COLECTIVAS .	282,60
3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS .	60,33
4 INSTALACIONES DE PERSONAL .	120,20
5 SERVICIOS DE PREVENCIÓN .	209,85
<hr/>	
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.163,82</b>
13% de gastos generales	186,79
6% de beneficio industrial	86,21
<hr/>	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.436,82</b>

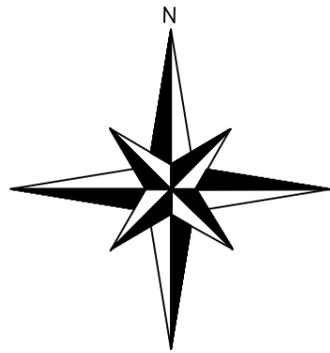
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS.

En Palencia, junio de 2019  
Fdo.: Fernando Olivares Alonso  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## **DOCUMENTO 2: PLANOS**

## ÍNDICE PLANOS

- 1. Situación y emplazamiento**
- 2. Plano de situación actual**
- 3. Plano de plantación**
- 4. Detalles de la plantación**
- 5. Distribución general del sistema de riego**
- 6. Detalles del sistema de riego**
- 7. Cabezal de riego**
- 8. Caseta de riego**
- 9. Estructura de la caseta de riego**
- 10. Instalación eléctrica**



	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>			
	PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)			
TÍTULO DEL PROYECTO _____				

FRANCISCO OLIVARES ALBERCA	VARIAS	1
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO FECHA: _____
TÍTULO DEL PLANO _____	FIRMA _____



X: 471480,33  
Y: 4701538,86  
Z: 810

X: 471523,57  
Y: 4701516,49  
Z: 811

X: 471558,58  
Y: 4701551,40  
Z: 811

X: 471621,18  
Y: 4701525,10  
Z: 812

225,71

X: 471582,32  
Y: 4701434,04  
Z: 813

X: 471355,43  
Y: 4701350,45  
Z: 814

X: 471556,01  
Y: 4701307,59  
Z: 813

218,84

X: 471581,49  
Y: 4701283,76  
Z: 813

X: 471559,59  
Y: 4701211,78  
Z: 815

X: 471516,75  
Y: 4701197,89  
Z: 817

X: 471465,29  
Y: 4701161,18  
Z: 819

X: 471579,59  
Y: 4701141,83  
Z: 815

X: 471561,48  
Y: 4701136,63  
Z: 817



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO  
LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

FRANCISCO OLIVARES ALBERCA

PROMOTOR \_\_\_\_\_

1:1000

ESCALA \_\_\_\_\_

2

Nº PLANO \_\_\_\_\_

PLANO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

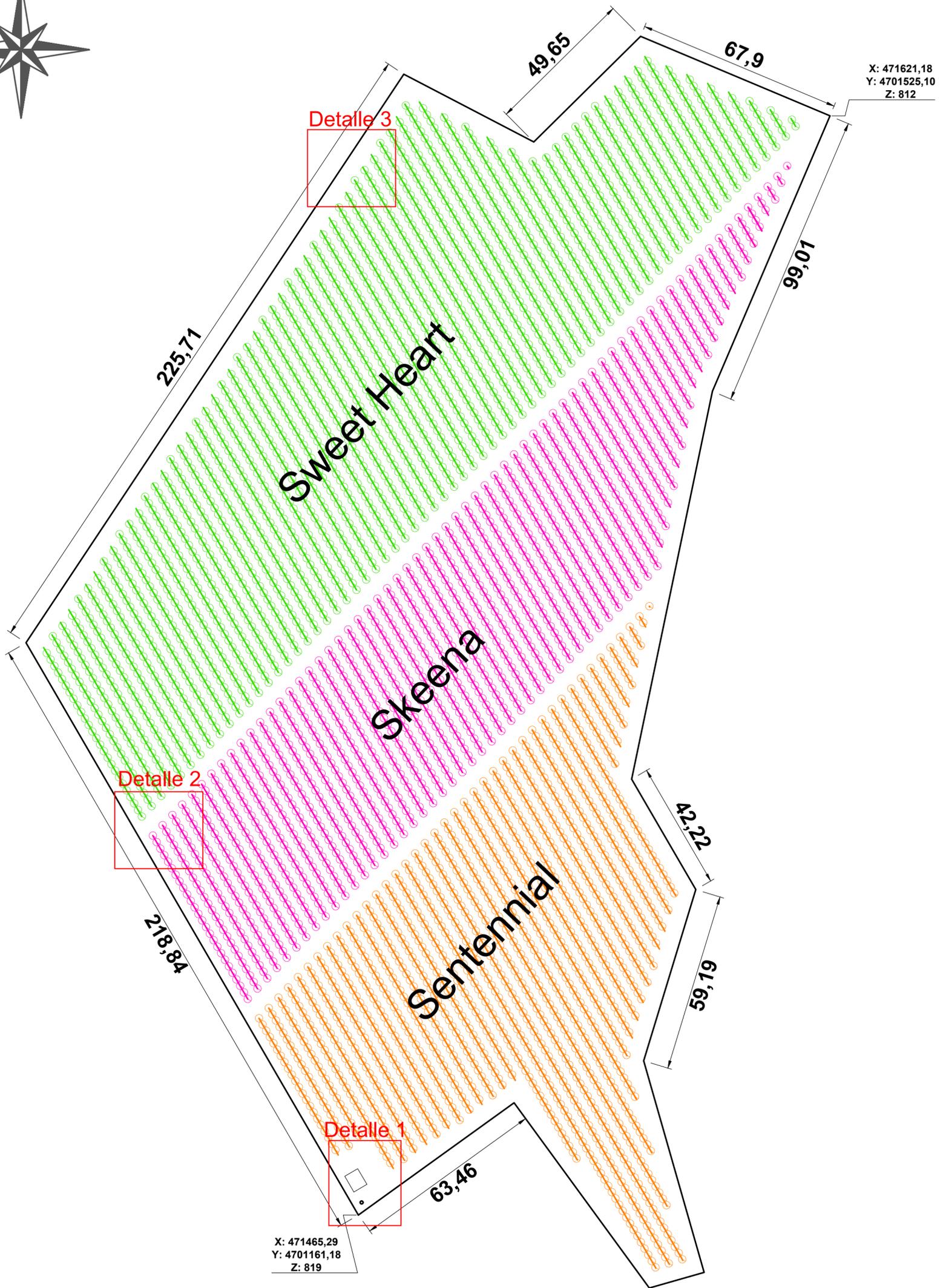
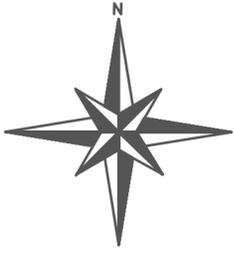
TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO

FECHA: \_\_\_\_\_

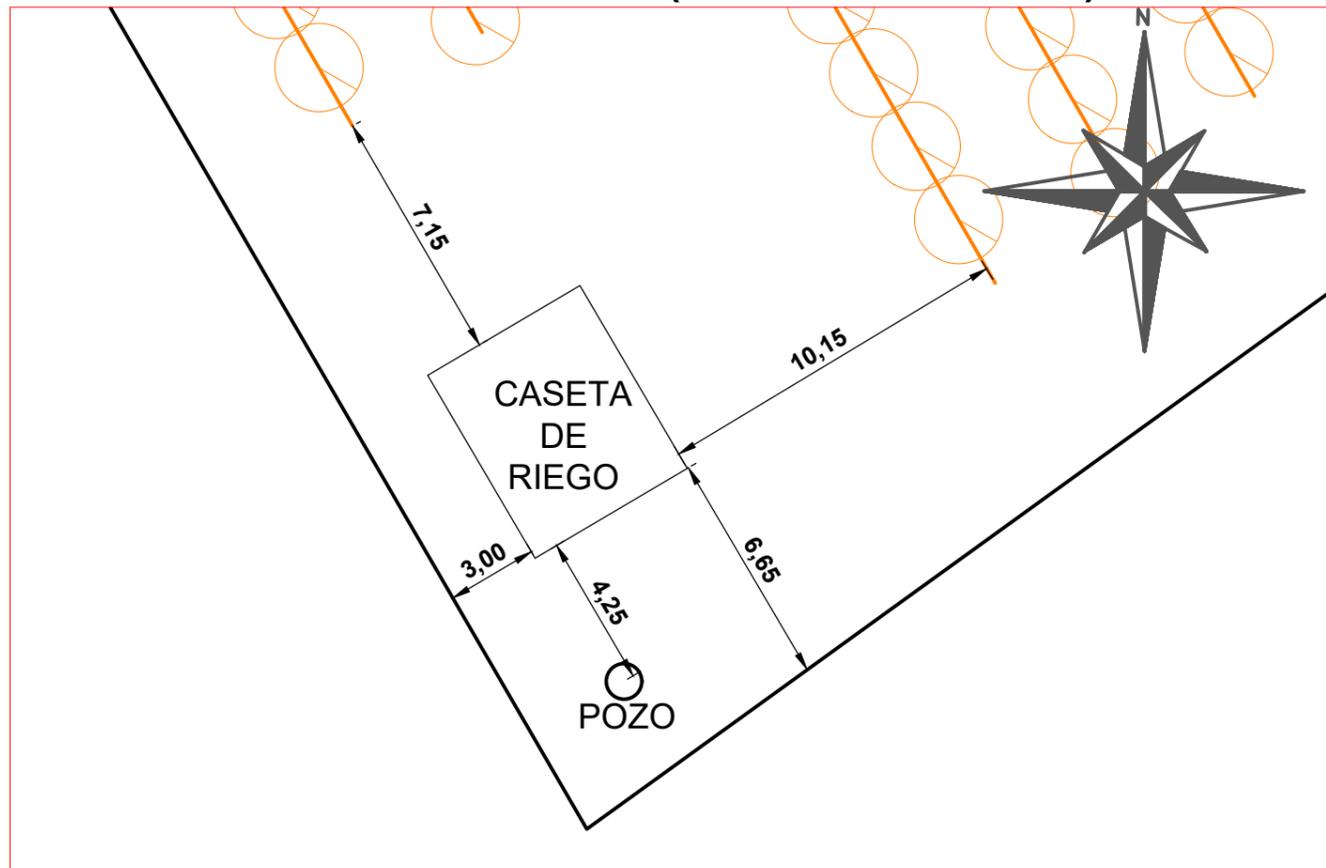
FIRMA \_\_\_\_\_



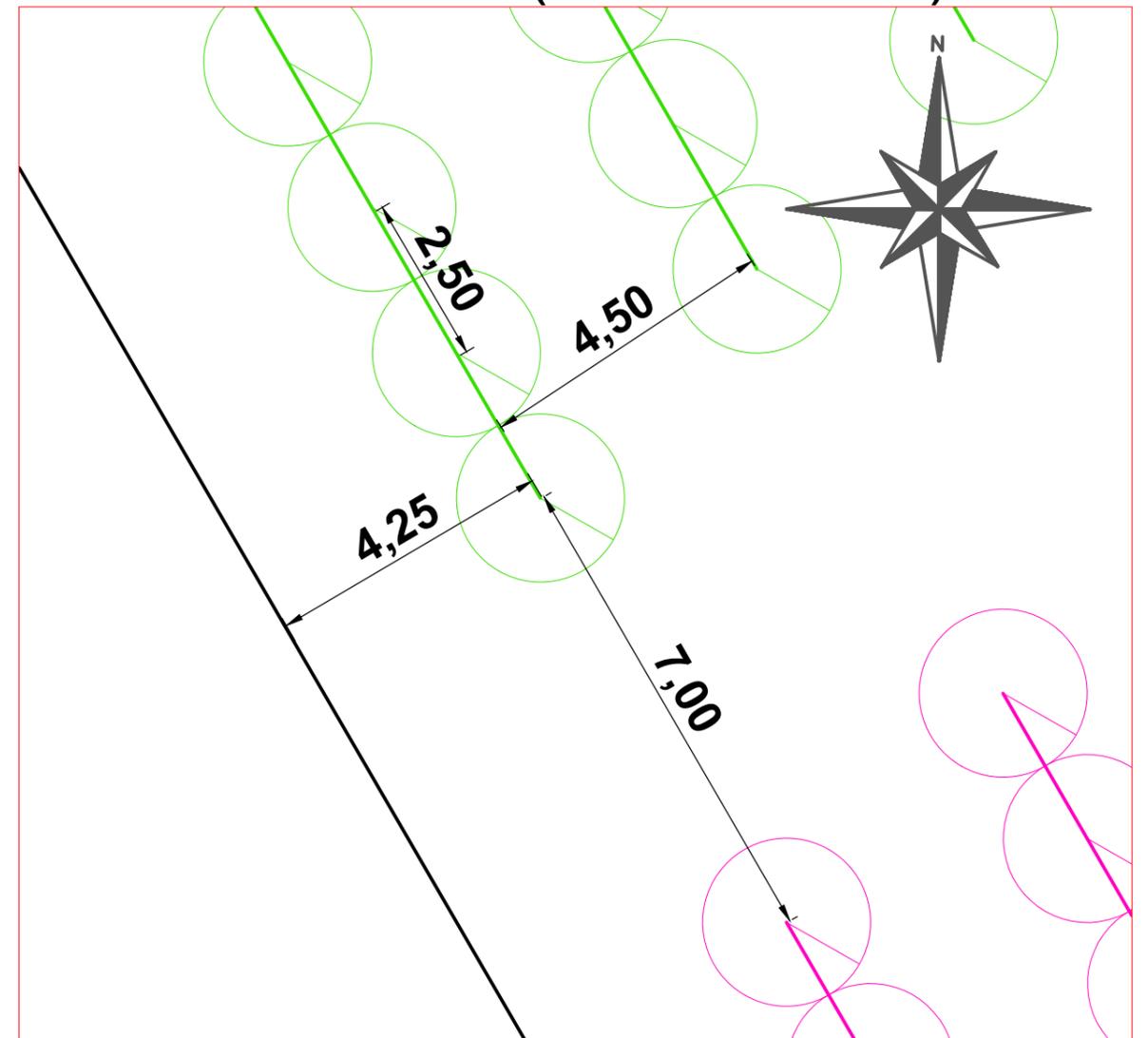
VARIETADES	
VAR.	Nº ÁRBOLES
Sweet Heart	2009
Skeena	1383
Sentennial	1294

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
FRANCISCO OLIVARES ALBERCA <small>PROMOTOR</small>	1:1000 <small>ESCALA</small>	3 <small>Nº PLANO</small>
PLANO DE PLANTACIÓN <small>TÍTULO DEL PLANO</small>		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO FECHA: _____ FIRMA _____

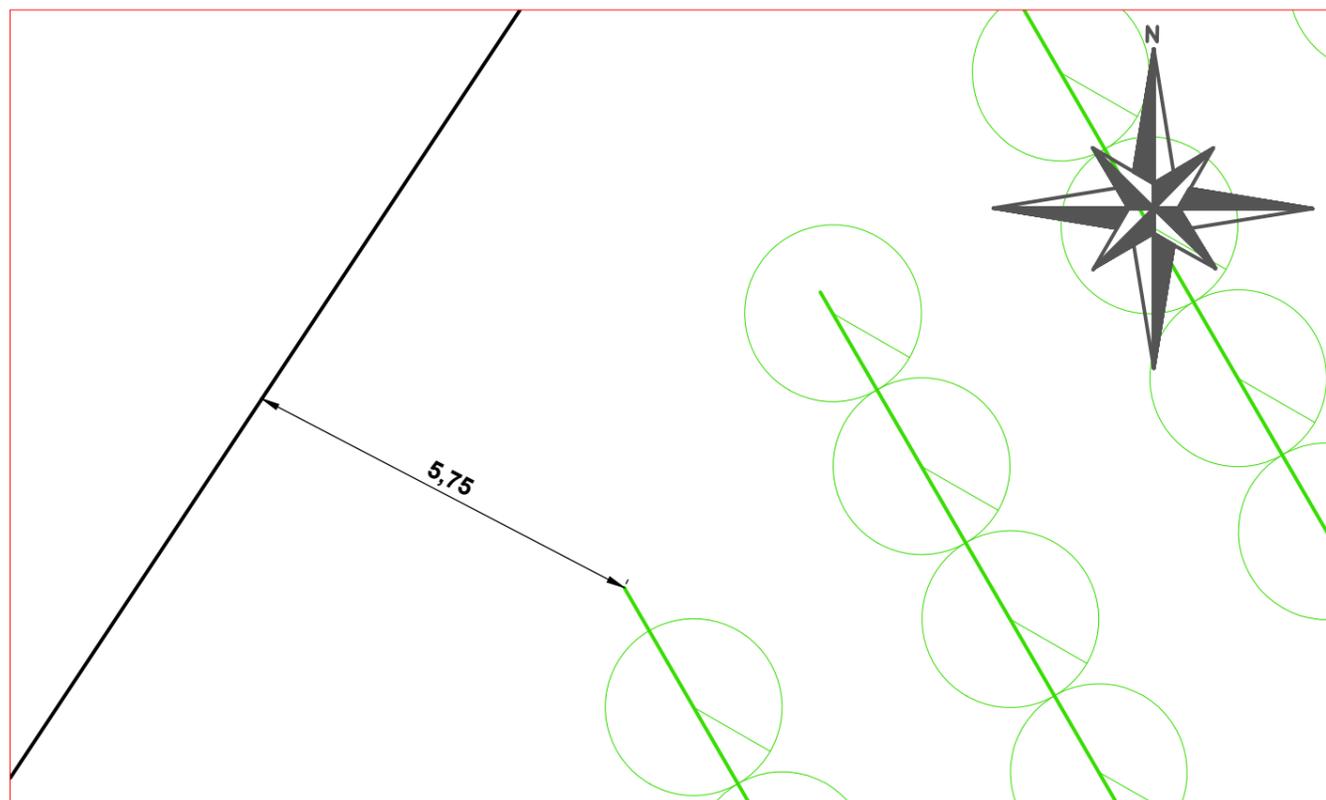
Detalle 1 (Escala 1:200)



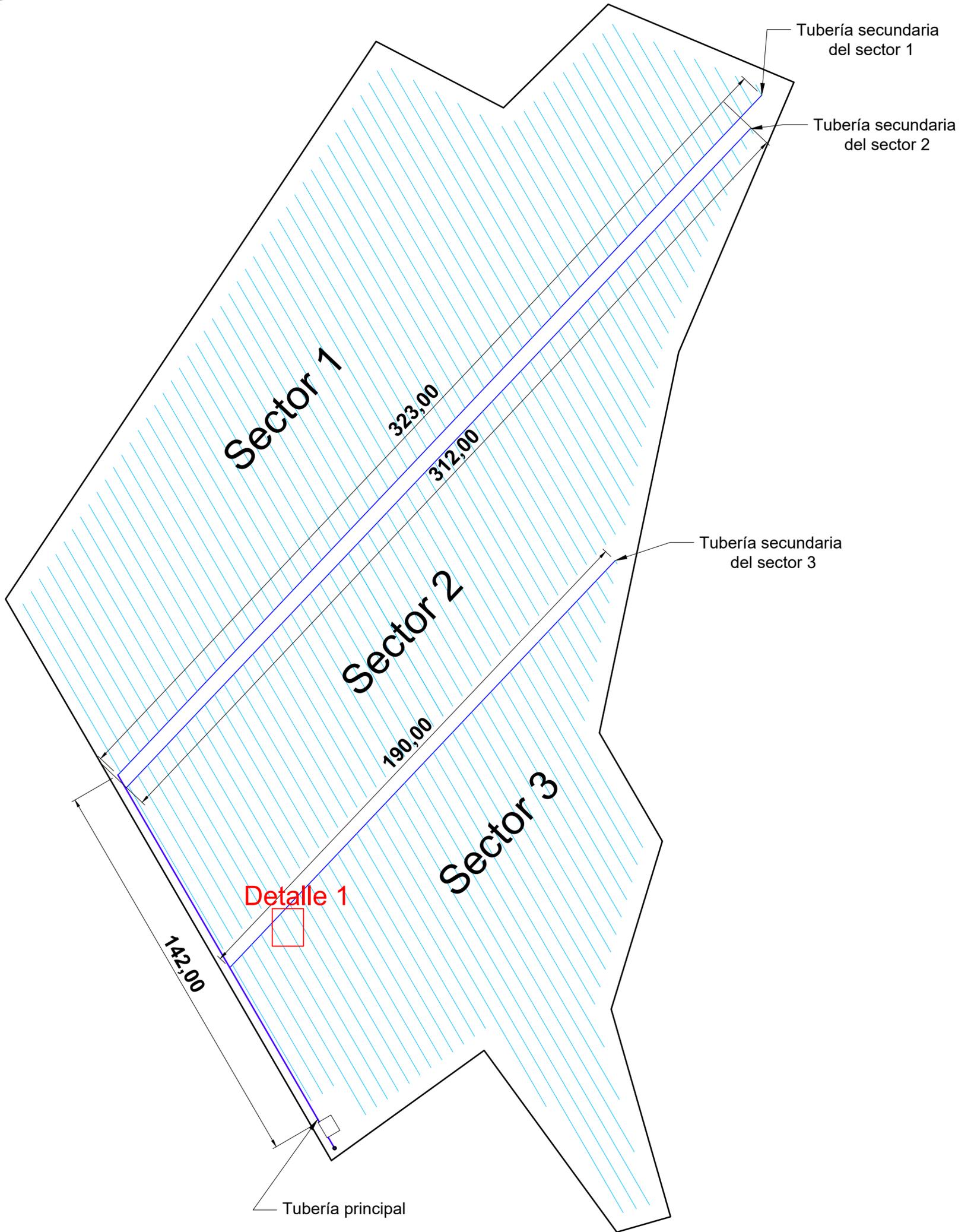
Detalle 2 (Escala 1:100)



Detalle 3 (Escala 1:100)



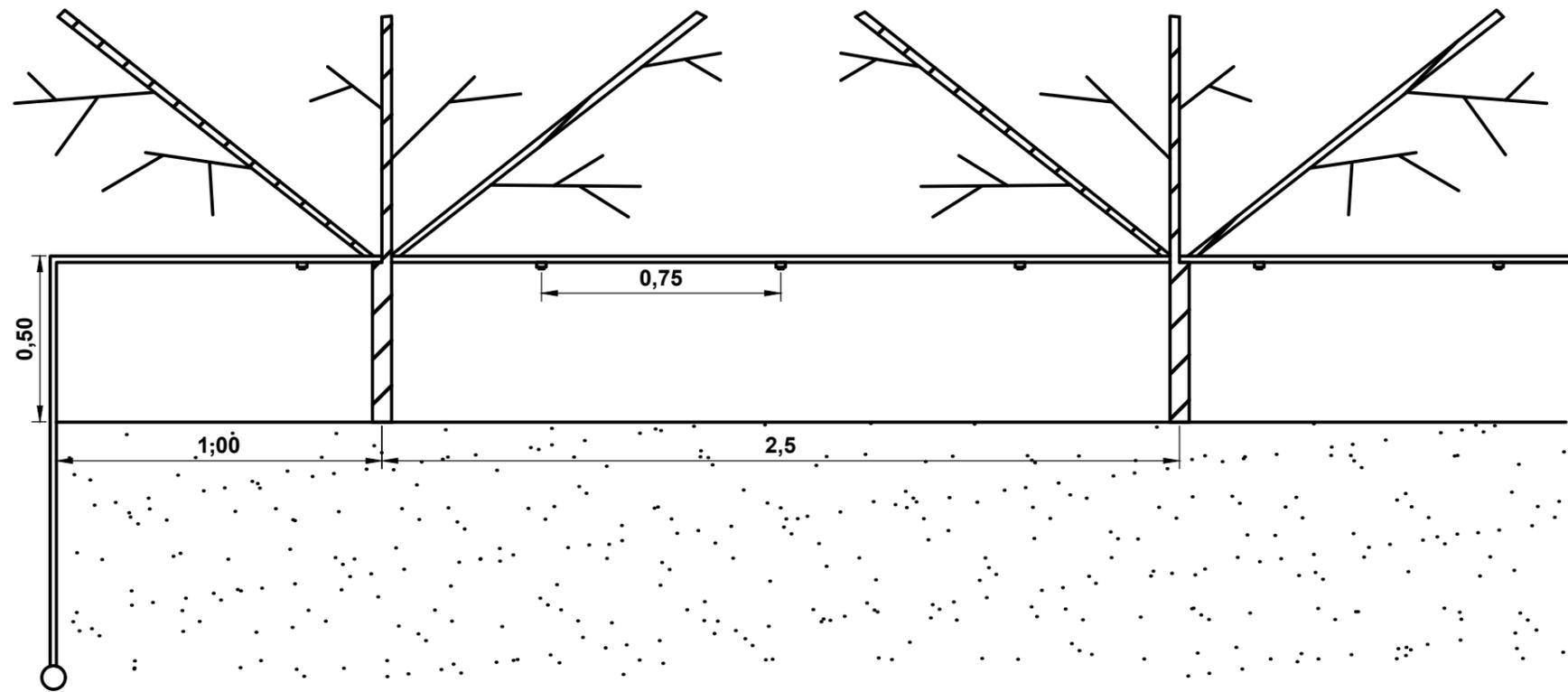
 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
PROMOTOR <b>FRANCISCO OLIVARES ALBERCA</b>	ESCALA <b>VARIAS</b>	N° PLANO <b>4</b>
TÍTULO DEL PLANO <b>DETALLES DE LA PLANTACIÓN</b>		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO FECHA: _____ FIRMA _____



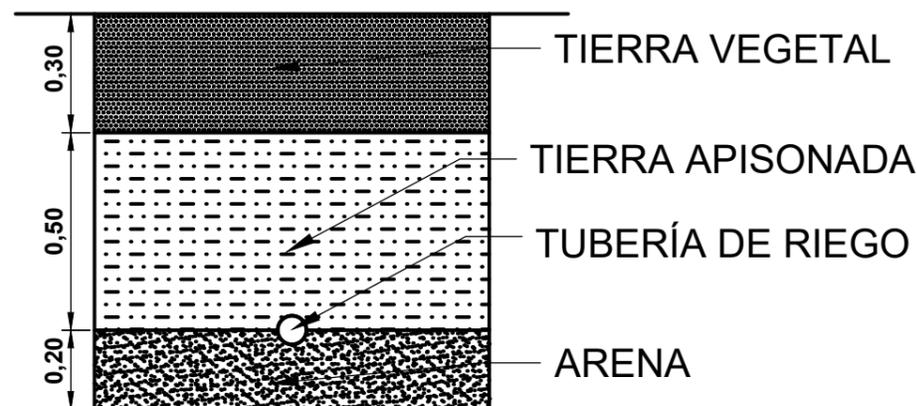
Tubería	Material	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Longitud (m)
R. portagoteros	PEBD	20,00	17,60	11158,00
T. secundaria sector 1	PVC	73,00	71,22	323,00
T. secundaria sector 2	PVC	73,00	71,22	312,00
T. secundaria sector 3	PVC	73,00	71,22	190,00
T. principal	PVC	73,00	71,22	142,00

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
FRANCISCO OLIVARES ALBERCA <small>PROMOTOR</small>	1:1000 <small>ESCALA</small>	5 <small>Nº PLANO</small>
<b>DISTRIBUCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO</b> <small>TÍTULO DEL PLANO</small> _____		<small>TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL</small> <small>ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO</small> <small>FECHA:</small> _____ <small>FIRMA</small> _____

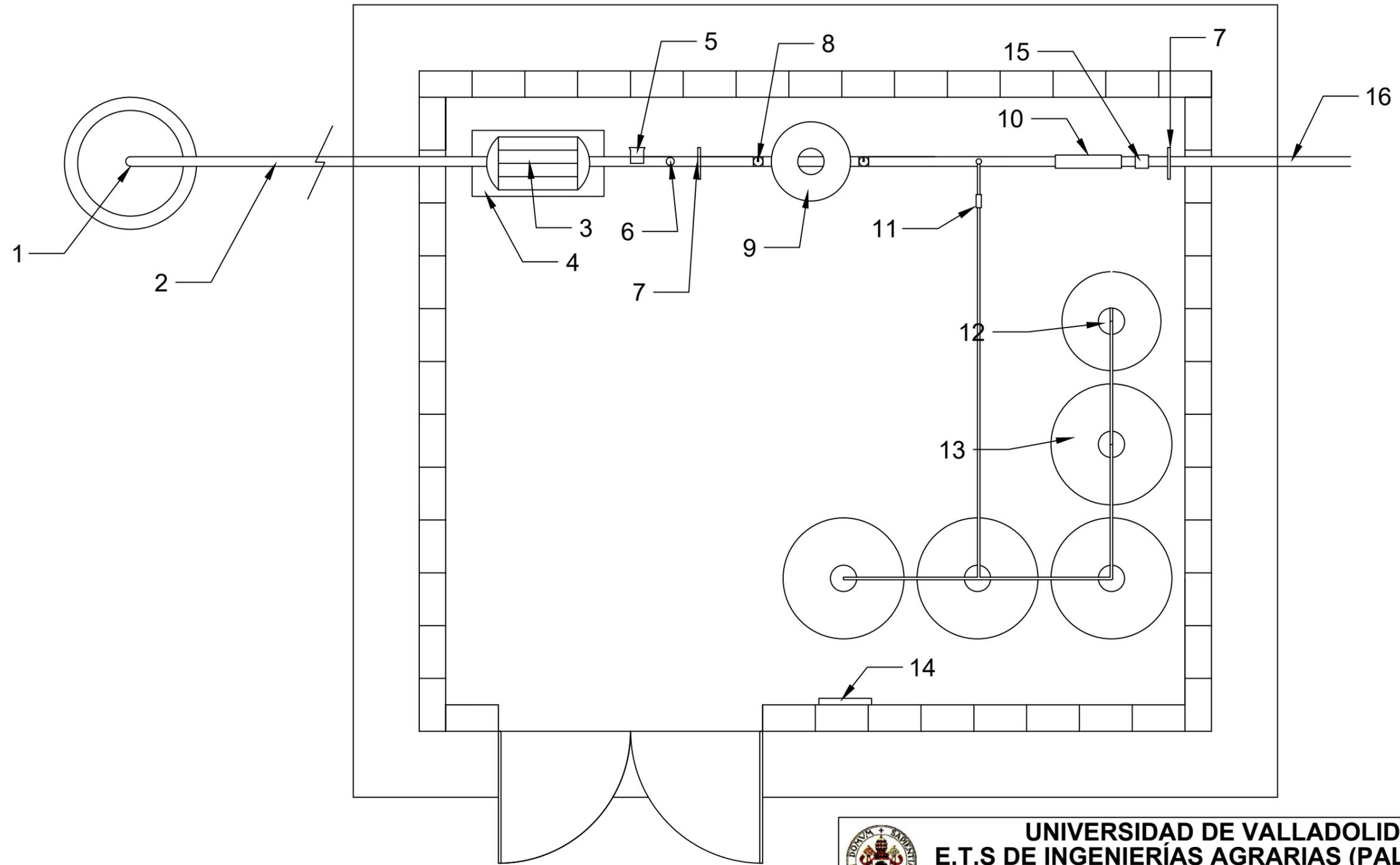
# Detalle 1



# Detalle tubería enterrada



	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
<b>FRANCISCO OLIVARES ALBERCA</b> PROMOTOR _____		<b>VARIAS</b> ESCALA _____	<b>6</b> N° PLANO _____
<b>DETALLES DEL SISTEMA DE RIEGO</b> TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO FECHA: _____ FIRMA _____	



## CABEZAL DE RIEGO

1. POZO	5. VENTOSA	9. FILTRO DE ARENA	13. DEPÓSITO DE 500 L
2. TUBERÍA ASPIRACIÓN Ø 73 mm	6. VÁLVULA DE RETENCIÓN	10. FILTRO DE MALLAS	14. PROGRAMADOR DE RIEGO
3. BOMBA DE RIEGO 4 kW	7. VÁLVULA DE COMPUERTA	11. INYECTOR DE FERTILIZANTE	15. CONTADOR TIPO WOLTMAN
4. CHAPA METÁLICA 25 mm ESPESOR	8. VÁLVULA DE MARIPOSA	12. DEPÓSITO DE 300 L	16. TUBERÍA IMPULSIÓN Ø 73 mm



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO  
LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

**FRANCISCO OLIVARES ALBERCA**

PROMOTOR \_\_\_\_\_

**1:30**

ESCALA \_\_\_\_\_

**7**

Nº PLANO \_\_\_\_\_

**CABEZAL DE RIEGO**

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

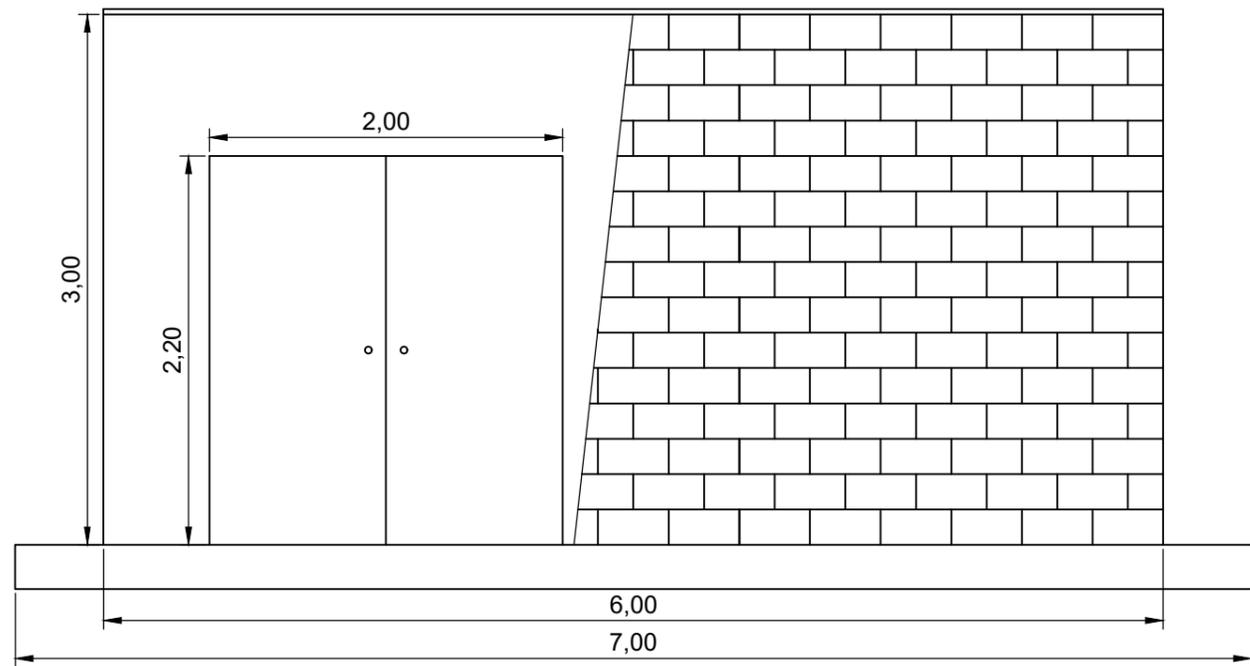
TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO

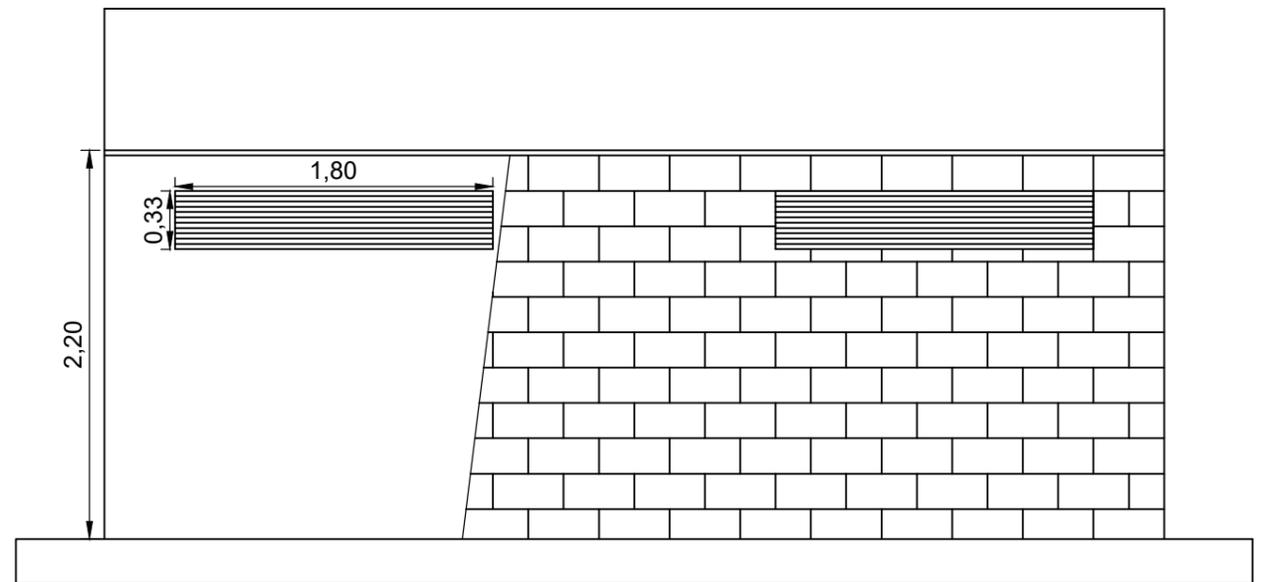
FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

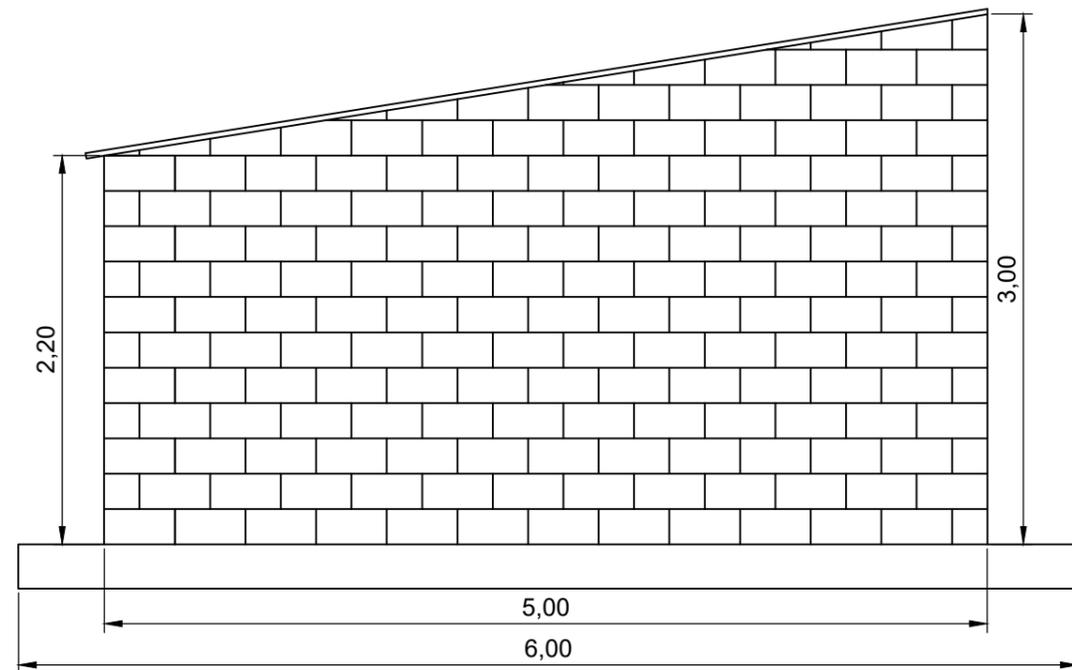
Alzado Este



Alzado Oeste



Alzado Norte y Sur



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO  
LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

FRANCISCO OLIVARES ALBERCA

PROMOTOR \_\_\_\_\_

1:40

ESCALA \_\_\_\_\_

8

Nº PLANO \_\_\_\_\_

CASETA DE RIEGO

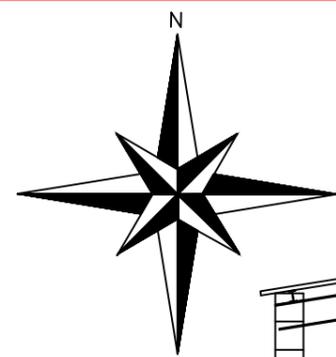
TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

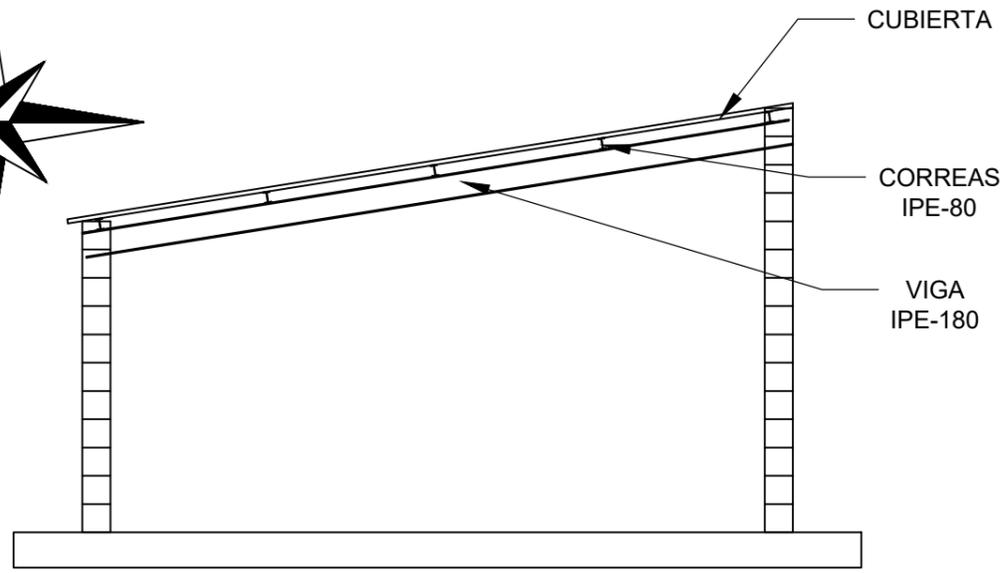
ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO

FECHA: \_\_\_\_\_

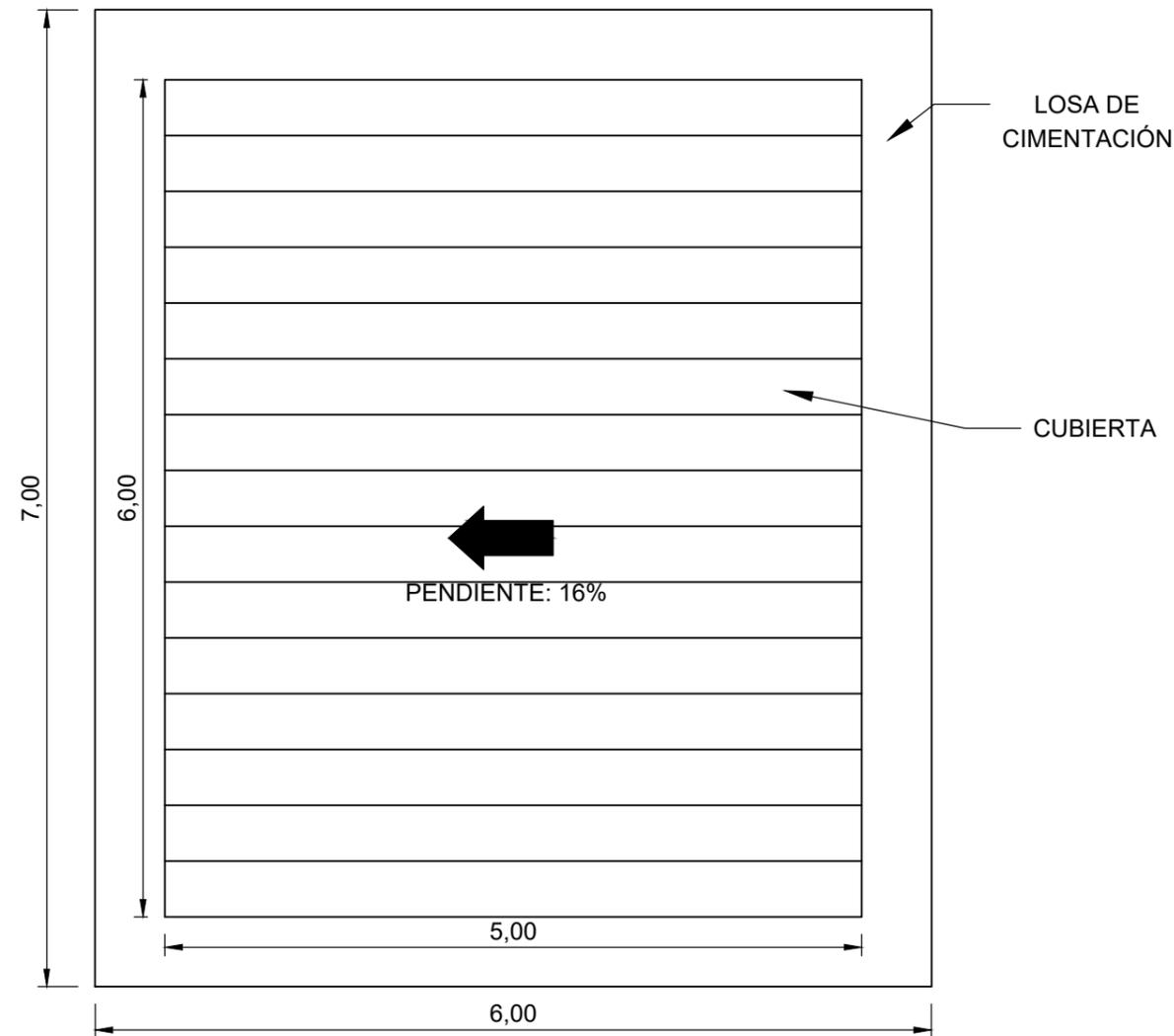
FIRMA \_\_\_\_\_



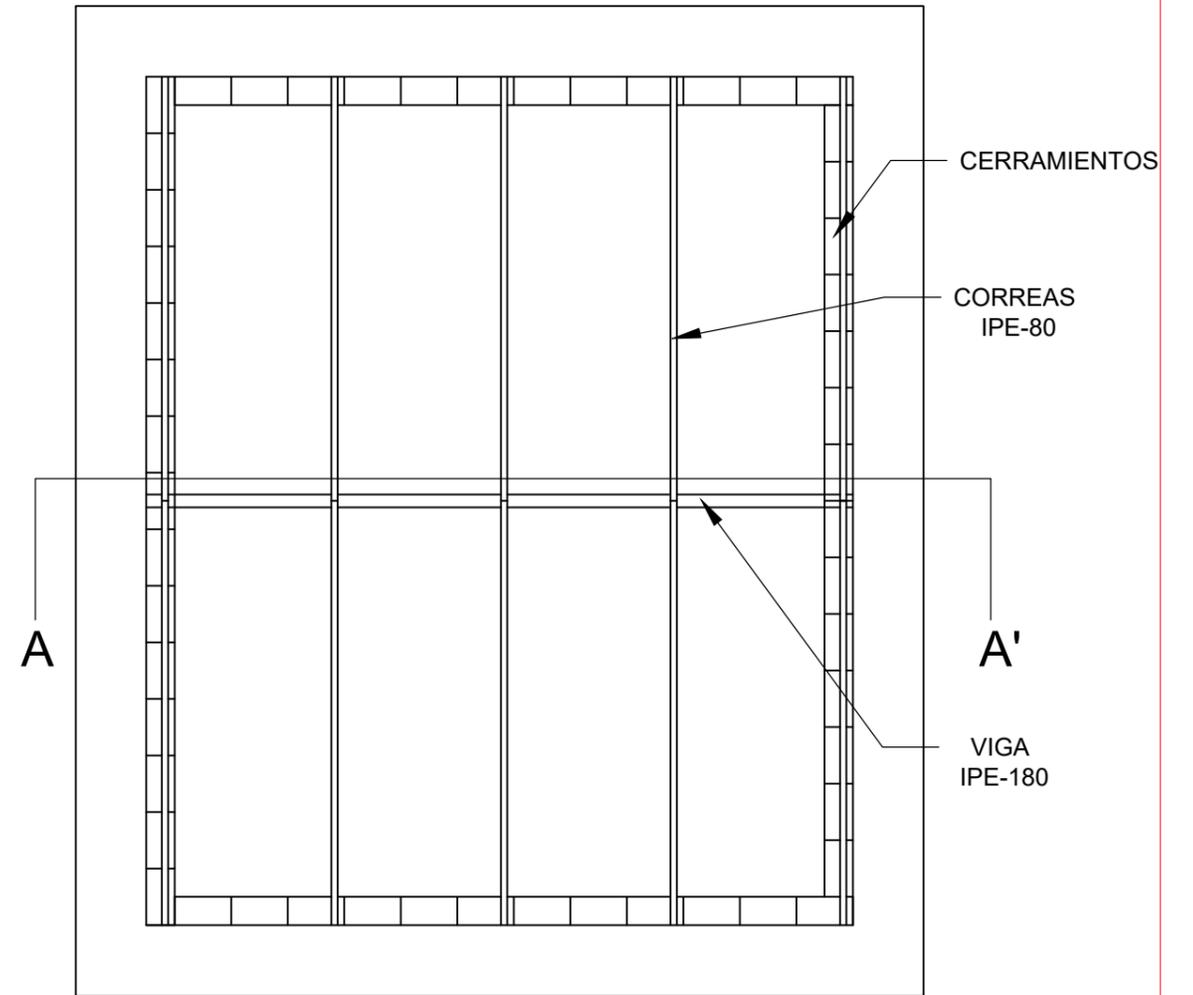
### Sección A-A'



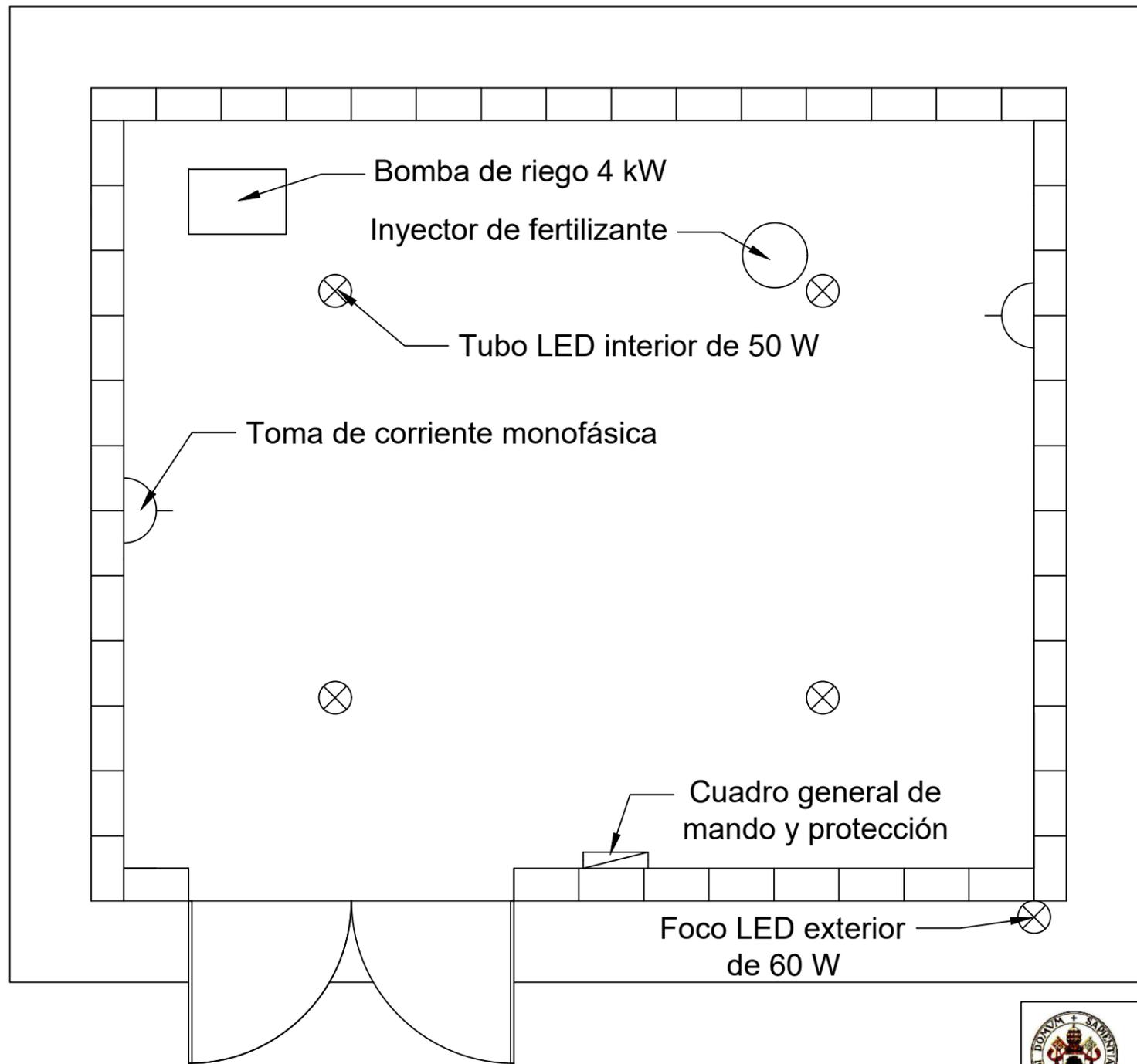
### Planta cubierta



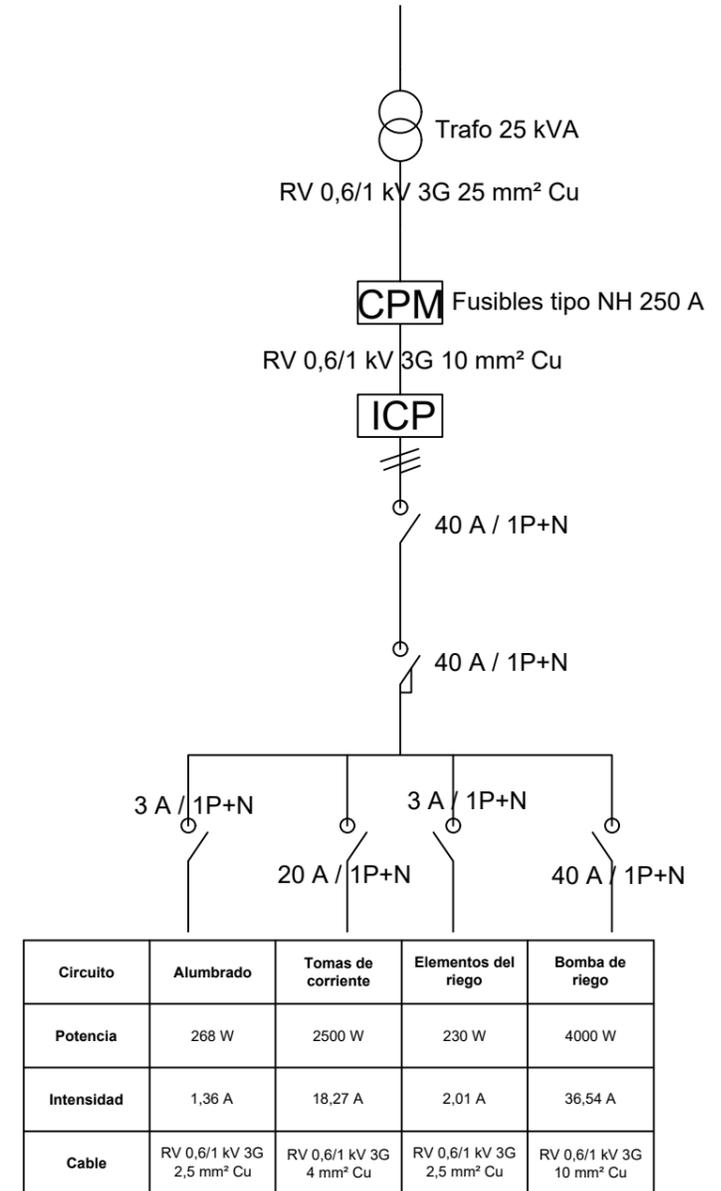
### Planta estructura



	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>	
PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
FRANCISCO OLIVARES ALBERCA	1:50	9
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____
<b>ESTRUCTURA DE LA CASETA DE RIEGO</b>		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO
FECHA: _____		FIRMA _____



# ESQUEMA UNIFILAR



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO  
 LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

FRANCISCO OLIVARES ALBERCA

PROMOTOR \_\_\_\_\_

1:30

ESCALA \_\_\_\_\_

10

Nº PLANO \_\_\_\_\_

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: FERNANDO OLIVARES ALONSO

FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

# **DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

TÍTULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	11
PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES.....	11
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	11
Artículo 2. Documentación del contrato de obra.....	11
Artículo 3. Calidad de los materiales.....	11
Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales.....	12
Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto.....	12
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución.....	12
SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO.....	12
CAPÍTULO I: LABORES GENERALES DE CULTIVO.....	12
Artículo 1. Diseño de plantación.....	12
Artículo 2. Labores previas.....	13
Artículo 3. Plantación.....	13
Artículo 4. Procedencia y tipo de plántones.....	13
Artículo 5. Plazo de plantación.....	13
Artículo 6. Reposición de marras.....	13
CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO.....	13
Artículo 7. Calendario de las labores.....	13
CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA.....	14
Artículo 8. Normas a seguir.....	14
Artículo 9. Mano de obra.....	14
Artículo 10. Mantenimiento.....	14
Artículo 11. Restos de poda.....	14
CAPÍTULO IV: RIEGO.....	14
Artículo 12. Calendario y dosis de riego.....	14
Artículo 13. Revisiones.....	15
Artículo 14. Reparaciones.....	15
Artículo 15. Mantenimiento.....	15
CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN.....	15
Artículo 16. Normativa.....	15
Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes.....	15

---

Artículo 18. Envasado y etiquetado .....	15
Artículo 19. Facturas .....	16
Artículo 20. Fraude.....	16
Artículo 21. Peticiones.....	16
Artículo 22. Manejo .....	16
Artículo 23. Almacenamiento.....	16
Artículo 24. Empleo .....	16
CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO .....	17
Artículo 25. Normas a seguir .....	17
Artículo 26. Mano de obra .....	17
Artículo 27. Forma y dosis de aplicación .....	17
Artículo 28. Labor de segadora .....	17
CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS .....	17
Artículo 29. Manejo .....	17
Artículo 30. Limpieza.....	17
Artículo 31. Almacenamiento.....	17
Artículo 32. Normativa.....	18
Artículo 33. Fraude.....	18
Artículo 34. Seguridad.....	18
Artículo 35. Mezcla.....	18
Artículo 36. Aplicación.....	18
Artículo 37. Envasado y etiquetado .....	19
Artículo 38. Facturas .....	19
CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN .....	19
Artículo 39. Normas a seguir .....	19
Artículo 40. Mano de obra .....	19
Artículo 41. Plazo de tiempo.....	19
Artículo 42. Material .....	19
CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS .....	20
Artículo 43. Características .....	20
Artículo 44. Utilización.....	20
Artículo 45. Manejo y mantenimiento .....	20
Artículo 46. Almacenamiento.....	20
Artículo 47. Averías .....	20
Artículo 48. Seguridad personal .....	21

---

---

Artículo 49. Reglamentación .....	21
CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS.....	21
Artículo 50. Obligaciones del capataz.....	21
Artículo 51. Obligaciones del empleado .....	22
CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN.....	22
Artículo 52. Manejo .....	22
Artículo 53. Transporte.....	22
TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN .....	22
CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	22
Artículo 1. Emplazamiento.....	22
Artículo 2. Sistema general de distribución.....	22
Artículo 3. Profundidad de la cimentación .....	23
Artículo 4. Obras accesorias .....	23
Artículo 5. Movimiento de tierras .....	23
Artículo 6. Base de zahorra natural .....	31
Artículo 7. Hormigones.....	32
Artículo 8. Morteros .....	48
Artículo 9. Carpintería metálica .....	49
Artículo 10. Pintura.....	52
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión.....	54
Artículo 12. Precauciones a adoptar.....	59
Artículo 13. Control del hormigón .....	59
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO .....	60
CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	60
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos.....	60
Artículo 6. Ensayos de comprobación de características.....	60
Artículo 7. Ensayos de funcionamiento.....	61
Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante .....	63
CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO .....	64
Artículo 1. Condiciones generales .....	64
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo.....	68
Artículo 4. Fabricación.....	69

---

Artículo 5. Características de los tubos .....	70
Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo.....	73
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO .....	
Artículo 1. Condiciones generales .....	76
Artículo 2. Materiales.....	81
Artículo 3. Fabricación.....	84
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo .....	85
Artículo 5. Tolerancias.....	90
CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DEL EQUIPO DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO .....	
Artículo 1. Equipos de impulsión .....	92
Artículo 2. Filtro .....	97
Artículo 3. Válvulas.....	98
Artículo 4. Tubería de acero galvanizado .....	101
Artículo 5. Ventosas .....	101
TÍTULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS .....	105
CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.....	
Artículo 1. El Ingeniero Director.....	105
Artículo 2. El Graduado en Ingeniería.....	106
Artículo 4. El Constructor.....	106
Artículo 5. El Promotor - Coordinador de gremios .....	107
CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.....	
Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto .....	107
Artículo 7. Oficina en la obra .....	108
Artículo 8. Representación del contratista. ....	108
Artículo 9. Presencia del constructor en la obra .....	108
Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente .....	109
Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto .....	109
Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa .....	109
Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero.....	109
Artículo 14. Faltas del personal .....	110
Artículo 15. Subcontratas .....	110

---

CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES .....	110
Artículo 16. Caminos y accesos .....	110
Artículo 17. Replanteo.....	110
Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	111
Artículo 19. Orden de los trabajos .....	111
Artículo 20. Facilidades para otros contratistas .....	111
Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor ...	111
Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor .....	112
Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra ...	112
Artículo 24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos .....	112
Artículo 25. Obras ocultas .....	112
Artículo 26. Trabajos defectuosos .....	112
Artículo 27. Vicios ocultos .....	113
Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia .....	113
Artículo 29. Presentación de muestras.....	113
Artículo 30. Materiales no utilizables .....	114
Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos .....	114
Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	114
Artículo 33. Limpieza de las obras.....	115
Artículo 34. Obras sin prescripciones .....	115
CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS .....	115
Artículo 35. De las recepciones provisionales .....	115
Artículo 36. Documentación final de la obra .....	115
Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra	116
Artículo 38. Plazo de garantía .....	116
Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente .....	116
Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida ...	116
TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS.....	117
CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL .....	117
Artículo 1.....	117
Artículo 2.....	117
CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS.....	117
Artículo 3.....	117
Artículo 4. Fianza provisional .....	117

---

---

Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	117
Artículo 6. De su devolución general .....	118
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales .....	118
CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS .....	118
Artículo 8. Composición de los precios unitarios .....	118
Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata .....	119
Artículo 10. Precios contradictorios .....	119
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios .....	120
Artículo 12. De la revisión de los precios contratados .....	120
Artículo 13. Acopio de materiales .....	120
CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN .....	120
Artículo 14. Administración .....	120
Artículo 15. Obras por Administración directa.....	121
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta .....	121
Artículo 17. Liquidación de obras por Administración .....	122
Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada.....	122
Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos.....	123
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros .....	123
Artículo 21. Responsabilidad del Constructor .....	123
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....	123
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras.....	124
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones .....	124
Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas .....	125
Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada .....	125
Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados .....	126
Artículo 27. Pagos .....	126
Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía .....	126
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	127
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras .....	127
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario .....	127
CAPÍTULO VII: VARIOS.....	128
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	128
Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables .....	128

---

---

Artículo 33. Seguro de las obras .....	128
Artículo 34. Conservación de la obra.....	129
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor .....	130
TITULO IV: CONDICIONES LEGALES .....	130
Artículo 1. Preliminar .....	130
Artículo 2. Contratista.....	130
Artículo 3. Sistemas de contratación .....	130
Artículo 4. Adjudicación de las obras.....	131
Artículo 5. Formalización del contrato .....	131
Artículo 6. Responsabilidad del contratista .....	131
Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros.....	132
Artículo 8. Pago de tributos .....	132
Artículo 9. Hallazgos .....	132
Artículo 10. Causas de rescisión del contrato.....	133
Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista .....	134
Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión .....	134
Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto .....	134
Artículo 14. Tribunales .....	135

## **TÍTULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES**

#### **Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general**

El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero y Ingeniero Técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### **Artículo 2. Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones particulares.
4. El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

#### **Artículo 3. Calidad de los materiales**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

#### **Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### **Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **Artículo 6. Condiciones generales de ejecución**

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### **SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO**

#### **CAPÍTULO I: LABORES GENERALES DE CULTIVO**

##### **Artículo 1. Diseño de plantación**

La disposición de la plantación, densidad, marco de plantación y orientación de las filas, se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo III. Estudio de alternativas.

## **Artículo 2. Labores previas**

Las labores previas a la plantación se realizarán conforme al orden en que se describen en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

## **Artículo 3. Plantación**

La plantación de los árboles se realizará con el arado plantador de la forma que se indica en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, realizándose seguidamente un riego y una revisión de plantones.

## **Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones**

Los plantones utilizados procederán de viveros especializados, que garanticen la calidad y sanidad de los mismos, siendo estos de las características que se adjuntan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso. Dichos plantones serán revisados por el capataz inmediatamente después de ser recibidos, pudiendo éste rechazar aquellos que no cumplan las condiciones exigidas.

El material vegetal utilizado será selecto y de calidad, es decir, será planta certificada por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, sometida a la selección clonal y libre de virus.

## **Artículo 5. Plazo de plantación**

La plantación se realizará siguiendo rigurosamente normas, orden y tiempos que se marcan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

## **Artículo 6. Reposición de marras**

A principios del mes de mayo, del mismo año en que se lleva a cabo la plantación, se procederá a la revisión de la plantación, realizando la reposición de marras habidas en la plantación, y realizando las posibles correcciones de las mismas, así como, la revisión sanitaria de los plantones.

## **CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO**

### **Artículo 7. Calendario de las labores**

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de las mismas, impuestas por afección al cultivo o comercialización de los frutos.

El capataz o encargado de la plantación, puede contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

El capataz de la finca podrá variar los calendarios de labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecten a las normas básicas y principios expresados en el Documento 1: Memoria, haciendo hincapié en lo referente al mantenimiento del suelo y la formación de árboles.

## **CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA**

### **Artículo 8. Normas a seguir**

El sistema de formación elegido se realizará conforme a lo establecido, siguiendo los pasos y fechas descritos en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado con la formación del árbol, ya que de ello depende el futuro de la plantación.

### **Artículo 9. Mano de obra**

Durante el primer año la poda será realizada por el capataz. En los años sucesivos se llevará a cabo por el capataz ayudado de personal cualificado en esta tarea.

### **Artículo 10. Mantenimiento**

El equipo utilizado en la poda (tijeras neumáticas y podadora mecánica) será cuidado y mantenido con buen filo, así como desinfectado en una solución anticriptogámica, para evitar enfermedades.

### **Artículo 11. Restos de poda**

Los restos de poda serán triturados con una segadora-trituradora, con el fin de que no entorpezcan el paso por la calle.

## **CAPÍTULO IV: RIEGO**

### **Artículo 12. Calendario y dosis de riego**

Se autoriza al capataz de la explotación a realizar los cambios oportunos en el calendario de riegos y dosis por año, conforme a las directrices marcadas en el Anejo

IV. Ingeniería del proceso, siempre que los cambios se ajusten a la realidad de la finca.

### **Artículo 13. Revisiones**

El técnico de la instalación instruirá y asesorará al capataz en el manejo y mantenimiento del sistema de riego, ya que será el encargado de su mantenimiento y funcionamiento.

### **Artículo 14. Reparaciones**

En caso de avería importante del sistema y que requiera la presencia de un técnico, el capataz será el encargado de llamar lo antes posible al técnico para que la avería suponga el mínimo trastorno posible en el calendario de riego.

### **Artículo 15. Mantenimiento**

Se tendrá en la finca las piezas de reposición más frecuentes, así como las herramientas necesarias para su colocación.

El capataz, como encargado del mantenimiento, realizará la limpieza asidua de las tuberías y depósitos con ácido nítrico, y realizará lavados de arena y anillas de los filtros, así como la limpieza de los goteros obstruidos.

## **CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN**

### **Artículo 16. Normativa**

Los abonos orgánicos y minerales que se utilicen en la explotación deberán ajustarse a la normativa vigente relativa a la pureza y a la composición de los mismos.

### **Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes**

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para el fósforo y K<sub>2</sub>O para el potasio.

### **Artículo 18. Envasado y etiquetado**

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado en letra, el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del

fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir precintados.

### **Artículo 19. Facturas**

Además de los detalles expuestos en el artículo 18, en las facturas deberán figurar el número y clase de envase, el precio total de la partida y la firma de conformidad de ambas partes.

### **Artículo 20. Fraude**

En caso de fraude o sospecha del mismo, con relación a los fertilizantes adquiridos, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los ingenieros agrónomos o técnicos agrícolas del servicio de defensa contra fraudes, para su posterior análisis, del que derivarán las responsabilidades mencionadas anteriormente.

### **Artículo 21. Peticiones**

El capataz será el encargado de realizar la petición de las partidas de abonos, así como de programar la fertirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

### **Artículo 22. Manejo**

Las mezclas y distribución de abonos se harán bajo las recomendaciones técnicas que correspondan a cada caso, ajustándose siempre a los criterios de compatibilidad de los abonos.

### **Artículo 23. Almacenamiento**

El almacenamiento de los abonos se hará siempre de modo que conserven intactas todas sus propiedades, guardándose en los tanques de la caseta preservados de toda humedad.

### **Artículo 24. Empleo**

Se seguirán las normas, en cuanto a las dosis y tipos de fertilizantes, expresadas en el proyecto. En caso de no disponer de ninguno de ellos, se consultará la utilización de otro producto alternativo.

## **CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO**

### **Artículo 25. Normas a seguir**

El sistema de mantenimiento elegido se realizará conforme a lo establecido (siguiendo los pasos y fechas) en el Anejo IV, Ingeniería del proceso, teniendo

especial cuidado durante los primeros años, debido a que en estos el árbol será más delicado.

### **Artículo 26. Mano de obra**

Dichas labores de mantenimiento serán realizadas por el capataz.

### **Artículo 27. Forma y dosis de aplicación**

La aplicación de los herbicidas será por medio del pulverizador. El tipo y dosis de estos productos se especifica en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

### **Artículo 28. Labor de segadora**

Se realizará con la trituradora de restos de poda, siguiendo la forma de llevarla a cabo y la época que se reseña en el proyecto (Anejo IV. Ingeniería del proceso).

## **CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS**

### **Artículo 29. Manejo**

El capataz será el encargado de la conducción del tractor y aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador. El usuario deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes, siempre y cuando la dirección técnica o el fabricante del producto así lo indiquen.

### **Artículo 30. Limpieza**

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de los mismos. El capataz se encargará de realizar estas operaciones.

### **Artículo 31. Almacenamiento**

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El capataz será el encargado de realizar estas tareas.

### **Artículo 32. Normativa**

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 3349/1983 de noviembre y órdenes ministeriales del 1 de abril de 1976 y 7 de octubre de 1976. En consecuencia deberán estar inscritos en el registro oficial de productos y material fitosanitario. El capataz de la explotación deberá estar, al menos, en posesión del carné de manipulador de productos fitosanitarios nivel básico.

### **Artículo 33. Fraude**

En caso de duda sobre la autenticidad de los productos o de sus etiquetas, se realizarán los análisis oportunos en la delegación de agricultura, o bien en el servicio de defensa contra fraudes del ministerio de agricultura.

### **Artículo 34. Seguridad**

En caso de utilizar productos peligrosos, se adoptarán las medidas que se reflejan en el artículo 29, pero en caso de afección o intoxicado se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia equipado según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

### **Artículo 35. Mezcla**

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico.

### **Artículo 36. Aplicación**

El capataz, como encargado jefe de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis de los utilizados, sin consultar previamente con el director técnico, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de los mismos. Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en que se explica

en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

### **Artículo 37. Envasado y etiquetado**

Los productos deberán estar envasados, precintados y etiquetados según el modelo oficial. En él constará el número de registro del producto y la composición química, así como la expresión de riqueza de la materia activa.

### **Artículo 38. Facturas**

Las facturas de compra de productos fitosanitarios consignarán todos los datos que se relacionan en las etiquetas, expuestos en el artículo 37, así como el firmado de conformidad de ambas partes.

## **CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN**

### **Artículo 39. Normas a seguir**

Las pautas a seguir en la recolección serán las expresadas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

### **Artículo 40. Mano de obra**

Se contratarán peones no especializados para la recolección, siendo esta una operación supervisada por el capataz.

### **Artículo 41. Plazo de tiempo**

Se tendrá un cuidado extremo en las fechas de inicio y fin de la recolección, como se adjunta en el Anejo IV, Ingeniería del proceso.

Si fuese necesario se realizarán horas extras para llevar a cabo el cumplimiento de las mismas. Se podrán adelantar o retrasar estas fechas, siendo labor del capataz elegir la fecha adecuada, cuando la cosecha, debido a las condiciones climatológicas, se adelante o se retrase.

### **Artículo 42. Material**

Las cajas y material utilizado en la recolección serán tal y como se reflejan en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

## **CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS**

### **Artículo 43. Características**

Las características de la maquinaria están reseñadas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, maquinaria y equipos. Si por alguna circunstancia, no fueran exactamente estas, queda autorizado el capataz de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del capataz, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

### **Artículo 44. Utilización**

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

### **Artículo 45. Manejo y mantenimiento**

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos, siendo el capataz el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

### **Artículo 46. Almacenamiento**

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

### **Artículo 47. Averías**

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del capataz.

## **Artículo 48. Seguridad personal**

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

## **Artículo 49. Reglamentación**

Los tractores deberán estar inscritos en la sección agronómica de las delegaciones del ministerio de agricultura, y tienen que cumplir con los requisitos de dicha inscripción.

## **CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS**

### **Artículo 50. Obligaciones del capataz**

Es obligación del capataz el conocer las técnicas de cultivo de la plantación.

Es obligación del capataz el contratar al personal necesario para la realización de las labores de poda y de recolección.

Es obligación del capataz llevar al día las distintas partes de la organización y control de las técnicas de cultivo, llevando estrictamente el cuaderno diario de la explotación, donde anotará aspectos que tengan relación con la misma, como pueden ser los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, las fechas de realización de las

mismas, las materias primas utilizadas, el personal eventual utilizado y su paga y el control de la maquinaria y del riego.

Todas las salidas y entradas en la explotación, en materias de contabilidad, serán anotadas y archivadas en forma de facturas y/o recibos.

Cualquier variación de los precios de los jornales debe de ser comunicada por el capataz al propietario de la explotación.

Es responsabilidad del capataz el abrir y cerrar la nave, cuidando que ningún material o equipo quede fuera de la nave, excepto causa de fuerza mayor, una vez se haya cerrado la nave.

Es obligación del capataz el empleo y realización de las técnicas de cultivo de la explotación que estén bajo su tutela, según el documento N° 1, memoria.

El capataz poseerá una copia de las técnicas de cultivo, de los jornales, del estudio económico... que se incluyen en el proyecto.

## **Artículo 51. Obligaciones del empleado**

Es obligación de todos los empleados el cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios.

Una vez puestas en conocimiento del capataz estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.

Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el cumplimiento de las presentes condiciones.

## **CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN**

### **Artículo 52. Manejo**

Las cerezas serán depositadas en remolques, de la forma especificada en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

### **Artículo 53. Transporte**

Los remolques cargados con las cerezas serán transportados hasta el almacén que haya comprado la producción, habiendo sido la compra previamente pactada.

## **TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN**

### **CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **Artículo 1. Emplazamiento**

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2: Planos.

#### **Artículo 2. Sistema general de distribución**

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

### **Artículo 3. Profundidad de la cimentación**

Por la propia naturaleza de la cimentación, se entenderá que las cotas de profundidad que se citan en el proyecto no son sino un primer dato aproximado, el cual, puede en suma, confirmarse o variarse parcial o totalmente en vista de la naturaleza real del terreno, sin que el contratista tenga otro derecho que el de percibir el importe que resulta en caso de la variación.

### **Artículo 4. Obras accesorias**

Se consideran obras accesorias aquellas de importancia secundaria o que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Se consideran con arreglo a los proyectos particulares que se redacten durante la construcción, a medida que se vaya conociendo su necesidad, y quedarán sujetos a las mismas condiciones que rigen para los análogos que figuran en la contrata con proyecto definido.

### **Artículo 5. Movimiento de tierras**

#### **5.1. Explanación y préstamos**

Comprende los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basuras o

cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

5.1.1. De los componentes.

Productos constituyentes

Tierras de préstamo o propias.

Control y aceptación

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

#### 5.1.2. De la ejecución

##### Preparación

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado.

A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste.

Cuando el terreno natural presente inclinaciones superiores a 1/5, se excavará, realizando bermas de una altura entre 50 y 80 cm y una longitud no menor de 1,50 m, con pendientes de mesetas del 4%, hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de éste material o su consolidación.

#### Fase de ejecución

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

- Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se extenderá en el interior de la finca objeto del proyecto.

- Evacuación de las aguas y agotamientos:

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar

disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

- Tierra vegetal:

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Para aceptar la unidad, se realizarán 2 comprobaciones cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Los puntos de observación para la realización de las comprobaciones serán los siguientes:

- Limpieza y desbroce del terreno.
- El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:
  - ❖ Situación del elemento. Cota de la explanación. Situación de vértices del perímetro.
  - ❖ Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.
  - ❖ Horizontalidad: nivelación de la explanada.
  - ❖ Altura: grosor de la franja excavada. Condiciones de borde exterior. Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición
- Retirada de tierra vegetal: Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

Conservación hasta la recepción de las obras

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

#### 5.1.3. Medición y abono

- Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno. Con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de retirada de tierra vegetal. Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.

## 5.2. Excavación en zanjas y pozos

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

#### 5.2.1. De los componentes

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

#### Productos constituyentes:

- Entibaciones. Tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria. Pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares. Bomba de agua, etc.

#### 5.2.2. De la ejecución

##### Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y

desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja. Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

##### Fase de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

#### Acabados

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

#### Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 20 m o fracción, y los pozos cada unidad.

#### Controles durante la ejecución

Los puntos de observación serán los siguientes:

- Replanteo.
- ❖ Cotas entre ejes.

- ❖ Dimensiones en planta.
- ❖ Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a  $\pm 10$  cm.
  
- Durante la excavación del terreno.
  - ❖ Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
  - ❖ Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
  - ❖ Comprobación cota de fondo.
  - ❖ Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
  - ❖ Nivel freático en relación con lo previsto.
  - ❖ Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
  - ❖ Agresividad del terreno y/o del agua freática.
  - ❖ Pozos. Entibación en su caso.
  
- Comprobación final.
  - ❖ El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de  $\pm 5$  cm, con las superficies teóricas.
  
  - ❖ Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa. Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

#### Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

#### 5.2.3. Medición y abono

□ Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

□ Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras. En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

### **5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos**

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

#### 5.3.1. De los componentes

##### Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

##### Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

##### El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

#### 5.3.2. De la ejecución

##### Preparación

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

##### Fase de ejecución

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

### Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 50 m<sup>3</sup> o fracción, y no se realizarán menos de una inspección por zanja.

Se rechazará si la compactación no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie. Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

### Conservación hasta la recepción de las obras

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

### 5.3.3. Medición y abono

Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante. Compactado, incluso refino de taludes.

Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos. Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

## Artículo 6. Base de zahorra natural

Los materiales serán áridos no triturados procedentes de graveras o depósitos naturales, o bien suelos granulares, o mezcla de ambos.

La fracción cernida por el tamiz 0,063 UNE, será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 0,25 UNE, en peso.

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO<sub>3</sub>), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil (< 0,5 %) donde los materiales están en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (< 1 %) en los demás casos.

El tamaño máximo no será superior a la mitad (1/2) del espesor de la tongada extendida y compactada.

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Ángeles será inferior a cuarenta (40). El ensayo se realizará según la norma UNE-EN 1097-2.

El material estará exento de terrones de arcilla, marga, materia orgánica o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza según la Norma UNE 146130 deberá ser inferior a dos (2). El Equivalente de Arena será mayor de treinta (30).

Tendrá un C.B.R. mayor de veinte (20).

El material será “no plástico” (UNE 103104).

La compactación exigida para la base de zahorra natural será de noventa y ocho por ciento (98 %) de la máxima obtenida en el ensayo “Proctor modificado” y se realizará por tongadas, convenientemente humectadas, de un espesor comprendido entre diez y treinta centímetros (10 cm - 30 cm), después de compactarlas.

La zahorra natural no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

La ejecución de la base deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente. La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a veinte milímetros (20 mm.) y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto. Las zahorras naturales se podrán emplear siempre que la condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos grados centígrados (2°C).

En todos los extremos no señalados en el presente Pliego, la ejecución de esta unidad de obra se ajustará a lo indicado en el artículo “Zahorras” del PG-3.

Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará al precio que para el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de subbase de zahorra natural figura en el Cuadro de Precios Número 1 que incluye el material, su manipulación, transporte, extendido, humectación, compactación y operaciones complementarias de preparación de la superficie de asiento y terminación.

## Artículo 7. Hormigones

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con la Instrucción EHE-08 "Instrucción de Hormigón Estructural", salvo indicación expresa distinta.

## 7.1. De los componentes

### Productos constituyentes

- Hormigón para armar. Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm<sup>2</sup> en hormigón armado, (artículo 30.5); el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6); el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y la designación del ambiente (artículo 8.2.1).
- Tipos de hormigón.
  - ❖ Hormigón fabricado en central de obra o preparado.
  - ❖ Hormigón no fabricado en central.
- Materiales constituyentes.
  - ❖ Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

### *Agua.*

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales. Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

### *Áridos.*

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros

productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
  - ❖ Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
  - ❖ Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

#### *Otros componentes.*

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

La Instrucción EHE recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

Las armaduras pasivas serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas: Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente: 6- 810 - 12 - 14 - 16 -20 -25 - 32 y 40 mm.

- Mallas electrosoldadas: Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 - 9 - 9,5 - 10 -10,5 - 11 - 11,5- 12 y 14 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción EHE-08.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

#### Control y aceptación

- A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado
- Control documental.

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro, firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.
4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
5. Especificación del hormigón.
  - a) Tipo, clase, y marca del cemento.
  - b) Consistencia.
  - c) Tamaño máximo del árido.
  - d) Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
  - e) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.

8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.

9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.

2. Identificación de las materias primas.

3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.

4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

#### *Ensayos de control del hormigón.*

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2). Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

2. Control de la durabilidad (artículo 85). Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento. Si las clases de exposición son M o IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua. Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

3. Control de la resistencia (artículo 84). Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción EHE-08 establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 88.

#### *Ensayos de control de resistencia.*

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control a nivel reducido (artículo 88.2).
2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas (artículo 88.3).
3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan (artículo 88.4 de la Instrucción EHE-08). Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate.

Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 88.5.

B. Hormigón no fabricado en central.

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

- Control documental.

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.
2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.
3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.
4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.
5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

*Ensayos de control del hormigón.*

- Ensayos previos del hormigón.

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos característicos del hormigón.

Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 87, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos de control del hormigón: Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.
- De los materiales constituyentes:
  - ❖ Cemento (artículos 26 y 81.1 de la Instrucción EHE-08, Instrucción RC-08).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

#### *Control documental*

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-97.

#### *Ensayos de control*

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-08 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción EHE-08.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

#### *Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT.*

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido o un CCEHE, si el período de almacenamiento supera 1, 2 ó 3 meses para los cementos de

las clases resistentes 52,5, 42,5, 32,5, respectivamente, antes de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o a 2 días (las demás clases).

- Agua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos según normas UNE: Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatas. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

- Áridos (artículo 28).

#### *Control documental*

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

- Aditivos (artículo 29).

#### *Control documental*

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

#### *Ensayos de control*

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y 81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

- Acero en armaduras pasivas.

#### *Control documental*

a) Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

1. Acreditación de que está en posesión del mismo.
2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
3. Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2 (barras corrugadas), 31.3 (mallas electrosoldadas) y 31.4 (armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la Instrucción EHE-08.

b) Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:

1. Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el artículo de la Instrucción EHE-08.
2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
3. CC-EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4, según el caso.

#### Ensayos de control

Se tomarán muestras de los aceros para su control según lo especificado en el artículo 90, estableciéndose los siguientes niveles de control:

a) Control a nivel reducido, sólo para aceros certificados. Se comprobará sobre cada diámetro que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, realizándose dos verificaciones en cada partida; no formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra. Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

b) Control a nivel normal. Las armaduras se dividirán en lotes que correspondan a un mismo suministrador, designación y serie. Se definen las siguientes series:

1. Serie fina: diámetros inferiores o iguales 10 mm
2. Serie media: diámetros de 12 a 25 mm
3. Serie gruesa: diámetros superiores a 25 mm

El tamaño máximo del lote será de 40 t para acero certificado y de 20 t para acero no certificado.

Se comprobará sobre una probeta de cada diámetro, tipo de acero y suministrador en dos ocasiones:

1. Límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura. Por cada lote, en dos probetas, se comprobará que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, se comprobarán las características geométricas de los resaltos, según el art. 31.2, se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 31.2 y 31.3.

2. En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 90.4). Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

### *Compatibilidad*

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón. Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada. Se adoptarán las prescripciones respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, según el artículo 37, con la selección de las formas estructurales adecuadas, la calidad adecuada del hormigón y en especial de su capa exterior, el espesor de los recubrimientos de las armaduras, el valor máximo de abertura de fisura, la disposición de protecciones superficiales en el caso de ambientes muy agresivos y en la adopción de medidas contra la corrosión de las armaduras, quedando prohibido poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

## **7.2. De la ejecución del elemento.**

### *Preparación*

Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de la estructura (empotramientos, apoyos, etc.).

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que exponen la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras. Documentación necesaria para el comienzo de las obras.

Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos. Replanteo de la estructura que va a ejecutarse. Condiciones de diseño

### *Fases de ejecución*

- Ejecución de la ferralla.

- ❖ Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.
- ❖ Doblado, según artículo 66.3. Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3.

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

Colocación de las armaduras. Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las bañas durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueas.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos bañas aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de bañas, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

1. 2 cm
2. El diámetro de la mayor.
3. 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

- ❖ Separadores. Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

- ❖ Anclajes. Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.
- ❖ Empalmes. No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra. En los empalmes por

solapo, la separación entre las bañas será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4. Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

- Fabricación y transporte a obra del hormigón.

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

- Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento. El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30 °C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

- Hormigón no fabricado en central.

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

- Transporte del hormigón preparado.

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

- Cimbras, encofrados y moldes (artículo 65).

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa. Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

- Puesta en obra del hormigón.

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

- Compactación, según artículo 70.2.

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

- ❖ Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada.
- ❖ Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

- Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0 °C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo

caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos el soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseeque.

- Curado del hormigón, según artículo 74.

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar.

- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

#### *Acabados*

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueas o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

#### *Control y aceptación*

- Directorio de agentes involucrados. Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.

- Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria. Revisión de planos y documentos contractuales.
- Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas.
  - ❖ Comprobación de cotas, niveles y geometría.
  - ❖ Comprobación de tolerancias admisibles.
- Cimbras y andamiajes.
  - ❖ Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
  - ❖ Comprobación de planos.
  - ❖ Comprobación de cotas y tolerancias.
  - ❖ Revisión del montaje.
- Armaduras.
  - ❖ Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
  - ❖ Corte y doblado.
  - ❖ Almacenamiento.
  - ❖ Tolerancias de colocación.
  - ❖ Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
  - ❖ Estado de anclajes, empalmes y accesorios.
- Encofrados.
  - ❖ Estanqueidad, rigidez y textura.
  - ❖ Tolerancias.
  - ❖ Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
  - ❖ Geometría.
- Transporte, vertido y compactación del hormigón.
  - ❖ Tiempos de transporte
  - ❖ Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
  - ❖ Espesor de tongadas.
  - ❖ Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
  - ❖ Frecuencia del vibrador utilizado.
  - ❖ Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
  - ❖ Vibrado siempre sobre la masa hormigón.
- Curado del hormigón.
  - ❖ Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días. Protección de superficies.
  - ❖ Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.
  - ❖ Actuaciones:
    - En tiempo frío: prevenir congelación.
    - En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón
    - En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón o En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua.

- Temperatura  $\leq -4^{\circ}\text{C}$  o  $\geq 40^{\circ}\text{C}$ , con hormigón fresco: Investigación.
- Desmoldado y descimbrado.
  - ❖ Control de sobrecargas de construcción.
  - ❖ Comprobación de los plazos de descimbrado.
- Comprobación final.
  - ❖ Reparación de defectos y limpieza de superficies
  - ❖ Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación. Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción.

#### *Conservación hasta la recepción de las obras*

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

### **7.3. Medición y abono**

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado.

En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

### **Artículo 8. Morteros**

#### *Dosificación de morteros*

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

#### *Fabricación de morteros*

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

#### *Medición y abono*

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

## Artículo 9. Carpintería metálica

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

### 9.1. De los Componentes

#### *Productos constituyentes*

Precerco, en los casos que se incluye, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, En el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

#### *Control y aceptación*

El nombre del fabricante o marca comercial del producto. Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

Inercia de los perfiles (podrá atenerse a lo especificado en la norma NTE-FCL). Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica. Distintivo de calidad (Sello PNCE).

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrá las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

#### *El soporte*

La fábrica que reciba la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. En su caso el precerco deberá estar colocado y aplomado.

#### *Compatibilidad*

Protección del contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, o si no existe precerco, mediante algún tipo de protección, cuyo espesor será según el certificado del fabricante.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

## **9.2. De la ejecución**

#### *Preparación*

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno. Antes de su colocación hay que asegurarse de que la carpintería conserva su protección, igual que llegó a la obra.

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso del precerco.

### *Fase de ejecución*

Repaso general de la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto y del recibido.

Fijación de la carpintería al precerco, o recibido de las patillas de la ventana a la fábrica, con mortero de cemento.

Los mecanismos de cierre y maniobra serán de funcionamiento suave y continuo.

Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Se podrán tener en cuenta las especificaciones de la norma NTE-FLC/74.

### *Acabados*

La carpintería quedará aplomada. Se retirará la protección después de revestir la fábrica y se limpiará para recibir el acristalamiento.

Una vez colocadas se sellarán las juntas de la carpintería con la fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanqueidad al aire y al agua.

### *Control y aceptación*

Los materiales que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

La prueba de servicio, para comprobar su estanqueidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas conjuntamente con el resto de la fachada, pudiendo seguir las disposiciones de la norma NTE-FCA.

Controles durante la ejecución: puntos de observación. Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 50 unidades.

- Fijaciones laterales: mínimo dos en cada lateral. Empotramiento adecuado.
- Fijación a la caja de persiana o dintel: tres tornillos mínimo.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

### 9.3. Medición y abono

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

### 9.4. Mantenimiento

- Uso. No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.
- Conservación. Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería, Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.
- Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- Reparación y reposición. En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o precederse a la sustitución de los elementos afectados.

## Artículo 10. Pintura

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

### 10.1. De los componentes

#### *Productos constituyentes*

- Imprimación. Servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosiva (de efecto barrera o de protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, etc.
- Pinturas y barnices. Constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:
  - Medio de disolución.
  - ❖ Agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.).

- ❖ Disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vindica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).
- ❖ Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).
- ❖ Pigmentos.
- Aditivos en obra. Antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

#### *Control y aceptación*

- Pintura. Identificación de la pintura de imprimación y de acabado.
- Distintivos. Marca AENOR.
- Ensayos. Determinación del tiempo de secado, viscosidad, poder cubriente, densidad, peso específico, determinación de la materia fija y volátil, resistencia a la inmersión, determinación de adherencia por corte enrejado, plegado, espesor de la pintura sobre material ferromagnético.
- Lotes. Cada suministro y tipo.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

#### *El soporte*

En caso de ladrillo, cemento y derivados, éstos estarán limpios de polvo y grasa y libres de adherencias o imperfecciones. Las fábricas nuevas deberán tener al menos tres semanas antes de aplicar sobre ellas impermeabilizantes de silicona.

En general, las superficies a recubrir deberán estar secas si se usan pinturas de disolvente orgánico; en caso de pinturas de cemento, el soporte deberá estar humedecido.

#### *Compatibilidad*

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo, cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.

En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.
  
- Sobre cemento y derivados: pintura al temple, a la cal, plástica y al esmalte.

## 10.2. De la ejecución

### *Preparación*

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

### *Fases de ejecución*

En general la aplicación se realizará según las indicaciones del fabricante y el acabado requerido. La superficie de aplicación estará nivelada y uniforme.

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

Para la pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

## Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión

Instalación de la red de distribución eléctrica para tensiones entre 230 V, desde el final de la acometida de la compañía suministradora en el cuadro o caja general de protección, hasta los puntos de utilización en el edificio.

### 11.1. De los componentes

#### *Productos constituyentes*

Genéricamente la instalación contará con:

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

- Acometida.
- Caja general de protección (CGP)
- Línea repartidora.
  - Conductores unipolares en el interior de tubos de PVC, en montaje superficial o empotrados.
  - Canalizaciones prefabricadas.
  - Conductores de cobre aislados con cubierta metálica en montaje superficial.
  - Interruptor seccionador general.
- Centralización de contadores.
- Derivación individual.
  - Conductores unipolares en el interior de tubos en montaje superficial
  - empotrados.
  - Canalizaciones prefabricadas.
  - Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial siendo de cobre.
- Cuadro general de distribución.
  - Interruptores diferenciales.
  - Interruptor magnetotérmico general automático de corte omnipolar.
  - Interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.
- Interruptor de control de potencia.
- Instalación interior.
  - Circuitos
  - Puntos de luz y tomas de corriente.
- Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores.
- En algunos casos la instalación incluirá grupo electrógeno y/o SAI.

#### *Control y aceptación*

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

#### *Conductores y mecanismos*

- Identificación. Según especificaciones de proyecto
- Distintivo de calidad. Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Fomento para materiales y equipos eléctricos.

#### *Contadores y equipos*

- Distintivos. Centralización de contadores. Tipo homologado por el MICT. Cuadros generales de distribución. Tipos homologados por el MICT.

- El instalador debe poseer calificación de Empresa Instaladora.

#### *Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión*

- Distintivo de calidad. Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento. Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electrobobinas.
- Distintivo de calidad. Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

#### *El soporte*

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección, se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm.

## **11.2. De la ejecución**

### *Preparación*

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión, coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada está según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

### *Fase de ejecución*

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de la misma deberá estar homologada y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, autoextinguible de grado 7 de resistencia al choque) para la entrada de la acometida de la red general. Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 150 mm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. La caja de protección quedará empotrada y fijada sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, las dimensiones de la hornacina superarán las de la caja en 15 cm en todo su perímetro y su profundidad será de 30 cm como mínimo.

Las puertas serán de tal forma que impidan la introducción de objetos, colocándose a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marco metálicos protegidos frente a la corrosión. Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material.

Se ejecutará la línea repartidora hasta el recinto de contadores, discurriendo por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente. La unión de los tubos será roscada o embutida. Cuando tenga una longitud excesiva se dispondrán los registros adecuados. Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, sirviéndose de pasa hilos (guías) impregnadas de sustancias que permitan su deslizamiento por el interior.

El recinto de contadores, se construirá con materiales no inflamables, no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx). Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Se ejecutará la derivación individual, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas. Los tubos por los que se tienden los conductores se sujetarán mediante bases soportes y con abrazaderas y los empalmes entre los mismos se ejecutarán mediante manguitos de 100 mm de longitud. Se colocará el cuadro general de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Se ejecutará la instalación interior. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 0,5 cm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasahilos) mediante bornes o dedales aislantes.

El recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada. Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

### *Acabados*

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

### *Control y aceptación*

- Situación. Adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores. Instalación interior: Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.
- Dimensiones trazado de las rozas.
- Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- Acometidas a cajas.
- Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

### *Conservación hasta la recepción de las obras*

Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

## **11.3. Medición y abono**

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos.

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

## **11.4. Mantenimiento**

El papel del usuario debe limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones, y dar aviso a instalador autorizado de cualquier anomalía encontrada. Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas...

#### *Conservación*

- Caja general de protección.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

- Línea repartidora.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP. Se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro. Centralización de contadores: Se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

### **Artículo 12. Precauciones a adoptar**

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

### **Artículo 13. Control del hormigón**

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón estructural.

## **CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO**

### **CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.**

El objeto de este pliego es establecer las especificaciones de diseño y de operación de los emisores, y sus métodos de ensayo, así como los datos que deben ser proporcionados por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo en el campo.

#### **Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos**

##### **5.1. Muestras para ensayo**

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de 500 unidades, como mínimo. El número de emisores de la muestra será, como mínimo, de 25. El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el apartado correspondiente.

##### **5.2. Descripción de las condiciones del ensayo**

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones del fabricante relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura del aire ambiente de  $23 \pm 20$  C.

##### **5.3. Precisión de los aparatos de medida**

La presión del agua debe medirse con una aproximación de  $\pm 0,2$  m. Durante el ensayo, la presión no debe variar en más del 1%.

El caudal del gotero debe medirse con una aproximación de  $\pm 1\%$ .

#### **Artículo 6. Ensayos de comprobación de características**

## 6.1. Aspecto

Desmontar el emisor en sus elementos componentes (siempre que los elementos estén diseñados para desmontarse). Preparar una sección transversal de cada elemento o del emisor (se éste está hecho de una sola pieza), y comprobar visualmente los defectos estructurales.

El emisor y sus elementos no deberán presentar defectos de fabricación tales como rayas, surcos o resaltes, ni grietas o burbujas sobre la superficie del conducto de agua.

## 6.2. Conductos interiores del emisor

Medir la más pequeña dimensión del conducto del emisor, con una precisión de 0,02 mm. La dimensión más pequeña del conducto debe estar conforme con la dimensión declarada por el fabricante con una desviación admisible de -15%.

## 6.3. Resistencia a la presión hidrostática

Se conectará un extremo de la tubería a una fuente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo.

Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Se realizará el ensayo en dos etapas:

a) Ensayar la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente. Se incrementará la presión en tres intervalos: 5 minutos a 0,4 veces la presión máxima de trabajo, a continuación 5 minutos a 0,8 veces la presión máxima de trabajo, por último 60 minutos a 1,2 veces la presión máxima de trabajo.

No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.

b) Inmediatamente después de completada la etapa (a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación durante 5 minutos.

Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, tres veces sucesivas.

## Artículo 7. Ensayos de funcionamiento

## 7.1. Uniformidad de caudal

- a) Emisor de salida simple.

La muestra destinada al ensayo, estará compuesta por un mínimo de 25 emisores.

- b) Emisor de salida múltiple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

### 7.1.1. Emisores autocompensantes

Previamente al inicio del ensayo de los emisores de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 1 h., a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo. A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima ( $P_{m\acute{a}x.}$ ) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima ( $P_{m\acute{i}n.}$ ). Estas presiones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores, se situará la presión en el valor medio del intervalo de compensación.

A continuación, y sin alterar la presión de entrada, se realizará el ensayo de caudal de acuerdo con lo expresado en el apartado 7.1.1., exceptuando lo referido a la presión que se mantendrá en el valor medio del intervalo de compensación.

Los emisores se ajustarán a las prescripciones descritas en 7.1.1.

## 7.2. Curva caudal-presión

Se numerarán los emisores ensayados en el apartado 7.1 de acuerdo con el caudal obtenido. (El número 1 corresponderá al emisor de menor caudal y el nº 25 corresponderá al emisor de mayor caudal).

Se seleccionarán 4 emisores de la serie, concretamente los números 3, 12, 13 y 23 y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0,1 y  $2 P_{m\acute{a}x.}$ . Los emisores autocompensantes se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión, comprendidos en el intervalo de compensación, ascendiendo y descendiendo de nuevo por los valores elegidos para el ensayo. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos 3 minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa. la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retomará al valor de presión 0 y se iniciará de nuevo el ensayo.

#### 7.2.1. Emisores autocompensantes

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión. (Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal).

La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

### **Artículo 8. Datos a facilitar por el fabricante**

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

#### **8.1. Indicaciones generales**

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.
- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
- d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
- e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
- f) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
- g) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor.
- h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).
- i) Categoría del emisor en relación a su uniformidad de caudal.

#### **8.2. Instrucciones de funcionamiento**

- a) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones.
- b) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.

- c) Curva caudal-presión.
- d) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3.
- e) Intervalo de autocompensación.
- f) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.
- g) Coeficiente de variación del caudal, de acuerdo con lo expresado en el apartado 9.1.

## **CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO**

### **Artículo 1. Condiciones generales**

#### **1.1. Campo de aplicación**

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

#### **1.2. Definiciones**

##### **1.2.1. Polietileno**

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

##### **1.2.2. Tubo de polietileno**

Se fabrica mediante un proceso de extrusión a base de resma de polímero de etileno, en forma de granza o de polvo, y de un pigmento de negro de carbono que lo protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por lo tanto, aumenta su estabilidad. El negro de carbono entra en una proporción de 2,5 % + 0,5 % en peso.

##### **1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE)**

También denominado PE-32, es aquel cuya resma base, sin pigmentar, tiene una densidad 3 igual o menor de 0,930 gr./cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

#### 1.2.4. Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53-131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

#### 1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,124, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

#### 1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

#### 1.2.7. Espesor nominal (e)

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131. 1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediato superior.

#### 1.2.9. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores de espesor de la pared del tubo medidos en cuatro puntos equidistantes, tomados al azar, en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

#### 1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di)

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el doble del espesor medio, medidos ambos en la misma sección recta del tubo.

#### 1.2.11. Ovalación

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera. Se tomará la diferencia de mayor valor absoluto.

#### 1.2.12. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 200 C. El coeficiente de seguridad tiene en

cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material. La presión nominal se expresa en mega pascales (MPa).

### 1.2.13. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión hidráulica interior máxima, dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometido el tubo a su temperatura de utilización una vez instalado definitivamente. Es la presión determinada en el proyecto, y se expresa en MPa (1 MPa = 10 Kg/cm<sup>2</sup>). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pn).

### 1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo ( $\sigma$ )

Es el esfuerzo máximo que se puede aplicar a una tubería en condiciones normales, para que al cabo de 50 años mantenga el coeficiente de seguridad utilizado en el cálculo de la presión nominal. Se toma, para el esfuerzo tangencial:

- En los tubos de PE-32:  $\sigma = 3,2$  MPa.
- En los tubos de PE-50:  $\sigma = 5,0$  MPa.

### 1.2.15. Serie

Es la relación entre el esfuerzo tangencial de trabajo  $\sim$  a 20° C y la presión nominal (Pn) de diseño. Artículo 2. Medidas y tolerancias

## 2.1. Medidas y tolerancias

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

## 2.2. Diámetros nominales

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

## 2.3. Diámetro exterior medio

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ( $\pm x$ ), calculándose a partir de la fórmula  $x = 0,009 D_n$ , redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm

## 2.4. Espesor puntual

La tolerancia ( $e_{\sim} - e$ ) entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ) y el espesor nominal ( $e$ ) será siempre positiva (+ x) e igual a:

$$y = 0,1e + 0,2 \text{ mm}$$

Para tubos con un espesor nominal superior a 24 mm se aplicará la fórmula:

$$y = 0,15e + 0,02 \text{ mm}$$

En todos los casos los cálculos se redondearán a 0,1 mm por exceso. En la norma UNE 51-131 figuran las tablas de tolerancias en el espesor.

## 2.5. Diámetro interior medio

Para ramales portaemisores de PE-32, las tolerancias en el diámetro interior medio serán tales que al introducir un accesorio, gotero, etc., no aumente su diámetro interior medio en más del 13% a la temperatura de  $23 \pm 20$  C.

## 2.6. Ovalación

La ovalación no se considerará en los tubos cuya relación  $e/D_n$  sea:  $e/D_n < 003$  en PE-32  $e/D_n < 005$  en PE-50A y PE-50B

Para tubos rígidos o semirrígidos suministrados en tramos rectos, la diferencia máxima admisible entre el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera y el diámetro exterior medio será igual a  $x_1 - 0,02 D_n$ , siendo  $D_n$  el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Para los tubos flexibles suministrados en forma de rollos dicha diferencia será:  $x_2 = 0,06 D_n$ , siendo  $D_n$  el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Los valores máximos de la ovalación para tubos rectos y en rollo figuran en la norma UNE 53-131.

## 2.7. Longitud de los tubos

La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 y 12 m. La longitud de los tubos será como mínimo la nominal cuando se mida a  $23 \pm 20$  °C, redondeando al cm. más próximo por exceso.

Cuando los tubos se suministren en rollos la longitud se establecerá por acuerdo con el fabricante y el diámetro interior de los rollos no deberá ser inferior a 25 veces el diámetro exterior medio del tubo.

### **Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo**

#### **3.1. Materiales componentes de los tubos de PE**

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de PE, comprendidos en este pliego, son los siguientes:

- a) Polietileno de baja, media o alta densidad, según se define de la UNE 53-188.
- b) Negro de carbono con pigmento.

El negro de carbono entrará en una proporción del  $2,5\% \pm 0,5\%$  en peso, medido según UNE 53-375, y sus características serán las siguientes:

- Densidad: 1,5 - 2,0 g/cm<sup>3</sup>.
- Materias volátiles: Max 9,0 % en peso.
- Tamaño medio de partícula: 0,010 - 0,025  $\mu$ m.
- Extracto de tolueno: 0,10 % en peso.

#### **3.2. Ensayos de los materiales**

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia sobre su calidad, entre la dirección de las obras y el contratista. En este caso los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso realizar en laboratorios designados por la dirección de las obras, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la administración de las obras, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

##### **3.2.1. Aspecto**

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no

contendrá más del 5% (molar) de comonomero-olefinico, sin ningún otro grupo funcional ni mezclas de tales polímeros.

### 3.2.2. Determinación de la densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20~ +20 C. Se expresará en kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup>. Su determinación se efectuará por el método de la columna de gradiente según las normas UNE 53-188 y UNE 53-020. De acuerdo con el resultado la resma base de PE (PE incoloro) se clasificará en:

- Baja densidad (LDPE) hasta 0,930 g/cm<sup>3</sup>.
- Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm<sup>3</sup>.
- Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm<sup>3</sup>.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm<sup>3</sup> y para el tipo HD será de + 0,004 g/cm<sup>3</sup>.

### 3.2.3. Determinación del índice de fluidez

El índice de fluidez es el peso en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 minutos a 1900 + 0,50 C., a través de una boquilla de 8 + 0,005 mill. por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53-200.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

- Tipo 1: <0,2 g/10 minutos ± 30 %
- Tipo 2: 0,2 a 1 g/10 minutos + 30 %
- Tipo 3: 1 a 10 g/10 minutos + 20 %
- Tipo 4: 10 a 25 g/10 minutos + 20 %
- Tipo 5: >25 g/10 minutos + 20 %

3.2.4. Contenido en volátiles  
El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a 0,5 %. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-135.

### 3.2.5. Contenido en cenizas

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de 0,05 ± 0,05 %, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

## Artículo 4. Fabricación

### 4.1. Procedimiento de fabricación

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple y simultánea. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y

uniforme sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser, como mínimo, de 0,51 mm

Las plantas de producción, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la fabricación continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

#### **4.2. Acabado de tuberías**

Las tuberías de PE de baja densidad se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y otros eventuales defectos.

#### **4.3. Laboratorio y banco de pruebas**

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

### **Artículo 5. Características de los tubos**

#### **5.1. Aspecto**

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

#### **5.2. Contenido en negro de carbono**

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de  $2,5 \pm 0,5$  % en peso, medido según UNE 53-375.

#### **5.3. Dispersión del negro de carbono**

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

#### **5.4. Índice de fluidez**

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10 minutos.

Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

#### **5.5. Resistencia a la tracción**

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- PE-32:10 MPa
- PE-50B: 15 MPa
- PE-50A: 19 MPa

#### **5.6. Alargamiento en la rotura**

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

#### **5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo**

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

## **5.8. Estanqueidad**

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

## **5.9. Comportamiento al calor**

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

## **5.10. Juntas**

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embridadas.

La unión con accesorio roscado no deberá realizarse roscando directamente la tubería.

Para la unión con accesorios insertos a presión en dos secciones contiguas de tubo, se utilizará únicamente aquellos que permitan a la junta trabajar a fracción y que no provoquen un aumento en el diámetro interior del tubo superior al 13%.

Los componentes del accesorio de unión deberán resistir la corrosión del agua que contenga en disolución fertilizantes u otros productos químicos utilizados en la agricultura.

## **5.11. Uniformidad**

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, piezas especiales, accesorios y otros elementos suministrados para la obra, tendrán características geométricas uniformes y compatibles con los diámetros establecidos para los tubos a los que, en su caso, se acoplan.

## **5.12. Marcado de tubos y accesorios**

Todos los tubos y accesorios llevarán marcados en lugar apropiado y visible, de forma indeleble y sin que obstruya su normal funcionamiento, al menos los datos que se indican a continuación:

### *En tubos*

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m, como máximo, con los siguientes:

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm).
- Presión nominal (MPa o kg/cm<sup>2</sup>)
- Referencia del material. PE-32 o (LDPE) PE-50B o (MDPE) PE-50A o (HDPE)
- Referencia a la norma UNE correspondiente.
- Año de fabricación.

*En accesorios*

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm) de los tubos con que son compatibles.
- Presión nominal (MPa o kg/cm<sup>2</sup>)

## **Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo**

### **6.1. Ensayos y pruebas en fábrica**

Los ensayos y pruebas sobre tubos acabados se realizarán siguiendo la normativa especificada en el presente pliego.

Los laboratorios donde se realicen las pruebas serán elegidos con la aprobación de la dirección de las obras, y en todo caso permitirán el acceso de un representante de aquella para el seguimiento y la verificación de los ensayos.

#### **6.1.1. Prueba de aspecto**

En probetas de tubo de 30 cm. de longitud se realiza un corte según una generatriz y se examinan las superficies interior y exterior así como la sección longitudinal.

El tubo deberá tener un aspecto homogéneo libre de cualquier grieta visible, con queras, burbujas, inclusiones extrañas u otros defectos. Todo elemento tubo o rollo que en este examen visual presente alguno de dichos defectos será rechazado.

#### **6.1.2. Determinación de las dimensiones**

Los ensayos se realizarán a la temperatura de 23 a 20 °C y a humedad ambiental. En caso de efectuarse las mediciones a diferente temperatura a la indicada, se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23 °C.

Se tomarán como coeficientes de dilatación lineal, para PE-32,  $1,7 \cdot 10^{-4}$

Las mediciones se efectuarán siempre referidas a una misma sección recta del tubo.

a) Las medidas de longitud de los tubos se tomarán con instrumentos apropiados para conseguir una precisión no inferior a 5 mm.

b) Las medidas del diámetro exterior medio se tomará utilizando una cinta métrica (circómetro), en la que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,05 mm.

c) Las medidas del espesor de los tubos se tomarán mediante un micrómetro con una precisión mayor o igual a 0,025 mm u otro instrumento de medida con el que se obtenga la misma precisión.

d) La ovalación se determina por la diferencia entre los diámetros máximo o mínimo y el diámetro exterior medio de una misma sección recta. Los valores obtenidos deberán estar de acuerdo con los indicados en el apartado 4.4. Para la toma de medidas deberá utilizarse un calibre de precisión 0,05 mm

e) Expresión de resultados. En el informe se hará constar:

1. La designación del tubo.
2. La longitud.
3. El diámetro exterior medio.
4. El espesor medio.
5. La ovalación.

#### 6.1.3. Determinación de la densidad

Se realizará por el método de la columna de gradiente y según la norma UNE 53-020.

#### 6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-375.

#### 6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo

Se realizará según la norma UNE 53-133. 6.1.8. Prueba de estanqueidad  
Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.9. Determinación del comportamiento al calor

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.2. Pruebas de obra

6.2.1. Prueba de presión hidráulica

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a una presión de 1,4 veces la máxima presión de trabajo previsible. Si por alguna causa justificada no

fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la presión de 1,4 veces la máxima previsible en el tramo.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería de menos de 500 m. en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, se mantiene así durante 24 horas. A continuación, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba.

Se anotará el tiempo y, después de una hora sin reponer presión, se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba será de una hora y la pérdida de agua en este tiempo no deberá superar:

$$V = 0,0167 \cdot \sum L_i \cdot D_i \cdot P_i$$

Donde:

- V: cantidad de agua inyectada en L.
- L<sub>i</sub>: longitud del tramo i en km.
- D<sub>i</sub>: diámetro interior de la tubería en el tramo i en mm.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

## **CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO**

### **Artículo 1. Condiciones generales**

#### **1.1. Campo de aplicación**

El presente pliego tiene por objeto definir las características técnicas y las condiciones de suministro que han de cumplir los tubos y accesorios fabricados con policloruro de vinilo no plastificado, así como aquellos elementos de distinto material que se utilicen en las conducciones de agua de las instalaciones fijas y móviles para riego.

#### **1.2. Definiciones**

##### **1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado**

Son tubos de plástico, rígidos, fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resma sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes y, en todo caso, exenta de plastificantes y de materiales de relleno (fillers).

##### **1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado**

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción, unidos a los tubos por adhesivo o por junta elástica, para permitir realizar cambios de dirección, reducciones, derivaciones, etc. y en cuya fabricación se utiliza la materia prima definida en el apartado anterior.

##### **1.2.3. Piezas especiales**

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción unidos a los tubos por junta mecánica, y destinados al control y regulación de la vena líquida, como llaves, válvulas, manómetros, filtros, etc. Estos elementos pueden ser de distinto material del PVC como bronce, acero, etc.

##### **1.2.4. Juntas**

Son los elementos o dispositivos utilizados para la unión de tubos entre sí o con los accesorios y piezas especiales de la conducción. Se consideran dos tipos: por encolado y elástica.

##### **1.2.5. Longitud del tubo**

Es la distancia teórica entre sus extremos. Para los tubos con embocadura dicha distancia incluirá la embocadura.

#### 1.2.6. Diámetro nominal (Dn)

Es el diámetro exterior teórico en mm especificado en la norma UNE 53-122 y que sirve de referencia para identificar y clasificar por medidas los diversos elementos acoplables entre sí de una conducción.

#### 1.2.7. Diámetro exterior medio (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

#### 1.2.8. Espesor nominal (e)

Es el que se obtiene a partir de la fórmula:

$$e = \frac{Pn \cdot Dn}{2\sigma}$$

Donde:

- $\sigma$ : esfuerzo tangencial de trabajo a 200 C (10 MPa) Dn = diámetro nominal del tubo en mm
- Pn: presión nominal en MPa

El valor del espesor nominal obtenido se redondea al 0,1 mm inmediatamente superior.

#### 1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediatamente superior.

#### 1.2.10. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores equidistantes de espesor de pared del tubo, medidos en puntos uniformemente distribuidos en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediatamente superior.

#### 1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos

Es la diferencia entre el diámetro exterior o interior medio, respectivamente, y el diámetro exterior o interior máximo o mínimo. Se toma el de mayor valor absoluto.

Esta medida se aplica solamente cuando la relación espesor nominal/diámetro nominal es igual o superior a 0,035.

#### 1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados

En los accesorios inyectados, macho o hembra, la ovalación será la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo exteriores o interiores respectivamente. Esta medida solamente se aplica cuando la relación: espesor nominal/diámetro nominal, es igual o superior a 0,035.

#### 1.2.13. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallos durante 50 años, y que tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material.

La presión nominal se expresa en mega pascales: (1 MPa = 10 kg/cm ) y forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí de una instalación.

#### 1.2.14. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión calculada en el proyecto y se define como la máxima presión hidráulica interior (dinámica, estática o transitoria) a que puede estar sometida una tubería en servicio, una vez instalada definitivamente. Se expresa en MPa.

La presión de trabajo a 20° C se corresponde con la presión nominal.

### 1.3. Características de los tubos

#### 1.3.1. Características físicas de los tubos

- Densidad: 1,35-1,46 g/cm<sup>3</sup>
- Resistencia a la tracción, mínima: 49 MPa
- Alargamiento a la rotura mínimo: 80 %
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: >790

físicas de los accesorios

Son los descritos en la norma UNE 53-112, parte II. 1.3.2. Características

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente.

Su acabado será pulido y brillante, con coloración uniforme y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

#### 1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios

Longitud

La longitud de los tubos se establecerá por acuerdo con el fabricante, admitiéndose una tolerancia de + 10 mm

Se utilizarán con preferencia tubos de longitud no inferior a 5 metros.

Cuando por razones de montaje sea necesario emplear piezas de menor longitud, se obtendrán mediante corte a escuadra de los tubos.

#### Serie de diámetros nominales

Las series comerciales de diámetros nominales son las que figuran en la norma UNE 53-112.

#### Espesor nominal

Es, el que figura en la norma UNE 53-112.

El espesor en el cuerpo del accesorio será como mínimo el del tubo del mismo diámetro y presión nominal.

#### Sección del tubo y alineación

La sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos rectas paralelas con las tolerancias de ovalación y rectitud que se especifican en la norma UNE 53-112.

#### 1.3.5. Resistencia a la presión interna

Los tubos deben ensayarse según lo especificado en la norma UNE 53-112. Ninguno deberá romper al someterlo a las condiciones dadas en dicha norma 1.3.6. Resistencia al impacto a 0°C y 200 °C

Cuando los tubos se ensayan según lo especificado en la norma UNE 53-112, el verdadero grado de impacto no deberá ser superior al 5%, si el ensayo se realiza a 0° C y el 10% cuando se realiza a 20° C.

#### 1.3.7. Comportamiento del calor

Cuando los tubos se ensayan según lo especificado en la norma UNE 53-112, las medidas de las probetas no deberán variar más de un 5% en sentido longitudinal.

Además, en las probetas no deberán aparecer burbujas, fisuras, cavidades, ni exfoliaciones.

#### 1.3.8. Absorción de agua

Cuando los tubos se ensayan de acuerdo con la norma UNE 53-112, el valor de la absorción de agua de las probetas ensayadas no debe ser superior a 40 g/m<sup>2</sup>.

## 1.4. Tipos de juntas

Se consideran dos sistemas para asegurar la estanqueidad y la resistencia mecánica en los acoplamientos de los tubos entre sí y con los accesorios; la unión por encolado y la unión mediante anillos de elastómeros.

La elección de uno u otro sistema se realizará en función de la instalación proyectada y dentro de las limitaciones y condiciones de utilización que se especifican en este documento.

Cualquiera que sea el tipo de junta que se adopte, deberá verificarse que en las pruebas de rotura a presión, los tubos deberán reventar antes de que la propia junta falle.

#### 1.4.1. Juntas por encolado

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo termine en una copa preformada en fábrica, cuya longitud y cuyo diámetro interior deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE 53-112 tanto para tubos como para accesorios.

El encolado se realizará entre la superficie exterior del extremo macho y la interior de la copa utilizando un adhesivo disolvente del PVC rígido, de modo que se consiga una auténtica soldadura en frío.

Este tipo de junta se utilizará preferentemente para la unión de los tubos con los accesorios pero, en general, no se admitirá para la unión de tubos de diámetro nominal superior a 150 mm

#### 1.4.2. Juntas elásticas

Este sistema de junta garantiza en general, una estanqueidad más eficaz que el encolado, y permite un ligero juego en las uniones de la conducción que consiente absorber variaciones de presión de una cierta amplitud. Por otra parte, las uniones son más sencillas y rápidas de realizar que por el sistema del encolado. Por estas ventajas, deben elegirse preferentemente en las instalaciones fijas de tubería para riego.

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo sea expandido y modelado en fábrica con un cajero circular en su interior, en el cual se aloja un anillo elastomérico, de tal manera que éste forma parte intrínseca del tubo. El extremo macho del tubo debe ir biselado con un ángulo de 150, pero que solamente afecte a la mitad del espesor de la pared del tubo.

La copa deberá estar reforzada para compensar el debilitamiento que se produce en la pared del tubo por el cajero donde va alojado el anillo elastomérico.

El anillo debe estar fabricado con un elastómero compuesto de caucho natural o sintético y diseñado de tal forma que produzca un cierre hidráulico trabajando a compresión y que el cierre sea más hermético cuanto mayor sea la presión, dentro de los límites de su gama de presiones.

Los diámetros y las longitudes de las embocaduras para tubos accesorios y manguitos con junta elástica deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE 53-112.

### **1.5. Accesorios para tuberías**

Podrán ser de PVC rígido fabricados por moldeo a inyección, o a partir de tubo. También pueden utilizarse accesorios de aleación de hierro u otros metales, siempre que vayan provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC.

En todos los casos su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo igual a la del tubo a que se conecten.

Los accesorios de PVC no plastificado cumplirán las especificaciones de la norma UNE 53-112.

### **1.6. Uniformidad**

Salvo especificaciones en contrario del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados tendrán características geométricas compatibles y uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de la obra podrá modificar esta prescripción cuando a su juicio sea conveniente.

### **1.7. Marcado de los tubos y accesorios**

Los tubos y accesorios de PVC llevarán un marcaje indeleble conteniendo, como mínimo, los siguientes datos:

- Monograma de la marca de fábrica.
- Indicación PVC.
- Diámetro nominal en mm.
- Presión nominal en MPa.

## **Artículo 2. Materiales**

### **2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido**

Los materiales a emplear en la fabricación de los tubos del resto de los elementos de PVC rígido que forman parte de la tubería instalada, deberán cumplir las especificaciones contenidas en este pliego.

Se considerarán sometidos a estas especificaciones los materiales siguientes:

- Resma sintética de PVC técnico.
- Policloruro de vinilo no plastificado.
- Aditivos.
- Adhesivos para encolado del PVC rígido.
- Lubrificantes para juntas.
- Pinturas y otros revestimientos.
- Otros materiales no especificados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en situación definitiva.

## **2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo**

Es un material termoplástico, polímero de adicción (homopolímero) de cloruro de vinilo, que a temperatura ambiente es sólido, duro, rígido y con deficientes cualidades de flexibilidad y resistencia al choque. Tiene poca estabilidad al calor y es difícil de moldear en caliente.

Las materias primas empleadas son el acetileno y el ácido clorhídrico seco. De esta combinación se obtiene el gas cloroetano o cloruro de vinilo.

La resina que se ha de utilizar para la fabricación de los tubos de PVC no plastificado será de PVC técnico en polvo con un grado de pureza mínimo del 99 %.

## **2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido)**

Es un material termoplástico compuesto esencialmente por resina sintética de PVC técnico, mezclada con aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes, en las proporciones mínimas indispensables para permitir el moldeo del material por extrusión y para aumentar la resistencia del producto final a los agentes químicos y a las radiaciones técnicas y lumínicas.

En ningún caso se permitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC o rebajar su calidad.

## **2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado**

Los aditivos que se mezclen con la resma sintética para la fabricación del PVC no plastificado consistirán en pigmentos, estabilizantes metálicos y lubricantes, destinados a facilitar el moldeo de la mezcla por extrusión y hacer el producto final más resistente a los agentes químicos y a las radiaciones lumínicas y térmicas.

La proporción de aditivos que entre en la composición de PVC no plastificado será la mínima indispensable para conseguir dichos objetivos. En ningún caso se admitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros

ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC no plastificado o rebajar su calidad.

## **2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas**

Los adhesivos que se utilicen para el encolado de juntas deberán contener como vehículo un líquido orgánico volátil que disuelva o ablande las superficies de PVC que han de ser unidas de modo que el conjunto se convierta esencialmente en una pieza del mismo tipo que el PVC rígido.

## **2.6. Lubricantes para juntas elásticas**

El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo macho de un tubo en la copa de otro tubo o accesorio a acoplar mediante junta elastomérica, estará exento de aceites o de grasas minerales.

## **2.7. Pintura y otros revestimientos**

Las piezas susceptibles de oxidación se protegerán adecuadamente contra la corrosión.

Como protección antioxidante se utilizará primordialmente el revestimiento de minio. Este material deberá ser del tipo electrolítico de plomo. No se admite el minio de hierro.

Si se emplea sobre superficies metálicas pulidas, deberá usarse previamente una impregnación pasivante, primordialmente de tipo fosfatado. Esta impregnación será obligatoria sobre galvanizados y chapas de acero pulido.

No se admitirán los galvanizados con cinc en frío. Deberán ser efectuados por inmersión en baño caliente. El espesor mínimo de capa protectora será, al menos, de treinta (30) micras.

La protección de cualquier clase que sea, tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, al menos, durante diez (10) años, salvo para las pinturas a la intemperie, que deberán mantener su inalterabilidad, por lo menos, durante tres (3) años.

Los revestimientos con resinas epoxi en piezas ocultas mantendrán su inalterabilidad, al menos, durante diez (10) años. Para revestimiento epoxi al aire libre se garantizará la inalterabilidad durante cinco (5) años.

## **2.8. Otros materiales no especificados**

Se atenderán a la normalización del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR) y reunirán las características que para cada material se determinen en la correspondiente norma UNE.

### **Artículo 3. Fabricación**

#### **3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos**

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión y arrastre.

La materia prima a utilizar será una mezcla homogénea de resma de PVC en polvo y de los aditivos indispensables. Ambos componentes deberán cumplir las prescripciones que figuran en los apartados 11-3 y 11-4 de este pliego.

#### **3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios**

La materia prima a utilizar para la fabricación de los accesorios de PVC rígido deberá cumplir las mismas especificaciones que la empleada para la fabricación de los tubos.

El procedimiento de fabricación más perfeccionado es el de moldeo a inyección.

Durante el proceso de fabricación deberá verificarse el completo llenado de los moldes, comprobándolo mediante la auscultación de coqueas o poros en el material.

#### **3.3. Fabricación en serie**

Las plantas de producción, tanto de tubos como de accesorios, estarán preparadas para la fabricación en serie obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente documento.

#### **3.4. Laboratorio y banco de pruebas**

El fabricante dispondrá de laboratorios debidamente equipados para la determinación de las características físicas y químicas de la materia prima y de los productos acabados, y de un banco de pruebas. En ellos se realizarán los siguientes ensayos y controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande y los resultados se conservarán en los correspondientes registros.

## **Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo**

### **4.1. Clasificación**

Las pruebas se clasifican en dos grupos:

- Pruebas en fábrica o en banco de pruebas.
- Pruebas en obra.

### **4.2. Pruebas en fábrica**

#### 4.2.1. Normativa general

La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y los materiales empleados en todos y cada uno de los elementos que deberán entrar a formar parte de la tubería de riego.

Si el contratista no es fabricante de alguno de ellos deberá introducir en su contrato de suministro, la cláusula que permita al director de obra efectuar tal control.

Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la oferta, sustituyéndose tal control de proceso, por un control especial de calidad del producto acabado que fijará el director de la obra.

El fabricante comunicará con quince (15) días de antelación de manera escrita y expresa, a la dirección de obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede asistir de forma personal o representada a tales pruebas. Si no asiste, el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos.

#### 4.2.2. Ensayos de materias primas

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y cumplen las especificaciones requeridas para conseguir las para los productos acabados se exigen en este pliego.

#### 4.2.3. Control del proceso de fabricación

Se realizarán sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos y accesorios. Cada dos horas y a la salida del tubo de cada extrusora, se efectuarán las determinaciones siguientes:

a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).

b) Pruebas dimensionales (diámetro exterior medio, concentricidad, ovalación y espesor).

#### 4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados

Se realizarán, obligatoriamente, las siguientes pruebas:

- Examen del aspecto exterior.
- Pruebas de forma y dimensiones.
- Prueba de estanqueidad.
- Prueba de rotura bajo presión hidráulica interior.
  
- Prueba de tracción.
- Prueba de aplastamiento (flexión transversal).

Las pruebas a efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de doscientas (200) unidades iguales o fracción. Los tubos deberán estar numerados por series con numeración correlativa y por un procedimiento de grabado en la masa. Las piezas metálicas se numerarán de la misma forma por troquelado.

El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado, se identificarán y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permita su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraudes. En el caso de que estos elementos se incluyesen en la obra, en contra de las instrucciones de la dirección de la obra, a juicio de la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

#### *Examen del aspecto externo*

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color, y estarán libres de estrías, rebabas, fisuras, coquetas, poros, burbujas, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se comprobará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que por un defecto observado en el examen a simple vista o por presentar señales de haberse reparado en frío o en caliente, el director de la obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se

repondrán en el lote, debiendo quedar éste con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

#### *Determinación de la densidad*

Este ensayo se realizará según la norma UNE 53-020. En caso de litigio se realizará por el método del pignómetro, descrito en dicha norma. Curvas con una precisión de 0,05 mm.

#### *Forma y dimensiones*

Se realizará la prueba en cinco (5) tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- Alineación de las generatrices.
- Longitud.
- Diámetro externo.
- Espesor de la pared del tubo.
- Ovalación.

Las pruebas se realizarán a  $230 \pm 20$  °C y a humedad ambiental, sin acondicionamiento previo de los tubos.

En caso de efectuarse estas medidas a diferente temperatura a la indicada se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23° C.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones en cada uno de los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del noventa y cinco y medio por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será:  $m \pm 2s$  siendo  $m$  la media y  $s$  la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En el caso contrario se rechazará.

#### *Prueba de estanqueidad*

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados para las pruebas de forma y dimensiones.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de  $230 \pm 20$  °C. Cada tubo se probará de la siguiente forma:

Se cerrarán herméticamente sus extremos con un procedimiento que ni implique alteración de la resistencia del tubo, colocando en la tapa de un extremo un

manómetro contrastado, un purgador de aire y una llave de llenado que estará conectada a una fuente de presión hidráulica.

Se llenará el tubo de agua y después de purgar el aire interior se va elevando la presión hidráulica a razón de 1 Kg/cm<sup>2</sup> cada minuto, hasta alcanzar la presión de Pu. Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos o transpiraciones visibles. Si en el primer conjunto de cinco tubos hay más de uno defectuoso, se rechazará también todo el lote.

#### *Determinación de la resistencia a la presión interna*

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una longitud:

$$L = 3 \cdot Dn + X$$

Donde:

- L: longitud de la probeta en mm. Tiene un valor mínimo de 250 mm.
- Dn: diámetro nominal del tubo en mm.
- X: longitud de los tapones de cierre en mm.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE 53-112.

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido, se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se aceptará todo el lote, pero si falla una se rechazara.

#### *Ensayo de alargamiento y rotura a tracción*

Mediante esta prueba se determina el esfuerzo máximo en el punto de fluencia o el de rotura, así como el alargamiento de la rotura a tracción de probetas normalizadas obtenidas del tubo.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE 53-112.

#### *Ensayo de resistencia al impacto a 0 y 200 °C*

Se realiza esta prueba sobre cinco tubos distintos elegidos al azar en cada lote, y aplicando el método de la norma UNE 53-112.

#### *Determinación del comportamiento al calor*

Este ensayo tiene por objeto determinar la variación de longitud de los tubos después de sometidos a la acción del calor, así como su aspecto.

Se realizará por el método especificado en la norma UNE 53-112.

### 4.3. Pruebas en obra

Son dos pruebas hidráulicas diferentes: una a presión inferior y otra a estanqueidad.

#### 4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior

Las tuberías de PVC serán probadas a presión por tramos que no excedan de 500 m.

La presión de prueba será 1,5 Pt. Si hay diferentes presiones nominales, se probará por tramos compuestos de tubos de igual clase.

La tubería debe ser apoyada y anclada correctamente para resistir el empuje desarrollado durante la prueba de presión.

La presión se controlará de forma que en ningún punto de la tubería existan valores inferiores a 1,4 Pt.

El control se efectuará mediante uno o varios manómetros contrastados.

Se purgará de aire la tubería mediante ventosas instaladas en los puntos altos. Se llenará de agua y se verificará la continuidad hidráulica de la tubería en el tramo antes de aplicar presión.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 12 Kg/c, por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria si el manómetro no alcanza un descenso superior a: 0,15 Pt

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

#### 4.3.2. Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

Máxima presión estática prevista en el tramo, o bien Pt.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el

tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V = 0,12 \cdot \sum Li \cdot Di$$

Donde:

- V: cantidad de agua que es necesario inyectar para que se mantenga la presión de prueba (l).
- Li: longitud de tramo i en m.
- Di: diámetro exterior de la tubería en el tramo i en m.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán, y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

#### 4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas

Para efectuar estas pruebas en llaves y en ventosas, se montará la pieza formando un trozo corto de tubería obturado en sus extremos.

Se harán dos pruebas para las llaves; una de ellas con llave abierta, comprobando que no hay pérdidas ni humedades. Se admite el apretado de prensaestopas.

La segunda, a llave cerrada, con una cámara cargada de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades a través del obturador.

La prueba será también de doble control, sobre cinco (5) elementos en primera etapa y otros cinco (5) en segunda.

Para las ventosas solo se realizará la prueba descrita para llave abierta y aplicando el mismo método.

## Artículo 5. Tolerancias

### 5.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$0,0015 \cdot Dn + 0,1$$

Siendo Dn el diámetro nominal en mm, redondeando a 0,1 mm por exceso, con valor mínimo de 0,2 mm En la norma UNE 53-112 figuran las tolerancias para el diámetro exterior medio.

## **5.2. Tolerancias en el espesor de la pared**

Serán siempre positivas y se determinarán según la norma UNE 53-112. En dicha norma figuran las tolerancia para el espesor de la pared.

## **5.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios**

Será en todos los casos igual o inferior a 0,012 Dn, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso, con un valor mínimo de 0,5 mm

En la norma UNE 53-112 se encuentran tabulados los valores de la ovalación.

## **5.4. Tolerancia en la longitud nominal**

Será de más o menos 10 mm (diez milímetros en defecto o en exceso) para todas las longitudes, cualesquiera que sean los diámetros.

## **5.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica**

Serán las especificadas en la norma UNE 53-112.

## **5.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica**

Serán las especificadas en la norma UNE 53-112.

## **5.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos**

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo comprendido en el intervalo  $90 \pm 20$  grados sexagesimales.

## 5.8. Tolerancias en la alineación

Se medirán de acuerdo con lo especificado en el artículo 4.2.4.4.b.

## CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DEL EQUIPO DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO

### Artículo 1. Equipos de impulsión

#### 1.1. Definiciones

- Bomba centrífuga. Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales.
- Bomba de desplazamiento positivo. En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.
- Curvas características de una bomba. Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.
- NPSHd. Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$NPSHd = (Pa - hA - hv) - k \cdot Q^2 \gamma$$

Donde:

- Pa/γ: es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.
- hA: es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.
- hv: es la tensión de vapor del fluido.
- k·Q<sup>2</sup>: es la pérdida de carga en la aspiración.
- NPSHr. Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.
- Cavitación. Es el fenómeno producido cuando NPSHr es mayor que NPSHd. Se traduce en vibraciones y daños en la bomba.
- Velocidad específica. Conocidos los valores de giro (N), altura (H) y gasto (Q) de una bomba; la velocidad específica (ns) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m<sup>3</sup>/s a una altura de 1 metro:

$$ns = N \cdot \sqrt{QH^4}$$

Donde:

- N: expresado en r/min.
- Q: expresado en m<sup>3</sup>/s.
- H: expresado en metros.

- Leyes de semejanza. Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida (NPSHr).

#### *Características y especificaciones*

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 1,2 m/s.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

## **1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión**

- Válvula de pie u otro elemento de cebado. Cuando se trata de bombas verticales habitualmente siempre se colocará en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.

- Cono de aspiración. La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo; en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidable. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.

- Cono de impulsión. La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.

- Ventosas. Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.

- Manguito que evite la transmisión de las vibraciones. Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.

- Válvula de compuerta. Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones.
- Válvulas de llenado de la tubería. Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.
- Válvula de retención. Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.
- Válvulas de alivio. Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.
- Transmisores de presión. Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del autómata que controla el grupo de bombeo.
- Colectores. Las tuberías, que dentro de la estación de bombeo, sirven de aspiración e impulsión se ejecutarán en materiales de gran resistencia a rotura y envejecimiento: fundición, tuberías de acero con o sin soldadura, etc. El diámetro y espesor estará recogido en alguna de las normas UNE- EN ISO 6708, sobre diámetros, y UNE 19047, sobre tubos galvanizados soldados UNE 19048, sobre tubos galvanizados sin soldadura UNE 19049, sobre tubos de acero inoxidable

### **1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba**

Las curvas características de una bomba acotaran el intervalo de funcionamiento sin cavitación, esto es, cuando la altura neta positiva de aspiración disponible (NPSHd) es  $>$  a la requerida (NPSHr).

### **1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo**

El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.

La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.

Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.

### **1.5. Automatización de estaciones de bombeo**

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la red de distribución. En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómata interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

### **1.6. Condiciones para los acopios**

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

### **1.7. Características de las bombas utilizadas**

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- Motobomba de eje vertical de 32,6 kW a 2840 rpm.
- Cuerpo, rodete/impulsor y cabezal de descarga de hierro fundido GG-25.
- Eje y cabezal de acero inoxidable AISI 420.
- Eje columna de acero AISI 1045.
- Caudal de impulsión por bomba de 160 m<sup>3</sup>/h hasta altura manométrica 60,86 mca.

### **1.8. Condiciones de los materiales**

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero Director.

De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las solicitaciones requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

#### *Válvulas*

El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

#### *Tuberías metálicas*

Están diseñadas para disminuir las pérdidas de carga y evitar posibles cavitaciones y pulsaciones de presión. Se construirán teniendo en cuenta las siguientes normas:

- El radio de los codos ha de ser como mínimo vez y media el diámetro interior de las tuberías.
- La longitud de los conos ha de ser como mínimo siete veces la diferencia entre los diámetros interiores máximo y mínimo.
- Los entronques de las tuberías se rigidizan con refuerzos planos.
- No se permitirá la soldadura directa de conos con las reducciones, etc. en bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico cuya longitud no será nunca inferior a cien milímetros, que se suelda por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.
- El sobreespesor por corrosión será como mínimo de dos milímetros.
- Las bridas, tornillería y juntas se construirán de acero con la norma DIN correspondiente a bridas planas para soldar.

El Director de las obras podrá exigir además si lo cree oportuno, certificado de calidad de la chapa empleada, y control radiográfico de al menos un 15% del total de las soldaduras.

### **1.9. Ejecuciones generales**

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

### **1.10. Ensayo y pruebas**

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero Director de las Obras

## **Artículo 2. Filtro**

### **2.1. Definición**

El filtro está concebido para retener las partículas sólidas contenidas en el agua, que restan eficiencia a los grupos de impulsión y obturan las boquillas de los emisores de riego.

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

### **2.2. Etiquetado**

Sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección.
- Grado de filtrado.
- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto – pérdida de carga.

### **2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros**

Para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.

## 2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza

Es característico de cada filtro decidir con que pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

Los filtros de malla están constituidos por una carcasa exterior en la cual se alojan tres cámaras diferenciales. Una primera cámara de desbaste que coincide con la boca de entrada del agua al filtro en la que se sitúa la malla gruesa que se utiliza como filtración grosera. En la segunda cámara se aloja el elemento filtrante donde quedan retenidos los sólidos. En la tercera cámara es la de limpieza (autolimpieza) separada de la filtración mediante un sellado especial.

### *Especificaciones técnicas*

- Caudal de trabajo: 450 m<sup>3</sup>/h
- Presión mínima: 2 bar
- Presión máxima: 10 bar
- Área de filtración: 8000 cm<sup>2</sup>
- Temperatura máxima: 80 °C
- Diámetro entrada/salida: 6"

### *Datos de lavado*

- Válvula de lavado: 2"
- Tiempo del ciclo de lavado: 25 s
- Consumo agua lavado: 105 L

### *Control y electricidad*

- Voltaje del control: 24 V DC
- Tensión de operación: alterna monofásica 220 V 50 Hz
- Motor eléctrico: 1/2 CV (220 V), 1/3 CV (12 V)

### *Materiales de construcción*

- Cuerpo del filtro: acero al carbono 37-2 y 44-2 Epoxy.
- Tornillería: cincada calidad 5.6 y 5.8
- Mallas: acero inoxidable 316

## Artículo 3. Válvulas

### 3.1. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNE-EN-1563 ó similar, con superficies de paso lisas y estanqueidad garantizada a base de juntas de tipo NBR (caucho-nitrílico). Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Las bridas responderán a la Norma EN-1092-2 y los tornillos de la misma serán de acero inoxidable.

Las válvulas de compuerta estarán protegidas interior y exteriormente con resina epoxi adecuada para agua potable, en polvo, aplicada electrostáticamente en una sola capa y con un espesor mínimo en las partes esenciales de 250 micras, según DIN 30677 parte 2 apartado 4.2.1. (tabla 1), admitiéndose un mínimo de 150 micras en las partes indicadas en la misma norma y apartado. Para la buena aplicación y adherencia del tratamiento al soporte, la superficie de la válvula habrá de estar limpia de impurezas de toda clase como suciedad, aceite, grasa, exudación y humedad y se granallará como mínimo al grado Sa 2 1/2 como se define en la norma UNE-EN-8501.

La unión del cuerpo y la tapa deberá realizarse sin tornillo o con tornillos embutidos y protegidos de la humedad, de acero inoxidable St 8,8 DIN 912 de cabeza hueca; preferiblemente el sistema de deslizamiento de la compuerta por el cuerpo de la válvula se realizará sin guías macho en éste, de modo que tampoco existan las correspondientes guías hembra en la compuerta.

La colocación se efectuará sobre un macizo de hormigón tipo HM-15 al que se anclarán mediante redondo de acero especial galvanizado de diez milímetros (10 mm.) de diámetro o mediante algún otro sistema similar que asegure su estabilidad en servicio.

Las válvulas deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- Medida del espesor de las capas de resina epoxi.
- Control de no porosidad a una corriente continua de 1000 V.
- Control de resistencia a golpes con una energía de 5 Nm con granalla de 25 mm de diámetro y de continuidad del revestimiento.
- Control de adherencia mediante sello pegado y máquina de pruebas a tracción a 8 N/mm<sup>2</sup>.
- Pruebas de estanqueidad con compuerta abierta a 24 atm de presión.
- Pruebas de presión con compuerta cerrada por ambos lados a 17,6 atm de presión.

### 3.2. Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa serán de tipo reforzado y dispondrán de eje y mariposa de acero inoxidable, cojinetes de bronce de rozamiento, cuerpo de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7 y anillo de cierre elástico de etileno propileno y desmultiplicador inundable con una estanqueidad IP-68, con husillo de acero inoxidable, indicador visual y bloqueo mecánico, según norma UNE-EN-593. Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Los taladros de cuerpo de válvula responderán a la norma UNE-EN-1092-2.

Las llaves, se colocarán entre bridas planas mediante tornillos pasantes atirantados de acero inoxidable. Como norma general, las válvulas de mariposa se montarán con el eje horizontal y en posición abierta. Las válvulas estarán protegidas con resina epoxi aplicada electrostáticamente en una capa, con un espesor mínimo de 150 micras, resistente a la humedad y deberán estar provistas de su correspondiente casquillo sujeto con tornillo, salvo indicación expresa en contra.

Los tubos o piezas especiales a los que se acoplen las llaves, deberán estar suficientemente anclados para soportar los esfuerzos que las llaves puedan transmitir.

En el caso de válvulas motorizadas, el actuador eléctrico cumplirá las siguientes características:

- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min. (50 Hz).
- Motor trifásico con aislamiento clase F, protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
  
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carretera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP- 68.
- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20 °C hasta +80 °C.
- Acoplamiento de salida, según norma EN-ISO-5210.

### **3.3. Válvulas de pequeño diámetro**

Las válvulas o llaves de paso de diámetro nominal igual o inferior a dos pulgadas (2"), serán de compuerta con husillo de latón laminado estacionario, cuerpo y cuña monobloque de bronce y volante metálico. Dispondrán de extremos roscados y responderán a una presión de servicio de diez atmósferas (10 atm), que deberá figurar grabada en su exterior.

Los precios de cada unidad, comprenden las operaciones y elementos accesorios, así como los anclajes, uniones necesarias para su colocación, prueba, pintura, etc.

## **Artículo 4. Tubería de acero galvanizado**

### **4.1. Definición**

Las tuberías de acero deberán cumplir las condiciones especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua" de la Dirección General de Obras Hidráulicas, pertenecientes a la clase A.

### **4.2. Espesores y timbrajes**

La determinación de diámetros y espesores se realizará con arreglo al Pliego, igual que las pruebas de estanqueidad.

El sistema de galvanizado podrá realizarse por inmersión o mediante electrólisis. El espesor mínimo será de 20 micras.

### **4.3. Pruebas en las conducciones**

El Pliego de prescripciones técnicas del M.O.P.U., regula tanto las pruebas en fábrica como las pruebas "in situ" de las tuberías de abastecimiento de agua.

Las verificaciones y pruebas, en fábrica, para las tuberías pueden resumirse en:

- a) Examen visual del aspecto general de todos los tubos.
- b) Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- c) Pruebas de estanqueidad de todos los tubos a presión normalizada.
- d) Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.
- e) Pruebas de rotura por la acción de cargas exteriores.

## **Artículo 5. Ventosas**

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales (doble efecto). El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

En el caso de ventosas que hayan de funcionar con presiones inferiores a 5 atm, se ha de especificar que sean de baja presión.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

## 5.1. Calidad de los materiales

Las calidades de los materiales de las ventosas iguales o superiores a lo especificado a continuación:

- Cuerpo y tapa. Fundición ASTM A-48, Clase 30 ó A-126 Clase B ó GGG- 40.
- Guía y partes móviles. Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.
- Flotador. Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapsamiento 70 atm. Purgador de control: Bronce o acero inoxidable.
- Resistencia a la corrosión y al envejecimiento. Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

## 5.2. Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

### 5.2.1. Resistencia mecánica

Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o  $1,5 \cdot PFA$ . Este ensayo se realizará de acuerdo al método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.

Resistencia del obturador a la presión diferencial

Las ventosas en la posición de ventosas cerrada, deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes:  $1,5 \cdot PFA$  o  $PFA+5$ . Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA.

Para verificar este requisito, se ensayan unas ventosas, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074-1:2001.

### 5.2.2. Estanqueidad

Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

- Estanqueidad a la presión interior.

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o  $1,5 \cdot PFA$ .

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

- Estanqueidad a la presión exterior.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

#### *Estanqueidad del asiento*

- Estanqueidad del asiento a alta presión.

En el asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de estanquidad

requerido se debe indicar en la realización técnica del fabricante. Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, de acuerdo con el capítulo A.4 de la norma prEN 1266-1:1999, a una presión diferencial igual a  $1.1 \cdot PFA$  para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

- Estanqueidad del asiento a una baja presión.

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

### 5.2.3. Características neumáticas

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

#### *Función de salida de aire*

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE- EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

#### *Función de entrada de aire*

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNE- EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

#### *Función de desgasificación*

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a  $\pm 10\%$ .

#### 5.2.4. Resistencia a la fatiga

##### *Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire*

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2 de la norma después de los 250 ciclos.

##### *Resistencia a la fatiga con función de desgasificación*

Dicha fatiga se debe evaluar sometiendo la válvula a 2500 ciclos consecutivos de desgasificación. Esto se puede realizar mediante la inyección continua de aire en el sistema, permitiendo la evacuación periódica del aire, o mediante la inyección cíclica del aire. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente en cada ciclo del ensayo y debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2. después de los 2500 ciclos.

##### *Ensayo de apertura después de un cierre prolongado*

Este ensayo sirve para asegurar que el obturador se abrirá después de haber estado sometido a presión durante largo tiempo. El ensayo se debe llevar a cabo con la ventosa en el estado en que se suministra, montada verticalmente, a una temperatura de 50 °C sometida a una presión hidráulica de al menos PFA durante 5 días. Después se retira la presión y se verifica que la ventosa se abre con normalidad. La ventosa debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2.

### **5.3. Mercado**

Las ventosas se deben marcar de manera visible y durable del siguiente modo:

- DN.
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- PN.
- Identificación del fabricante.
- Identificación del año de fabricación.
- Norma aplicada.

Para ventosas de  $DN < 50$ , sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN.
- Identificación del fabricante.
- Norma aplicada.

## **TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS**

### **CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS**

#### **Artículo 1. El Ingeniero Director**

Corresponde al Ingeniero Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Graduado en Ingeniería, el certificado final de la misma.

## **Artículo 2. El Graduado en Ingeniería**

Corresponde al Graduado en Ingeniería:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de R.D. 314/1979, de 19 de Enero.
- b) Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, alas normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

## **Artículo 4. El Constructor**

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la

ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- c) Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.
- k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

## **Artículo 5. El Promotor - Coordinador de gremios**

Cuando el promotor, en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el artículo 6.

## **CAPÍTULO II: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA**

### **Artículo 6. Verificación de los documentos del proyecto**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

### **Artículo 7. Oficina en la obra**

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa: El Proyecto de Ejecución La Licencia de Obras. El Libro de Ordenes y Asistencia. El Plan de Seguridad e Higiene. El Libro de Incidencias.

El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo. La documentación de los seguros mencionados en el artículo 4.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

### **Artículo 8. Representación del contratista.**

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 4.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El cumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### **Artículo 9. Presencia del constructor en la obra**

El contratista o su representante, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Director en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que considere necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## **Artículo 10. Trabajos no estipulados expresamente**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

## **Artículo 11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

## **Artículo 12. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnica o facultativa del Ingeniero Director de obra no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

## **Artículo 13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero**

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el Artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### **Artículo 14. Faltas del personal**

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

#### **Artículo 15. Subcontratas**

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**

#### **Artículo 16. Caminos y accesos**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

#### **Artículo 17. Replanteo**

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

## **Artículo 18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos**

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero Técnico y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

## **Artículo 19. Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

## **Artículo 20. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

## **Artículo 21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo

importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

## **Artículo 22. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el

Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **Artículo 23. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

## **Artículo 24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Ingeniero o el Ingeniero Técnico o el Coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

## **Artículo 25. Obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el Constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Ingeniero Técnico; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

## **Artículo 26. Trabajos defectuosos**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

### **Artículo 27. Vicios ocultos**

Si el Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

### **Artículo 28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **Artículo 29. Presentación de muestras**

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

### **Artículo 30. Materiales no utilizables**

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

### **Artículo 31. Materiales y aparatos defectuosos**

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **Artículo 32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

### **Artículo 33. Limpieza de las obras**

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

### **Artículo 34. Obras sin prescripciones**

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando este sea aplicable.

## **CAPÍTULO IV: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS**

### **Artículo 35. De las recepciones provisionales**

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Ingeniero y del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

### **Artículo 36. Documentación final de la obra**

El Ingeniero Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

### **Artículo 37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

### **Artículo 38. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

### **Artículo 39. Conservación de la obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

### **Artículo 40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el artículo 35.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL**

#### **Artículo 1.**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

#### **Artículo 2.**

El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### **CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS**

#### **Artículo 3.**

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

#### **Artículo 4. Fianza provisional**

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### **Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos

directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### **Artículo 6. De su devolución general**

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

#### **Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales**

Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.

### **CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS**

#### **Artículo 8. Composición de los precios unitarios**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

- Se considerarán costes directos:

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

- Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

- Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

- Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

- Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

- Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

## **Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

## **Artículo 10. Precios contradictorios**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de

precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones

Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

### **Artículo 12. De la revisión de los precios contratados**

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

### **Artículo 13. Acopio de materiales**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

## **CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN**

### **Artículo 14. Administración**

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el Artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

### **Artículo 15. Obras por Administración directa**

Se denominas "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por si o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero- Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma Interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

### **Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta**

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes á la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

## **Artículo 17. Liquidación de obras por Administración**

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando, a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

## **Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada**

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

## **Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos**

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Ingeniero-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

## **Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el artículo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## **Artículo 21. Responsabilidad del Constructor**

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## **CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

## **Artículo 22. Formas varias de abono de las obras**

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Ordenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.

5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

## **Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la

relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### **Artículo 24. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **Artículo 25. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada**

Salvo lo preceptuado en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

## **Artículo 26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el

Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

## **Artículo 27. Pagos**

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

## **Artículo 28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valoraran y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

## **CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS**

### **Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

### **Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario**

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## **CAPÍTULO VII: VARIOS**

### **Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de 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.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha

resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **Artículo 33. Seguro de las obras**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos

### **Artículo 34. Conservación de la obra**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

## **TITULO IV: CONDICIONES LEGALES**

### **Artículo 1. Preliminar**

Se entiende el presente pliego como orientativo para la focalización del contrato entre el propietario y el constructor.

### **Artículo 2. Contratista**

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hayan en posición de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y renegociadas en España.

Quedan exceptuados:

- Los que se hayan procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos acto de prisión.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o bienes intervenidos.
- Los que en contratos anteriores hubiesen fallado reconocidamente con sus compromisos.
- Los que estuviesen premiados como deudores a los males públicos en conceptos de seguros contribuyentes.

### **Artículo 3. Sistemas de contratación**

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto alzado, comprende la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y a una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de los materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a los anteriores.

#### **Artículo 4. Adjudicación de las obras**

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquier de los tres procedimientos siguientes:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.,
- Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que este sea conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. En el segundo caso la adjudicación será libre elección.

#### **Artículo 5. Formalización del contrato**

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigue el contrato.

#### **Artículo 6. Responsabilidad del contratista**

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que las obras están emplazadas.

## **Artículo 7. Accidentes de trabajo y daños a terceros**

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad de cualquier aspecto.

El contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes señalan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que puedan acaecer o sobrevenir, por no cumplir lo legislado sobre la materia, el contratista será el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios se incluye lo necesario para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será el responsable de todos los accidentes, que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en la obra. Y será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, en cuanto 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 reflejan las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

## **Artículo 8. Pago de tributos**

El pago de tributos e impuestos en general, municipales y 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 correrán 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 considere justo hacerlo.

## **Artículo 9. Hallazgos**

Todas las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en la finca objeto del proyecto, pertenecen al Estado Español, quien deberá velar por su adecuada conservación y puesta en valor.

El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Director de obra. El propietario abonará al contratista el exceso de obras o los gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán pertenencia del Estado los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de la obras, aparecerán en los terrenos que se realizarán, pero el contratista tendrá derecho a utilizarlas en la construcción.

En caso de tratarse de aguas y si las utiliza, será de cargo del contratista las obras que sea conveniente ejecutar, recogerla o desviarla, para su utilización. Así mismo, dichas obras deberán ser notificadas y autorizadas por la administración competente.

La autorización para el aprovechamiento de gravas, arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde se ejecutan los trabajos, así como las condiciones técnicas u económicas, en que estos aprovechamientos han de ejecutarse, se señalarán en cada caso concreto por el Ingeniero Director de obra.

### **Artículo 10. Causas de rescisión del contrato**

Serán causas suficientes para la rescisión del contrato las indicadas a continuación:

- La muerte o incapacidad del contratista.
- La quiebra del contratista.

En los casos anteriores si los herederos ofrecieran 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 aquellos derechos a indemnización alguna.

Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:

- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de obra, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos 40 % como mínimo del importe de las unidades de obra modificadas.
- Las modificaciones de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones en más o menos 40 %, como mínimo, en algunas de las unidades que figuran en las mediciones modificadas del proyecto.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido en un año.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plan señalado.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.

- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

### **Artículo 11. Litigios y reclamaciones el contratista**

Todo desacuerdo de la cláusula del contrato y del presente Pliego de condiciones, que se promoviese entre el contratista y el propietario, será resuelto con arreglo a los requisitos y en la forma prevista en la vigente Ley de Enjuiciamiento Civil.

### **Artículo 12. Liquidación en caso de rescisión**

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena a falta de cumplimiento del contratista se abonará a este todas las obras ejecutadas con arreglo a las concesiones prescritas, y todos los materiales al pie de obra, siempre que sean de recibo y en la cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, y aplicándole a éstos el precio que fija el ingeniero.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de las mismas, abonándose de antemano y de común acuerdo.

Si el ingeniero estimase no conservar dichos útiles serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados al pie de la misma que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un 15 % en calidad de indemnizaciones por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones se pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

### **Artículo 13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto**

Lo mencionado en alguno de los documentos 1, 2 y 3 (memoria, planos y pliego de condiciones) habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos ellos.

En caso de duda u omisión en cualquiera de los documentos del proyecto, el contratista se comprometerá a seguir, en todo momento, las instrucciones el Ingeniero Director de obra.

Las omisiones en algunos de estos documentos o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en estos documentos o que por su uso y costumbre, deban de ser realizados, no solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar

estos detalles, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido correcta y completamente especificados en los citados documentos.

#### **Artículo 14. Tribunales**

Las cuestiones cuya resolución requiera la vía judicial serán de competencia de los tribunales.

En Palencia, junio de 2019  
Fdo.: Fernando Olivares Alonso  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

# DOCUMENTO 4: MEDICIONES

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## ÍNDICE MEDICIONES

1. Acondicionamiento del terreno .....	5
2. Cimentación .....	5
3. Estructura metálica .....	6
4. Cerramientos.....	6
5. Cubierta.....	7
6. Carpintería metálica .....	7
7. Cabezal de riego .....	8
8. Instalación de riego .....	9
9. Instalación eléctrica .....	10
10. Plantación.....	11
11. Maquinaria y equipos .....	12
12. Seguridad y salud.....	12
13. Estudio geotécnico .....	12

## 1. Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.1	M2	<b>Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie	1	7,000	6,000		42,000	
							42,000	42,000
							<b>Total m2 .....</b>	<b>42,000</b>
1.2	M3	<b>Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Losa de cimentación	1	7,000	6,000	0,250	10,500	
							10,500	10,500
							<b>Total m3 .....</b>	<b>10,500</b>

## 2. Cimentación

Nº	Ud	Descripción					Medición	
2.1	M2	<b>Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie		7,000	6,000		42,000	
							42,000	42,000
							<b>Total m2 .....</b>	<b>42,000</b>
2.2	M3	<b>Hormigón armado HA-25/P/20/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Losa de cimentación		7,000	6,000	0,250	10,500	
							10,500	10,500
							<b>Total m3 .....</b>	<b>10,500</b>
2.3	M2	<b>Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie		7,000	6,000		42,000	
							42,000	42,000
							<b>Total m2 .....</b>	<b>42,000</b>

### 3. Estructura metálica

Nº	Ud	Descripción	Medición				
			Uds.	Longitud (m)	Canto (mm)	Parcial	Subtotal
3.1	Kg	Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.					
			Uds.	Longitud (m)	Canto (mm)	Parcial	Subtotal
		Viga central IPE-180 [A*B*_IPE(C)]	1	5,000	180,000	94,000	
		Correas IPE-80 [A*B*_IPE(C)]	10	3,000	80,000	180,000	
						<u>274,000</u>	274,000
<b>Total kg .....</b>						<b>274,000</b>	

### 4. Cerramientos

Nº	Ud	Descripción	Medición					
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
4.1	M2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón split en color de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, rellenos de hormigón HA-25/B/20/1 y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Pared Este		6,000		3,000	18,000	
		Pared Oeste		6,000		2,200	13,200	
		Pared Norte		4,000		2,200	8,800	
		Pared Sur		4,000		2,200	8,800	
		P. sup. paredes Norte y Sur		4,000		0,800	3,200	
		Deducción puerta	-1	2,000		2,200	-4,400	
		Deducción rejillas ventilación	-2	1,800		0,330	-1,188	
							<u>46,412</u>	46,412
<b>Total m2 .....</b>						<b>46,412</b>		

## 5. Cubierta

Nº	Ud	Descripción					Medición	
5.1	M2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				6,000	5,000		30,000	
							30,000	30,000
<b>Total m2 .....</b>							<b>30,000</b>	

## 6. Carpintería metálica

Nº	Ud	Descripción					Medición	
6.1	M2	Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero laminado en frío, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				2,000	2,200		4,400	
							4,400	4,400
<b>Total m2 .....</b>							<b>4,400</b>	
6.2	Ud	Rejilla para ventilación de 180x0,33 m. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., huecos de 20x20 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	1,800	0,330		1,188	
							1,188	1,188
<b>Total ud .....</b>							<b>1,188</b>	
6.3	M.	Chapa metálica de 25 mm de espesor					<b>Total m. ....:</b>	<b>1,500</b>
6.4	Ud	Muelles metálico de 10 cm de longitud					<b>Total ud .....</b>	<b>4,000</b>
6.5	Ud	Perno metálico doblado en gancho de 20 cm de longitud y 12 mm de diámetro.					<b>Total ud .....</b>	<b>4,000</b>

## 7. Cabezal de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición					
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
7.1	M.	Tubería de fundición dúctil de 71 mm. de diámetro interior, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni relleno posterior de la zanja.						
			1	12,000			12,000	
							12,000	12,000
							<b>Total m. ....:</b>	<b>12,000</b>
7.2	Ud	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV de potencia, i/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, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>
7.3	Ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 80 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>
7.4	Ud	Válvula de corte de esfera, de PVC, de 75 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>
7.5	Ud	Válvula de compuerta de fundición de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 25 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>2,000</b>
7.6	Ud	Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>
7.7	Ud	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 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>
7.8	Ud	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>
7.9	Ud	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.						
							<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>

Nº	Ud	Descripción	Medición
7.10	Ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 500 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	
			Total ud .....: 4,000
7.11	Ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 300 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	
			Total ud .....: 1,000
7.12	Ud	Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalado.	
			Total ud .....: 1,000
7.13	Ud	Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	
			Total ud .....: 1,000

## 8. Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.1	MI	Apertura de zanja para red de riego de 1 m. de profundidad con relleno posterior.	
			Total ml .....: 967,000
8.2	M.	Tubería de PVC de 73 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	
		Uds.      Largo      Ancho      Alto      Parcial      Subtotal	
		Tubería principal	142,000      142,000
		Tuberías secundarias	825,000      825,000
			967,000      967,000
			Total m. ....: 967,000
8.3	M.	Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.	
			Total m. ....: 11.158,000
8.4	Ud	Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	
			Total ud .....: 18.744,000

## 9. Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición
9.1	Ud	Foco base con lámpara LED de 60 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
			Total ud .....: 4,000
9.2	Ud	Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de vapor de mercurio de 60 W. y equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
			Total ud .....: 1,000
9.3	Ud	Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura.	
			Total ud .....: 1,000
9.4	Ud	Transformador de media a baja tensión de 25 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	
			Total ud .....: 1,000
9.5	M.	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	
			Total m. ....: 1,000
9.6	Ud	Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.	
			Total ud .....: 1,000
9.7	M.	Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.	
			Total m. ....: 5,000
9.8	M.	Derivación individual 3x10 mm2, (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	
			Total m. ....: 1,000
9.9	M.	Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento 0,6/1kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	
			Total m. ....: 5,000
9.10	M.	Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento 0,6/1 kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	
			Total m. ....: 15,000

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Ud	Descripción	Medición
9.11	M.	Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 10 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1 kV., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	
Total m. ....:			7,000

## 10. Plantación

Nº	Ud	Descripción	Medición
10.1	Ha	Desfonde mecánico integral del terreno a una profundidad de 80 cm. mediante 2 pases cruzados de subsolador.	
Total ha ....:			6,040
10.2	Ha	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 20 m. dentro de las líneas.	
Total ha ....:			6,040
10.3	Ud	Plantón de cerezo de variedad Skeena injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	
Total Ud ....:			1.383,000
10.4	Ud	Plantón de cerezo de variedad Sweet Heart injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	
Total Ud ....:			2.009,000
10.5	Ud	Plantón de cerezo de variedad Sentennial injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	
Total Ud ....:			1.294,000
10.6	Ha	Plantación de los árboles mediante arado plantador	
Total ha ....:			5,140
10.7	Ud	Protector de tronco para árboles jóvenes	
Total Ud ....:			4.686,000
10.8	Ud	Tutor para árboles jóvenes	
Total Ud ....:			4.686,000
10.9	Ud	Poste metálico de 60 cm de longitud para colocación del ramal portagoteros.	
Total Ud ....:			174,000

## 11. Maquinaria y equipos

Nº	Ud	Descripción	Medición
11.1	Ud	Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para la operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 m. y un peso de 4000 kg.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.2	Ud	Compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.3	Ud	Podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 m. que va conectada al sistema hidráulico del tractor.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.4	Ud	Cultivador de 3,25 m. de anchra al que se le acoplan 2 dispositivos intercepas de 64 cm., dando como resultadi una anchura de trabajo de 4,53 m.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.5	Ud	Pulverizador hidráulico de 500 L de capacidad. 115 kg de masa y 1,117 m de anchura.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.6	Ud	Trituradora-desbrozadora de restos vegetales de 3,5 m de anchura de trabajo	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.7	Ud	Pulverizador hidroneumático de 2000 L de capacidad. Ventilador de 600 mm de diámetro y 12 portaboquillas dobles con antigota de latón.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>
11.8	Ud	Sistema de aplicación de aire caliente a las líneas de cultivo, alcance de 80 m.	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>

## 12. Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición
12.1	Ud	Presupuesto de Seguridad y Salud	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>

## 13. Estudio geotécnico

Nº	Ud	Descripción	Medición
13.1	Ud	Realización de un estudio geotécnico en la ubicación del proyecto	
<b>Total Ud .....</b>			<b>1,000</b>

# **DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO**

---

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## ÍNDICE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios Nº1 .....	5
2. Cuadro de precios Nº2 .....	11
3. Presupuestos parciales .....	29
3.1. Presupuesto parcial Nº1: Acondicionamiento del terreno .....	29
3.2. Presupuesto parcial Nº2: Cimentación .....	29
3.3. Presupuesto parcial Nº3: Estructura metálica .....	29
3.4. Presupuesto parcial Nº4: Cerramientos .....	30
3.5. Presupuesto parcial Nº5: Cubierta.....	30
3.6. Presupuesto parcial Nº6: Carpintería metálica.....	31
3.7. Presupuesto parcial Nº7: Cabezal de riego .....	31
3.8. Presupuesto parcial nº8: Instalación de riego .....	33
3.9. Presupuesto parcial nº9: Instalación eléctrica.....	34
3.10. Presupuesto parcial Nº10: Plantación.....	36
3.11. Presupuesto parcial Nº11: Maquinaria y equipos.....	36
3.12. Presupuesto parcial Nº12: Seguridad y salud .....	37
3.13. Presupuesto parcial Nº13: Estudio geotécnico .....	37
4. Presupuesto general y resumen de presupuestos .....	38

## 1. Cuadro de precios Nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>		
1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,33	TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
1.2	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	1,33	UN EURO CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
	<b>2 CIMENTACIÓN</b>		
2.1	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas.	5,37	CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2	m3 Hormigón armado HA-25/P/20/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	160,95	CIENTO SESENTA EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.3	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	4,37	CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
	<b>3 ESTRUCTURA METÁLICA</b>		
3.1	kg acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	2,15	DOS EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
	<b>4 CERRAMIENTOS</b>		
4.1	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón split en color de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	38,46	TREINTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	<b>5 CUBIERTA</b>		
5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.	29,97	VEINTINUEVE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
<b>6 CARPINTERÍA METÁLICA</b>			
6.1	m2 Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero laminado en frío, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).	77,75	SETENTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
6.2	ud Rejilla para ventilación de 180x0,33 m. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., huecos de 20x20 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.	18,14	DIECIOCHO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
6.3	m. Chapa metálica de 25 mm de espesor	120,98	CIENTO VEINTE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
6.4	ud Muelles metálico de 10 cm de longitud	3,72	TRES EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.5	ud Perno metálico doblado en gancho de 20 cm de longitud y 12 mm de diámetro.	5,80	CINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
<b>7 CABEZAL DE RIEGO</b>			
7.1	m. Tubería de fundición dúctil de 71 mm. de diámetro interior, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni relleno posterior de la zanja.	21,91	VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
7.2	ud Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV de potencia, i/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, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.	1.322,79	MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
7.3	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 80 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	557,25	QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
7.4	ud Válvula de corte de esfera, de PVC, de 75 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.	61,68	SESENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
7.5	ud Válvula de compuerta de fundición de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 25 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	262,23	DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
7.6	ud Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	75,42	SETENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
7.7	ud 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 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	3.506,20	TRES MIL QUINIENTOS SEIS EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
7.8	ud Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	29,34	VEINTINUEVE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
7.9	ud Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.	164,30	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
7.10	ud Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 500 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	149,53	CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
7.11	ud Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 300 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	151,83	CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
7.12	ud Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalado.	510,27	QUINIENTOS DIEZ EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
7.13	ud Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	175,87	CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>8 INSTALACIÓN DE RIEGO</b>		
8.1	ml Apertura de zanja para red de riego de 1 m. de profundidad con relleno posterior.	4,75	CUATRO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.2	m. Tubería de PVC de 73 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	5,06	CINCO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
8.3	m. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.	2,98	DOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
8.4	ud Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	1,57	UN EURO CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	<b>9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>		
9.1	ud Foco base con lámpara LED de 60 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	148,97	CIENTO CUARENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9.2	ud Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de vapor de mercurio de 60 W. y equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	155,66	CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
9.3	ud Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura.	44,67	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9.4	ud Transformador de media a baja tensión de 25 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	4.953,66	CUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
9.5	m. Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	9,19	NUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
9.6	ud Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.	167,80	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
9.7	m. Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm <sup>2</sup> , con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.	16,50	DIECISEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
9.8	m. Derivación individual 3x10 mm <sup>2</sup> , (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm <sup>2</sup> . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	11,07	ONCE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS
9.9	m. Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	4,97	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9.10	m. Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0.6/1 kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	6,60	SEIS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
9.11	m. Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 10 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1 kV., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	8,46	OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>10 PLANTACIÓN</b>			
10.1	ha Desfonde mecánico integral del terreno a una profundidad de 80 cm. mediante 2 pases cruzados de subsolador.	151,34	CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
10.2	ha Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 20 m. dentro de las líneas.	24,96	VEINTICUATRO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS
10.3	Ud Plantón de cerezo de variedad Skeena injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	5,67	CINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
10.4	Ud Plantón de cerezo de variedad Sweet Heart injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	5,67	CINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
10.5	Ud Plantón de cerezo de variedad Sentennial injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	5,67	CINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
10.6	ha Plantación de los árboles mediante arado plantador	222,07	DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON SIETE CÉNTIMOS
10.7	Ud Protector de tronco para árboles jóvenes	1,44	UN EURO CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
10.8	Ud Tutor para árboles jóvenes	0,72	SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
10.9	Ud Poste metálico de 60 cm de longitud para colocación del ramal portagoteros.	1,44	UN EURO CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>11 MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>		
11.1	Ud Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para la operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 m. y un peso de 4000 kg.	51.500,00	CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS EUROS
11.2	Ud Compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas.	1.545,00	MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS
11.3	Ud Podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 m. que va conectada al sistema hidráulico del tractor.	2.575,00	DOS MIL QUINIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS
11.4	Ud Cultivador de 3,25 m. de anchra al que se le acoplan 2 dispositivos intercepas de 64 cm., dando como resultadi una anchura de trabajo de 4,53 m.	2.060,00	DOS MIL SESENTA EUROS
11.5	Ud Pulverizador hidráulico de 500 L de capacidad. 115 kg de masa y 1,117 m de anchura.	3.296,00	TRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS
11.6	Ud Trituradora-desbrozadora de restos vegetales de 3,5 m de anchura de trabajo	1.854,00	MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS
11.7	Ud Pulverizador hidroneumático de 2000 L de capacidad. Ventilador de 600 mm de diámetro y 12 portaboquillas dobles con antigota de latón.	4.635,00	CUATRO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS
11.8	Ud Sistema de aplicación de aire caliente a las líneas de cultivo, alcance de 80 m.	6.180,00	SEIS MIL CIENTO OCHENTA EUROS
	<b>12 SEGURIDAD Y SALUD</b>		
12.1	Ud Presupuesto de Seguridad y Salud	1.436,82	MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
	<b>13 ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
13.1	Ud Realización de un estudio geotécnico en la ubicación del proyecto	1.030,00	MIL TREINTA EUROS

## 2. Cuadro de precios Nº2

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
<b>1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>			
1.1	m2 Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,005 h.	10,240
	(Maquinaria)		
	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	0,008 h.	33,610
	3% Costes indirectos		0,01
			0,33
1.2	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,010 h.	10,240
	(Maquinaria)		
	Retrocargadora neum. 75 CV	0,037 h.	32,150
	3% Costes indirectos		0,04
			1,33
<b>2 CIMENTACIÓN</b>			
2.1	m2 Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 4 posturas. (Mano de obra)		
	Oficial 1ª Encofrador	0,200 h.	10,810
	Ayudante- Encofrador	0,200 h.	10,400
	(Materiales)		
	Madera pino encofrar 26 mm.	0,005 m3	184,090
	Puntas 20x100	0,040 kg	1,020
	Alambre atar 1,30 mm.	0,008 kg	1,200
	3% Costes indirectos		0,16
			5,37

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.2	m3 Hormigón armado HA-25/P/20/IIa, de 25 N/mm <sup>2</sup> ., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m <sup>3</sup> .), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE. (Mano de obra)		
	Oficial primera	0,350 h. 10,710	3,75
	Peón ordinario	0,350 h. 10,240	3,58
	Oficial 1ª Ferrallista	0,500 h. 10,710	5,36
	Ayudante- Ferrallista	0,500 h. 10,400	5,20
	(Maquinaria)		
	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	0,350 h. 2,250	0,79
	(Materiales)		
	Hormigón HA-25/B/20/IIa central	1,100 m3 50,580	55,64
	Alambre atar 1,30 mm.	0,250 kg 1,200	0,30
	Acero corrugado B 500 S	54,000 kg 1,510	81,54
	(Resto obra)		0,10
	3% Costes indirectos		4,69
			160,95
2.3	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	0,200 h. 10,240	2,05
	(Materiales)		
	Grava 40/80 mm.	0,220 m3 9,970	2,19
	3% Costes indirectos		0,13
			4,37
	<b>3 ESTRUCTURA METÁLICA</b>		
3.1	kg acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. (Mano de obra)		
	Oficial 1ª Cerrajero	0,010 h. 11,440	0,11
	Ayudante-Cerrajero	0,020 h. 10,560	0,21
	(Materiales)		
	Pequeño material	0,100 ud 0,710	0,07
	Acero laminado E 275(A 42b)	1,050 kg 1,480	1,55

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Minio electrolítico	0,010 kg	9,440	0,09	
	Disolvente universal	0,010 kg	6,440	0,06	
	3% Costes indirectos			0,06	
					2,15
	<b>4 CERRAMIENTOS</b>				
4.1	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón split en color de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. (Mano de obra)				
	Oficial primera	0,780 h.	10,710	8,35	
	Ayudante	0,390 h.	10,400	4,06	
	Peón ordinario	0,041 h.	10,240	0,42	
	(Maquinaria)				
	Hormigonera 200 l. gasolina	0,010 h.	1,590	0,02	
	(Materiales)				
	Arena de río 0/5 mm.	0,026 m3	11,340	0,29	
	Bloq.horm.split color 40x20x20	13,000 ud	1,540	20,02	
	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	0,006 t.	90,330	0,54	
	Agua	0,006 m3	0,760	0,00	
	Hormigón HA-25/B/20/I central	0,020 m3	50,690	1,01	
	Acero corrugado B 400 S	2,300 kg	1,140	2,62	
	(Resto obra)			0,01	
	3% Costes indirectos			1,12	
					38,46
	<b>5 CUBIERTA</b>				
5.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud. (Mano de obra)				
	Oficial primera	0,230 h.	10,710	2,46	
	Ayudante	0,230 h.	10,400	2,39	
	(Materiales)				
	Panel chapa prelac.galvan.30 mm	1,150 m2	21,000	24,15	

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Tornillería y pequeño material	1,000 ud	0,100	0,10	
	3% Costes indirectos			0,87	
					29,97
	<b>6 CARPINTERÍA METÁLICA</b>				
6.1	m2 Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero laminado en frío, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería). (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Cerrajero	0,250 h.	11,440	2,86	
	Ayudante-Cerrajero	0,250 h.	10,560	2,64	
	(Materiales)				
	Puerta abatible chapa plegada	1,000 m2	59,120	59,12	
	Transporte a obra	0,160 ud	67,950	10,87	
	3% Costes indirectos			2,26	
					77,75
6.2	ud Rejilla para ventilación de 180x0,33 m. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., huecos de 20x20 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería. (Mano de obra)				
	Ayudante	0,385 h.	10,400	4,00	
	Peón ordinario	0,005 h.	10,240	0,05	
	(Maquinaria)				
	Hormigonera 200 l. gasolina	0,001 h.	1,590	0,00	
	(Materiales)				
	Arena de río 0/5 mm.	0,003 m3	11,340	0,03	
	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	0,001 t.	90,330	0,09	
	Agua	0,001 m3	0,760	0,00	
	Rejilla ventilaci.20x20 ace.lam.	1,000 ud	13,430	13,43	
	(Resto obra)			0,01	
	3% Costes indirectos			0,53	
					18,14
6.3	m. Chapa metálica de 25 mm de espesor (Mano de obra)				

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Oficial primera	0,100 h.	10,710	1,07	
	Oficial 1ª Cerrajero	0,500 h.	11,440	5,72	
	Ayudante-Cerrajero	0,500 h.	10,560	5,28	
	(Materiales)				
	Barand.escalera barrotes alumin.	1,000 m.	105,390	105,39	
	3% Costes indirectos			3,52	
6.4	ud Muelles metálico de 10 cm de longitud				120,98
	(Mano de obra)				
	Ayudante-Cerrajero	0,095 h.	10,560	1,00	
	(Materiales)				
	Tope goma reforzado	1,000 ud	2,610	2,61	
	3% Costes indirectos			0,11	
6.5	ud Perno metálico doblado en gancho de 20 cm de longitud y 12 mm de diámetro.				3,72
	(Mano de obra)				
	Oficial primera	0,045 h.	10,710	0,48	
	Peón ordinario	0,045 h.	10,240	0,46	
	Oficial 1ª Encofrador	0,058 h.	10,810	0,63	
	Ayudante- Encofrador	0,058 h.	10,400	0,60	
	(Maquinaria)				
	Vibrador hormigón gasolina 50 mm	0,010 h.	2,250	0,02	
	(Materiales)				
	Madera pino encofrar 26 mm.	0,004 m3	184,090	0,74	
	Hormigón HM-20/B/20/I central	0,027 m3	47,590	1,28	
	Puntas 20x100	0,010 kg	1,020	0,01	
	Alambre atar 1,30 mm.	0,019 kg	1,200	0,02	
	Acero co. elab. y arma. B 400 S	2,130 kg	0,670	1,43	
	(Por redondeo)			-0,04	
	3% Costes indirectos			0,17	
					5,80

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
<b>7 CABEZAL DE RIEGO</b>			
7.1	m. Tubería de fundición dúctil de 71 mm. de diámetro interior, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni relleno posterior de la zanja. (Mano de obra)		
	Oficial primera	0,150 h.	10,710
	Peón ordinario	0,150 h.	10,240
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,090 h.	11,440
	(Materiales)		
	Arena de río 0/5 mm.	0,110 m3	11,340
	Tubería fundición dúctil D=80 mm	1,000 m.	15,840
	3% Costes indirectos		0,64
			21,91
7.2	ud Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV de potencia, i/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, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada. (Mano de obra)		
	Oficial primera	1,700 h.	10,710
	Peón ordinario	1,700 h.	10,240
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	3,300 h.	11,440
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	3,300 h.	10,550
	Oficial 1ª Electricista	1,100 h.	11,440
	(Materiales)		
	Electrob.cent.monobloc 4 CV	1,000 ud	665,000
	Cuadro mando electrobomba 4 CV	1,000 ud	330,360
	Válvula de pie/retención 2 1/2"	1,000 ud	25,930
	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes	25,000 ud	1,080
	Pequeño material inst.hidráulic.	180,000 ud	0,640
	3% Costes indirectos		38,53
			1.322,79
7.3	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 80 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada. (Mano de obra)		

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,800 h.	11,440	9,15	
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,800 h.	11,150	8,92	
	(Maquinaria)				
	Tractor grúa hasta 1,5 t.	0,800 h.	6,560	5,25	
	(Materiales)				
	Ventosa/purgador autom.D=80 mm	1,000 ud	517,700	517,70	
	3% Costes indirectos			16,23	
					557,25
7.4	ud Válvula de corte de esfera, de PVC, de 75 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,400 h.	11,440	4,58	
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,200 h.	11,150	2,23	
	(Materiales)				
	Válv.esfera PVC encol.D=2 1/2"	1,000 ud	53,070	53,07	
	3% Costes indirectos			1,80	
					61,68
7.5	ud Válvula de compuerta de fundición de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 25 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,500 h.	11,440	5,72	
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,500 h.	11,150	5,58	
	(Materiales)				
	Vál.comp.PN-25, cie.el st.D=80mm	1,000 ud	243,290	243,29	
	3% Costes indirectos			7,64	
					262,23
7.6	ud Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,450 h.	11,440	5,15	
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,450 h.	11,150	5,02	
	(Materiales)				
	Válv.marip.palan.c/el s. D=80 mm	1,000 ud	63,050	63,05	

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	3% Costes indirectos	2,20	
7.7	ud 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 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado. (Mano de obra)		75,42
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	3,000 h. 11,440	34,32
	Ayudante-Fontanero/Calefactor	6,000 h. 10,550	63,30
	(Materiales)		
	Tierra refractaria en sacos	1,300 t. 120,800	157,04
	Fil.a.r.30m3/h/m2-25m3-2,5kg/cm2	1,000 ud 2.481,300	2.481,30
	Batería 5 válv.mariposa D=75 mm	1,000 ud 668,120	668,12
	3% Costes indirectos		102,12
7.8	ud Suministro y colocación de filtro de malla en Y. (Mano de obra)		3.506,20
	Peón ordinario	0,800 h. 10,240	8,19
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,650 h. 11,440	7,44
	(Materiales)		
	Filtro de malla en Y	1,000 ud 12,860	12,86
	3% Costes indirectos		0,85
7.9	ud Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual. (Mano de obra)		29,34
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	1,000 h. 11,440	11,44
	(Materiales)		
	Contador agua M. de 1" (25mm.)	1,000 ud 98,290	98,29
	Timbrado contad. M. Industria	1,000 ud 18,250	18,25
	Grifo de purga D=25mm.	1,000 ud 7,530	7,53

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	Válvula esfera PVC roscada 1" 2,000 ud 10,400	20,80	
	Válv.retención latón roscar 1" 1,000 ud 3,200	3,20	
	3% Costes indirectos	4,79	
7.10	ud Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 500 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento. (Mano de obra)		164,30
	Oficial primera 1,000 h. 10,710	10,71	
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor 1,000 h. 11,440	11,44	
	(Materiales)		
	Mortero 1/4 de central (M-80) 0,200 m3 46,000	9,20	
	Depósito PVC.C. c/tapa, 500 l. 1,000 ud 99,750	99,75	
	Válv.compuerta latón roscar 1" 1,000 ud 3,670	3,67	
	Válvula esfera PVC roscada 1" 1,000 ud 10,400	10,40	
	3% Costes indirectos	4,36	
7.11	ud Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 300 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento. (Mano de obra)		149,53
	Oficial primera 1,000 h. 10,710	10,71	
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor 1,000 h. 11,440	11,44	
	(Materiales)		
	Mortero 1/4 de central (M-80) 0,150 m3 46,000	6,90	
	Depósito PVC.R. c/tapa, 300 l. 1,000 ud 104,290	104,29	
	Válv.compuerta latón roscar 1" 1,000 ud 3,670	3,67	
	Válvula esfera PVC roscada 1" 1,000 ud 10,400	10,40	
	3% Costes indirectos	4,42	
7.12	ud Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores,diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalado.		151,83

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	(Mano de obra)		
	Oficial primera 0,500 h. 10,710	5,36	
	Peón ordinario 0,500 h. 10,240	5,12	
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor 1,000 h. 11,440	11,44	
	Ayudante-Fontanero/Calefactor 1,000 h. 10,550	10,55	
	Oficial 1ª Electricista 0,400 h. 11,440	4,58	
	(Materiales)		
	Grupo presión compl.0,5 CV-25 l. 1,000 ud 174,920	174,92	
	Cuadro mando electrobomba 0,5 CV 1,000 ud 250,240	250,24	
	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes 10,000 ud 1,080	10,80	
	Pequeño material inst.hidráulic. 35,000 ud 0,640	22,40	
	3% Costes indirectos	14,86	
7.13	ud Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.		510,27
	(Mano de obra)		
	Oficial 1ª Jardinero 2,700 h. 12,680	34,24	
	Peón 0,900 h. 10,530	9,48	
	(Materiales)		
	Programador electrónico 4 estac. 1,000 ud 125,330	125,33	
	Pequeño material 1,000 ud 1,700	1,70	
	3% Costes indirectos	5,12	
	<b>8 INSTALACIÓN DE RIEGO</b>		175,87
8.1	ml Apertura de zanja para red de riego de 1 m. de profundidad con relleno posterior.		
	(Mano de obra)		
	Peón ordinario 0,450 h. 10,240	4,61	
	3% Costes indirectos	0,14	
8.2	m. Tubería de PVC de 73 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		4,75
	(Mano de obra)		
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor 0,045 h. 11,440	0,51	

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	0,045 h.	11,150	0,50	
	(Materiales)				
	Arena de río 0/5 mm.	0,110 m3	11,340	1,25	
	Tubo PVC j.elásti. PN 6 D=75 mm.	1,000 m.	2,270	2,27	
	Pequeño material inst.hidráulic.	0,600 ud	0,640	0,38	
	3% Costes indirectos			0,15	
8.3	m. Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales. (Mano de obra)				5,06
	Oficial 1ª Jardinero	0,070 h.	12,680	0,89	
	Peón	0,070 h.	10,530	0,74	
	(Materiales)				
	Tub.polietileno 20 mm./3 atm.	1,000 m.	0,700	0,70	
	Piezas de enlace de polietileno.	0,500 ud	1,120	0,56	
	3% Costes indirectos			0,09	
8.4	ud Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado. (Mano de obra)				2,98
	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	0,005 h.	11,440	0,06	
	(Materiales)				
	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=40mm	1,000 m.	1,040	1,04	
	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=50mm	0,010 m.	1,630	0,02	
	Gotero pinchar autocomp. 2 l/h	1,000 ud	0,400	0,40	
	Pequeño material inst.hidráulic.	0,004 ud	0,640	0,00	
	3% Costes indirectos			0,05	
	<b>9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				
9.1	ud Foco base con lámpara LED de 60 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. (Mano de obra)				1,57
	Oficial 1ª Electricista	0,300 h.	11,440	3,43	

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	(Materiales)		
	Pequeño material 1,000 ud 0,710	0,71	
	Foco lámp. halógena 50 W. 1,000 ud 140,490	140,49	
	3% Costes indirectos	4,34	
9.2	ud Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de vapor de mercurio de 60 W. y equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. (Mano de obra)		148,97
	Oficial 1ª Electricista 1,000 h. 11,440	11,44	
	(Materiales)		
	Pequeño material 1,000 ud 0,710	0,71	
	Proy.simé.lámp. VM 80 W. 1,000 ud 138,980	138,98	
	3% Costes indirectos	4,53	
9.3	ud Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura. (Mano de obra)		155,66
	Oficial 1ª Electricista 0,600 h. 11,440	6,86	
	(Materiales)		
	Pequeño material 1,000 ud 0,710	0,71	
	Blq. aut. emerg. 30 lm. 1,000 ud 35,800	35,80	
	3% Costes indirectos	1,30	
9.4	ud Transformador de media a baja tensión de 25 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección. (Mano de obra)		44,67
	Oficial 1ª Electricista 26,000 h. 11,440	297,44	
	Oficial 2ª Electricista 26,000 h. 11,150	289,90	
	(Materiales)		
	Pequeño material 14,000 ud 0,710	9,94	
	Transf.baño aceite 25 KVA-20kV 1,000 ud 2.357,640	2.357,64	

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Puent.conex.1x50 mm2 Al 12/20kV	1,000 ud	606,900	606,90	
	Terminales enchufables	6,000 ud	168,590	1.011,54	
	Rejilla de protección	1,000 ud	236,020	236,02	
	3% Costes indirectos			144,28	
					4.953,66
9.5	m. Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Electricista	0,100 h.	11,440	1,14	
	Ayudante-Electricista	0,100 h.	10,560	1,06	
	(Materiales)				
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Conduc. cobre desnudo 35 mm2	1,000 m.	6,010	6,01	
	3% Costes indirectos			0,27	
					9,19
9.6	ud Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Electricista	0,500 h.	11,440	5,72	
	Ayudante-Electricista	0,500 h.	10,560	5,28	
	(Materiales)				
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Caja protec. 250A(III+N)+fusib	1,000 ud	151,200	151,20	
	3% Costes indirectos			4,89	
					167,80
9.7	m. Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm2, con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado. (Mano de obra)				
	Oficial 1ª Electricista	0,200 h.	11,440	2,29	
	Oficial 2ª Electricista	0,200 h.	11,150	2,23	
	(Materiales)				
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Cond.aisla. 0,6-1kV 3,5x25 Cu	1,000 m.	10,310	10,31	

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Tubo PVC p.estruc.forrado D=29	1,000 m.	0,480	0,48	
	3% Costes indirectos			0,48	
9.8	m. Derivación individual 3x10 mm <sup>2</sup> , (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm <sup>2</sup> , y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado. (Mano de obra)				16,50
	Oficial 1ª Electricista	0,250 h.	11,440	2,86	
	Oficial 2ª Electricista	0,250 h.	11,150	2,79	
	(Materiales)				
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Cond. ríg. 750 V 10 mm <sup>2</sup> Cu	3,000 m.	0,940	2,82	
	Tubo PVC ríg. para der.ind. D=29	1,000 m.	1,570	1,57	
	3% Costes indirectos			0,32	
9.9	m. Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. (Mano de obra)				11,07
	Oficial 1ª Electricista	0,150 h.	11,440	1,72	
	Oficial 2ª Electricista	0,150 h.	11,150	1,67	
	(Materiales)				
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Cond. ríg. 750 V 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	3,000 m.	0,200	0,60	
	Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	1,000 m.	0,130	0,13	
	3% Costes indirectos			0,14	
9.10	m. Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1 kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. (Mano de obra)				4,97
	Oficial 1ª Electricista	0,200 h.	11,440	2,29	
	Oficial 2ª Electricista	0,200 h.	11,150	2,23	
	(Materiales)				

Nº	Designación	Importe			
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)		
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Cond. rígi. 750 V 4 mm2 Cu	3,000 m.	0,350	1,05	
	Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	1,000 m.	0,130	0,13	
	3% Costes indirectos			0,19	
9.11	m. Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 10 mm2, aislamiento 0,6/1 kV., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. (Mano de obra)				6,60
	Oficial 1ª Electricista	0,250 h.	11,440	2,86	
	Oficial 2ª Electricista	0,250 h.	11,150	2,79	
	(Materiales)				
	Pequeño material	1,000 ud	0,710	0,71	
	Cond. rígi. 750 V 6 mm2 Cu	3,000 m.	0,550	1,65	
	Tubo PVC p.estruc.D=23 mm.	1,000 m.	0,200	0,20	
	3% Costes indirectos			0,25	
	<b>10 PLANTACIÓN</b>				8,46
10.1	ha Desfonde mecánico integral del terreno a una profundidad de 80 cm. mediante 2 pases cruzados de subsolador. (Medios auxiliares)				
	DESFONDE MECÁNICO DEL TERRENO	1,000 ha	146,930	146,93	
	3% Costes indirectos			4,41	
10.2	ha Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 20 m. dentro de las líneas. (Medios auxiliares)				151,34
	REPLANTEO GENERAL DEL TERRENO	1,000 ha	24,230	24,23	
	3% Costes indirectos			0,73	
10.3	Ud Plantón de cerezo de variedad Skeena injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades. (Medios auxiliares)				24,96
	PLANTÓN SKEENA/CAB-6P	1,000 Ud	5,500	5,50	
	3% Costes indirectos			0,17	

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
10.4	Ud Plantón de cerezo de variedad Sweet Heart injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades. (Medios auxiliares)		5,67
	PLANTÓN SWEET HEART/CAB-6P	1,000 Ud	5,50
	3% Costes indirectos		0,17
10.5	Ud Plantón de cerezo de variedad Sentennial injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades. (Medios auxiliares)		5,67
	PLANTÓN SENTENNIAL/CAB-6P	1,000 Ud	5,50
	3% Costes indirectos		0,17
10.6	ha Plantación de los árboles mediante arado plantador (Medios auxiliares)		5,67
	PLANTACIÓN	1,000 ha	215,60
	3% Costes indirectos		6,47
10.7	Ud Protector de tronco para árboles jóvenes (Medios auxiliares)		222,07
	PROTECTOR DE TRONCO PLANTA JOVEN	1,000 Ud	1,40
	3% Costes indirectos		0,04
10.8	Ud Tutor para árboles jóvenes (Medios auxiliares)		1,44
	TUTOR PLANTA DE MADERA	1,000 Ud	0,70
	3% Costes indirectos		0,02
10.9	Ud Poste metálico de 60 cm de longitud para colocación del ramal portagoteros. (Medios auxiliares)		0,72
	POSTE METÁLICO	1,000 Ud	1,40
	3% Costes indirectos		0,04
			1,44

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
<b>11 MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>			
11.1	Ud Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para la operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 m. y un peso de 4000 kg. (Medios auxiliares)		
	TRACTOR FRUTERO	1,000 Ud 50.000,000	50.000,00
	3% Costes indirectos		1.500,00
			51.500,00
11.2	Ud Compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas. (Medios auxiliares)		
	TIJERAS DE PODAR NEUMÁTICAS Y COMPRESOR	1,000 Ud 1.500,000	1.500,00
	3% Costes indirectos		45,00
			1.545,00
11.3	Ud Podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 m. que va conectada al sistema hidráulico del tractor. (Medios auxiliares)		
	PODADORA MECÁNICA	1,000 Ud 2.500,000	2.500,00
	3% Costes indirectos		75,00
			2.575,00
11.4	Ud Cultivador de 3,25 m. de anchra al que se le acoplan 2 dispositivos intercepas de 64 cm., dando como resultadi una anchura de trabajo de 4,53 m. (Medios auxiliares)		
	CULTIVADOR E INTERCEPAS	1,000 Ud 2.000,000	2.000,00
	3% Costes indirectos		60,00
			2.060,00
11.5	Ud Pulverizador hidráulico de 500 L de capacidad. 115 kg de masa y 1,117 m de anchura. (Medios auxiliares)		
	PULVERIZADOR HIDRÁULICO	1,000 Ud 3.200,000	3.200,00
	3% Costes indirectos		96,00
			3.296,00
11.6	Ud Trituradora-desbrozadora de restos vegetales de 3,5 m de anchura de trabajo (Medios auxiliares)		
	TRITURADORA-DESBROZADORA	1,000 Ud 1.800,000	1.800,00
	3% Costes indirectos		54,00
			1.854,00

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
11.7	Ud Pulverizador hidroneumático de 2000 L de capacidad. Ventilador de 600 mm de diámetro y 12 portaboquillas dobles con antigota de latón. (Medios auxiliares)		
	PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO ARRASTRADO 1,000 Ud 4.500,000	4.500,00	
	3% Costes indirectos	135,00	
			4.635,00
11.8	Ud Sistema de aplicación de aire caliente a las líneas de cultivo, alcance de 80 m. (Medios auxiliares)		
	SISTEMA DE DEFENSA ANTIHELADAS 1,000 Ud 6.000,000	6.000,00	
	3% Costes indirectos	180,00	
			6.180,00
<b>12 SEGURIDAD Y SALUD</b>			
12.1	Ud Presupuesto de Seguridad y Salud (Medios auxiliares)		
	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD 1,000 Ud 1.394,971	1.394,97	
	3% Costes indirectos	41,85	
			1.436,82
<b>13 ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>			
13.1	Ud Realización de un estudio geotécnico en la ubicación del proyecto (Medios auxiliares)		
	Realización de un estudio geotécnico en la ubicación del proyecto 1,000 Ud 1.000,000	1.000,00	
	3% Costes indirectos	30,00	
			1.030,00

### 3. Presupuestos parciales

#### 3.1. Presupuesto parcial Nº1: Acondicionamiento del terreno

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.1 E02EAM010	m2	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	42,000	0,33	13,86
1.2 E02EDM010	m3	Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	10,500	1,33	13,97
<b>Total presupuesto parcial nº 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO :</b>					<b>27,83</b>

#### 3.2. Presupuesto parcial Nº2: Cimentación

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
2.2 E04LA010	m3	Hormigón armado HA-25/P/20/Ila, de 25 N/mm <sup>2</sup> ., consistencia blanda, T <sub>máx.</sub> 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de losa de cimentación, incluso armadura (50 kg/m <sup>3</sup> .), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	10,500	160,95	1.689,98
2.3 E04SE020	m2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	42,000	4,37	183,54
<b>Total presupuesto parcial nº 2 CIMENTACIÓN :</b>					<b>2.099,06</b>

#### 3.3. Presupuesto parcial Nº3: Estructura metálica

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1 E05AA010	kg	acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	274,000	2,15	589,10
<b>Total presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA METÁLICA :</b>					<b>589,10</b>

### 3.4. Presupuesto parcial Nº4: Cerramientos

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.1 E06BHD060	m2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón split en color de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, rellenos de hormigón HA-25/B/20/I y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	46,412	38,46	1.785,01
<b>Total presupuesto parcial nº 4 CERRAMIENTOS :</b>					<b>1.785,01</b>

### 3.5. Presupuesto parcial Nº5: Cubierta

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
5.1 E07IMP010	m2	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.	30,000	29,97	899,10
<b>Total presupuesto parcial nº 5 CUBIERTA :</b>					<b>899,10</b>

### 3.6. Presupuesto parcial N°6: Carpintería metálica

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
6.1 E14CGA010	m2	Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero laminado en frío, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).	4,400	77,75	342,10
6.2 E14WW040	ud	Rejilla para ventilación de 180x0,33 m. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., huecos de 20x20 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.	1,188	18,14	21,55
6.3 E13AAS020	m.	Chapa metálica de 25 mm de espesor	1,500	120,98	181,47
6.4 E14WW070	ud	Muelles metálico de 10 cm de longitud	4,000	3,72	14,88
6.5 E31OR300	ud	Perno metálico doblado en gancho de 20 cm de longitud y 12 mm de diámetro.	4,000	5,80	23,20
<b>Total presupuesto parcial nº 6 CARPINTERÍA METÁLICA :</b>					<b>583,20</b>

### 3.7. Presupuesto parcial N°7: Cabezal de riego

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
7.1 E31TU020	m.	Tubería de fundición dúctil de 71 mm. de diámetro interior, colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni relleno posterior de la zanja.	12,000	21,91	262,92
7.2 E31BB230	ud	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV de potencia, i/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, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.	1,000	1.322,79	1.322,79

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

PROYECTO DE PLANTACIÓN DE CEREZO CON SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VALLE DE OCA (BURGOS)

PRESUPUESTO

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
7.3 E31VV920	ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 80 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1,000	557,25	557,25
7.4 E31VV720	ud	Válvula de corte de esfera, de PVC, de 75 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, completamente instalada.	1,000	61,68	61,68
7.5 E31VV165	ud	Válvula de compuerta de fundición de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 25 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	2,000	262,23	524,46
7.6 E31VV220	ud	Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 80 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1,000	75,42	75,42
7.7 E31PFA010	ud	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 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	1,000	3.506,20	3.506,20
7.8 E31RB080	ud	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	1,000	29,34	29,34
7.9 E20CIC030	ud	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la salida de los depósitos de fertilización, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.	1,000	164,30	164,30
Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
7.10 E20DD030	ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 500 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	4,000	149,53	598,12
7.11 E20DD040	ud	Suministro y colocación de depósito cilíndrico de PVC, con capacidad para 300 litros de agua, dotado de tapa, y sistema de regulación de llenado, mediante llave de compuerta de 25 mm. y sistema de aliviadero mediante llave de esfera de 1" totalmente montado y nivelado con mortero de cemento, instalado y funcionando, sin incluir la tubería de abastecimiento.	1,000	151,83	151,83
7.12 E31BG010	ud	Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 1/4 CV y depósito de expansión de membrana de 25 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalado.	1,000	510,27	510,27
7.13 E31RS110	ud	Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	1,000	175,87	175,87
<b>Total presupuesto parcial nº 7 CABEZAL DE RIEGO :</b>					<b>7.940,45</b>

### 3.8. Presupuesto parcial nº8: Instalación de riego

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
8.1 E31RB070	ml	Apertura de zanja para red de riego de 1 m. de profundidad con relleno posterior.	967,000	4,75	4.593,25
8.2 E31TV105	m.	Tubería de PVC de 73 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	967,000	5,06	4.893,02

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
8.3 E31RR410	m.	Suministro y montaje de tubería de polietileno de 20 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.	11.158,000	2,98	33.250,84
8.4 E31RR310	ud	Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	18.744,000	1,57	29.428,08
<b>Total presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN DE RIEGO :</b>					<b>72.165,19</b>

### 3.9. Presupuesto parcial nº9: Instalación eléctrica

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
9.1 E16IAB030	ud	Foco base con lámpara LED de 60 W. para conexión directa o con adaptador para carril, con protección IP20 clase I, cuerpo metálico lacado, con articulación giratoria y transformador. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	4,000	148,97	595,88
9.2 E16EPM010	ud	Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de vapor de mercurio de 60 W. y equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	1,000	155,66	155,66
9.3 E16IM010	ud	Luminaria de emergencia autónoma de 30 lúmenes, telemandable, autonomía superior a 1 hora, equipada con batería Ni.Cd estanca de alta temperatura.	1,000	44,67	44,67
9.4 E17TT002	ud	Transformador de media a baja tensión de 25 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 20 kV., tensión secundaria 231/400 A., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	1,000	4.953,66	4.953,66

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
9.5 E15TE010	m.	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> , uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.	1,000	9,19	9,19
9.6 E15GP040	ud	Caja general protección 250 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.	1,000	167,80	167,80
9.7 E15RC020	m.	Línea repartidora, formada por cable de cobre de 3,5x25 mm <sup>2</sup> , con aislamiento de 0,6 /1 kV, en montaje empotrado bajo tubo de PVC corrugado forrado grado de protección 7, de D=29 mm . Totalmente instalada, incluyendo conexionado.	5,000	16,50	82,50
9.8 E15I020	m.	Derivación individual 3x10 mm <sup>2</sup> , (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29/gp7, conductores de cobre de 10 mm <sup>2</sup> . y aislamiento tipo VV 750 V. en sistema monofásico, más conductor de protección. Totalmente instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	1,000	11,07	11,07
9.9 E15CM020	m.	Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	5,000	4,97	24,85
9.10 E15CM030	m.	Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0.6/1 kV, en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	15,000	6,60	99,00
9.11 E15CM040	m.	Circuito realizado con tubo PVC, conductores de cobre rígido de 10 mm <sup>2</sup> , aislamiento 0,6/1 kV., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	7,000	8,46	59,22
<b>Total presupuesto parcial nº 9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA :</b>					<b>6.203,50</b>

### 3.10. Presupuesto parcial Nº10: Plantación

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
10.1 E36AF071	ha	Desfonde mecánico integral del terreno a una profundidad de 80 cm. mediante 2 pases cruzados de subsolador.	6,040	151,34	914,09
10.2 E36AF072	ha	Replanteo y marcado de las líneas de cultivo, jalonamiento cada 20 m. dentro de las líneas.	6,040	24,96	150,76
10.3 E36PC271	Ud	Plantón de cerezo de variedad Skeena injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	1.383,000	5,67	7.841,61
10.4 E36PC272	Ud	Plantón de cerezo de variedad Sweet Heart injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	2.009,000	5,67	11.391,03
10.5 E36PC273	Ud	Plantón de cerezo de variedad Sentennial injertado sobre patrón CAB-6P. Material certificado y totalmente libre de enfermedades.	1.294,000	5,67	7.336,98
10.6 E36AF073	ha	Plantación de los árboles mediante arado plantador	5,140	222,07	1.141,44
10.7 E36PP161	Ud	Protector de tronco para árboles jóvenes	4.686,000	1,44	6.747,84
10.8 E36PP162	Ud	Tutor para árboles jóvenes	4.686,000	0,72	3.373,92
10.9 E36PP163	Ud	Poste metálico de 60 cm de longitud para colocación del ramal portagoteros.	174,000	1,44	250,56
<b>Total presupuesto parcial nº 10 PLANTACIÓN :</b>					<b>39.148,23</b>

### 3.11. Presupuesto parcial Nº11: Maquinaria y equipos

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
11.1 M09PT011	Ud	Tractor de 91 CV (67,1 kW) de potencia para las operaciones de cultivo que se deben realizar en la plantación, con una distancia entre ejes de 2,15 m. y un peso de 4000 kg.	1,000	51.500,00	51.500,00
11.2 M09PT012	Ud	Compresor neumático arrastrado de tres salidas en cuales se conectan las tijeras de poda neumáticas.	1,000	1.545,00	1.545,00
11.3 M09PT013	Ud	Podadora mecánica articulada de 5 discos, con una longitud de corte de 3 m. que va conectada al sistema hidráulico del tractor.	1,000	2.575,00	2.575,00
11.4 M09PT014	Ud	Cultivador de 3,25 m. de anchura al que se le acoplan 2 dispositivos intercepas de 64 cm., dando como resultadi una anchura de trabajo de 4,53 m.	1,000	2.060,00	2.060,00
11.5 M09PT015	Ud	Pulverizador hidráulico de 500 L de capacidad. 115 kg de masa y 1,117 m de anchura.	1,000	3.296,00	3.296,00

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
11.6 M09PT016	Ud	Trituradora-desbrozadora de restos vegetales de 3,5 m de anchura de trabajo	1,000	1.854,00	1.854,00
11.7 M09PT017	Ud	Pulverizador hidroneumático de 2000 L de capacidad. Ventilador de 600 mm de diámetro y 12 portaboquillas dobles con antigota de latón.	1,000	4.635,00	4.635,00
11.8 M09PT018	Ud	Sistema de aplicación de aire caliente a las líneas de cultivo, alcance de 80 m.	1,000	6.180,00	6.180,00
<b>Total presupuesto parcial nº 11 MAQUINARIA Y EQUIPOS :</b>					<b>73.645,00</b>

### 3.12. Presupuesto parcial Nº12: Seguridad y salud

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
12.1 E38W011	Ud	Presupuesto de Seguridad y Salud	1,000	1.436,82	1.436,82
<b>Total presupuesto parcial nº 12 SEGURIDAD Y SALUD :</b>					<b>1.436,82</b>

### 3.13. Presupuesto parcial Nº13: Estudio geotécnico

Num. y código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
13.1 E38W012	Ud	Realización de un estudio geotécnico en la ubicación del proyecto	1,000	1.030,00	1.030,00
<b>Total presupuesto parcial nº 13 ESTUDIO GEOTÉCNICO :</b>					<b>1.030,00</b>

#### 4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Concepto	Importe (€)
Capítulo 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.	27,83
Capítulo 2 CIMENTACIÓN.	2.099,06
Capítulo 3 ESTRUCTURA METÁLICA.	589,10
Capítulo 4 CERRAMIENTOS.	1.785,01
Capítulo 5 CUBIERTA.	899,10
Capítulo 6 CARPINTERÍA METÁLICA.	583,20
Capítulo 7 CABEZAL DE RIEGO.	7.940,45
Capítulo 8 INSTALACIÓN DE RIEGO.	72.165,19
Capítulo 9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	6.203,50
Capítulo 10 PLANTACIÓN.	39.148,23
Capítulo 11 MAQUINARIA Y EQUIPOS.	73.645,00
Capítulo 12 SEGURIDAD Y SALUD.	1.436,82
Capítulo 13 ESTUDIO GEOTÉCNICO.	1.030,00
<b>Presupuesto de ejecución material .</b>	<b>207.552,49</b>
13% de gastos generales.	26.981,82
6% de beneficio industrial.	12.453,15
Suma .	246.987,46
21% IVA.	51.867,37
<b>Presupuesto de ejecución por contrata .</b>	<b>298.854,82</b>
Honorarios de Projectista	
Proyecto	2,00% sobre PEM .
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .
	Total honorarios de Proyecto .
	5.022,77
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .
	Total honorarios de Dirección de obra .
	5.022,77
	<b>Total honorarios de Projectista .</b>
	<b>10.045,54</b>
Honorarios de Coordinador de Seguridad y Salud	
Dirección de obra	2,00% sobre PEM .
	4.151,05

Alumno: Fernando Olivares Alonso  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
 Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

---

IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .	871,72
	<b>Total honorarios de Coordinador de Seguridad y Salud .</b>	<b>5.022,77</b>
	<b>Total honorarios .</b>	<b>15.068,31</b>
	<b>Total presupuesto general .</b>	<b>313.923,14</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS TRECE MIL NOVECIENTOS VEINTITRÉS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

En Palencia, junio de 2019  
Fdo.: Fernando Olivares Alonso  
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural