



---

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

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

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

**Plantación de manzanos con riego por goteo,  
en el término municipal de Autillo de Campos  
(Palencia)**

**Alumna: Elena Tejerina Fernández**

**Tutor: Jesús Celada Caminero**  
**Cotutor: Andrés Manuel Martínez de Azagra Paredes**

**Junio de 2016**

## Índice general

### **Documento 1. Memoria**

#### **Anejos a la memoria:**

Anejo 1. Condicionantes del medio físico

Anejo 2. Estudio de las alternativas

Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo

Anejo 4. Ingeniería de las obras

Anejo 5. Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto

Anejo 6. Estudio económico

### **Documento 2. Planos**

### **Documento 3. Pliego de condiciones**

### **Documento 4. Mediciones**

### **Documento 5. Presupuesto**

### **Estudio Básico de Seguridad y Salud**

# DOCUMENTO 1. MEMORIA

## Índice de la memoria

<b>1. Objeto del proyecto</b> .....	1
<b>1.1. Naturaleza del proyecto</b> .....	1
<b>1.2. Agentes</b> .....	1
<b>1.3. Localización</b> .....	1
<b>1.4. Dimensión del proyecto</b> .....	1
<b>2. Antecedentes</b> .....	1
<b>2.1. Motivación del proyecto</b> .....	1
<b>2.2. Fuentes de datos</b> .....	1
<b>3. Bases del proyecto</b> .....	2
<b>3.1. Directrices del proyecto</b> .....	2
3.1.1. Finalidad perseguida .....	2
3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor .....	2
<b>3.2. Condicionantes del proyecto</b> .....	2
3.2.1. Condicionantes internos .....	2
3.2.1.1. <u>Condicionantes del medio físico</u> .....	2
3.2.2. Condicionantes legales .....	3
3.2.3. Condicionantes externos .....	4
3.2.3.1. <u>Infraestructuras</u> .....	4
3.2.3.2. <u>Comercialización</u> .....	4
3.2.3.3. <u>Normativa</u> .....	4
<b>3.3. Situación actual</b> .....	4
<b>4. Estudio de las alternativas</b> .....	4
<b>4.1. Identificación y evaluación de las alternativas</b> .....	5
<b>4.2. Descripción de la alternativa a desarrollar</b> .....	5
<b>5. Ingeniería del proyecto</b> .....	5
<b>5.1. Ingeniería del proceso productivo</b> .....	5
<b>5.2. Ingeniería de las obras</b> .....	8
5.2.1. Instalación de riego .....	8
5.2.2. Caseta de riego .....	11
5.2.3. Instalación eléctrica .....	12
5.2.4. Espaldera .....	13
5.2.5. Torres de ventilación .....	13



5.2.6. Infraestructuras.....	14
<b>6. <u>Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto</u> .....</b>	<b>14</b>
<b>7. <u>Estudio económico</u>.....</b>	<b>14</b>

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

En este apartado se describe la naturaleza del proyecto, localización y emplazamiento, así como su dimensionamiento. Igualmente, se identifica a los Agentes: Promotor y Projectista.

### **1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO**

El objetivo principal del presente proyecto es establecer una plantación de manzanos familiar destinada a la producción de fruta de mesa de calidad.

### **1.2. AGENTES**

El promotor del proyecto es la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia. La projectista es Elena Tejerina Fernández alumna del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural.

### **1.3. LOCALIZACIÓN**

La plantación objeto del proyecto se va a situar en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia), catastralmente, en el polígono 2, parcelas 35, 36 y 37, entre el río Valdeginete y el Canal de Castilla, en la zona tradicional de regadío.

Las parcelas objeto de transformación lindan por el S-W con el camino vecinal a Castromocho, P-941, de donde parte la vía de acceso. A la finca se accede por el este a través de la parcela nº 35.

### **1.4. DIMENSIÓN DEL PROYECTO**

Para establecer la plantación se van a transformar 11,86 ha. De las cuales, 10,80 ha se van a dedicar al cultivo y el resto a infraestructuras e instalaciones.

## **2. ANTECEDENTES**

A continuación, se va a exponer la motivación por la que se redacta el proyecto y las fuentes de datos que ha utilizado el projectista para su redacción.

### **2.1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto se elabora por los siguientes motivos:

- a) Presentar el Trabajo Fin de Grado y obtener la titulación de Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural.
- b) Estudiar la viabilidad y rentabilidad de una plantación frutal en la zona.

### **2.2. FUENTES DE DATOS**

Para la redacción del proyecto se han consultado las siguientes fuentes de datos:

- *Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)*. Datos meteorológicos de los observatorios de Autillo del Pino (Palencia), Villanubla (Valladolid) y Astudillo (Palencia) y de la estación P03 de Fuentes de Nava (Palencia).
- *Centro Técnico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA)*. Análisis de agua de riego procedente del Canal de Castilla, ramal de Campos, y análisis de la muestra de suelo recogida en las parcelas objeto del proyecto.
- *Catastro y SIGPAC*. Imágenes necesarias para la realización de los planos de situación y emplazamiento.

- *Junta de Castilla y León*. Reglamentación sobre la Producción Integrada en Castilla y León.
- *FAOstat, EUROstat, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), publicaciones de asociaciones, revistas y lonjas de España*. Datos recopilados para la realización del estudio de mercado.

### **3. BASES DEL PROYECTO**

#### **3.1. DIRECTRICES DEL PROYECTO**

##### **3.1.1. FINALIDAD PERSEGUIDA**

A través del siguiente proyecto se desea demostrar la rentabilidad de una plantación de manzanos con riego por goteo y producción integrada en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia).

##### **3.1.2. CONDICIONANTES IMPUESTOS POR EL PROMOTOR**

- Rentabilidad: La plantación debe ser económicamente sostenible.
- Mano de obra: Interesa reducir, en la medida de lo posible, la contratación de mano de obra eventual.
- Infraestructuras existentes: Conviene aprovechar al máximo las infraestructuras existentes.

#### **3.2. CONDICIONANTES DEL PROYECTO**

##### **3.2.1. CONDICIONANTES INTERNOS**

###### **3.2.1.1. Condicionantes del medio físico**

Los condicionantes del medio físico que pueden incidir sobre el desarrollo y la producción del manzano se evalúan a continuación:

###### **A. Clima**

Durante el reposo invernal, las temperaturas mínimas absolutas no son demasiado bajas (-12,3°C) ni demasiado frecuentes como para afectar a ninguna parte del árbol. El número medio de horas-frío de la zona (1270,7 HF) permite cubrir las necesidades de frío de las variedades de manzano elegidas.

En el periodo primaveral, la probabilidad de que en marzo se den heladas de intensidad -4,4°C, y en abril de -1,6°C, es alta. Para paliar los efectos, se van a instalar en la plantación torres de ventilación.

Las temperaturas máximas estivales se encuentran en el intervalo óptimo para el desarrollo de los ciclos vegetativo y reproductivo del árbol. Además, el contraste de temperaturas diurnas y nocturnas, permite obtener una buena coloración en las variedades bicolors y un elevado contenido en azúcares.

La precipitación media anual en la zona (356 mm) es escasa. En consecuencia, para afrontar el cultivo del manzano en condiciones adecuadas, se va a instalar un sistema de riego por goteo.

La incidencia del granizo en la zona es muy reducida, por lo que no se espera que se produzcan problemas.

Las elevadas insolaciones de los meses de verano, rara vez van a afectar negativamente a la calidad de los frutos o a la vegetación.

En el periodo de mayo a septiembre, cuando mayor es la actividad de la plantación, predomina una misma dirección dominante del viento S-E. La velocidad máxima registrada (23,8 km/h) no es excesivamente fuerte, por lo que no parece necesaria la colocación de barreras cortavientos.

## **B. Suelo**

Según los resultados del análisis, las características físicas del suelo no van a ser un factor limitante en el proyecto.

La profundidad útil, de 1,5m, es suficiente para que las raíces se desarrollen adecuadamente, la textura franco-arenosa es adecuada para el cultivo de frutales y la estructura granular favorece el crecimiento de las raíces y la penetración del agua en el terreno.

En cuanto a las características químicas, hay que realizar algunas correcciones.

El suelo es básico y la cantidad de hierro presente en el suelo, de 48 ppm, es baja lo que puede provocar clorosis férrica por inmovilización. No obstante, el contenido de carbonatos totales es inferior al 10%, lo que indica que la cantidad de caliza activa presente en el suelo tiene una baja capacidad de reaccionar.

El contenido de materia orgánica, de 1,7%, es bajo. Por ello, se va a realizar una enmienda orgánica, previa a la instalación de los árboles. Luego, se va a mantener ese nivel con aportaciones fertilizantes periódicas de ácidos húmicos y fúlvicos.

La fertilidad del suelo es relativamente buena. El nivel en sodio es muy bajo (0,21meq/100g), por lo que no van a existir problemas de sodicidad en el suelo ni fitotoxicidad en el cultivo. Tampoco se esperan carencias inducidas de los cationes  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$  por desequilibrios de sus concentraciones en el complejo de cambio. Por otra parte, los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento de los árboles son fáciles de aportar mediante el abonado.

## **C. Agua de riego**

El agua que se va a utilizar en el riego de la finca, proviene del Canal de Castilla. La toma de agua, está en el sistema hídrico Ramal de Campos, próxima a la exclusiva número uno.

Los valores obtenidos en el análisis del agua, se encuentran dentro de los rangos de evaluación de la calidad del agua establecidos por la FAO. Por consiguiente, el agua es apta para el riego.

### **3.2.2. CONDICIONANTES LEGALES**

El promotor es el propietario legal de las parcelas donde se va a ubicar la plantación en proyecto y declara que sobre ella no existen cargas, servidumbres de paso o arrendamientos.

Dichas parcelas, según la Normativa Urbanística Municipal, se clasifican como terreno rústico con protección agrícola. Por lo que, no existe ningún condicionante jurídico que impida la realización del proyecto.

### 3.2.3. CONDICIONANTES EXTERNOS

#### 3.2.3.1. Infraestructuras

Palencia es la ciudad más cercana a la finca donde se va a ubicar el proyecto y es donde se pretende comercializar la fruta.

La capital dista de la finca 32 km. La N-610 tiene un desvío hacia la P-941 (carretera que linda por el S-W con la finca).

La red pública de distribución de energía eléctrica está situada a 117 m del punto donde se va a colocar el Cuadro General de Protección de la caseta de riego.

En el extremo este de la parcela nº 35 hay un hidrante de riego alimentado, desde el Canal de Castilla, por una tubería de aspiración de 215 m de longitud.

#### 3.2.3.2. Comercialización

A nivel de mercados, la importante crisis de precios en melocotón ha influenciado a la baja los precios de la manzana y a ello se añaden las consecuencias negativas del veto de Rusia a las importaciones de fruta de la Unión Europea.

Además, el consumo de manzana sigue una tendencia decreciente desde 1989. Se ha pasado de 15 a 11 kg/persona y año, muy inferior a la mayoría de países europeos.

Sin embargo, cabe reseñar una serie de puntos positivos. La calidad y la producción esperadas en manzana, son muy buenas por la ausencia de condiciones climáticas adversas a lo largo de la campaña. Además, se han propuesto varias campañas publicitarias que fomentan el consumo de frutas y verduras, con lo que se espera que aumente el consumo y, por tanto, la demanda de esta fruta con unas excelentes características dietéticas y una cantidad innumerable de propiedades benéficas. Por otra parte, la aplicación de técnicas de producción integrada no implica la obtención de mejores precios de venta de la manzana, aunque sí preferencia de venta y acceso a mercados más exigentes.

La comercialización de la producción de manzanas va a ser en origen, es decir, el promotor va a vender la cosecha a una central hortofrutícola para su manipulación, confección y comercialización.

#### 3.2.3.3. Normativa

Para comercializar la cosecha mediante al sello de producción integrada se debe respetar la normativa del Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015.

### 3.3. SITUACIÓN ACTUAL

Hasta el momento presente la finca objeto del proyecto se encuentra en régimen de arrendamiento. Los últimos 10 años se ha cultivado en ella cereal y leguminosas.

En las parcelas no hay edificaciones ni infraestructuras, solo un hidrante de riego en el extremo este de la parcela nº 35.

## 4. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

El promotor desea transformar las parcelas, para su explotación directa, en una plantación de manzanos familiar. Pero, por los condicionantes del medio y por los impuestos por el propio promotor, es necesario analizar y evaluar todas las alternativas posibles.

## 4.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se consideran variables que pueden generar distintas alternativas de diseño de la plantación, las siguientes:

- Especie
- Variedad
- Portainjerto
- Formas de explotación
- Diseño de la plantación
- Técnicas de cultivo

Para la elección de la alternativa más adecuada se aplica el método de análisis multicriterio (Anejo 2. Estudio de las alternativas).

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA A DESARROLLAR

En la finca objeto del proyecto se va a proceder a cultivar manzanos en producción integrada. La variedad principal de la plantación será Golden Crielaard injertada sobre Pajam-2 Cepiland y las variedades polinizadoras serán Gala Venus y Fuji Kiku Fubrax injertadas sobre el patrón Pajam-1 Lancep. Se colocarán, siempre que sea posible, dos líneas de la variedad polinizadora por cada cuatro líneas de la variedad base.

Las líneas de los árboles se van a disponer en marco rectangular, con una separación entre líneas de 4 m y entre árboles de 1,2 m, lo que da una densidad de plantación de 2083 árboles/ha. La orientación de las líneas será N-E. El sistema de formación de poda de los árboles es en eje central, por lo que, se instalará un sistema de apoyo sencillo (espaldera).

La aplicación del agua de riego, se va a efectuar mediante un sistema de riego localizado por goteros, al que se le acopla un sistema de fertirrigación. Para mantener el suelo, se va a combinar la aplicación de herbicidas bajo la línea de los árboles con el mantenimiento de una cubierta vegetal espontánea en el centro de las calles. Como método de defensa contra heladas, se van a instalar torres ventiladoras.

## 5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este apartado se va a describir todo lo proyectado (obras, instalaciones, labores, plantación, maquinaria, etc.) del modo más explícito y conciso posible.

### 5.1. INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Se va a describir el proceso productivo, de acuerdo con la alternativa elegida, definiendo las actividades, maquinaria y equipos, mano de obra y de más elementos o materias que se consideren en el proceso, de forma que se puedan cuantificar las necesidades de edificación, instalaciones, equipos, etc. que ha de contemplar el proyecto.

La preparación del suelo para el establecimiento de la plantación será mecánica e integral.

El abonado orgánico se va a realizar con estiércol ovino. El estiércol se va a adquirir en una explotación ganadera situada a 3 km de la finca objeto del proyecto. La carga y transporte del abono se va a realizar a mediados de septiembre con un tractor de 180 CV y un remolque de 20 m<sup>3</sup>.

La enmienda orgánica se va a realizar a finales del mes de octubre. En total se van a distribuir 95,79 t/ha de estiércol. El estiércol se distribuye en la superficie mediante un remolque esparcidor de estiércol de 14 m<sup>3</sup> y un tractor de 150 CV.

Para ambos trabajos se va a contratar a una empresa de servicios agrícolas.

La labor profunda se va a realizar por desfonde, lo que permite voltear la tierra para romper la suela de labor, mejorar el drenaje y enterrar el estiércol aportado previamente.

La labor de desfonde se va a realizar a principios de noviembre. Se contrata para ello a una empresa de trabajos agrícolas, que va a utilizar un tractor de 180 CV y un arado de desfonde.

Después, se va a cultivar el terreno para dejar el suelo liso y facilitar el replanteo y marcado de la plantación.

Para ello, a mediados de enero el encargado de la plantación va a dar dos pases cruzados de cultivador con el tractor de 70 CV propio de la explotación.

El marcado se va a realizar a primeros de febrero. Para señalar las líneas de los árboles se traza una alineación base paralela al lado N-E de la finca y se señala con jalones, así como los vértices de la parcela.

Para llevar a cabo este trabajo se necesitará un mínimo de 2 operarios, uno de ellos con un cierto grado de cualificación.

La plantación se va a realizar a raíz desnuda utilizando plantones de un año de injerto.

El número de plantones necesarios, considerando un 2% para reposición de marras, es de 22.974 plantones. Especificando según las variedades, se necesita el siguiente material vegetal:

- Golden Crielaard (52,2 %): 11.996 plantones
- Gala Venus (25,1 %): 5.774 plantones
- Fuji Kiku Fubrax (22,7 %): 5.204 plantones

La recepción de los plantones va a ser a finales de enero. Para hacer esta tarea se necesitará dos operarios.

La época de plantación va a ser en febrero. La técnica de plantación va a ser semimecánica. El equipo de plantación se va a contratar a una empresa de servicios.

En el periodo de post-plantación habrá que dar un riego si las precipitaciones no son abundantes, revisar las plantas y reponer las que no hayan prendido y descabezar los plantones sólo en caso de yemas terminales mal formadas.

En la reposición de marras la apertura y cierre de hoyos se realizará mediante el empleo de palas royeras y azadas. Dentro de la plantación, los plantones se van a transportar en un remolque alquilado y el tractor de 70 CV de la explotación.

Para la poda de plantación se utilizarán tijeras de poda manuales.

Los cuidados posteriores a la plantación van a ser realizados por una cuadrilla de 2 a 4 operarios.

Establecida la plantación, en cada ciclo de cultivo serán 8 los puntos a considerar: la poda, el riego, el mantenimiento del suelo, la fertilización, la defensa fitosanitaria, la recolección, el aclareo y la defensa antiheladas.

Los dos primeros años de la plantación únicamente se va a practicar la poda de formación. A partir del tercer año (entrada en producción) y hasta que finaliza el desarrollo del árbol se realizarán a la vez la poda de formación y la de fructificación.

La poda de formación es en eje central. En primavera se pinzan los brotes que compiten con la guía. En invierno la poda debe tender a favorecer la iluminación de la

zona baja y de las ramas de fruta. La poda de formación se va a realizar con tijeras de poda manuales.

La poda de fructificación se realiza durante la parada vegetativa del árbol. El tipo de madera sobre la que fructifica el manzano es de 2 o 3 años. Por ello, la intensidad de la poda es intermedia. La poda se va a realizar con tijeras mecánicas de tipo neumático, accionadas por un compresor con 6 tomas que irá acoplado al carro de recolección de cintas transportadoras.

La poda va a ser realizada por una cuadrilla de 6 operarios.

Una vez finalizada la poda, los residuos de madera se van a triturar y esparcir por las calles de la plantación. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y una trituradora de restos de poda.

En la zona donde se va a ubicar el proyecto el periodo de riego del manzano va a ser de mayo a octubre. El sistema de riego es por goteo y su funcionamiento está automatizado.

En la plantación proyecto habrá 2 turnos de riego, regando un mismo turno todos los días. El calendario de riegos se muestra en la Tabla 3.9. del Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo.

El mantenimiento del suelo va a consistir en la aplicación de un método mixto. En las hileras de los árboles la vegetación espontánea se va a controlar aplicando herbicidas, mientras que en las calles se establecerá una cubierta vegetal espontánea seleccionada hacia gramíneas, controlada por siega mecánica.

El mantenimiento del suelo se van a realizar en marzo, junio y septiembre con la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV, un pulverizador hidráulico suspendido de 600 L de capacidad y una segadora de 3 m de anchura de trabajo.

Las necesidades nutritivas de los árboles van a estar cubiertas durante los 3 primeros años con los elementos presentes en el suelo y los procedentes de la mineralización de la enmienda orgánica.

Sin embargo, a partir del cuarto año será necesario el aporte de ácidos húmicos y fúlvicos y el abonado mineral de mantenimiento. Los macro y microelementos se van a aportar con el agua de riego.

El calendario de fertirrigación y la cantidad de fertilizante a inyectar cada día se muestra en la Tabla 3.19. del Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo.

Por otra parte, sobre la cubierta vegetal se va a aportar 35 kg/ha de nitrógeno en el año de establecimiento. Para ello, se va a utilizar el tractor de 70 CV y una abonadora alquilada con una tolva de 500 kg y un alcance de 12 m.

En la plantación el encargado va a realizar un seguimiento de la dinámica de plagas y enfermedades del manzano más frecuentes en la zona donde se va a ubicar el proyecto. Los métodos de control natural, cultural o biológico serán prioritarios a la lucha química y solo se aplicarán los productos de defensa sanitaria autorizados en los casos en que esté justificado, según el nivel de riesgo o los umbrales de tolerancia.

El calendario previsible de tratamientos de la plantación frutal en proyecto y los compuestos fitosanitarios elegidos para cada plaga o enfermedad se muestra en las Tablas 3.30. y 3.31. del Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo.

Los tratamientos fitosanitarios se van a realizar por pulverización. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad.



Para la defensa contra las heladas se van a instalar en la plantación en proyecto 4 torres ventiladoras repartidas uniformemente. De modo que, cada torre permita barrer un área circular de 3 ha.

El mástil de la torre tendrá una altura de 11 m y la hélice una longitud total de 6 m. El impulso de la hélice se realizará mediante el empleo de un motor diésel de 129 kW (173 CV) de potencia.

Las torres de ventilación van a disponer de un sistema de monitoreo de la temperatura ambiente que permite su puesta en marcha y parada.

El aclareo se va a realizar utilizando productos químicos. Se van a efectuar 2 aplicaciones con Metramitrona a finales de abril. No obstante, en junio conviene hacer un repaso manual.

Los tratamientos los va a realizar el encargado de la plantación con el tractor de 70 CV y un pulverizador hidroneumático.

La recolección comienza el tercer año y se realiza de forma manual y escalonada. La época de recolección de la fruta es a mediados de agosto en el grupo Gala, a mediados de septiembre en Golden y a finales de octubre en Fuji.

La cosecha de cada variedad debe finalizar, aproximadamente, en 15 días. Las necesidades de mano de obra durante el periodo de recolección en cada etapa de vida de la plantación se muestran en la Tabla 3.34. del Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo.

Toda la fruta que hay a una altura inferior a 2 metros se va a recolectar desde el suelo. La fruta que se encuentre a una altura superior a la citada, se recogerá desde un carro de cintas transportadoras, que sirve también para realizar la poda.

Los palots llenos se cargarán, con el tractor de 70 CV y un elevador de horquillas frontal, en camiones o remolques que los transportarán hasta la central hortofrutícola.

Para coordinar todas estas labores se crea un programa de trabajos para cada ciclo de cultivo de la plantación (ver Tablas 3.46., 3.47., 3.48., 3.49. y 3.50 del Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo). Estos programas se establecen a partir del calendario de labores, el tiempo disponible y la programación del equipo.

El tiempo requerido para realizar cada labor va a depender de la maquinaria seleccionada y el número de operarios.

Por último, indicar que en el apartado 3. del Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo se muestran los cuadros de definición y satisfacción de necesidades en cada uno de los años de vida de la plantación.

## **5.2. INGENIERÍA DE LAS OBRAS**

En este apartado se van a describir las obras necesarias para poner en funcionamiento la transformación que se pretende con el proyecto.

### **5.2.1. INSTALACIÓN DE RIEGO**

El diseño hidráulico se realiza con un software informático llamado RiegoLoc 2002.

La instalación de riego por goteo consta de las siguientes partes:

#### **A. Emisores o goteros:**

Los emisores elegidos son autocompensantes, con un caudal nominal de 2 L/h.

Se van a colocar 2 emisores por árbol, separados entre sí 0,60 m.

## B. Red de distribución:

En la plantación en proyecto va haber 2 unidades de riego, cada una de ellas consta de 2 subunidades.

La red de distribución de la plantación en proyecto estará formada por los siguientes tipos de tuberías:

- **Tubería secundaria:** Las tuberías secundarias van a conducir el agua desde el cabezal hasta las unidades de riego y dentro de la unidad de riego, van a abastecer las distintas subunidades.

Las tuberías secundarias serán de PVC y presión nominal 0,63 MPa y presentarán las siguientes características:

Tubería secundaria	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
Sector 1	174	75	44.716	28,7859	6,8935
Sector 2	336	75 (174 m), 90 (162 m)	45.372	36,9691	15,7471

- **Tubería primaria:** Dentro de una subunidad de riego la tubería primaria alimenta a las tuberías laterales.

Las tuberías primarias serán de PVC, diámetro nominal 63 mm y presión nominal 0,63 MPa. Según el sector de riego y subunidad, la tubería primaria presentará las siguientes características:

Tubería primaria		Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
Sector 1	Subunidad 1.1.	160	22.720	20,6046	4,4912
	Subunidad 1.2.	156	21.996	20,1594	4,1277
Sector 2	Subunidad 2.1.	160	22.720	20,6046	4,4912
	Subunidad 2.2.	160	22.652	20,5989	4,4882

- **Tubería lateral o portagoteros:** Tubería que lleva conectada los emisores.

Las tuberías laterales serán de PE-32, diámetro nominal 18 mm y presión nominal 0,4 MPa.

A continuación, se muestran el número y las características de los 2 tipos de laterales, según su longitud, que se van a instalar en el sistema de riego en proyecto.

Nº laterales	Nº emisores/lateral	Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
103	284	170,4	568	17,0747	5,1707
56	282	169,2	564	16,9638	5,0718

Las tuberías laterales se van a colocar a 0,7 m del suelo apoyadas en el primer alambre de la espaldera.

## C. Cabezal de riego:

En el cabezal de riego van a estar los elementos que controlan las características del agua. Estos elementos son los siguientes:

- **Filtros de arena:**

En el cabezal de riego se van a colocar dos filtros de arena que van a tener bridas de 4", caudal nominal de 50 m<sup>3</sup>/h y una superficie filtrante de 1,15 m<sup>2</sup>.

La limpieza de los filtros se va a realizar por retrolavado cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro sea de 4 mca.

La tubería que conecta los dos filtros de arena será de PVC, diámetro nominal 40 mm y presión nominal 0,63 MPa.

- Equipo de fertirrigación:

Los abonos líquidos necesarios para fertilizar los manzanos se van a verter en un depósito de 100 L de capacidad de polietileno de alta densidad.

El abono será inyectado en la red de distribución con una bomba dosificadora electromagnética de membrana, con una tasa de inyección de 0,5 a 20 L/h. Esta bomba será accionada por un motor de baja potencia, 1,5 kW, alimentado por una corriente monofásica de 230 V.

- Filtros de malla:

En el cabezal de riego se van a colocar dos filtros de malla con bridas de 4", caudal nominal de 80 m<sup>3</sup>/h y una superficie filtrante de 0,144 m<sup>2</sup>. El tamaño de los orificios de la malla de acero va a ser de 65 mesh.

La limpieza de los filtros se va a realizar cuando la pérdida de carga sea de 5 mca. La operación de limpieza se realiza de forma manual sacando el filtro y lavándolo con agua a presión

- Contador:

Para medir el caudal instantáneo y total se va a colocar una válvula hidráulica con medidor Woltmann "contador".

El contador va a ser de 4" con un caudal nominal de 60 m<sup>3</sup>/h.

- Programador

El programador consta de 4 estaciones:

- 1 salida para la parada y puesta en marcha del grupo de bombeo
- 2 salidas para apertura y cierre de electroválvulas riego
- 1 salida para la fertirrigación

**D. Grupo de bombeo:** El grupo de bombeo va a proporcionar el agua necesaria para la red de distribución.

La bomba que se va a instalar en la plantación en proyecto va a ser centrífuga y horizontal.

El motor que acciona la bomba tendrá una potencia de 15 kW y será alimentado por una corriente trifásica de 400 V. La altura de elevación máxima será de 57 mca y el caudal nominal de 48 m<sup>3</sup>/h.

**E. Grupo de bombeo:**

La tubería de impulsión y aspiración van a ser de PVC, de diámetro nominal 90 mm y presión nominal 0,63 MPa. Las características de estas tuberías serán las siguientes:

	Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
Tubería de impulsión	7,2	45.372	41,2954	4,3263
Tubería de aspiración	215	45.372	41,2954	11,6275

La tubería de aspiración existe en la actualidad.

**F. Dispositivos de control:** Los dispositivos de control son los elementos encargados de regular el funcionamiento del sistema (válvulas, reguladores, manómetros...).

En la instalación de riego en proyecto se van a colocar los siguientes dispositivos de control:

- Ventosa de orificio grande a la entrada de las tuberías primarias.
- Purgador al final de los laterales, en los filtros de arena, en los filtros de malla y en el equipo de fertirrigación.
- Desagüe o válvula de mariposa al final de las tuberías primarias.
- Reductor de presión a la entrada de las tuberías primarias
- Electroválvula a la entrada de las secundarias.
- Manómetro
- Válvula de compuerta + purgador a la entrada y salida del cabezal de riego.

### 5.2.2. CASETA DE RIEGO

En la plantación en proyecto se decide construir una caseta de riego, con el objetivo de albergar y proteger los elementos del cabezal de riego y del grupo de bombeo.

La construcción se va a realizar en el extremo este de la parcela nº 35. La superficie útil será de 28 m<sup>2</sup> (4x7) m, la altura a alero de 2,5 m y a cumbre de 2,8 m.

La cimentación de la caseta de riego en proyecto va a consistir en zapatas aisladas, de 0,6x0,6x0,6 m, en la base de los pilares.

Desde el firme considerado hasta la parte inferior de la armadura, aproximadamente 10 cm, se va a colocar hormigón de limpieza HL-150/B/20.

El canto útil de la zapata se va a rellenar con hormigón armado HA-25/P/40/IIa. y ferralla armada 4φ6 c/20 B-500S.

La placa base de la zapata tiene como dimensiones (20x20x2) cm y estará anclada a la cimentación con 4 φ16 B-500S.

El interior de la caseta se va a pavimentar con una losa de hormigón armado. La solera va a ser un único paño de 7x4 m y 15 cm de espesor.

El hormigón que se va a utilizar en la solera será HA-20/B/20/I. Para el armado se va a utilizar malla electrosoldada ME 200x200 S φ6-6 3.000x2.200 B-500S.

Una capa de zahorra compactada de 20 cm de espesor y tamaño de áridos 40 mm va a ser la base de la solera.

El sistema estructural de la caseta de riego se compone de 2 pórticos metálicos empotrados y correas metálicas de acero laminado en perfiles de las series IPE-80 (dinteles y correas) y HEB-100 (pilares).

Para dimensionar la estructura el método de cálculo que se va a aplicar es de los Estados Límite. El dimensionamiento se realiza con el software informático Metalpla\_Xe.

El acero laminado y conformado que se va a utilizar en el proyecto es de clase S-275-JR.

La cubierta del edificio proyectado va a ser a un agua, con una inclinación del 7,5 %. Para la cubierta se va a utilizar panel tipo sándwich.

El cerramiento del edificio estará formado por muros de ladrillo perforado de dimensiones (24x12x9) cm. La dosificación del mortero es 1:8 con una dosificación de cemento mínima de 200 kg/m<sup>3</sup>.

El tipo de cemento que se va a utilizar en toda la obra será CEM I/32,5 N.

En la fachada N-E de la caseta se va a colocar la puerta de acceso de 1,5x2 m, de doble hoja y de aluminio. También, se va a instalar una ventana de aluminio de doble hoja de 2,8x1,0 m.

### 5.2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En la instalación de luz de la caseta de riego en proyecto se requiere una potencia total de 23,5 kW.

Los componentes de la instalación eléctrica en proyecto son los siguientes:

#### A. Acometida

La acometida parte de la red de distribución perteneciente a la red pública y alimenta al Cuadro General de Protección.

El tipo de cable trifásico que se va a emplear en la instalación de la acometida es RZ 0,6/1 kV 2x70 Al.

El cable irá en tubos de plástico rojo de 160 mm de diámetro. Las dimensiones de la zanja donde irá alojado el tubo serán de 0,80 m de profundidad y 0,20 m de anchura. El tubo se dispondrá sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor y será enterrado con la tierra extraída. Se colocarán 3 arquetas, una cada 40 m.

#### B. Instalación de enlace

La instalación de enlace une la red de distribución de energía eléctrica con la instalación interior. El tipo de cable será el mismo que el de la acometida.

En la instalación de enlace se distinguen las siguientes partes:

- a) CGP+M: Cuadro General de Protección (CGP) + Contador (M) instalados en el mismo lugar.
- b) Derivación individual: La derivación individual es la parte de la instalación eléctrica que parte del equipo de medida y suministra energía al usuario.
- c) ICP+MP: Interruptor de Control de Potencia (ICP) y Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP)

Los MP serán los siguientes:

- 1 Interruptor automático general (IAG) de corte omnipolar con elementos de protección contra sobre cargas y cortocircuitos.
- 1 Interruptor diferencial general (ID) para la protección contra contactos indirectos.
- 4 Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobre cargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la caseta.

#### C. Instalación interior

En la instalación interior va haber 3 derivaciones o circuitos independientes:

- C1: Circuito destinado a alimentar los puntos de iluminación (6 puntos de luz)
- C2: Circuito para las tomas de corriente
- C3: Línea de fuerza para el motor de riego
- C4: Línea para el control de las electroválvulas y el inyector de fertilizantes

El tipo de cable monofásico que se va a emplear en la instalación interior fija para los circuitos 1, 2 y 4 es H07 VV-K 2G 2,5.

El tipo de cable trifásico que se va a utilizar para la línea de fuerza es RV-K 0,6/1kV 2x4.

Los conductores van a estar aislados en bandejas de chapa de acero galvanizado con unas dimensiones de 15x50 mm.

Para la instalación de puesta a tierra se va a colocar una pica de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de largo. La línea de enlace con tierra estará formada por un cable de sección 35 mm<sup>2</sup>.

#### 5.2.4. ESPALDERA

En la plantación en proyecto se va a instalar una espaldera para servir de apoyo y guía a los árboles en su formación, sustentar al árbol en plena producción y mantener las tuberías laterales alejadas del suelo.

El sistema de apoyo consta de las siguientes partes:

##### A. Postes terminales y cables tensores

Los postes terminales van a estar colocados al principio y al final de cada fila de árboles, anclados en un dado de hormigón los primeros 60 cm y con una inclinación de 70° respecto a la horizontal.

Los postes son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,5 m de longitud. El dado de hormigón (HL-150/B/20) tendrá unas dimensiones de 0,5x0,5x0,8 m.

El momento tensor producido por los alambres va a ser contrarrestado por 2 cables tensores de diámetro 7 mm, colocados en el poste terminar a 1,50 y 2,30 m sobre el suelo y anclados en un dado de hormigón de dimensiones 0,4x0,5x0,5 m.

##### B. Postes intermedios y alambres

Los postes intermedios son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,3 m de longitud. Van a ir clavados en el suelo verticalmente unos 75 cm. La separación entre postes va a ser de 15 m.

Los postes intermedios van a llevar los anclajes para la sujeción de los alambres a 3 alturas 0,70, 1,50 y 2,30 m.

Los alambres serán de acero galvanizado y 3 mm de diámetro. Los extremos del alambre se sujetarán a los postes mediante tensores tipo carraca.

#### 5.2.5. TORRES DE VENTILACIÓN

La cimentación sobre la que se va a colocar cada torre ventiladora va a consistir en una zapata de 1,8x1,8x1,8 m.

Al igual que en las zapatas de la caseta de riego, desde el firme considerado hasta la parte inferior de la armadura, aproximadamente 10 cm, se va a colocar HL-150/B/20. El canto útil de la zapata se va a rellenar con HA-25/P/40/IIa y ferralla armada 9  $\phi 6$  c/20 B-500S.

La placa base de la zapata tiene como dimensiones (100x100x5) cm y estará anclada a la cimentación con 4  $\phi 16$  B-500S.

La base sobre la que se va a colocar el motor diésel, será de un único paño de 5,5x4,0 m y 15 cm de espesor. La solera será de HA-20/B/20/I y ME 200x200 S  $\phi 6-6$  3.000x2.200 B-500S.

### 5.2.6. INFRAESTRUCTURAS

En la plantación en proyecto se va a establecer un camino perimetral que va a tener una anchura mínima de 4,5 m (lados N-E y S-W de la parcela) y máxima de 5,5 m (lados S-E y N-W). La longitud del camino será de 1.372 m.

Además, se va a establecer una calle de servicio, perpendicular a las líneas de los árboles, que va a dividir la plantación a la mitad. Esta calle tendrá 4 m de anchura y 330 m de longitud.

Los caminos van a estar formados por una capa de zahorra compactada de 15 cm de espesor sobre la que se extiende otra capa de madacam de 10 cm.

## **6. PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO**

Para llevar a cabo las obras del proyecto se va a establecer un programa de ejecución para determinar el tiempo mínimo necesario para realizar cada obra y poner en marcha el proyecto.

La ejecución de las obra comenzará tras conseguir los correspondientes permisos y licencias para su realización y elegir a los contratistas. Las actividades comienzan a realizarse a primeros del mes de julio del año 0 y se prevé que terminen a mediados de agosto.

No obstante, la espaldera se va a instalar tras la plantación de los manzanos, en el año 1 a primeros de abril.

En el Anejo 5. Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto en la Tabla 5.1. se identifican las actividades y se estiman los tiempos de realización.

## **7. ESTUDIO ECONÓMICO**

El pago de la inversión necesario para poner en funcionamiento el proyecto va a ser de 448.531,04 €, fraccionado en 4 desembolsos en función de las necesidades de instalaciones y maquinaria de cada año.

La financiación del proyecto va a ser mixta (capital propio y ajeno) debido a que el promotor no dispone del capital necesario para autofinanciarlo.

El préstamo concedido es de 250.000 €, con un tipo de interés del 6,95%, un periodo de carencia de 2 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes de 10 años.

Los cobros y pagos de carácter extraordinario se derivan de la renovación de los inmovilizados y se calculan de acuerdo con el año de adquisición y la vida útil de cada elemento.

Los cobros ordinarios se generan a partir de la venta de la manzana, aplicando un precio intermedio entre los percibidos en los últimos años por los productores, de 36,8 €/100kg.

Los pagos ordinarios se originan cada año con la actividad productiva.

Además de esto, los flujos de caja para los 25 años de vida de la plantación, se calculan teniendo en cuenta el coste de oportunidad resultante de la desaparición de la renta actual, es decir, 210,00 €/ha de canon de arrendamiento menos 3,00 €/ha de contribución.

Los indicadores de rentabilidad a la vista de los cuales se concluirá si el proyecto es o no viable se calculan con una aplicación informática desarrollada en el área de Economía Agraria de la ETS de Ingenierías Agrarias de Palencia, llamada "Valproin".

El VAN para la tasa de actualización considerada,  $r = 6\%$ , es positivo y bastante elevado. Además, el TIR con un valor del  $17,31\%$ , también es considerablemente superior a la tasa de actualización considerada. Por tanto, se cumplen las condiciones necesarias para la viabilidad del proyecto de inversión.

Los otros dos indicadores, el plazo de recuperación, 12 años, y la relación beneficio/inversión, 4,68, también muestran la conveniencia de llevar a cabo la plantación de manzanos.

De los valores obtenidos en el análisis de sensibilidad se comprueba cómo incluso en el peor de los casos el proyecto sigue siendo viable (VAN positivo y TIR superior a la tasa de actualización, el  $6\%$ ). Esto demuestra cómo, aunque la rentabilidad real del proyecto podrá tener fuertes oscilaciones, incluso si ocurre el escenario más pesimista (mayores pagos de inversión, menores flujos de caja y menor vida útil), el proyecto de plantación de manzanos sigue siendo rentable para el inversor.

Palencia, Junio de 2016

Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Fdo: Elena Tejerina Fernández



# MEMORIA

## Anejo 1: Condicionantes del medio físico

## Índice del anejo 1: Condicionantes del medio físico

<b>1. Estudio climático</b>	1
<b>1.1. Introducción</b>	1
<b>1.2. Justificación de la elección del observatorio y su localización</b>	1
<b>1.3. Elementos climáticos térmicos</b>	2
1.3.1. Cuadro resumen de temperaturas	2
1.3.2. Régimen de heladas	2
1.3.3. Conclusiones térmicas	3
<b>1.4. Elementos climáticos hídricos</b>	8
1.4.1. Precipitaciones totales	8
1.4.2. Histograma de precipitaciones	9
1.4.3. Precipitaciones máximas ocasionales	9
1.4.4. Periodo de sequía	10
<b>1.5. Higrometría</b>	10
<b>1.6. Elementos climáticos secundarios</b>	11
<b>1.7. Radiación</b>	12
<b>1.8. Estudio de los vientos</b>	12
<b>1.9. Índices climáticos</b>	13
1.9.1. Índice de Lang	13
1.9.2. Índice de De Martonne	14
1.9.3. Índice de Emberger	14
1.9.4. Índice de Vernet	15
<b>1.10. Evapotranspiración</b>	16
<b>1.11. Conclusiones</b>	19
<b>2. Estudio edafológico</b>	21
<b>2.1. Toma de muestra</b>	21
<b>2.2. Resultado del análisis</b>	21
<b>2.3. Interpretación de los resultados</b>	22
2.3.1. Características físicas	22
2.3.1.1. <u>Profundidad</u>	22
2.3.1.2. <u>Textura</u>	22

2.3.1.3. <u>Estructura</u> .....	22
2.3.1.4. <u>Permeabilidad</u> .....	22
2.3.2. Características químicas.....	23
2.3.2.1. <u>Alcalinidad</u> .....	23
2.3.2.2. <u>Salinidad</u> .....	23
2.3.2.3. <u>Fertilidad</u> .....	24
2.3.3. Agua disponible .....	28
<b>2.4. Conclusiones</b> .....	28
<b>3. <u>Estudio del agua de riego</u></b> .....	30
<b>3.1. Toma de muestra</b> .....	30
<b>3.2. Resultado del análisis</b> .....	30
<b>3.3. Interpretación de los resultados</b> .....	30
3.3.1. Salinidad.....	30
3.3.2. Relación iónica .....	31
3.3.3. pH.....	31
3.3.4. Sodicidad.....	31
3.3.5. Dureza.....	33
3.3.5. Norma Riverside de clasificación del agua de riego.....	34
<b>3.4. Conclusiones</b> .....	34
<b>4. <u>Estudio de mercado</u></b> .....	35
<b>4.1. Situación del cultivo del manzano</b> .....	35
4.1.1. Situación del cultivo del manzano a nivel mundial .....	35
4.1.1.1. <u>Importancia mundial</u> .....	35
4.1.1.2. <u>Situación internacional</u> .....	35
4.1.2. Situación del cultivo del manzano en Europa.....	36
4.1.2.1. <u>Producción</u> .....	36
4.1.2.2. <u>Exportación</u> .....	38
4.1.2.3. <u>Importación</u> .....	39
4.1.2.4. <u>Precio</u> .....	40
4.1.2.5. <u>Estimación campaña 2014/2015</u> .....	41
4.1.3. Situación del cultivo del manzano en España .....	43

4.1.3.1. <u>Producción</u> .....	43
4.1.3.2. <u>Exportación</u> .....	46
4.1.3.3. <u>Importación</u> .....	47
4.1.3.4. <u>Precio</u> .....	48
4.1.3.5. <u>Comercialización</u> .....	48
4.1.4. Situación del cultivo del manzano en Castilla y León.....	50
<b>4.2. Cadena de valor</b> .....	<b>51</b>
4.2.1. Estructura general.....	50
4.2.2. Configuración de las cadenas de valor.....	53
<b>4.3. Conclusiones</b> .....	<b>54</b>
<b>5. <u>Reglamentación sobre la Producción Integrada en Castilla y León</u></b> .....	<b>56</b>

## **1. ESTUDIO CLIMÁTICO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

La plantación se va a establecer en el término municipal de Autillo de Campos, en la provincia de Palencia. Se transformarán 11,86 ha, correspondientes a las parcelas 35, 36 y 37 del polígono 2.

Este subanejo, recoge los resultados del estudio realizado sobre los principales elementos climáticos de la zona donde se va a ubicar el proyecto. Ello, permite conocer las características climáticas de la zona para describir el marco de actuación desde el punto de vista ambiental y tomar las medidas que procedan.

### **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO Y SU LOCALIZACIÓN**

El estudio climático se realiza a partir de la información aportada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Los criterios principales para elegir el observatorio son: la existencia de datos suficientes en la serie de años, la proximidad al lugar del proyecto y las menores diferencias posibles en longitud, latitud y altitud respecto a la zona de estudio.

A continuación, se indica la situación y características del observatorio elegido:

- Nombre del observatorio: Autilla del Pino
- Provincia: Palencia
- Cuenca e indicativo climatológico: 2400 E
- Tipo de observatorio: completo
- Período de observaciones para cada uno de los parámetros considerados:
  - o Precipitaciones: [1989-2014]
  - o Temperaturas: [1999-2014]
  - o Heladas: [1999-2014]
- Latitud: 41° 35' 41" N
- Longitud: 43° 3' 38" W
- Altitud: 874 m

Los datos de radiación solar se obtienen del observatorio de Villanubla (Valladolid):

- Cuenca e indicativo climatológico: 2539
- Tipo de observatorio: completo
- Período de observaciones: [1996-2006]
- Latitud: 41° 25' 12" N
- Longitud: 46° W
- Altitud: 846 m

Los datos de los elementos climáticos secundarios: tormenta, nieve, granizo, rocío, niebla y escarcha se obtienen del observatorio de Carralobo, en Astudillo (Palencia):

- Cuenca e indicativo climatológico: 2293A
- Tipo de observatorio: termopluviométrico
- Período de observaciones: [1989-2014]
- Latitud: 42° 6' 50" N
- Longitud: 41° 4' 25" W
- Altitud: 825 m

En las series de datos donde falta el dato de algún mes, se considera en su lugar el valor medio de la serie.

Los datos de humedad y vientos se obtienen de la estación P03 de Fuentes de Nava (Palencia). El periodo de observaciones es: [2005-2014].

### 1.3. ELEMENTOS CLIMÁTICOS TÉRMICOS

El régimen térmico de la zona de estudio, se conoce a partir de los datos de la temperatura del aire, medida a la sombra, a 1,5 m del suelo.

#### 1.3.1. CUADRO RESUMEN DE TEMPERATURAS

Se calcula la temperatura media mensual como la media aritmética de los valores de temperatura total mensual de los 15 años de la serie, redondeando los valores del resultado a un decimal.

En la Tabla 1.1. se muestra, a modo de resumen, la evolución mensual de las temperaturas, del período 1999-2014 en el observatorio de Autilla del Pino (Palencia), expresadas en °C.

Tabla 1.1. Evolución mensual de las temperaturas y la media anual, expresadas en °C, en el observatorio de Autilla del Pino. Periodo: 1999-2014.

	Temperatura media			Temperaturas extremas			
	Media	Máxima	Mínima	Máxima	Fecha	Mínima	Fecha
<b>Enero</b>	3,1	6,4	-0,3	15,4	27/01/2003	-12,3	12/01/2009
<b>Febrero</b>	4,2	8,8	-0,4	17,8	27/02/2000	-8,2	28/02/2005
<b>Marzo</b>	7,2	12,5	1,8	23,1	23/03/2002	-9,7	01/03/2005
<b>Abril</b>	9,3	15,0	3,6	26,0	29/05/2005	-4,2	01/04/2007
<b>Mayo</b>	12,8	18,9	6,5	31,7	30/05/2001	-2,7	08/05/2004
<b>Junio</b>	18,1	25,3	10,4	35,7	27/06/2012	2,5	09/06/2002
<b>Julio</b>	19,7	27,6	12,1	35,8	31/07/2001	2,8	08/07/2004
<b>Agosto</b>	19,8	27,2	12,4	37,6	04/08/2003	4,9	22/07/2007
<b>Septiembre</b>	16,7	23,3	10,2	33,7	04/09/2006	1,4	28/09/2007
<b>Octubre</b>	12,2	17,2	7,2	27,5	04/10/2004	-2,6	26/10/2010
<b>Noviembre</b>	6,3	10,1	2,5	19,6	12/11/2011	-6,0	17/11/2007
<b>Diciembre</b>	3,4	6,9	-0,2	14,6	18/12/2002	-11,3	20/12/2009
<b>AÑO</b>	11,1	16,6	5,5	37,6	04/08/2003	-12,3	12/01/2009

En la zona donde se va ubicar la plantación, la temperatura media anual es de 11,1°C, la temperatura media del mes más frío de 3,1°C y la del mes más cálido de 19,8°C. El periodo de frío es poco intenso pero de larga duración, entre 5 y 7 meses.

#### 1.3.2. RÉGIMEN DE HELADAS

El régimen de heladas de la zona de estudio se ha definido a partir de los datos del periodo de 15 años, 1999-2014, del observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

Los parámetros que definen el régimen de heladas, se calculan mediante estimación directa, ya que, en los datos, se incluyen las fechas en que se producen la primera y la última helada de cada mes. Los parámetros que definen dicho régimen de heladas son los siguientes:

- Fecha más temprana de la primera helada: 14 de octubre
- Fecha más tardía de última helada: 14 de mayo
- Fecha más tardía de primera helada: 30 de noviembre

- Fecha más temprana de última helada: 23 de febrero
- Fecha media de la primera helada: 7 de noviembre (fecha hallada por interpolación)
- Fecha media de última helada: 16 de abril (fecha hallada por interpolación)
- Periodo máximo de heladas: desde el 14 de octubre hasta el 14 de mayo, 212 días
- Periodo medio de heladas: desde el 7 de noviembre hasta el 16 de abril, 159 días
- Periodo mínimo de heladas: desde el 30 de noviembre hasta el 23 de febrero, 85 días
- Periodo máximo libre de heladas: desde el 24 de febrero al 29 de noviembre, 280 días
- Periodo medio libre de heladas: desde el 17 de abril al 6 de noviembre, 206 días
- Periodo mínimo libre de heladas: desde el 15 de mayo al 13 de octubre, 153 días

En la Tabla 1.2. se muestra el número de días de helada durante el mes y la intensidad de la helada. La intensidad de la helada mensual se calcula como la media aritmética de los valores de temperatura mínima absoluta de los 15 años de la serie, redondeando los valores del resultado a un decimal.

**Tabla 1.2. Número de días de helada al mes e intensidad de la helada. Datos del observatorio de Autilla del Pino (Palencia). Periodo: 1999-2014.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Intensidad de la helada</b>	-6,1	-5,0	-4,4	-1,6	0,9	5,0	6,9	7,8	4,3	1,3	-2,7	-5,7
<b>Nº de días de helada</b>	18	16	9	5	1	0	0	0	0	1	7	17

### 1.3.3. CONCLUSIONES TÉRMICAS

La temperatura es el principal factor climático que condiciona el cultivo frutal. Por ello, se va a estudiar la respuesta del manzano al efecto de las temperaturas de la zona a lo largo del año.

- **Temperaturas invernales**

Las temperaturas invernales son las que tienen lugar durante el periodo de reposo invernal (de noviembre a marzo).

En la Tabla 1.3. se muestran las temperaturas invernales del período 1999-2014 en el observatorio de Autilla del Pino (Palencia), expresadas en °C.

**Tabla 1.3. Temperaturas invernales expresadas en °C, en el observatorio de Autilla del Pino. Periodo: 1999-2014.**

	Temperatura media			Temperaturas máximas absolutas			Temperaturas mínimas absolutas		
	Media	Máxima	Mínima	Máxima	Fecha	Frecuencia	Mínima	Fecha	Frecuencia
<b>Noviembre</b>	6,3	10,1	2,5	19,6	12/11/2011	1/15	-6,0	17/11/2007	1/15
<b>Diciembre</b>	3,4	6,9	-0,2	14,6	18/12/2002	1/15	-11,3	20/12/2009	1/15
<b>Enero</b>	3,1	6,4	-0,3	15,4	27/01/2003	1/15	-12,3	12/01/2009	1/15
<b>Febrero</b>	4,2	8,8	-0,4	17,8	27/02/2000	1/15	-8,2	28/02/2005	1/15

Para estimar la respuesta del cultivo a las temperaturas de invierno, se deben considerar dos aspectos: resistencia al frío y requerimientos de frío para la salida del reposo.

- Resistencia al frío

El manzano soporta temperaturas inferiores a los  $-10^{\circ}\text{C}$ , sin que por ello se afecte su corteza. Al descender la temperatura por debajo de los  $-15^{\circ}\text{C}$  pueden perderse algunas yemas florales. El valor de temperatura, a partir de la cual, se observan daños de consideración por frío invernal en órganos del manzano es de  $-34^{\circ}\text{C}$ . Por consiguiente, las temperaturas invernales mínimas absolutas de hasta  $-12,3^{\circ}\text{C}$ , registradas en la zona donde se va a ubicar el proyecto, no son un condicionante para la plantación.

Por otra parte, durante el periodo de reposo invernal, temperaturas superiores a  $25^{\circ}\text{C}$  pueden producir efectos negativos sobre los árboles frutales de zona templada (manzano, peral, cerezo, ciruelo europeo, albaricoquero europeo, melocotonero y ciruelo japonés). Por consiguiente, las temperaturas invernales máximas absolutas de hasta  $19,6^{\circ}\text{C}$ , registradas en la zona estudio, tampoco son un condicionante para la plantación en proyecto.

- Requerimientos de frío para la salida del reposo

Las especies frutales de zona templada necesitan cubrir sus necesidades de frío durante el periodo de reposo para restaurar la capacidad de las yemas para crecer de nuevo.

Los árboles frutales que se cultivan en regiones donde no existe una cantidad suficiente de frío invernal, presentan un retraso y prolongación del periodo de floración y una reducción en el número de yemas de flor que se desarrollan. En definitiva, se produce una disminución de la producción y un retraso de la recolección.

Las condiciones de reposo invernal de una zona se suelen determinar mediante el cómputo de horas-frío (HF). Se denominan HF a las horas que se producen durante el periodo de reposo vegetativo (desde la caída de la hoja hasta el desborre) en las que la temperatura es inferior a los  $7^{\circ}\text{C}$ .

Al no disponer de las horas exactas en las que la temperatura ha sido inferior a los  $7^{\circ}\text{C}$ , se usa el método de Mota (método universal más exacto para calcular las HF en zonas templado-frías) para estimarlas.

Para aplicar el método de Mota se debe conocer el tipo de clima de la zona. El índice de Kerner (Ck) determina el tipo de clima relacionando la amplitud térmica anual con la continentalidad, tal que:

$$Ck = 100(t_{mx} - t_{mIV}) / (t_{m12} - t_{m1})$$

donde:  $t_{mx}$ : temperatura media del mes de octubre

$t_{mIV}$ : temperatura media del mes de abril

$t_{m12}$ : temperatura media máxima

$t_{m1}$ : temperatura media mínima

Aplicando la fórmula con los datos de la Tabla 1.1., se obtiene:

$$Ck = 100(12,2 - 9,3) / (19,8 - 3,1) = 17,4$$

En la Tabla 1.4. se muestra el tipo de clima de la zona en función del valor Ck obtenido.

**Tabla 1.4. Tipo de clima en función del índice de Kerner (Ck).**

Ck	Tipo de clima	Ck	Tipo de clima
$\geq 26$	Marítimo	$\geq 10$ y $< 18$	Continental
$\geq 18$ y $< 26$	Semimarítimo	$< 10$	Muy Continental



El índice de Kerner da un valor de 17,4, lo que indica que el clima de la zona es continental.

Al ser el clima de la zona continental, el cómputo de horas-frío se hará del 1 de noviembre al 1 de marzo. La fórmula empírica utilizada en el método de Mota es la siguiente:

$$Y_i = 485,1 - 28,5 \cdot X$$

donde: i: año de la serie

X:  $t_{\text{media } j}$  (j= noviembre, diciembre, enero y febrero)

Número de horas frío =  $\sum Y_i$

En la Tabla 1.5. se muestra el número de HF, según el método de Mota, para cada año del periodo 1999-2014. Se redondean los valores obtenidos a un decimal. Los datos con los que se trabaja pertenecen al observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

**Tabla 1.5. Número de horas-frío (HF) según el método de Mota para cada año de la serie (1999-2014). Observatorio de Autilla del Pino (Palencia).**

Año	HF Motta	Año	HF Motta
1999	1601,3	2007	1441,7
2000	1416,0	2008	1404,6
2001	1521,5	2009	1455,9
2002	1270,7	2010	1558,5
2003	1436,0	2011	1356,2
2004	1470,2	2012	1475,9
2005	1621,2	2013	1455,9
2006	1470,2	2014	1336,2

El número medio de HF, 1455,7 HF, es superior a 700, lo que indica que la zona de estudio es templado fría y que es correcto el aplicar el método de Mota para determinar el cómputo de HF.

Las exigencias en reposo invernal del manzano son altas, necesita de 800 a 1700 HF. El número mínimo de HF de la zona, 1270,7 HF, permite cubrir sin problemas las necesidades de frío de la mayoría de las variedades de manzano.

#### • Temperaturas primaverales

El periodo primaveral comprende los meses de marzo, abril y mayo. Coincide con la etapa que va desde el desborre hasta las primeras fases del desarrollo del fruto.

En la Tabla 1.6. se muestran las temperaturas primaverales del período 1999-2014 registradas en el observatorio de Autilla del Pino (Palencia), expresadas en °C.

**Tabla 1.6. Temperaturas primaverales expresadas en °C, en el observatorio de Autilla del Pino. Periodo: 1999-2014.**

	Temperatura media			Temperaturas máximas absolutas			Temperaturas mínimas absolutas		
	Media	Máxima	Mínima	Máxima	Fecha	Frecuencia	Mínima	Fecha	Frecuencia
<b>Marzo</b>	7,2	12,5	1,8	23,1	23/03/2002	1/15	-9,7	01/03/2005	1/15
<b>Abril</b>	9,3	15,0	3,6	26,0	29/05/2005	1/15	-4,2	01/04/2007	1/15
<b>Mayo</b>	12,8	18,9	6,5	31,7	30/05/2001	1/15	-2,7	08/05/2004	1/15

Para estimar la respuesta del cultivo a las temperaturas de primavera se deben considerar tres aspectos: susceptibilidad al frío, necesidades de calor para la floración y condiciones climatológicas durante la floración.

- Susceptibilidad al frío

Las temperaturas críticas que causan daños en las yemas de flor dependen principalmente del estado de desarrollo de éstas. A partir del desborre, la susceptibilidad al frío aumenta conforme avanzan los estados fenológicos, hasta alcanzar el cuajado, momento de máxima sensibilidad al frío.

En la Tabla 1.7. se muestra la temperatura (°C) aproximada que soportan como máximo durante media hora las yemas de flor del manzano según el estado fenológico.

**Tabla 1.7. Correlación de los estados fenológicos y sus temperaturas críticas (°C).**

Estado		Temperatura máxima soportada
A	Yema de invierno	-
B	Comienza a hincharse (inicio del desborre)	-7
C	Yema hinchada (desborre)	-3,9
D	Aparición de los botones florales, tipo con hojas	-3,9
D <sub>3</sub>	Aparición de los botones florales, tipo sin hojas	-3,9
E, E <sub>2</sub>	Los sépalos dejan ver los pétalos	-2,2
F	Primera flor	-2,2
F <sub>2</sub>	Plena floración	-2,2
G	Caída de los primeros pétalos	-1,7
H	Caída de los últimos pétalos	-1,6
I	Cuajado del fruto	-1,6
J	Engrosamiento y crecimiento de los frutos	-

Fuente: Instituto de Desarrollo Rural (IDR)

En la zona donde se va ubicar el proyecto tienen lugar los estados fenológicos D, D<sub>3</sub> y E del manzano en marzo. En ese momento, la temperatura que soportan como máximo durante media hora las yemas de flor es de -3,9 (estados D y D<sub>3</sub>) y -2,2°C, respectivamente.

Así mismo, en la zona de estudio tienen lugar los estados fenológicos E<sub>2</sub>, F y F<sub>2</sub> del manzano en abril. En ese momento, la temperatura que soportan como máximo durante media hora las yemas de flor es de -2,2°C.

De igual modo, en la zona de estudio el cuajado de los frutos del manzano se produce a principios de mayo. En ese momento, la temperatura que soportan como máximo las yemas de flor durante media hora es de -1,1°C.

Existe bastante probabilidad de que en el mes de marzo se produzcan heladas de hasta -4,4°C y en abril de -1,6°C (ver Tabla 1.2.), por lo que se considera conveniente instalar un sistema de defensa antiheladas en la plantación en proyecto con el fin de asegurar la producción de fruta todos los años.

- Necesidades de calor para la floración

Cada especie precisa de una determinada acumulación de temperaturas (necesidades de calor) para florecer y, por lo tanto, la floración sucederá pronto si las temperaturas se mantienen altas, y más tarde si son bajas. En ello es determinante

que estén cubiertas las necesidades de reposo, porque si no es así, puede alterarse sustancialmente la fecha de floración.

En la zona donde se va ubicar el proyecto, donde los inviernos son suficientemente fríos como para satisfacer las necesidades de frío invernal, a partir del 1 de febrero son necesarios unos 60 días con una temperatura media superior a 7°C para que la floración del manzano se desarrolle de forma óptima.

- Condiciones climatológicas durante la floración

Las temperaturas más adecuadas durante el periodo de floración (mediados de abril en manzano) oscilan entre 6 y 25°C. En la zona de estudio, las temperaturas se encuentran un poco por debajo de esos valores (oscilan entre 4 y 16°C). Sin embargo, esto no va a resultar un factor condicionante para la plantación en proyecto.

• **Temperaturas estivales**

Las temperaturas estivales, son las que tienen lugar durante el periodo de junio a noviembre.

En la Tabla 1.8. se muestran las temperaturas estivales del período 1999-2014 en el observatorio de Autilla del Pino (Palencia), expresadas en °C.

**Tabla 1.8. Temperaturas estivales expresadas en °C, en el observatorio de Autilla del Pino. Período: 1999-2014.**

	Temperatura media			Temperaturas máximas absolutas			Temperaturas mínimas absolutas		
	Media	Máxima	Mínima	Máxima	Fecha	Frecuencia	Mínima	Fecha	Frecuencia
<b>Junio</b>	18,1	25,3	10,4	35,7	27/06/2012	1/15	2,5	09/06/2002	1/15
<b>Julio</b>	19,7	27,6	12,1	35,8	31/07/2001	1/15	2,8	08/07/2004	1/15
<b>Agosto</b>	19,8	27,2	12,4	37,6	04/08/2003	1/15	4,9	22/07/2007	1/15
<b>Septiembre</b>	16,7	23,3	10,2	33,7	04/09/2006	1/15	1,4	28/09/2007	1/15
<b>Octubre</b>	12,2	17,2	7,2	27,5	04/10/2004	1/15	-2,6	26/10/2010	1/15

Para estimar la respuesta del cultivo a las temperaturas estivales, se deben considerar sus exigencias para vegetar y producir frutos en cantidad y con calidad suficiente. Esas exigencias son:

- Suficiente duración del periodo de actividad vegetativa

El periodo de actividad vegetativa debería ser menor o igual al periodo libre de heladas de la zona.

La duración del periodo de actividad vegetativa equivale a la suma del índice de edad de la fruta (días que transcurren entre plena floración y la madurez de la fruta) más el tiempo que dura el proceso de brotación y floración (45 días como término medio) y más el tiempo que transcurre desde la recolección hasta la caída de hojas (30 días como mínimo).

$$(\text{actividad vegetativa} = \text{edad de la fruta} + 75 \text{ días}) \leq \text{periodo libre de heladas}$$

En el manzano, la edad de la fruta varía ampliamente entre 120 y 190 días. En la zona de estudio el periodo medio libre de heladas es de 206 días. Luego, el periodo de actividad vegetativa de la mayoría de variedades de manzano (de 195 a 265 días) es superior al periodo libre de heladas de la zona, por lo que, se considera conveniente instalar un sistema de protección antiheladas con el fin de evitar mermas en la producción de fruta.

- Valores adecuados de las temperaturas medias durante el periodo estival

La temperatura media del periodo junio-octubre se sitúa en los 17,3°C muy próxima al intervalo óptimo para el cultivo del manzano (18-24°C).

En manzano, temperaturas medias estivales superiores a 24°C le son desfavorables. Las manzanas no colorean adecuadamente cuando las temperaturas medias superan los 25°C. Las temperaturas superiores a los 35°C pueden generar problemas sobre los árboles, la vegetación y/o los frutos.

En la zona donde se va a ubicar el proyecto, la temperatura máxima absoluta registrada ha sido de 37,6°C. No obstante, lo frecuente es que no se superen los 27°C y que no se planteen problemas de golpes de calor o asurados. Además, el contraste marcado de temperaturas entre el día y la noche, permite que la fruta coja una buena coloración y dureza y un alto contenido en azúcares.

Por otro lado, las heladas a principios de otoño aceleran la entrada en reposo de los árboles y pueden causar daños sobre ramos poco lignificados o sobre los frutos (lesiones epidérmicas o posible caída de frutos).

En la zona donde se va a ubicar el proyecto las heladas otoñales (ver Tabla 1.2.) se producen algo antes de la entrada en reposo y, en general, no están extendidas ni suponen una grave afectación para los frutales.

## 1.4. ELEMENTOS CLIMÁTICOS HÍDRICOS

Las precipitaciones son de gran trascendencia en la configuración del medio natural, ya que condicionan los ciclos agrícolas y la distribución de las principales especies animales y vegetales.

### 1.4.1. PRECIPITACIONES TOTALES

Se calcula, la precipitación media mensual, como la media aritmética de los valores de precipitación total mensual de los 25 años de la serie, y la precipitación anual, como la suma de las 12 precipitaciones medias mensuales. Se redondean los valores obtenidos a un decimal.

En la Tabla 1.9. se muestra los valores mensuales de las precipitaciones y la precipitación anual, expresadas en mm. La serie de datos con la que se trabaja es de 25 años (1989-2014), y procede del observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

**Tabla 1.9. Valores mensuales de las precipitaciones y precipitación anual, expresadas en mm. Periodo 1989-2014, observatorio de Autilla del Pino (Palencia).**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
25,0	15,7	21,0	34,3	47,3	27,9	14,4	18,6	30,2	49,9	30,1	41,7	356,0

El manzano tiene unas necesidades de agua, durante el periodo vegetativo, de más de 700 mm. Estas elevadas necesidades de agua hacen que en nuestro clima, con una precipitación media anual de 356 mm, no se pueda concebir el cultivo industrial del manzano sin la aplicación de agua de riego. Por consiguiente, la instalación de un sistema de riego es un requisito imprescindible para la plantación en proyecto.

### 1.4.2. HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES

En el histograma, se representa el número de años con una precipitación anual comprendida entre cada intervalo dado. La distribución de la frecuencia de precipitación se muestra en la Figura 1.1.

Los datos seleccionados para el análisis son la precipitación anual de los 25 años de la serie (1989-2014), correspondientes al observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

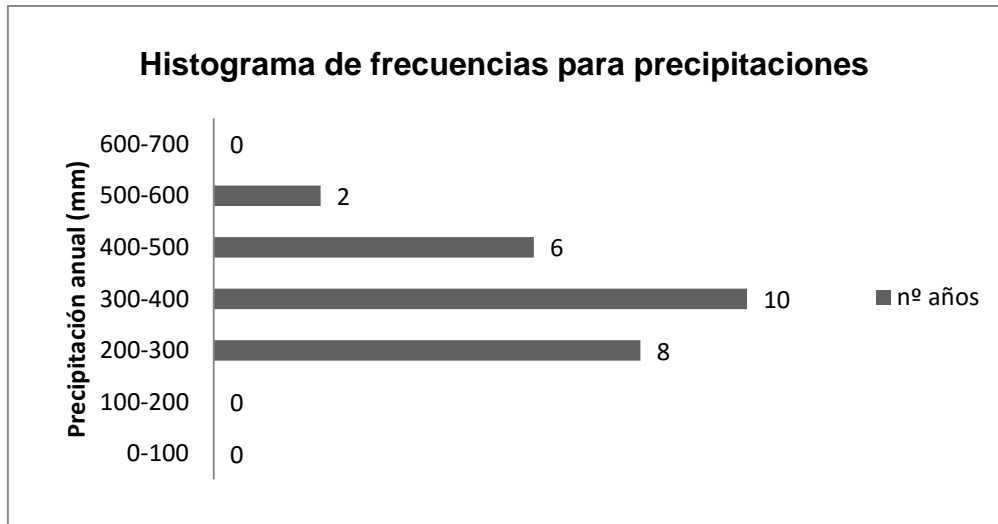


Figura 1.1. Histograma de precipitaciones del observatorio meteorológico de Autilla del Pino (Palencia). Periodo: 1989-2014.

Existe una probabilidad del 38% de que la precipitación anual sea de 300 a 400 mm y del 30% de que sea aún menor. Por consiguiente, la disponibilidad de agua en la parcela donde se va ubicar la plantación, es obligatoria.

### 1.4.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS OCASIONALES

Los datos seleccionados para el análisis, son la precipitación máxima diaria mensual de los 25 años de la serie (1989-2014), correspondientes al observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

En la Tabla 1.10. se muestran la media de la precipitación máxima diaria mensual, la precipitación máxima absoluta en 24 horas y la probabilidad, que tiene cada mes, de que en él, se produzca la máxima precipitación en 24 horas de todo el año. Los valores de las precipitaciones aparecen expresados en mm y redondeados a un decimal.

Tabla 1.10. Media de la precipitación máxima en 24 horas mensual, precipitación máxima absoluta en 24 horas y la probabilidad de que en el mes se produzca la máxima precipitación diaria del año. Periodo: 1989-2014, observatorio de Autilla del Pino (Palencia).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media de la P. máxima en 24h	9,6	5,5	6,7	11,5	15,8	13,9	8,7	11,5	15,7	16,0	12,0	13,0
P. máxima absoluta en 24h	22,6	16,2	16,9	35,5	37,7	62,7	46,2	37,1	42,5	40,7	30,9	41,1
Probabilidad (%)	4	0	0	12	20	8	8	8	16	12	4	8

Las precipitaciones máximas en 24 horas, aunque importantes a veces, no son frecuentes. Los problemas de polinización, caída de frutos prematuros o agrietamiento de las manzanas por lluvias fuertes no son habituales. Tampoco, se van a producir daños por erosión en el suelo porque la pendiente de la parcela no es demasiado acusada.

#### 1.4.4. PERÍODO DE SEQUÍA

Se considera que un mes es seco cuando la precipitación total del mes, expresada en mm, es inferior o igual al doble de la temperatura media en °C. Un periodo seco puede comprender varios meses. El climodiagrama ombrotérmico de Gausson determina la existencia y duración de los periodos secos.

En la Figura 1.2. se representa el diagrama ombrotérmico donde en el eje de las abscisas se representan los meses del año y en las ordenadas las precipitaciones medias mensuales (P) y las temperaturas medias mensuales ( $t_m$ ). La escala de las temperaturas ( $t_m$ ) debe ser el doble que la de las precipitaciones (P), y la comparación de la curva térmica y pluviométrica proporciona directamente los periodos secos.

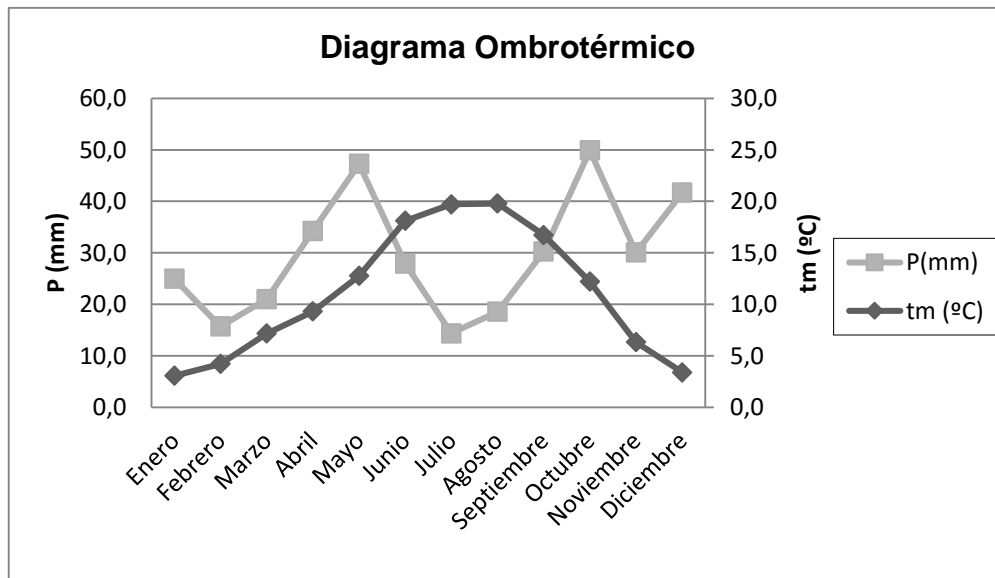


Figura 1.2. Diagrama ombrotérmico de Gausson, relaciona las precipitaciones medias (P) con las temperaturas media ( $t_m$ ) mensuales.

En el diagrama ombrotérmico las curvas térmica y pluviométrica se cortan determinando un periodo seco. El periodo seco de la zona analizada, va del 20 de mayo al 10 de septiembre, aproximadamente. Con vistas al proyecto, se deberá prestar atención en los meses de junio, julio y agosto a las necesidades hídricas del cultivo. Por consiguiente, la disponibilidad de agua de riego es un requisito imprescindible para la instalación de la plantación.

#### 1.5. HIGROMETRÍA

En la Tabla 1.11. se muestra el porcentaje de humedad media, máxima y mínima mensual y anual, registrado en la estación meteorológica de Fuentes de Nava (Palencia) para el periodo 2005-2014.

**Tabla 1.11. Porcentaje de humedad media, máxima y mínima mensual y anual. Periodo: 2005-2014. Estación meteorológica de Fuentes de Nava (Palencia).**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
<b>Media</b>	89,9	80,4	73,1	74,4	69,7	63,1	56,2	57,4	64,2	76,9	86,1	88,7	73,3
<b>Máxima</b>	97,0	95,3	93,5	94,7	94,3	92,1	89,1	88,8	91,8	95,5	96,7	96,9	93,8
<b>Mínima</b>	73,9	54,6	43,8	44,0	37,5	30,3	23,5	24,3	30,9	47,2	64,1	70,1	45,3

Un nivel alto de humedad ambiental favorece el desarrollo de enfermedades criptogámicas (moteado, oídio) y bacterias (fuego bacteriano) y la propagación de algunas plagas (la mosca de la fruta). Además, en manzano, el exceso de humedad suele favorecer la formación de russeting en los frutos. No obstante, esto no tiene una incidencia apreciable en la zona y no resulta un factor condicionante para la plantación en proyecto.

Por otra parte, en la Tabla 1.12. se muestran el número de días al mes y al año con presencia de niebla, rocío y escarcha, factores relacionados también con la higrometría. La serie de datos con la que se trabaja es de 25 años (1989-2014), correspondientes al observatorio de Carralobo, Astudillo (Palencia).

**Tabla 1.12. Número de días con presencia de niebla, rocío y escarcha al mes y al año. Periodo: 1989-2014, observatorio de Carralobo, Astudillo (Palencia).**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
<b>Niebla</b>	7	4	2	1	1	1	0	0	1	2	5	6	30
<b>Rocío</b>	0	0	0	2	8	11	14	15	13	5	0	0	68
<b>Escarcha</b>	11	13	12	10	5	1	0	0	2	8	12	11	85

La niebla, rocío y escarcha son fenómenos meteorológicos poco frecuentes, por lo que no van a tener una incidencia apreciable en la plantación en proyecto.

## 1.6. ELEMENTOS CLIMÁTICOS SECUNDARIOS

En la Tabla 1.13. se muestra el número de días al mes y al año en los que hay tormenta, precipitaciones en forma de nieve, granizo y lluvia. La serie de datos con la que se trabaja es de 25 años (1989-2014), correspondientes al observatorio de Carralobo, Astudillo (Palencia).

**Tabla 1.13. Número de días de nieve, granizo, lluvia y de tormenta al mes y al año. Periodo: 1989-2014, observatorio de Carralobo, Astudillo (Palencia).**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
<b>Tormenta</b>	0	0	0	1	3	3	3	3	2	1	0	0	16
<b>Lluvia</b>	12	8	8	11	12	7	4	5	8	14	11	10	110
<b>Granizo</b>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>Nieve</b>	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9

Las tormentas, se suelen producir en primavera y verano y suelen venir acompañadas de vientos fuertes y lluvias intensas. El granizo, es una amenaza entre la floración y la recolección, pero, no se considera un factor limitante de la zona, dado que es muy esporádico. Los daños producidos por la nieve tampoco tienen relevancia.

## 1.7. RADIACIÓN

La radiación a nivel del suelo (R) se estima a partir de la fórmula de Angstrom-Prescott que relaciona los valores de la radiación solar extraterrestre o radiación global ( $R_a$ ), la insolación máxima posible (N) y el número de horas de sol efectivas (n), de modo que:

$$R=R_a[a+b(n/N)]$$

Donde, a y b son parámetros que presentan diversos valores, siendo los más utilizados el de Doorenbos y Pruitt y el de Penman. En la Tabla 1.14. se muestran los valores de a y b.

Tabla 1.14. Valores de a y b para calcular la radiación a nivel del suelo.

Autor	a	b
Black y al.	0,23	0,48
Glover y McCulloch	$0,29 \cos\theta$	0,55
Penman	0,18	0,55
Turc	0,18	0,62
Doorenbos y Pruitt	0,25	0,50

En la Tabla 1.15. se muestra la radiación mensual media a nivel del suelo, según Penman y Doorenbos y Pruitt, en el observatorio de Valladolid, para el período 1996 a 2006. Se redondea las cifras al decimal más cercano a la unidad.

Tabla 1.15. Valores mensuales de la radiación media, según Penman y Doorenbos y Pruitt, en el observatorio de Valladolid. Período 1996-2006.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Ra (MJ/m <sup>2</sup> día)	14,1	19,5	26,6	34,3	39,6	41,9	40,8	36,4	29,4	21,7	15,4	12,7	27,7
n(h/día)	3,7	5,8	7,6	9,9	12,6	16,0	17,3	15,0	9,8	6,3	4,3	2,9	9,3
N(h/día)	9,4	10,4	11,7	13,2	14,3	14,9	14,7	13,7	12,3	10,8	9,6	9,1	12,0
Rs Penman (MJ/m <sup>2</sup> día)	5,6	9,5	14,2	20,3	26,2	32,3	33,6	28,5	18,2	10,9	6,6	4,6	17,5
Rs Doorenbos y Pruitt (MJ/m <sup>2</sup> día)	6,3	10,3	15,3	21,4	27,3	33,0	34,2	29,0	19,1	11,8	7,3	5,2	18,4

Los periodos de baja radiación coinciden con los meses de reposo invernal del árbol. Las elevadas insolaciones de los meses de verano, rara vez van a afectar negativamente a los árboles.

## 1.8. ESTUDIO DE LOS VIENTOS

El estudio de los vientos se realiza a partir de los valores diarios de velocidad y dirección del viento, de los 10 años de la serie (2005-2014), correspondientes a estación meteorológica de Fuentes de Nava (Palencia). La anemoveleta que mide la dirección del viento, está orientada al norte, de forma que cuando indica 0° es el norte absoluto (el sentido de giro de los ángulos es horario).

En la Tabla 1.16. se muestra la velocidad y dirección del viento, máxima y dominante, mensual y anual y la máxima absoluta. La velocidad se expresa en m/s y la dirección en grados.



**Tabla 1.16. Cuadro resumen de viento con la dirección (grados) y la velocidad (m/s) máxima y dominante y la velocidad máxima absoluta con su fecha. Periodo 2005-2014. Estación meteorológica de Fuentes de Nava (Palencia).**

	Vel. Dominante	Dir. Dominante	Vel. Máx.	Dir. Vel. Máx.	Vel. Máx. Absoluta	Fecha
<b>Enero</b>	2,0	166	5,9	172	17,9	23/01/2009
<b>Febrero</b>	2,4	163	7,2	168	18,1	27/02/2010
<b>Marzo</b>	2,5	158	7,5	173	16,6	23/01/2006
<b>Abril</b>	2,3	146	7,2	167	13,4	24/01/2012
<b>Mayo</b>	2,0	147	6,8	163	11,8	04/01/2014
<b>Junio</b>	1,9	128	6,8	157	11,7	19/01/2005
<b>Julio</b>	2,0	127	6,9	158	12,5	13/01/2013
<b>Agosto</b>	2,1	117	6,8	134	10,0	12/01/2011
<b>Septiembre</b>	1,8	119	6,3	150	12,1	24/01/2012
<b>Octubre</b>	1,6	149	5,7	168	11,7	11/01/2010
<b>Noviembre</b>	2,0	165	6,2	172	15,5	24/01/2006
<b>Diciembre</b>	1,8	160	5,5	166	8,3	19/01/2007
<b>AÑO</b>	2,0	145	6,6	162		

La dirección dominante del viento, es S-E. La velocidad media del viento, es de 2m/s (7,2km/h) y la máxima 6,6 m/s (23,8km/h).

La velocidad máxima absoluta, es de 18,1m/s (65,2km/h), registrada en el mes de febrero (solo en una ocasión en diez años), cuando el manzano se encuentra en reposo. En consecuencia, el viento no va a plantear ningún tipo de problemas en la plantación frutal en proyecto.

## 1.9. ÍNDICES CLIMÁTICOS

Los índices climáticos presentan relaciones entre los distintos elementos del clima y cuantifican la influencia de estos sobre la vegetación.

### 1.9.1. ÍNDICE DE LANG

La fórmula del índice de Lang (I) es la siguiente:

$$I = P/t_m$$

donde: P: precipitación anual (mm)

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

Aplicando la fórmula con los datos de las Tabla 1.1 y 1.9., el índice de Lang da el siguiente valor:

$$I = 356 / 11,1 = 32,1$$

En la Tabla 1.17. se muestra el tipo de influencia climática de la zona según el índice de Lang.

**Tabla 1.17. Tipo de clima en función del índice de Lang (I).**

Valor de I	Zona de influencia climática según Lang	Valor de I	Zona de influencia climática según Lang
0-20	Desiertos	60-100	Zonas húmedas de bosques claros
20-40	Zonas áridas	100-160	Zonas húmedas de grandes bosques
40-60	Zonas húmedas de estepa o sabana	>160	Zonas Perhúmedas de prados y tundra

Dado que, la temperatura media anual de 11,1 °C (ver Tabla 1.1) y la precipitación anual de 356,0 mm (ver Tabla 1.9.), el índice de Lang da 32,1, lo que indica que se trata de una “zona árida”.

### 1.9.2. ÍNDICE DE DE MARTONNE

La fórmula del índice de De Martonne (I) es la siguiente:

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

donde: P: precipitación anual (mm)  
t<sub>m</sub>: temperatura media anual (°C)

Aplicando la fórmula con los datos de las Tabla 1.1 y 1.9., el índice de De Martonne da el siguiente valor:

$$I = 356 / (11,1 + 10) = 16,9$$

En la Tabla 1.18. se muestra la clasificación de las zonas según el índice de De Martonne.

**Tabla 1.18. Tipo de clima en función del índice de De Martonne (I).**

Valor de I	Zonas según Martonne
<5	Desiertos
5-10	Semidesierto
10-20	Semiárido tipo Mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

Dado que, la temperatura media anual de 11,1 °C (ver Tabla 1.1) y la precipitación anual de 356,0 mm (ver Tabla 1.9.), el índice de De Martonne da 16,9, lo que indica se trata de una zona “semiárida tipo Mediterráneo”.

### 1.9.3. ÍNDICE DE EMBERGER

La fórmula del índice de Emberger (Q) es la siguiente:

$$Q = K * P / (T_{12}^2 - t_1^2)$$

donde: P: precipitación anual (mm)  
t<sub>1</sub>: temperatura media mínima más baja (°C)  
T<sub>12</sub>: temperatura media máxima más alta (°C)  
Si t<sub>1</sub>>0°C, entonces, T<sub>12</sub> y t<sub>1</sub> en °C y K=100  
Si t<sub>1</sub><0°C, entonces, T<sub>12</sub> y t<sub>1</sub>, en °K y K=2000

Aplicando la fórmula con los datos de las Tabla 1.1 y 1.9., el índice de Emberger da el siguiente valor:

$$Q = 2000 * 356 / (300,75^2 - 272,75^2) = 44,3$$

Dado que, la precipitación anual de 356 mm (ver Tabla 1.9.), la temperatura media mínima más baja de -0,4°C (272,75K) y la media máxima más alta de 27,6°C (300,75K) (ver Tabla 1.1.), el índice de Emberger da 44,3.

Con los valores de Q y t<sub>1</sub>, en la Figura 1.3., se define el género de la zona donde se va ubicar el proyecto.

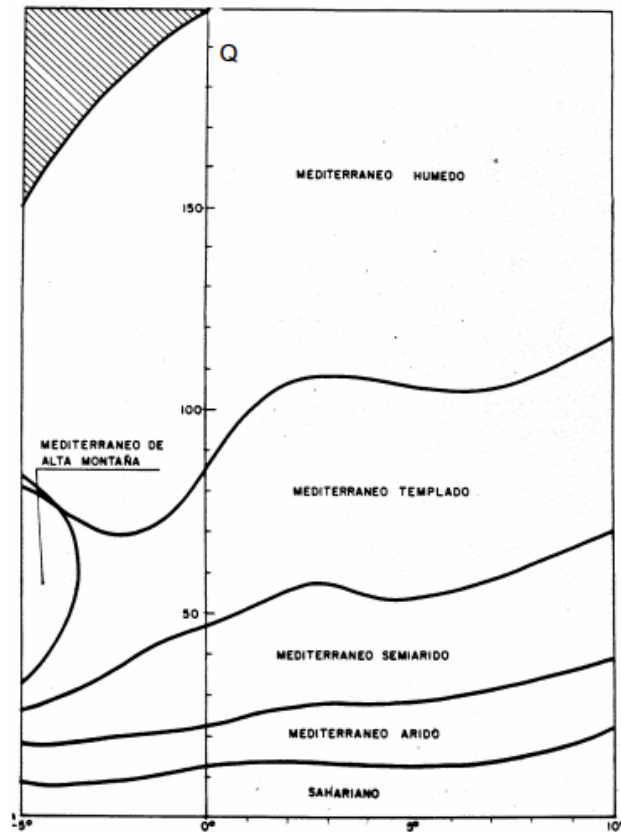


Figura 1.3. Clasificación del clima mediterráneo para el índice de Emberger.

Por lo tanto, la zona pertenece al género “mediterráneo semiárido”, variedad “superior” (por su disposición en la subregión climática). La forma, depende de la estación con el máximo de precipitaciones (ver Tabla 1.9.), otoño.

Por otra parte, el valor de  $t_1$  (°C) determina el tipo de invierno de la zona, tal como se muestra en la Tabla 1.19.

Tabla 1.19. Tipo de invierno en función de la temperatura media mínima más baja ( $t_1$ ).

$t_1$ (°C)	Tipo de invierno	Heladas
<-3°C	Muy frío	Muy frecuentes e intensas
≥-3 y <0 °C	Frío	Muy frecuentes
≥ 0 y <3 °C	Fresco	Frecuentes
≥3 y <7 °C	Templado	Débiles
≥7 °C	Cálido	Libre de heladas

La zona donde se va a ubicar el proyecto, tiene un tipo de invierno “frío con heladas muy frecuentes”.

#### 1.9.4. ÍNDICE DE VERNET

La fórmula del índice de Vernet (I) es la siguiente:

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

donde: H: precipitación de la estación más lluviosa (mm)

h: precipitación de la estación más seca (mm)

P: precipitación anual (mm)  
 $P_v$ : precipitación estival (mm) =  $P_{junio} + P_{julio} + P_{agosto}$   
 $T'_v$ : media de las temperaturas máximas estivales (°C)

El valor del índice lleva signo “-” si el verano es el primero o segundo de los mínimos pluviométricos y signo “+” en caso contrario.

Aplicando la fórmula con los datos de las Tabla 1.1 y 1.9., el índice de Vernet da el siguiente valor:

$$I = - [(100(110,2-60,9)26,7) / (356*60,9)] = -6,1$$

En la Tabla 1.20. se muestra el tipo de clima según el valor del índice de Vernet.

**Tabla 1.20. Tipo de clima según el índice de Vernet.**

Valor de I	Tipo de clima
>+2	Continental
0 a +2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Pseudooceánico
-2 a -1	Oceánico-Mediterráneo
<-3	Mediterráneo

Siendo, la precipitación de la estación más lluviosa, otoño, de 110,2 mm, la precipitación de la estación más seca, verano, de 60,9 mm, la precipitación anual de 356,0 mm y la media de las temperaturas máximas estivales de 26,7 mm (datos de las Tablas 1.1. y 1.9.), el índice de Vernet da, -6,1, lo que indica que el clima de la zona es “mediterráneo”.

## 1.10. EVAPOTRANSPIRACIÓN

Con la evapotranspiración, se intenta calcular el agua que pierde un cultivo en unas condiciones climáticas concretas. La evapotranspiración representa el agua perdida desde el suelo por evaporación y el agua que pierde la planta por transpiración.

La evapotranspiración de la superficie de referencia, denominada evapotranspiración de referencia y simbolizada como  $ET_o$ , se calcula utilizando el método de FAO Penman-Monteith.

El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia. El cultivo hipotético, tiene una altura asumida de 0,12 m, una resistencia superficial de 70 s/m y un albedo de 0,23. Representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado.

En la Tabla 1.21. se muestran los datos necesarios para estimar la  $ET_o$ .

**Tabla 1.21. Datos necesarios para estimar la evapotranspiración de referencia. Entre paréntesis las unidades de medida y entre comillas la simbología.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura media (°C) “ $t_m$ ”	3,1	4,2	7,2	9,3	12,8	18,1	19,7	19,8	16,7	12,2	6,3	3,4
Temperatura media de máximas (°C) “ $T$ ”	6,4	8,8	12,5	15	18,9	25,3	27,6	27,2	23,3	17,2	10,1	6,9
Temperatura media de mínimas (°C) “ $t$ ”	-0,3	-0,4	1,8	3,6	6,5	10,4	12,1	12,4	10,2	7,2	2,5	-0,2
Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C) “ $\Delta$ ”	0,054	0,058	0,070	0,079	0,097	0,130	0,142	0,143	0,121	0,094	0,066	0,055

Tabla 1.21. (Cont.) Datos necesarios para estimar la evapotranspiración de referencia. Entre paréntesis las unidades de medida y entre comillas la simbología.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Presión atmosférica estimada (kPa)	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Velocidad viento -anemómetro- (m/s)	2,0	2,4	2,5	2,3	2,0	1,9	2,0	2,1	1,8	1,6	2,0	1,8
Velocidad del viento a 2 m (m/s) "u <sub>2</sub> "	1,4	1,7	1,8	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1	1,4	1,3
Radiación solar extraterrestre (MJ/m <sup>2</sup> día) "Ra"	14,1	19,5	26,6	34,3	39,6	41,9	40,8	36,4	29,4	21,7	15,4	12,7
Radiación solar Doorenbos y Pruitt (MJ/m <sup>2</sup> día) "Rs"	6,3	10,3	15,3	21,4	27,3	33,0	34,2	29,0	19,1	11,8	7,3	5,2
Radiación día despejado sin nubes (MJ/m <sup>2</sup> día) "Rso"	10,8	15,0	20,4	26,3	30,4	32,2	31,3	27,9	22,6	16,7	11,8	9,7
Factor nubosidad "f"	0,44	0,58	0,66	0,75	0,86	1,03	1,12	1,05	0,79	0,60	0,48	0,37
Humedad relativa (%)	89,9	80,4	73,1	74,4	69,7	63,1	56,2	57,4	64,2	76,9	86,1	88,7
Tensión de vapor saturación -máxima- (kPa) "e <sub>1</sub> "	0,96	1,13	1,45	1,71	2,18	3,22	3,69	3,61	2,86	1,96	1,24	0,99
Tensión de vapor saturación -mínima- (kPa) "e <sub>2</sub> "	0,60	0,59	0,70	0,79	0,97	1,26	1,41	1,44	1,24	1,02	0,73	0,60
Tensión de vapor real (kPa) "e <sub>a</sub> "	0,70	0,69	0,78	0,93	1,10	1,42	1,43	1,45	1,32	1,15	0,85	0,71
Emisividad	0,23	0,23	0,22	0,22	0,20	0,18	0,17	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23
Radiación neta entrante -solar- (MJ/m <sup>2</sup> día) "Rns"	4,9	7,9	11,8	16,5	21,1	25,4	26,3	22,4	14,7	9,1	5,6	4,0
Radiación neta saliente -onda larga- (MJ/m <sup>2</sup> día) "Rnl"	2,9	3,9	4,5	5,1	5,7	6,7	7,1	6,6	5,0	3,9	3,2	2,5
Radiación neta (MJ/m <sup>2</sup> día) "Rn"	2,0	4,0	7,3	11,5	15,3	18,7	19,3	15,8	9,6	5,1	2,4	1,5
Flujo de calor en el suelo (MJ/m <sup>2</sup> día) "G"	0,06	0,29	0,36	0,39	0,62	0,48	0,12	-0,21	-0,53	-0,73	-0,62	-0,22
Temperatura media del mes anterior (tm mes i-1) (°C)	3,4	3,1	4,2	7,2	9,3	12,8	18,1	19,7	19,8	16,7	12,2	6,3
Temperatura media del mes posterior (tm mes i+1) (°C)	4,2	7,2	9,3	12,8	18,1	19,7	19,8	16,7	12,2	6,3	3,4	3,1
Constante psicométrica (kPa/°C) "γ"	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,065	0,065	0,065	0,065	0,064	0,064	0,064
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

A continuación se detalla como se han obtenido los datos:

- Pendiente de la curva de presión de vapor

$$\Delta = \frac{4098}{(tm+237,3)^2} * 0,6108 * 2,718282^{(17,27 * \frac{tm}{tm+237,3})}$$

donde: Δ: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)  
tm: temperatura media del aire (°C)

- Presión atmosférica estimada

$$\text{Presión atm. estimada} = 101,32 * \left[ \frac{288,15 - (0,006 * \text{altitud})}{288,15} \right]^{5,255877}$$

donde: altitud del observatorio de Autilla del Pino (Palencia): 874 m

- Velocidad del viento a 2 m

$$u_2 = \frac{4,868 * \text{vel. viento}}{\ln(67,75 * \text{altura anemómetro} - 5,42)}$$

donde: u<sub>2</sub>: velocidad del viento a 2 m (m/s)  
velocidad del viento: velocidad dominante (m/s) (ver Tabla 1.16.)  
altura del anemómetro: 14m

- Radiación día despejado sin nubes

$$R_{so} = (0,75 + 2 * \text{altitud} * 10^{-5}) * R_a$$

donde: R<sub>so</sub>: radiación día despejado sin nubes (MJ/m<sup>2</sup>día)  
R<sub>a</sub>: radiación solar extraterrestre (MJ/m<sup>2</sup>día), (ver Tabla 1.15.)  
altitud del observatorio de Autilla del Pino (Palencia): 874 m

- Factor de nubosidad

$$f = \left(1,35 * \frac{R_s}{R_{so}}\right) - 0,35$$

donde: f: factor nubosidad

$R_s$ : radiación solar Doorenbos y Pruitt (MJ/m<sup>2</sup>día), (ver Tabla 1.15.)

$R_{so}$ : radiación día despejado sin nubes (MJ/m<sup>2</sup>día)

- Tensión de vapor de saturación máxima

$$e_1 = 0,6108 * 2,718282^{\frac{17,27 * T}{T+237,3}}$$

donde:  $e_1$ : tensión de vapor de saturación máxima (kPa)

T: temperatura media de máximas (°C), (ver Tabla 1.1.)

- Tensión de vapor de saturación mínima

$$e_2 = 0,6108 * 2,718282^{\frac{17,27 * t}{t+237,3}}$$

donde:  $e_2$ : tensión de vapor de saturación mínima (kPa)

t: temperatura media de mínimas (°C), (ver Tabla 1.1.)

- Tensión de vapor real

$$e_a = \frac{\text{humedad}}{100} * \frac{e_1 + e_2}{2}$$

donde:  $e_a$ : tensión de vapor real (kPa)

$e_1$ : tensión de vapor de saturación máxima (kPa)

$e_2$ : tensión de vapor de saturación mínima (kPa)

- Emisividad neta

$$\text{emisividad} = 0,34 + (-0,14 * e_a^{0,5})$$

donde:  $e_a$ : tensión de vapor real (kPa)

- Radiación neta entrante

$$R_{ns} = (1 - \alpha) * R_s$$

donde:  $R_{ns}$ : radiación neta entrante (MJ/m<sup>2</sup>día)

$R_s$ : radiación solar Doorenbos y Pruitt (MJ/m<sup>2</sup>día), (ver Tabla 1.15.)

$\alpha$ : albedo, 0,23

- Radiación neta saliente

$$R_{nl} = (4,903 * 10^{-9}) * \frac{(T + 273,15)^4 + (t + 273,15)^4}{2} * \text{emisividad} * f$$

donde:  $R_{nl}$ : radiación neta saliente (MJ/m<sup>2</sup>día)

T: temperatura media de máximas (°C), (ver Tabla 1.1.)

t: temperatura media de mínimas (°C), (ver Tabla 1.1.)

f: factor nubosidad

- Radiación neta

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

donde:  $R_n$ : radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m<sup>2</sup>día)

$R_{ns}$ : radiación neta entrante (MJ/m<sup>2</sup>día)

$R_n$ : radiación neta saliente(MJ/m<sup>2</sup>día)

- Flujo de calor en el suelo

$$G = 0,07 * [(t_{m \text{ mes } i+1}) - (t_{m \text{ mes } i-1})]$$

donde: G: flujo del calor en el suelo (MJ/m<sup>2</sup>día)

$t_{m \text{ mes } i+1}$ : temperatura media del aire del mes posterior (°C)

$t_{m \text{ mes } i-1}$ : temperatura media del aire del mes anterior (°C)

- Constante psicométrica

$$\gamma = 0,0016286 * \frac{e_s}{2,501 - (t_m * 0,002361)}$$

donde:  $\gamma$ : constante psicométrica (kPa/°C)

$t_m$ : temperatura media del aire (°C), (ver Tabla 1.1.)

$e_s$ : presión atmosférica (kPa)

El método de FAO Penman-Monteith para estimar la ETo usa la siguiente ecuación:

$$E_{To} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{t_m + 273} u_2 \left( \frac{e_1 + e_2}{2} - e_a \right)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

donde: ETo: evapotranspiración de referencia (mm/día)

$R_n$ : radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m<sup>2</sup>día)

G: flujo del calor en el suelo (MJ/m<sup>2</sup>día)

$t_m$ : temperatura media del aire (°C), (ver Tabla 1.1.)

$u_2$ : velocidad del viento a 2 m de altura (m/s)

$e_1$ : tensión de vapor de saturación máxima (kPa)

$e_2$ : tensión de vapor de saturación mínima (kPa)

$e_a$ : tensión de vapor real (kPa)

$\Delta$ : pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)

$\gamma$ : constante psicométrica (kPa/°C)

En la Tabla 1.22. se muestra la evapotranspiración de referencia, según FAO Penman-Monteith, diaria y mensual.

Tabla 1.22. Evapotranspiración de referencia (ETo), según el método de FAO Penman-Monteith, diaria y mensual.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Año
ETo (mm/día)	0,44	0,93	1,75	2,59	3,74	5,31	5,99	5,20	3,23	1,66	0,76	0,43	2,67
ETo (mm/mes)	13,64	26,04	54,25	77,70	115,94	159,30	185,69	161,20	96,90	51,46	22,80	13,33	978,25

## 1.11. CONCLUSIONES

Analizando los factores climáticos de la zona de ubicación del proyecto, se puede determinar la incidencia de estos sobre el desarrollo y la producción del manzano.

Durante el reposo invernal, las temperaturas mínimas absolutas no son demasiado bajas (-12,3°C) ni demasiado frecuentes como para afectar a ninguna parte del árbol. El número medio de horas-frío de la zona (1270,7 HF) permite cubrir las necesidades de frío de la mayoría de las variedades de manzano.

En el periodo primaveral, la probabilidad de que en marzo se den heladas de intensidad -4,4°C, y en abril de -1,6°C, es alta. Las bajas temperaturas primaverales

pueden influir negativamente sobre la producción final. Para paliar sus efectos, se aconseja instalar en la plantación un sistema de defensa antiheladas.

Las temperaturas máximas estivales se encuentran en el intervalo óptimo para el desarrollo de los ciclos vegetativo y reproductivo del árbol y rara vez van a plantear problemas de golpes de calor o asurados. Además, el contraste de temperaturas diurnas y nocturnas, permite obtener una buena coloración en las variedades bicolors y un elevado contenido en azúcares.

La precipitación media anual en la zona (356 mm) es escasa. En el cultivo del manzano, julio y agosto, es el periodo donde las necesidades de agua son mayores, para asegurar el crecimiento del fruto. Sin embargo, el periodo de sequía en la zona de estudio comienza ya a mediados de mayo, pudiendo incidir negativamente en la inducción floral. En consecuencia, para afrontar el cultivo del manzano en condiciones adecuadas, se requiere la instalación de un sistema de riego.

Existen otros factores atmosféricos que pueden causar daños al cultivo, como el granizo en los meses de floración y fructificación y durante el periodo vegetativo. Sin embargo, la incidencia del granizo en la zona es muy reducida, por lo que no se espera que se produzcan problemas.

Los periodos de baja radiación coinciden con los meses de reposo invernal del árbol. Las elevadas insolaciones de los meses de verano, rara vez van a afectar negativamente a la calidad de los frutos o a la vegetación.

En el periodo de mayo a septiembre, cuando mayor es la actividad de la plantación, predomina una misma dirección dominante del viento S-E. La velocidad máxima registrada (23,8 km/h) no es excesivamente fuerte, por lo que no parece necesaria la colocación de barreras cortavientos.



## 2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

Antes de efectuar la plantación, se va a realizar un estudio detallado de las propiedades físicas y químicas del suelo, para verificar si el terreno es adecuado para la plantación y efectuar las correcciones oportunas.

### 2.1. TOMA DE MUESTRA

Para conocer qué especies frutales se pueden desarrollar correctamente en el suelo de la parcela seleccionada, es fundamental efectuar un buen muestreo. De lo contrario, los resultados obtenidos en el laboratorio no servirán como guía.

La parcela donde se va a ubicar el proyecto, es homogénea en lo que se refiere a características del terreno. A simple vista, se puede apreciar que la tierra, es del mismo color, así como la textura y la pendiente (0,7-1,1%).

El terreno, no es pedregoso y el contenido en elementos gruesos es inapreciable. Además, al realizar una calicata en la zona de estudio de 1,5 m, se observa que el perfil en toda esta profundidad es de consistencia floja.

La muestra del suelo, está compuesta de diez submuestras aleatorias de la parcela, tomadas en los primeros 30 cm del suelo. La mezcla de todas ellas, se homogeneiza y se toma una parte, para analizar las características físicas y químicas del suelo.

### 2.2. RESULTADO DEL ANÁLISIS

En la Tabla 1.23. se muestran los parámetros analizados de la muestra de suelo con los resultados obtenidos, los métodos y unidades empleados y la valoración correspondiente.

Tabla 1.23. Parámetros analizados en la muestra de suelo con sus respectivos resultados, unidades y métodos empleados y la valoración alcanzada.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO	VALORACIÓN
Arena	63	g/100 g suelo	Tamizado	Alto
Limo	20	g/100 g suelo	Eliminación de materia orgánica con agua oxigenada	Bajo
Arcilla	17	g/100 g suelo	Sedimentación	Bajo
Textura	Franco-arenosa	-	Clasificación USDA	Franco-arenosa
pH (suelo/agua=1/2,5 a 25°C)	8,1	-	Potenciómetro	Básico
Conductividad	0,24	dS/m	Extracto de suelo saturado	Muy baja
Materia orgánica	1,7	%	Oxidación con dicromato potásico	Bajo
Nitrógeno total	0,07	g N/100g suelo	Kjeldahl	Bajo
Carbonatos totales	6,17	gCaCO <sub>3</sub> /100g suelo	Calcímetro de Bernard	Bajo
Relación C/N	10,7	-	-	Equilibrada
Fósforo asimilable (M. Olsen)	47	mg P/kg suelo	Espectrofotometría	Alto
Potasio (extraído con AcNH <sub>4</sub> )	0,65	meq/100g	Fotometría de llama	Normal
Magnesio (extraído con AcNH <sub>4</sub> )	1,67	meq/100g	Absorción atómica	Medio
Calcio (extraído con AcNH <sub>4</sub> )	9,32	meq/100g	Absorción atómica	Normal
Sodio (extraído con AcNH <sub>4</sub> )	0,21	meq/100g	Fotometría de llama	Muy bajo
Hierro	48	mg Fe/kg suelo	EDTA	Bajo

## 2.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 2.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

#### 2.3.1.1. Profundidad

En la parcela se realizan tres sondeos a una profundidad de 1,5 m. Con ello, se ha comprobado que el espesor del conjunto de horizontes del perfil del suelo, que las raíces pueden explorar sin ningún tipo de limitación, supera los 1,5m. A partir de 1,5 m, comienzan a aparecer fragmentos de roca madre. No se ha encontrado ningún horizonte endurecido, salino o calizo en extremo, ni la presencia de una capa freática alta, que pueda impedir el desarrollo de las raíces en profundidad.

La profundidad del suelo va a permitir una buena expansión de las raíces de los árboles permitiendo un buen desarrollo de los mismos.

#### 2.3.1.2. Textura

Como norma general, se puede clasificar el suelo según el contenido de arcilla, tal y como se muestra en la Tabla 1.24.

Tabla 1.24. Clasificación del suelo según el contenido en arcilla.

Tipo de suelo	%Arcilla
Arenoso o suelto	<10
Franco o medio	10-30
Arcilloso o pesado	>30

El suelo muestreado es de tipo franco o medio.

Por otra parte, los diagramas triangulares USDA o ISSS definen la clase textural del suelo según la proporción de los distintos elementos: arena (63%), arcilla (17%) y limo (20%). Según este triángulo, el suelo muestreado presenta una textura franco-arenosa

El suelo, tiene una textura óptima, porque la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular y la nutrición de los árboles.

#### 2.3.1.3. Estructura

La estructura de la parcela es granular. Las partículas de arena, limo y arcilla, se agrupan en granos pequeños favoreciendo el crecimiento de las raíces del cultivo y la penetración del agua en el terreno.

#### 2.3.1.4. Permeabilidad

La permeabilidad, es la velocidad con la que el agua se infiltra en el terreno, y está condicionada por la textura del suelo, tal y como se muestra en la Tabla 1.25.

Tabla 1.25. Velocidad de infiltración en función del tipo de suelo.

Tipo de suelo	Velocidad de infiltración (mm/h)	Tipo de suelo	Velocidad de infiltración (mm/h)
Arcilloso compacto	2 a5	Franco-arenoso	14 a 18
Arcillo-limoso	4 a 7	Arenoso fino	18 a 25
Franco-arcilloso	7 a 10	Arenoso grueso	25 a 60
Franco-limoso	10 a 14		

El suelo analizado, al tener una textura franco-arenosa y ser un suelo profundo, tiene una velocidad de infiltración del agua buena. Esto favorece el drenaje de posibles excesos de agua, evitando problemas de encharcamiento

## 2.3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

### 2.3.2.1. Alcalinidad

- **pH**

La parcela estudiada tiene un pH de 8,1, lo cual, se considera un suelo básico. En la Tabla 1.26. se muestra la clasificación del pH.

Tabla 1.26. Clasificación del pH (USDA).

Nivel de pH	Clase de pH	Nivel de pH	Clase de pH
≤4,5	Extremadamente ácido	>6,5 - ≤7,3	Neutro
>4,5 - ≤5	Muy fuertemente ácido	>7,3 - ≤7,8	Medianamente básico
>5 - ≤5,5	Fuertemente ácido	>7,8 - ≤8,4	Básico
>5,5 - ≤6	Medianamente ácido	>8,4 - ≤9	Alcalino
>6 - ≤6,5	Ligeramente ácido	>9	Muy alcalino

El pH es un factor decisivo en la producción de los cultivos por la influencia que ejerce sobre los nutrientes que estos necesitan. Con estos valores de pH algunos nutrientes pueden verse perjudicados en cuanto a su solubilidad.

La materia orgánica y los abonos ácidos pueden, puntual y momentáneamente, modificar los valores de pH, lo que es recomendable para mejorar el suelo. El pH óptimo para la mayoría de especies frutales, oscila entre 6,5 y 7,5.

- **Contenido en Carbonatos Totales**

El suelo, donde se pretende ubicar el proyecto, tiene una cantidad de carbonatos totales inferior al 10%. Según la clasificación de la Tabla 1.27., referente al contenido de carbonatos, el suelo tiene un nivel bajo.

Tabla 1.27. Clasificación del suelo según el % en CaCO<sub>3</sub>.

Carbonatos (%CCE: carbonato cálcico equivalente)	Diagnóstico
>0 - ≤5	Muy bajo
>5 - ≤10	Bajo
>10 - ≤20	Normal
>20 - ≤40	Alto
>40	Muy alto

Este nivel de carbonatos totales es suficiente para satisfacer las necesidades de calcio de los árboles y no se espera que plantee problema de clorosis férrica.

### 2.3.2.2. Salinidad

- **Conductividad**

La conductividad da una idea de las sales solubles que existen en el suelo.

En la Tabla 1.28. se muestra la influencia de la salinidad del suelo sobre los cultivos.

**Tabla 1.28. Influencia de la salinidad del suelo sobre los cultivos.**

CE (dS/m)	Influencia sobre los cultivos
<2	Inapreciable (todos los cultivos pueden soportarla)
≥2 - <4	Ligera (sólo afecta a cultivos muy sensibles)
≥4 - <8	Media (tomar precauciones con toda clase de cultivos sensibles)
≥8 - <16	Intensa (sólo deben cultivarse especies resistentes)
≥16	Muy intensa (sólo podrán tolerarla cultivos excepcionalmente resistentes)

El suelo presenta un valor de conductividad eléctrica muy bajo (0,24 dS/m). Esto no es peligroso por sí mismo, pero indica un bajo nivel de sales y, por lo tanto, un suelo pobre en nutrientes.

### 2.3.2.3. Fertilidad

#### • **Materia Orgánica**

El contenido en materia orgánica en el suelo influye sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo.

En la Tabla 1.29. se muestra la interpretación del contenido de materia orgánica, en función de la textura del suelo.

**Tabla 1.29. Interpretación del contenido de materia orgánica en función de la textura del suelo.**

Textura	Materia orgánica (%)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	0 - 1,75	1,75 - 2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 4,25	>4,25
Franca	0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 3,75	>3,75
Arcillosa	0 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	>5,0

La parcela estudiada tiene un contenido en materia orgánica (1,7%) bajo. Va a ser necesario realizar una enmienda orgánica, previa a la instalación de los árboles, para llegar a un nivel adecuado de materia orgánica. Luego, se debe mantener ese nivel con aportaciones periódicas de ácidos húmicos y fúlvicos.

Un nivel adecuado de materia orgánica es imprescindible para mantener una estructura estable del suelo, haciendo que el suelo sea más suelto y poroso. Además, supone un aporte adecuado de nutrientes, mejora la capacidad de retención de agua, incrementa la actividad de los microorganismos e influye positivamente en la asimilación de nutrientes.

#### • **Relación C/N**

La relación C/N indica la potencialidad del suelo para transformar la materia orgánica en nitrógeno mineral. De manera general, se considera que una relación C/N entre 10 y 12 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provocan liberaciones muy escasas o excesivas. El suelo de la parcela tiene una relación C/N perfectamente equilibrada.

- **Fósforo asimilable**

En suelos básicos el fósforo puede quedar inmovilizado al precipitar como fosfato tricálcico, que es insoluble.

En la Tabla 1.30. se muestra la clasificación de los suelos según el contenido de fósforo, en ppm, y la textura del suelo.

**Tabla 1.30. Clasificación de los suelos según el contenido de fósforo y la textura.**

Textura	Fósforo (ppm)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	0 – 8	9 – 16	17 – 24	25 – 40	41- 64
Franca	0 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 50	51 - 80
Arcillosa	0 – 12	13 -24	25 – 36	37 – 60	61 - 96

El contenido de fósforo asimilable en el suelo, de 47 ppm, se considera un valor alto. En consecuencia, no es necesario realizar un abonado de fondo con este elemento.

- **Cationes de cambio**

Los nutrientes que el suelo retiene con mayor facilidad, son los que tienen carga positiva: potasio, calcio, magnesio y sodio.

- Potasio

En la Tabla 1.31. se muestra la clasificación del suelo según el contenido de potasio.

**Tabla 1.31. Clasificación del suelo según el contenido en potasio y la textura.**

Textura	Potasio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	< 0,11	0,11 - 0,22	0,23 – 0,45	0,46 – 0,9	>0,9
Franca	< 0,17	0,17 – 0,35	0,36 – 0,7	0,7 – 1,4	>1,4
Arcillosa	< 0,23	0,23 – 0,45	0,46 – 0,9	1,0 – 1,8	>1,8

La cantidad de potasio en el suelo (0,65 meq/100g) es normal para una textura franca. Hay que cuidar la relación del potasio con otros elementos, sobre todo calcio y magnesio, con el fin de evitar que se produzcan carencias inducidas.

- Calcio

El calcio es un elemento que influye en el suelo, mejorando la estructura, y en el cultivo, favoreciendo la rigidez y el crecimiento de las raíces.

En la Tabla 1.32. se muestra la clasificación del suelo según el contenido de Calcio.

**Tabla 1.32. Clasificación del suelo según el contenido de calcio y la textura.**

Textura	Calcio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	<3,0	3,0 - 6,0	6,1 - 7,0	7,1 - 8,0	>8,0
Franca	<4,5	4,5 - 9,0	9,1 - 10,5	10,6 - 12,0	>12,0
Arcillosa	<6,0	6,0 - 12,0	12,1 - 14,0	14,1 - 16,0	>16,0

El nivel de calcio en el suelo, de 9,32 meq/100g, se considera un valor normal.

- **Magnesio**

En la Tabla 1.33. se muestra la clasificación del suelo según el contenido de magnesio y la textura.

**Tabla 1.33. Clasificación del suelo según el contenido de magnesio y la textura.**

Textura	Magnesio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	<0,5	0,5 - 1,0	1,1 - 1,5	1,6 - 2,0	>2,0
Franca	<0,75	0,75 - 1,5	1,5 - 2,2	2,3 - 3	>3,0
Arcillosa	<1,0	1,0 - 2,0	2,1 - 3,0	3,1 - 4,0	>4,0

El nivel de magnesio en la muestra analizada, de 1,67 meq/100g, es normal. El magnesio tiene grandes competidores, como son el calcio y el potasio, por lo que habrá que vigilar las relaciones entre ellos, para evitar carencias inducidas.

- **Sodio**

En la Tabla 1.34. se muestra la clasificación de los suelos según el contenido de sodio y la textura.

**Tabla 1.34. Clasificación de los suelos según el contenido en sodio y la textura.**

Textura	Sodio (meq/100g)				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenosa	<0,3	0,3 - 0,6	0,7 - 1,0	1,1 - 1,5	>1,5
Franca	<0,45	0,45 - 0,9	1,0 - 1,5	1,6 - 2,2	>2,2
Arcillosa	<0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,0	2,0 - 3,0	>3,0

La muestra de suelo analizada presenta un nivel muy bajo en sodio (0,21meq/100g). En consecuencia, no van a existir problemas de sodicidad en el suelo ni fitotoxicidad en el cultivo.

• **Capacidad de Intercambio Catiónico**

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , etc.), merced a su contenido en arcilla y materia orgánica.

La CIC es de 13,7 meq/100g. Para una textura franca, el valor óptimo de CIC es de 15 meq/100g. Un nivel bajo de CIC indica una baja capacidad para retener nutrientes y un suelo arenoso o pobre en materia orgánica.

En la Tabla 1.35. se muestra los porcentajes óptimos de las bases de cambio.

**Tabla 1.35. Porcentajes óptimos y porcentajes reales de las bases de cambio.**

Bases	Porcentajes óptimos	Porcentaje real
Ca <sup>2+</sup>	60 – 80% CIC	68,0%
Mg <sup>2+</sup>	10 - 20% CIC	12,2%
K <sup>+</sup>	2 - 6% CIC	4,7%
Na <sup>+</sup>	0 - 3% CIC	1,5%

El porcentaje de las bases de cambio se encuentra dentro de los límites normales.

- Porcentaje de Sodio Intercambiable

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$PSI = ([Na^+]/CIC) * 100$$

donde: [Na<sup>+</sup>]: cantidad de sodio en meq/100g  
CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico

Aplicando la fórmula:

$$PSI = (0,21/13,7) * 100 = 1,5\%$$

El PSI es igual a 1,5%. No existen problemas de sodicidad ya que no supera el 15% de PSI.

• **Relaciones entre los cationes de cambio**

Es posible que, aunque se tenga gran cantidad de algún elemento en el suelo, el cultivo no sea capaz de asimilarlo, debido a un bloqueo de nutrientes en el complejo arcillo húmico.

- La relación Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> igual a 5, es la relación ideal. Si es superior a 10, es probable que ocasione una carencia inducida de Mg<sup>2+</sup>. Si es inferior a 1, habrá carencia de Ca<sup>2+</sup>.
- La relación Ca<sup>2+</sup>/K<sup>+</sup> debe ser aproximadamente igual a 15. Si esta relación es superior, se pueden dar casos de carencia inducida de K<sup>+</sup>. Por el contrario, si es inferior a 15, las carencias inducidas pueden ser de Ca<sup>2+</sup>.
- La relación K<sup>+</sup>/Mg<sup>2+</sup> ha de estar comprendida entre 0,2 y 0,3. En el caso de que sea superior a 0,5 existe riesgo de carencia de Mg<sup>2+</sup>. Por el contrario, si dicha relación es inferior a 0,1, se aumentan las posibilidades de carencia de K<sup>+</sup>.

Para comprobar si existe bloqueo de nutrientes, en la Tabla 1.36. se muestran las relaciones de los cationes (calcio, magnesio y potasio) en el suelo. El resultado se da redondeando a una cifra significativa.

**Tabla 1.36. Relación entre los cationes de cambio.**

RELACIÓN	VALOR ÓPTIMO	RESULTADO	VALORACIÓN
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	5	5,6	No se esperan carencias inducidas
Ca <sup>2+</sup> /K <sup>+</sup>	15	14,3	No se esperan carencias inducidas
K <sup>+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	0,2-0,3	0,4	No se esperan carencias inducidas

No se esperan carencias inducidas de los cationes  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  por desequilibrios de sus concentraciones en el complejo de cambio. Las relaciones entre los cationes, están bastante equilibradas.

### 2.3.3. AGUA DISPONIBLE

El agua disponible en el suelo es el agua capaz de ser absorbido por el sistema radicular del cultivo. Por tanto, es necesario conocer este dato, para el cálculo de las necesidades de agua.

El agua disponible está definido por dos límites, la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento (PM) y varía en función del tipo de suelo, entre otros factores.

- Capacidad de campo:

$$\begin{aligned} \text{CC (\% en peso)} &= 0,48 * \text{arcilla} + 0,162 * \text{limo} + 0,023 * \text{arena} + 2,62 \\ \text{CC (\% en peso)} &= 0,48 * 17 + 0,162 * 20 + 0,023 * 63 + 2,62 = 15,5\% \end{aligned}$$

- Punto de marchitamiento:

$$\begin{aligned} \text{PM (\% en peso)} &= 0,302 * \text{arcilla} + 0,102 * \text{limo} + 0,0147 * \text{arena} \\ \text{PM (\% en peso)} &= 0,302 * 17 + 0,102 * 20 + 0,0147 * 63 = 8,1\% \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que el agua disponible o agua útil (AU) es la diferencia entre CC y PM, entonces:

$$\text{AU} = 15,5 - 8,1 = 7,4\%$$

## 2.4. CONCLUSIONES

Según los resultados del análisis, las características físicas del suelo no van a ser un factor limitante en el proyecto.

La profundidad útil, de 1,5m, es suficiente para que las raíces se desarrollen adecuadamente.

La textura franco-arenosa es adecuada para el cultivo de frutales. En este tipo de suelo, la aireación es buena, la permeabilidad adecuada y la capacidad de retención suficiente, al igual que el desarrollo radicular.

La estructura granular favorece el crecimiento de las raíces y la penetración del agua en el terreno.

En cuanto a las características químicas, hay que realizar algunas correcciones.

El suelo es básico. Esto puede provocar clorosis férrica por inmovilización del hierro presente en el suelo. Además, hay que tener en cuenta que, la cantidad de hierro presente en el suelo, de 48 ppm, es baja. No obstante, el contenido de carbonatos totales es inferior al 10%, lo que indica que la cantidad de caliza activa presente en el suelo tiene una baja capacidad de reaccionar.

La cantidad de sodio en el suelo, de 0,21meq/100g, es muy baja, por lo que no van a aparecer problemas de salinidad o sodicidad. La evolución del suelo, respecto a ambos parámetros, depende bastante del agua de riego (el estudio del agua de riego, confirma que no hay riesgos).

El contenido de materia orgánica, de 1,7%, es bajo. Por ello, es necesaria la realización de una enmienda orgánica, previa a la instalación de los árboles. Luego, se debe mantener ese nivel con aportaciones fertilizantes periódicas de ácidos húmicos y fúlvicos.



La fertilidad del suelo es relativamente buena. El nivel en sodio es muy bajo (0,21meq/100g), por lo que no van a existir problemas de sodicidad en el suelo ni fitotoxicidad en el cultivo. Tampoco se esperan carencias inducidas de los cationes  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$  por desequilibrios de sus concentraciones en el complejo de cambio. Por otra parte, los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento de los árboles son fáciles de aportar mediante el abonado.

### 3. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

#### 3.1. TOMA DE MUESTRA

El agua que se va a utilizar en el riego de la finca, proviene del Canal de Castilla. La toma de agua, está en el sistema hídrico Ramal de Campos, próxima a la exclusiva número uno.

Para la recogida de la muestra se dispone de un recipiente de material plástico de 1,5 L de capacidad, limpio y con cierre hermético para que no se altere la muestra. El agua, se toma del hidrante de la parcela y se lleva a analizar al laboratorio.

#### 3.2. RESULTADO DEL ANÁLISIS

La calidad del agua de riego se define por sus características físicas y químicas. En la Tabla 1.37. se muestran los resultados del análisis del agua y los métodos utilizados.

Tabla 1.37. Resultados del análisis del agua de riego detallando el método utilizado. El agua procede del Canal de Castilla, Ramal de Campos.

	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO
	pH (25°C)	8,2	-	Potenciómetro
	Conductividad (25°C)	0,34	dS/m	Conductímetro
Cationes	Calcio	1,03	meq/L	Absorción atómica
	Magnesio	0,39	meq/L	Absorción atómica
	Sodio	1,31	meq/L	Fotometría de llama
	Potasio	0,11	meq/L	Fotometría de llama
Aniones	Cloruros	0,82	meq/L	Potenciómetro
	Sulfatos	0,40	meq/L	Turbidimetría
	Carbonatos	0,06	meq/L	Volumetría
	Bicarbonatos	1,37	meq/L	Volumetría
	Nitratos	0,15	meq/L	Turbidimetría
	Boro	1,45	mg/L	-

#### 3.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

##### 3.3.1. SALINIDAD

La salinidad se define como la cantidad total de sales disueltas en el agua de riego. A mayor salinidad menor cantidad de agua podrá ser absorbida por el cultivo.

El índice de salinidad depende del tipo de suelo, sistema de riego y cultivo, por lo que resulta difícil establecer un umbral máximo. En este caso, un contenido en sales superior a 1g/L se considera peligroso.

La relación entre la concentración de sales y la conductividad eléctrica, es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Sales disueltas (g/L)} &= 0,64 * \text{Conductividad} \\ \text{Sales disueltas (g/L)} &= 0,64 * 0,34 = 0,22 \text{ g/L} \end{aligned}$$

El agua analizada, tiene una conductividad de 0,34 dS/m. Luego, el contenido de sales disueltas es de 0,22 g/L. En consecuencia, el agua es apta para el riego.

### 3.3.2. RELACIÓN IÓNICA

La relación entre los iones permite comprobar si los resultados del análisis (ver Tabla 1.37.) son correctos. Para ser veraces, el contenido de aniones y cationes debe ser igual, con un margen de error del 5%.

$$\sum \text{Aniones} = \sum \text{Cationes} \pm 5\%$$

$$\text{Aniones} = 0,82 + 0,40 + 0,06 + 1,37 + 0,15 = 2,80 \text{ meq/L}$$

$$\text{Cationes} = 1,03 + 0,39 + 1,31 + 0,11 = 2,84 \text{ meq/L}$$

La suma de las concentraciones de los aniones, 2,80 meq/L, es un 1,4 % inferior a la suma de las concentraciones de los cationes, 2,84 meq/L. Por tanto, los resultados del análisis son correctos.

### 3.3.3. pH

El agua de la muestra analizada, tiene un pH igual a 8,2. Este valor, está comprendido en el intervalo de valores normales para agua de riego (6 – 8,5). En consecuencia, no se deberían presentar desequilibrios nutricionales o efectos tóxicos en el cultivo.

### 3.3.4. SODICIDAD

El sodio en exceso produce toxicidad en las plantas y afecta negativamente a la estructura del suelo.

La sodicidad del agua se determina mediante el índice Relación de Absorción de Sodio (RAS). El índice RAS es la relación entre el sodio y los cationes calcio y magnesio, de modo que:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})}} = \frac{1,31}{\sqrt{\frac{1}{2}(1,03 + 0,39)}} = 1,30 \text{ meq/L}$$

Conocidas las concentraciones de los cationes (ver Tabla 1.37.) y aplicando la fórmula anterior, redondeando a dos cifras significativas, el índice RAS es igual a 1,30 meq/L.

En la Tabla 1.38. se muestra la clasificación del agua de riego en función del RAS.

**Tabla 1.38. Clasificación del agua de riego en función del índice de Relación de Absorción de Sodio (RAS).**

RAS (meq/L)	Sodicidad	Tipo de suelo en el que aplicar
0-10	Baja	Todos los suelos
10-18	Media	Problemas en suelos arcillosos
18-26	Alta	Suelos arenosos, ricos en Ca <sup>2+</sup> y materia orgánica
26-30	Muy alta	Agua no utilizable

Un valor de RAS inferior a 10 meq/L indica que el agua muestreada tiene baja sodicidad y puede ser aplicada sobre cualquier tipo de suelo.

Por otra parte, la FAO recomienda ajustar la RAS. Para ello, multiplica el índice RAS por un factor de ajuste, de modo que:

$$\text{RAS}_{\text{ajustada}} = \text{RAS} * (1 + (8,4 - \text{pH}_c))$$

El valor de pH<sub>c</sub> se calcula de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Alk)$$

Cada sumatorio de  $pH_c$  es función de una suma de concentraciones de aniones o cationes determinada, tal y como se muestra en la Tabla 1.39.

**Tabla 1.39. Con una X se indican las concentraciones de las que dependen cada uno de los sumandos de  $pH_c$ .**

	$(pK'_2 - pK'_c)$	$p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$p(Alk)$
$[Ca^{2+}]$	X	X	
$[Mg^{2+}]$	X	X	
$[Na^+]$	X		
$[CO_3^{2-}]$			X
$[HCO_3^-]$			X

En la Tabla 1.40. se muestran los valores de  $pK'_2$  y  $pK'_c$ , logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del  $H_2CO_3$  y de la constante de solubilidad del  $CaCO_3$ ; el valor de  $p(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ , logaritmo negativo de la concentración molar de  $(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ ; y el valor de  $p(Alk)$ , logaritmo negativo de la concentración equivalente de  $(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ .

**Tabla 1.40. Valores de  $pK'_2$  y  $pK'_c$ , logaritmos negativos de la segunda constante de disociación del  $H_2CO_3$  y de la constante de solubilidad del  $CaCO_3$ ,  $p(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ , logaritmo negativo de la concentración molar de  $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$  y  $p(Alk)$  logaritmo negativo de la concentración equivalente de  $(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ .**

Suma de concentraciones (meq/L)	$(pK'_2 - pK'_c)$	$p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$p(Alk)$
0,05	2,0	4,6	4,3
0,10	2,0	4,3	4,0
0,15	2,0	4,1	3,8
0,20	2,0	4,0	3,7
0,25	2,0	3,9	3,6
0,30	2,0	3,8	3,5
0,40	2,0	3,7	3,4
0,50	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1,00	2,1	3,3	3,0
1,25	2,1	3,2	2,9
1,50	2,1	3,1	3,8
2,00	2,2	3,0	2,7
2,50	2,2	2,9	2,6
3,00	2,2	2,8	2,5
4,00	2,2	2,7	2,4
5,00	2,2	2,6	2,3
6,00	2,2	2,5	2,2
8,00	2,3	2,4	2,1
10,00	2,3	2,3	2,0
12,00	2,3	2,2	1,9

De este modo, con los datos del agua de riego analizado (ver Tabla 1.37.) y redondeando a dos decimales, se obtiene:

$$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] = 2,73 \text{ meq/L, siendo } (pK'_2 - pK'_c) = 2,20$$

$$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = 1,42 \text{ meq/L, siendo (por interpolación) } p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 3,13$$

$$[CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] = 1,43 \text{ meq/L, siendo (por interpolación) } p(Alk) = 2,83$$

Entonces:

$$pH_c = 2,20 + 3,13 + 2,83 = 8,16$$

$$RAS_{ajustada} = 1,30 * [1 + (8,4 - 8,16)] = 1,61$$

En la Tabla 1.41. se muestra la clasificación del agua de riego según el  $RAS_{ajustada}$ .

**Tabla 1.41. Clasificación del agua de riego según el índice de Relación de Absorción de Sodio ajustado ( $RAS_{ajustado}$ ).**

$RAS_{ajustada}$ (meq/L)	Problemas
<6	No hay problemas
6-9	Problemas medios
>9	Problemas graves

El agua de riego analizada tiene un valor muy bajo de  $RAS_{ajustada}$  (menor de 6). Por consiguiente, se trata de un agua de buena calidad para el riego y su utilización no ocasionará daños de sodicidad en el cultivo.

### 3.3.5. DUREZA

El grado de dureza del agua lo determina su contenido en calcio y magnesio (en mg/L). Este parámetro se expresa en grados hidrométricos franceses (GHF).

$$Dureza_{GHF} = \frac{2,5 * [Ca^{2+}] + 4,12 * [Mg^{2+}]}{10}$$

Aplicando la fórmula, con los datos de la Tabla 1.37., la dureza del agua es la siguiente:

$$Dureza_{GHF} = [(2,5*21) + (4,12*5)] / 10 = 7,31 \text{ GHF}$$

En la Tabla 1.42. se muestra la clasificación del agua de riego según el grado de dureza.

**Tabla 1.42. Clasificación del agua de riego en función del grado de dureza, dado en grados hidrométricos franceses (GHF).**

GHF	Tipo de agua	GHF	Tipo de agua
<7	Muy blanda	22-32	Semidura
7-14	Blanda	32-54	Dura
14-22	Semiblanda	>54	Muy dura

El agua tiene una dureza de 7,31 GHF. Por consiguiente, se la considera un agua blanda.

### 3.3.6. NORMA RIVERSIDE DE CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE RIEGO

La Norma Riverside combina la conductividad eléctrica (0,34 dS/m) y la relación de absorción de sodio (1,36), clasificando el agua dentro de dos categorías: C (salina) y S (sódica).

En la Figura 1.4. se muestra el gráfico que define el agua de riego según la Norma Riverside.

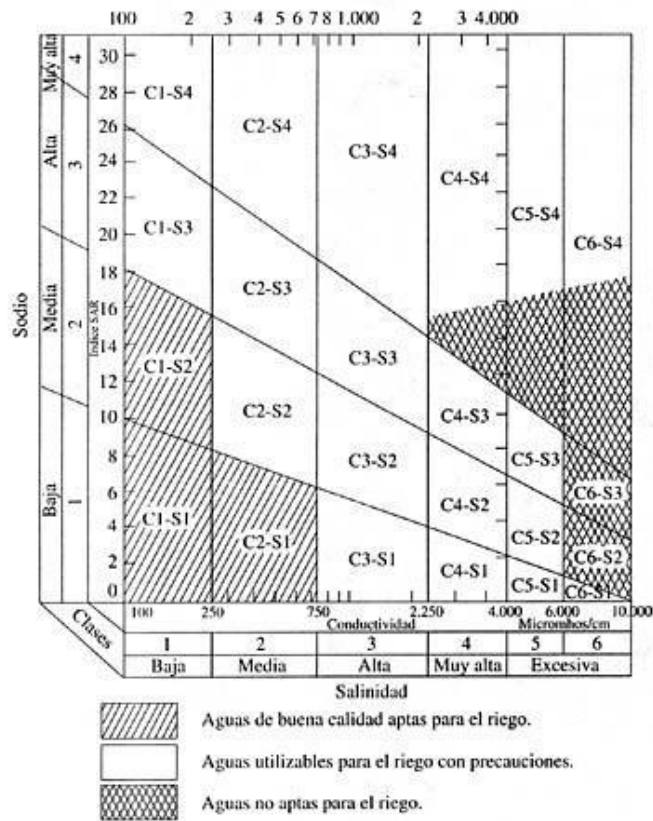


Figura 1.4. Norma Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego.

Según el diagrama de la Norma Riverside, el agua de riego se clasifica como C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, lo que significa:

- C<sub>1</sub>: Agua de baja salinidad, apta para el riego. Pueden darse problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.
- 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 en cultivos muy sensibles al sodio.

Se trata de un agua de buena calidad para el riego y su utilización no ocasionará daños ni en el suelo ni en los cultivos.

### 3.4. CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en el análisis del agua, se encuentran dentro de los rangos de evaluación de la calidad del agua establecidos por la FAO. Esto permite afirmar que el agua es apta para el riego.

## 4. ESTUDIO DE MERCADO

### 4.1. SITUACIÓN DEL CULTIVO DEL MANZANO

#### 4.1.1. SITUACIÓN DEL CULTIVO DEL MANZANO A NIVEL MUNDIAL

##### 4.1.1.1. Importancia mundial

La producción mundial de manzanas (la orientación productiva es fruta de “mesa”) en la campaña 2012/2013 fue de 76 millones de toneladas. El principal productor es China (48,4%), seguido de lejos por Estados Unidos (5,3%), Turquía (3,7%) y Polonia (3,7%). España, ocupa el vigésimo puesto (0,7%).

##### 4.1.1.2. Situación internacional

En la Tabla 1.43. se muestra la evolución de la producción, la cantidad exportada y la importada de manzana a nivel mundial, en miles de toneladas, en el periodo 2003-2012.

**Tabla 1.43. Evolución de la producción, la cantidad exportada y la cantidad importada de manzana a nivel mundial, en miles de toneladas, para el periodo 2003-2012.**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Producción</b>	58236	62414	65807	67726	65897	73668	70327	69811	75417	76379
<b>Exportación</b>	6242	6511	7079	7194	7816	7508	7825	8459	8315	8214
<b>Importación</b>	5835	6077	6737	6860	7321	7156	7302	8441	8182	8290

Fuente: FAOstat

En la última década la producción, exportación e importación de manzana a nivel mundial, ha experimentado un crecimiento del 31,2%, 31,6% y 42,1%, respectivamente.

En la Tabla 1.44. se muestran los veinte países principales, a nivel mundial, en producción, exportación e importación de manzana, con su correspondiente cantidad media producida, importada y exportada, en miles toneladas, para el periodo 2003-2012.

**Tabla 1.44. Producción, cantidad exportada e importada, media de manzana, en los veinte principales países a nivel mundial, en miles de toneladas. Periodo 2003-2012.**

POSICIÓN	PRODUCCIÓN		EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN	
1º	China	29053	China	744	Rusia	959
2º	Estados Unidos	4322	Italia	738	Alemania	696
3º	Irán	3028	Estados Unidos	719	Reino Unido	491
4º	Turquía	2519	Chile	707	Países Bajos	340
5º	Polonia	2307	Polonia	655	España	242
6º	Italia	2177	Francia	502	México	202
7º	India	1914	Países Bajos	348	Bélgica	196
8º	Francia	1875	Sudáfrica	347	Canadá	177
9º	Rusia	1596	Nueva Zelanda	307	Estados Unidos	172
10º	Chile	1304	República Árabe Siria	293	Francia	168
11º	Argentina	1210	Bélgica	210	Egipto	150
12º	Brasil	1095	Moldavia	174	Emiratos Árabes Unidos	148
13º	Alemania	953	Argentina	165	Indonesia	147
14º	Corea	896	España	107	Taipei, China	137

**Tabla 1.44. (Cont.) Producción, cantidad exportada e importada, media de manzana, en los veinte principales países a nivel mundial, en miles de toneladas. Periodo 2003-2012.**

POSICIÓN	PRODUCCIÓN		EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN	
15º	Ucrania	815	Lituania	89	Arabia Saudí	131
16º	Japón	801	Alemania	82	Hong Kong, China	107
17º	Sudáfrica	738	Azerbaiyán	73	Tailandia	106
18º	España	683	Austria	72	Argelia	94
19º	Rumania	623	República Checa	72	Austria	93
20º	Uzbekistán	579	Emiratos Árabes Unidos	69	Malasia	91

Fuente: FAOstat

El principal productor de manzana a nivel mundial, es China. De los 68 millones de toneladas que se producen de media al año, el 42% proceden de dicho país, debido a mejores prácticas frutícolas, una continua expansión del área de cultivo y las ayudas del gobierno.

La Unión Europea, es el principal exportador mundial. De los 7,5 millones de toneladas que se exportan de media al año, aproximadamente 3, proceden de la Unión Europea. En lo que se refiere a países, son China, Italia, Estados Unidos y Chile los principales exportadores. Cada uno, exporta en torno al 10% del total. Además, China, con la mayor demanda de fruta y verduras de Rusia y los mercados asiáticos, prevé incrementar las exportaciones de manzana en un 9%, llegando a 1,1 millones de toneladas. Estados Unidos también prevé un incremento del 5% para cubrir la demanda de Canadá y México.

En total, se importan a nivel mundial 7,2 millones de toneladas de manzanas. Rusia importa el 13,3% del total, Alemania el 9,6% y en tercer lugar Reino Unido, que importa el 6,8%.

#### 4.1.2. SITUACIÓN DEL CULTIVO DEL MANZANO EN EUROPA

En este apartado, se presenta un análisis de las producciones, exportaciones e importaciones en el contexto europeo. Además, se expone un balance de la campaña 2014/2015 y un avance de la situación y tendencias productivas del manzano por países y variedades.

##### 4.1.2.1. Producción

En la Tabla 1.45. se muestra la evolución de la producción de manzana, la producción media y la carga de cada país de la Unión Europea de los 28 miembros (UE-28), para el periodo 2007-2013. Los datos de la producción se dan en miles de toneladas y corresponden a manzanas cosechadas para consumo en fresco y para la fabricación de sidra o zumos de frutas.

**Tabla 1.45. Evolución de la producción de manzana, producción media y carga de los 28 países miembros de la Unión Europea. Periodo: 2007-2013. Unidades: miles de toneladas.**

PAÍS	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
Alemania	1070	1047	1071	835	898	972	804	957	8,78%
Austria	478	551	486	271	303	262	235	369	3,39%
Bélgica	358	336	311	344	228	220	229	289	2,66%
Bulgaria	26	24	36	43	40	31	55	36	0,33%
Chipre	9	7	7	7	7	7	7	7	0,07%
Croacia	63	57	74	89	100	37	107	75	0,69%
Dinamarca	-	-	-	24	27	19	31	25	0,23%



**Tabla 1.45. (Cont.) Evolución de la producción de manzana, producción media y carga de los 28 países miembros de la Unión Europea. Periodo: 2007-2013. Unidades: miles de toneladas.**

PAÍS	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
Eslovaquia	18	42	38	34	31	45	46	36	0,33%
Eslovenia	87	72	73	77	81	55	70	74	0,67%
España	721	721	553	646	670	482	546	620	5,69%
Estonia	2	1	-	1	2	1	5	2	0,02%
Finlandia	4	4	4	4	5	5	5	4	0,04%
Francia	2026	1940	-	1711	1859	1383	2084	1834	16,82%
Grecia	262	235	-	207	236	191	185	219	2,01%
Hungría	171	569	575	497	235	614	552	459	4,21%
Irlanda	-	-	-	-	-	-	15	15	0,14%
Italia	2224	2209	2176	2205	2411	2049	2217	2213	20,30%
Letonia	31	29	13	10	8	9	15	16	0,15%
Lituania	36	64	44	29	44	64	56	48	0,44%
Luxemburgo	2	3	2	3	2	2	2	2	0,02%
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Países Bajos	391	375	407	340	418	281	314	361	3,31%
Polonia	1040	2831	2626	1878	2493	2877	3085	2404	22,06%
Portugal	246	237	263	213	247	221	287	245	2,25%
Reino Unido	243	-	-	359	430	375	386	358	3,29%
República Checa	116	152	142	100	85	119	122	119	1,09%
Rumanía	472	456	514	544	611	454	503	508	4,66%
Suecia	21	22	21	24	21	23	27	23	0,21%
<b>TOTAL</b>	<b>10115</b>	<b>11982</b>	<b>9435</b>	<b>10495</b>	<b>11492</b>	<b>10798</b>	<b>11990</b>	<b>10901</b>	

Fuente: EUROstat

La producción media de manzana en la UE-28, en miles de toneladas, para el periodo 2007-2013, es de 10,9 millones de toneladas. Los principales productores en este periodo, han sido Polonia (22,06%), Italia (20,30%) y Francia (16,82%). Juntos, representan el 59,18% de la producción total de manzana de la UE.

La cosecha de manzana en la UE-28 correspondiente a 2013, fue de 11,99 millones de toneladas, un 11,04% superior a la de 2012 y un 4,93% superior a la media productiva de los años 2010, 2011 y 2012. Este hecho, supuso que se iniciara la campaña de invierno (2013/2014) con unas existencias en frío superiores a las del año anterior.

De la producción media de manzana, el 22,87%, corresponde a la variedad Golden Delicious, llegando a los 2,5 millones de toneladas anuales. De lejos, la sigue Gala con el 9,95% de la producción, llegando a los 1,1 millones de toneladas al año.

En la Tabla 1.46. se muestra la evolución de la producción de manzana y la producción media en la UE-28, por variedades, para el periodo 2007-2013.

**Tabla 1.46. Evolución de la producción y producción media de cada variedad de manzana, en miles de toneladas. Para el periodo 2007-2013 en la Unión Europea de los 28 miembros.**

VARIEDAD	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MEDIA	%Variedad/total
Annurca	51	45	35	34	35	35	35	39	0,37%
Boskoop	100	100	82	60	73	58	58	76	0,73%
Braeburn	318	295	338	289	324	264	302	304	2,91%
Bramley	85	95	95	95	91	59	70	84	0,81%

Tabla 1.46. (Cont.) Evolución de la producción y producción media de cada variedad de manzana, en miles de toneladas. Para el periodo 2007-2013 en la Unión Europea de los 28 miembros.

VARIEDAD	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MEDIA	%Variedad/total
Cortland	75	136	80	50	70	40	25	68	0,65%
Cox Orange	108	103	65	89	89	38	42	76	0,73%
Cripps Pink	73	70	162	160	184	144	187	140	1,34%
Elstar	489	471	488	362	453	353	346	423	4,05%
Fuji	188	205	245	251	261	212	311	239	2,29%
Gala	1024	1050	1077	989	1137	1111	1204	1085	10,38%
Gloster	94	166	114	112	148	187	196	145	1,39%
Golden Delicious	2453	2506	2636	2413	2628	2286	2530	2493	23,86%
Granny Smith	306	313	343	342	413	302	361	340	3,25%
Idared	317	826	828	619	692	986	1054	760	7,27%
Jonagold	658	811	742	544	652	475	500	626	5,99%
Jonagored	234	198	204	180	194	367	341	245	2,35%
Jonathan	51	257	305	282	242	201	178	217	2,07%
Lobo	100	203	100	61	100	50	30	92	0,88%
Mogerdurf/imperatore	88	91	67	81	61	53	57	71	0,68%
Pinova	20	30	35	27	37	43	62	36	0,35%
Red Delicious	600	743	724	663	680	541	597	650	6,22%
Red Jonaprince	-	31	38	29	33	48	53	39	0,37%
Reinette Gris de Canada	103	86	99	101	108	73	121	99	0,94%
Shampion	172	395	323	257	327	423	457	336	3,22%
Spartan	12	11	8	6	6	6	6	8	0,08%
Stayman	19	18	16	18	17	12	18	17	0,16%
Otras nuevas variedades	17	65	108	134	152	350	427	179	1,71%
Otras	2360	2662	78	2247	2285	2081	2422	2019	18,52%
<b>TOTAL</b>	<b>10115</b>	<b>11982</b>	<b>9435</b>	<b>10495</b>	<b>11492</b>	<b>10798</b>	<b>11990</b>	<b>10901</b>	

<sup>1</sup>Otras nuevas variedades: Ariane, Belgica, Cameo, Diwa, Greenstar, Honey Crunch, Jazz, Junami, Kanzi, Mariac, Rubens, Tentation, Wellant...

Fuente: World Apple Pear Association (WAPA)

Unas 25 variedades de manzana, se producen comercialmente en la UE-28 en volúmenes superiores a 10.000 toneladas. Entre ellas, Golden Delicious, Gala e Idared son las variedades dominantes.

Sin embargo, los patrones de producción varían. Mientras, Golden Delicious es la variedad de mayor producción en Italia, Francia y España, Elstar es la dominante en Alemania y los Países Bajos e, Idared y Jonathan, son las variedades principales en Polonia y Hungría, respectivamente. Por otra parte, las nuevas variedades, Pink Lady, Kanzi, Rubens, Tentation o Kiku han aumentado su cuota de producción en los últimos años. En los Países Bajos las nuevas variedades comprenden el 10% de la producción total.

#### 4.1.2.2. Exportación

La UE-28 exporta 1,5 millones de toneladas de manzana, lo que supone el 14,21% de la producción anual

En la Tabla 1.47. se muestran la evolución y la media de las exportaciones de manzana de la UE-28 por países de destino, para el periodo 2011-2013, en toneladas.

**Tabla 1.47. Evolución y media de las exportaciones de manzana de la Unión Europea por países receptores. Periodo: 2011-2013. Unidades: toneladas.**

PAÍS DESTINO	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
Rusia	660474	864053	644074	722867	46,66%
Bielorrusia	139675	143167	255145	179329	11,58%
Argelia	120420	97873	124388	114227	7,37%
Egipto	66547	39430	98911	68296	4,41%
Libia	46224	57307	59077	54203	3,50%
Kazajstán	35974	51192	56292	47819	3,09%
Arabia Saudita	55104	44340	40517	46654	3,01%
Emiratos Árabes Unidos	38692	30676	40253	36540	2,36%
Noruega	38090	37994	35417	37167	2,40%
Ucrania	113794	57245	34866	68635	4,43%
Israel	9682	749	21886	10772	0,70%
Jordania	9602	3092	13921	8872	0,57%
Suiza	9105	8791	13683	10526	0,68%
Brasil	11959	6995	10008	9654	0,62%
Otros	148102	125409	127444	133652	8,63%
<b>TOTAL</b>	<b>1503444</b>	<b>1568313</b>	<b>1575882</b>	<b>1549213</b>	

Fuente: Global Trade Atlas (GTA)

Los principales destinos del volumen de manzana exportado por la UE-28, en la campaña 2013/2014, fueron Rusia, Bielorrusia y Argelia. Los mayores exportadores de la UE son Polonia (sobre todo a Rusia, Bielorrusia, Kazajstán y Ucrania), Francia (sobre todo a Argelia, Emiratos Árabes Unidos, Rusia y Arabia Saudita), e Italia (a Libia, Egipto, Argelia, Rusia y Arabia Saudita).

En algunos grandes mercados extranjeros compiten proveedores de la UE. Estados Unidos y Rusia compiten con las manzanas procedentes de Polonia, Italia, Bélgica, Francia y Alemania; Emiratos Árabes Unidos con Francia e Italia y Arabia Saudita con Italia y Francia.

#### 4.1.2.3. Importación

La UE-28 importa la tercera parte de lo que exporta en manzanas, 568.047 toneladas anuales de media. Los principales países de donde procede la mercancía son Chile (26,62%), Nueva Zelanda (22,37%) y Sudáfrica (21,26%).

En la Tabla 1.48. se muestran la evolución y la media de las importaciones de manzana por países de origen, en toneladas, para el periodo 2011-2013.

**Tabla 1.48. Evolución y media de las importaciones de la Unión Europea por países de origen, en toneladas, para el periodo 2011-2013.**

PAÍS ORIGEN	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
Chile	130005	139493	184068	151189	26,62%
Nueva Zelanda	120484	123557	137094	127045	22,37%

Tabla 1.48. (Cont.) Evolución y media de las importaciones de la Unión Europea por países de origen, en toneladas, para el periodo 2011-2013.

PAÍS ORIGEN	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
Sudáfrica	107820	137387	117068	120758	21,26%
Serbia	33831	1652	42393	25959	4,57%
Brasil	47164	68713	37621	51166	9,01%
Argentina	28870	43988	36758	36539	6,43%
Macedonia	14870	15611	36732	22404	3,94%
Estados Unidos	10808	10733	10676	10739	1,89%
Bosnia-Herzegovina	3986	797	6564	3782	0,67%
China	3620	6712	3483	4605	0,81%
Moldavia	2968	1811	3315	2698	0,47%
Albania	1169	833	2093	1365	0,24%
Uruguay	3029	574	1586	1730	0,30%
Suiza	6456	8030	1149	5212	0,92%
Otros	3036	3518	2017	2857	0,50%
<b>TOTAL</b>	<b>518116</b>	<b>563409</b>	<b>622617</b>	<b>568047</b>	

Fuente: Global Trade Atlas (GTA)

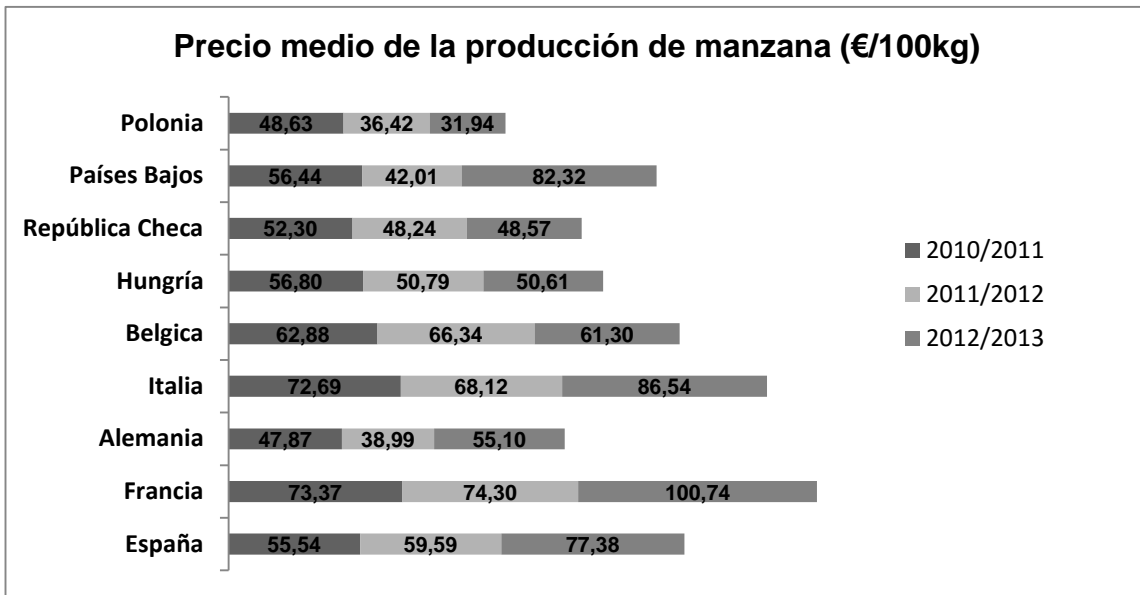
El 70% de las importaciones de manzana de la UE-28 proceden de tres proveedores (Chile, Nueva Zelanda y Sudáfrica), ubicados en el hemisferio sur, exportando, sobre todo, cuando Europa no está en la temporada de producir manzana. Serbia aumentó su oferta de mercado en la UE-28 en la campaña 2013/2014 suministrando el 6,81% de las importaciones de manzanas de la UE- 28.

Las importaciones procedentes de los Estados Unidos, se redujeron a la mitad en 2010/2011, debido principalmente a la aplicación de la legislación sobre aditivos de la UE-28, pero desde entonces se ha mantenido relativamente estable. Las exportaciones de manzanas estadounidenses a la UE-28 se producen durante todo el año, pero la mayoría llegan entre noviembre y abril, de modo que, las manzanas estadounidenses compiten con las producidas en el país y con las importadas a precios competitivos de China.

Los principales importadores de manzanas son el Reino Unido y los Países Bajos, que en conjunto representan el 60% por ciento de las importaciones de la UE-28. Sin embargo, gran parte del volumen de manzanas que llega a los Países Bajos no se consume allí, si no que desde allí se distribuye a otros Estados miembros.

#### 4.1.2.4. Precio

En la Figura 1.6. se muestra la evolución del precio (€/100kg) de la manzana en los países de la UE-28 con mayor producción. El periodo analizado comprende las campañas 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013.



Fuente: Agricultural Market Information System (AMIS)

Figura 1.6. Evolución del precio de la manzana en los principales países productores de la Unión Europea. Período: 2010-2012. Unidades: €/100kg

Los precios van ligados a las existencias. En la campaña 2012/2013 hubo un descenso generalizado de la producción (ver Tabla 1.45.). Este hecho supuso que se iniciara la campaña de invierno (2012/2013) con unas existencias en frío inferiores al año anterior y ante la insuficiente oferta, ascenderían los precios.

#### 4.1.2.5. Estimación campaña 2014/2015

En la campaña 2014/2015 se estima la producción de manzanas en 11,7 millones de toneladas. Esta estimación supone un descenso del 2,30% (269000 toneladas) de la producción en comparación con la campaña anterior, 2013/2014.

Se espera una producción notablemente menor en Francia, Rumanía, Reino Unido, España y Hungría. Este descenso es sólo parcialmente compensado por una mayor producción en Alemania, Polonia e Italia; y en cierta medida en Bélgica y Grecia.

En la Tabla 1.49. se muestra la producción de manzana estimada en la campaña 2014/2015, en miles de toneladas, por países de la UE-28.

Tabla 1.49. Estimación de la producción de manzana en la campaña 2014/2015 en los países miembros de la Unión Europea, en miles de toneladas.

PAÍS	2014/2015	PAÍS	2014/2015
Alemania	1036	Hungría	480
Austria	230	Irlanda	44
Bélgica	292	Italia	2388
Bulgaria	36	Letonia	12
Chipre	7	Lituania	30
Croacia	70	Luxemburgo	2
Dinamarca	24	Malta	0
Eslovaquia	46	Países Bajos	340

**Tabla 1.49. (Cont.) Estimación de la producción de manzana en la campaña 2014/2015 en los países miembros de la Unión Europea, en miles de toneladas.**

PAÍS	2014/2015	PAÍS	2014/2015
Eslovenia	70	Polonia	3300
España	455	Portugal	250
Estonia	2	Reino Unido	225
Finlandia	5	República Checa	123
Francia	1687	Rumanía	320
Grecia	231	Suecia	16
		<b>TOTAL</b>	<b>11721</b>

Fuente: Foreign Agricultural Service/EU-28

La previsión de cosecha de manzana de Polonia, que representa el 22,06% de la producción de la UE-28, es de 3,3 millones de toneladas, casi un 7% mayor a 2013, y casi un 27% mayor a la media de los últimos tres años y, por tanto, desde 2010 recupera su potencial después de diversos años con decrecimientos por daños climáticos.

En Italia en 2014, se prevé una de las producciones más elevadas de los últimos años con 2,3 millones de toneladas, que suponen un aumento del 7,16% respecto a 2013.

La cosecha en Francia se estima que se situará un 19,05% por debajo de la producción de 2013 y en niveles similares a la media de los últimos tres años. La alternancia productiva es importante en las regiones del sur.

La tendencia productiva de la manzana por variedades, en miles de toneladas, para la campaña 2014/2015 se muestra en la Tabla 1.50.

**Tabla 1.50. Estimación productiva de la manzana por variedades, en miles de toneladas, para la campaña 2014/2015 en la Unión Europea.**

VARIEDAD	2014/2015	VARIEDAD	2014/2015
Annurca	35	Jonagold	562
Boskoop	81	Jonagored	443
Braeburn	313	Jonathan	163
Bramley	83	Lobo	30
Cortland	25	Mogerdurf/imperatore	83
Cox Orange	33	Pinova	76
Cripps Pink	220	Red Delicious	635
Elstar	426	Red Jonaprince	97
Fuji	317	Reinette Gris de Canada	116
Gala	1294	Shampion	481
Gloster	200	Spartan	6
Golden Delicious	2587	Stayman	15
Granny Smith	356	Otras nuevas variedades	437
Idared	1096	Otras	1511
		<b>TOTAL</b>	<b>11721</b>

Fuente: Foreign Agricultural Service/EU-28

El grupo varietal más importante en Europa sigue siendo Golden y se estima que aumentará su producción en un 2,25% respecto a 2013 y un 5,21% respecto a la media del periodo 2011-2013. En segunda posición, se sitúa el grupo Gala. Las manzanas bicolors tempranas aumentan un 7,47%. En tercer lugar, la variedad Idared sobrepasa por segundo año consecutivo el millón de toneladas, lo que representa casi un 17% más que la media del periodo 2011-2013. La principal productora de esta variedad sigue siendo Polonia.

En la campaña 2014/2015, se estima que las exportaciones de manzana totales de la UE-28 disminuyan, como consecuencia de la prohibición de Rusia de importar manzanas desde la UE-28. En respuesta a esta prohibición, se trata de aumentar las exportaciones a otros destinos como África del Norte (Francia, Austria, Italia, Grecia, Polonia), Bielorrusia y Kazajstán (Bélgica, Polonia, Países Bajos), Oriente Medio (Francia, Italia, Polonia), Asia (Francia, Polonia, Italia) y Brasil (Alemania). No se prevé un incremento a Ucrania ya que este país también se ve afectada por la prohibición rusa de importar.

Se estima que las importaciones de manzana de la UE -28 disminuyan en la campaña 2014/2015 un 12%, ya que el mercado europeo está saturado de producción y la cantidad de manzanas que normalmente se exportaba a Rusia añade presión al mercado de la UE. Por ello, a los exportadores de fuera de la UE puede que les resulte más rentable exportar a otros destinos.

Las existencias de manzanas de la UE-28 el 1 de julio de 2014 ascendían a 384.877 toneladas, en comparación con las 150.884 del 1 de julio de 2013. Debido a la abundante producción nacional de la UE-28, los precios en 2014 fueron más bajos que en los dos últimos años, tanto para el productor como para el consumidor. Se espera que los precios se regulen en la segunda mitad de la campaña cuando las manzanas almacenas en frío o en atmósfera controlada se vayan agotando.

#### 4.1.3. SITUACIÓN DEL CULTIVO DEL MANZANO EN ESPAÑA

En este apartado se realiza un análisis de diferentes estadísticas referentes a las producciones, a la situación varietal y a las tendencias varietales de las nuevas plantaciones. Se analiza también la evolución de las importaciones y exportaciones y, finalmente, se exponen las previsiones de cosecha para la campaña 2014 y se hace un balance de este cultivo de cara a los próximos meses.

##### 4.1.3.1. Producción

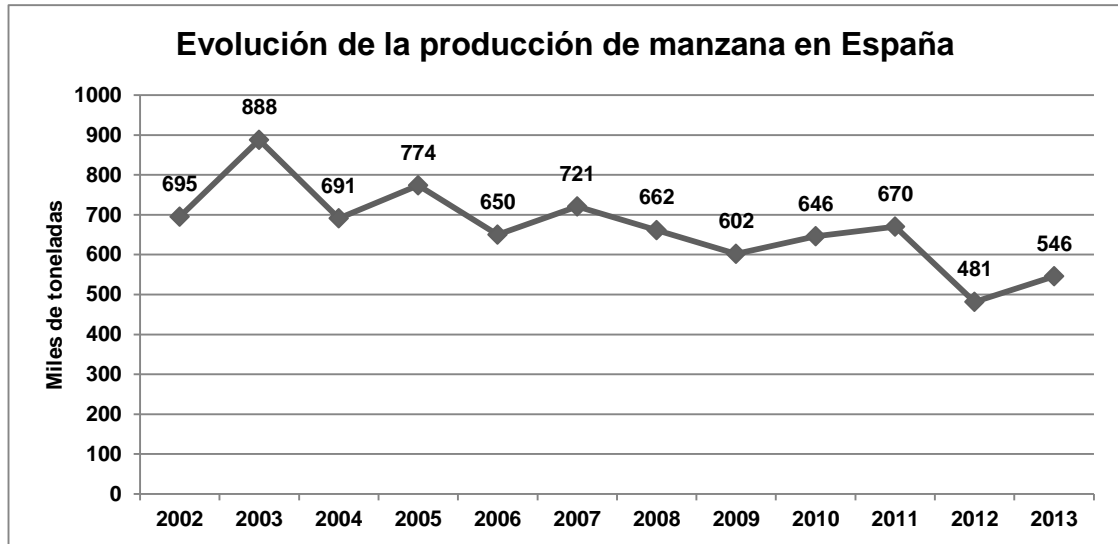
En España, la mayoría de las plantaciones de manzano, se ubican bajo condiciones climáticas caracterizadas por temperaturas diurnas estivales habitualmente superiores a los 30 o 35 °C, elevada intensidad lumínica y baja humedad ambiental, a las que el manzano presenta una deficiente adaptación.

Para la mayoría de variedades de manzano cultivadas en climas cálidos, la falta de color en variedades rojas o bicolors (Gala, Delicious, Jonagold, Fuji, etc.), la falta de firmeza en las del grupo Golden y el incremento de las pérdidas por golpes de sol, son factores limitantes que han ocasionado una pérdida notable de competitividad de nuestras producciones frente a las procedentes de países con climas más apropiados y frescos, como Francia o Italia (Hemisferio Norte), Chile, Brasil o Nueva Zelanda (Hemisferio Sur), entre otros.

Por otro lado, el constante declive de las producciones de manzana se ha debido también al auge de las diferentes especies de fruta de hueso, en especial al melocotonero.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, a lo largo del periodo 1985-2013 la superficie y la producción de manzana en España han disminuido drásticamente, llegando en 2013 a las 545.980 t procedentes de 30.791 ha, frente a los 1,04 millones de t y 59.300 ha cultivadas en 1985.

En la Figura 1.7. se muestra la evolución de la producción de manzana en España durante el periodo 2002-2013, en miles de toneladas.



Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)

Figura 1.7. Evolución de la producción de manzana en España, en miles de toneladas, para el periodo 2002-2013.

En 2012, se obtuvo la menor producción de manzana del periodo 2002-2013 con tan solo 481.000t, lo que unido a la baja producción en Europa, tiró los precios al alza (ver Figura 1.6.) tanto para los productores como para los consumidores.

Para la campaña 2014/2015 se prevé una producción de 455.000 t (ver Tabla 1.45.), un 16,67% menor que en 2013 y un 19,61% menor a la media de las últimas tres campañas. La región de Aragón, es la causante de este descenso por la escasa floración. No obstante, en Cataluña se prevé un ligero aumento, pues la región productora de Girona (con un peso del 35% del total catalán) durante 2014 prevé incrementar considerablemente su cosecha, recuperando los potenciales perdidos en 2013 por granizo.

En la Tabla 1.51. se muestra la distribución de la producción de manzana en España por provincias y comunidades autónomas. Los valores (t) corresponden a la cosecha de 2012.

Tabla 1.51. Distribución de la producción (t) de manzana por provincias y comunidades autónomas, en 2012.

<b>GALICIA</b>	84.390	<b>A Coruña</b>	18.148	<b>MADRID</b>	248	<b>CASTILLA LA MANCHA</b>	4.355	<b>Albacete</b>	300
		<b>Lugo</b>	27.419		<b>Ciudad Real</b>			1.200	
		<b>Ourense</b>	20.113		<b>Cuenca</b>			1.500	
		<b>Pontevedra</b>	18.710		<b>Guadalajara</b>			399	
<b>ASTURIAS</b>	9.120				<b>Toledo</b>			956	
<b>CANTABRIA</b>	130								



Tabla 1.51. (Cont.) Distribución de la producción (t) de manzana por provincias y comunidades autónomas, en 2012.

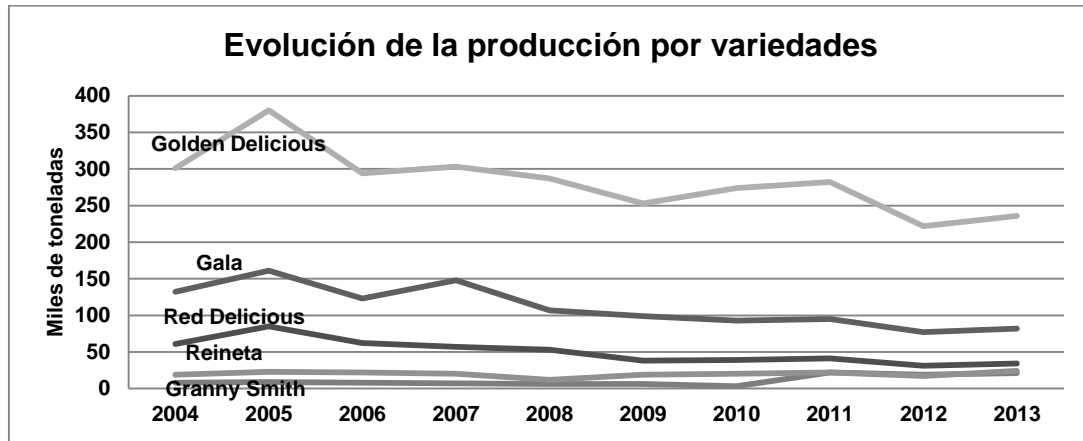
<b>ARAGÓN</b>	63.810	<b>Huesca</b>	12.525	<b>C. VALENCIANA</b>	12.537			
		<b>Teruel</b>	925		<b>MURCIA</b>	3.548		
		<b>Zaragoza</b>	50.360		<b>NAVARRA</b>	12.007		
<b>LA RIOJA</b>	9.565			<b>EXTREMADURA</b>	587	<b>Badajoz</b>	358	
<b>CATALUÑA</b>	236.641	<b>Barcelona</b>	1.428			<b>Cáceres</b>	229	
		<b>Girona</b>	83.766	<b>ANDALUCÍA</b>	8.816	<b>Almería</b>	251	
		<b>Lleida</b>	150.047			<b>Cádiz</b>	65	
		<b>Tarragona</b>	1.400			<b>Córdoba</b>	1.247	
<b>BALEARES</b>	347	<b>Granada</b>	5.820					
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	20.900	<b>Ávila</b>	960	<b>Huelva</b>	300	<b>Jaén</b>	483	
		<b>Burgos</b>	2.700	<b>Jaén</b>	483	<b>Málaga</b>	485	
		<b>León</b>	5.900	<b>Málaga</b>	485	<b>Sevilla</b>	165	
		<b>Palencia</b>	1.300	<b>CANARIAS</b>	2.605	<b>Las Palmas</b>	1.920	
		<b>Salamanca</b>	65			<b>S.C. de Tenerife</b>	685	
		<b>Segovia</b>	75	<b>PAÍS VASCO</b>	11.617	<b>Álava</b>	866	
		<b>Soria</b>	7.150			<b>Guipúzcoa</b>	7.502	
		<b>Valladolid</b>	300			<b>Vizcaya</b>	3.249	
		<b>Zamora</b>	2.450					

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)

En España, el cultivo del manzano está ubicado mayoritariamente en zonas de llanura. La principal área productora es el Valle del Ebro, donde se encuentra el 69% de la superficie cultivada. Cataluña y Aragón son las dos principales regiones productoras, seguidas por Navarra, La Rioja, Castilla y León y la Comunidad Valenciana, entre otras.

Desde el punto de vista varietal, el grupo Golden sigue siendo el más importante en España (54,52% de la producción), aunque ha experimentado un importante retroceso en los últimos años, al igual que el grupo Red Delicious. Esta disminución ha sido compensada en gran medida por el incremento de Gala, Fuji y en menor medida Pink Lady, por estar su producción limitada a las directrices del club.

En la Figura 1.8. se muestra la evolución de la producción de las principales variedades de manzana en España, en miles de toneladas, en el periodo 2004-2013.



Fuente: World Apple Pear Association (WAPA)

Figura 1.8. Evolución de la producción de las principales variedades de manzana en España, en miles de toneladas, para el periodo 2004-2013.

El retroceso experimentado por la variedad Golden, es debido a que la calidad obtenida (en cuanto a firmeza y textura) no es competitiva en comparación con la misma variedad importada de Francia o Italia. En el caso de Gala, el retroceso de los últimos años se ha debido a la falta de coloración de los clones (Royal Gala, Mondial Gala y Galaxy), lo que ha obligado a cambiarlos por otros de mejor coloración, cambio ralentizado por el fuerte auge de las plantaciones de nectarina y melocotón.

#### 4.1.3.2. Exportación

Las exportaciones españolas durante el periodo 2007-2013 fueron menos de la mitad de las importaciones y alcanzaron una media anual de 112.940 t. Esta cantidad, supone el 18,2% de la producción nacional, que para dicho periodo fue de 620.000 t.

En la Tabla 1.52. se muestra la evolución de las exportaciones de manzana de España, en toneladas, para el periodo 2007-2013, por países de destino.

Tabla 1.52. Evolución de las exportaciones de manzana en España (t) en el periodo 2007-2013, por países de destino.

PAÍS	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
Francia	35078	43194	29540	37495	34987	48987	40472	38536	34,1%
Portugal	21238	20440	15204	14200	13743	16052	16555	16776	14,9%
Argelia	10505	13067	10711	7544	10162	7289	5760	9291	8,2%
Reino Unido	6168	5623	5525	7726	11429	15919	10302	8956	7,9%
Marruecos	4257	4676	7595	12485	8990	7343	8747	7728	6,8%
Rusia	2732	6991	3262	9388	10155	2965	1097	5227	4,6%
Italia	949	5712	4281	2007	3718	3755	1910	3190	2,8%
Alemania	3227	4491	1530	2335	3401	2305	3867	3022	2,7%
Países Bajos	2764	2102	1957	3597	4164	3208	3200	2999	2,7%
Bélgica	2549	2659	2298	3564	1820	497	729	2017	1,8%
Suecia	1246	1835	1633	2288	2822	2619	1488	1990	1,8%
Mauritania	1737	1438	1621	1619	1570	1842	1704	1647	1,5%
Brasil	572	273	473	1014	3074	3063	2623	1585	1,4%
Polonia	673	1206	793	684	5998	902	509	1538	1,4%

**Tabla 1.52. (Cont.) Evolución de las exportaciones de manzana en España (t) en el periodo 2007-2013, por países de destino.**

<b>Emiratos Árabes</b>	32	305	39	478	3092	3582	1864	1342	1,2%
<b>Colombia</b>	19	0	15	571	2815	1523	611	793	0,7%
<b>Rumanía</b>	152	2172	142	125	430	52	686	537	0,5%
<b>Grecia</b>	228	728	324	5	355	866	1103	516	0,5%
<b>Andorra</b>	481	457	426	500	431	456	443	456	0,4%
<b>Irlanda</b>	62	22	144	431	841	753	314	367	0,3%
<b>República Checa</b>	40	200	94	58	233	89	230	135	0,1%
<b>Otros</b>	1692	3742	1941	3653	8190	5931	4902	4293	3,8%
<b>TOTAL</b>	96401	121333	89548	111767	132420	129998	109116	112940	

Fuente: DataComex

La evolución de las exportaciones de manzana en España desde el año 2000, con 65.538 t exportadas, sigue una tendencia positiva. No obstante, se ha de tener en cuenta que los datos aportados incluyen tanto producto con destino al mercado en fresco como industrial. Las exportaciones españolas se dirigen principalmente a Francia (34,1%) y Portugal (14,9%).

#### 4.1.3.3. Importación

En España, el sector productor de manzana no ha sido capaz de organizarse y ofrecer la calidad y la presentación demandada por operadores comerciales y consumidores, a lo largo del tiempo. A ello ha contribuido también, que la calidad obtenida en zonas de llanura no ha sido la requerida para ser competitivos en un mercado global.

El descenso de competitividad, se ha traducido en importaciones considerables, por parte de la gran distribución e importantes operadores comerciales, para abastecer la demanda por fruto de calidad.

Las importaciones para consumo en fresco a lo largo del periodo 2007-2013 alcanzaron una media anual de 247.496 t (ver Tabla 1.53).

En la Tabla 1.53. se muestran la evolución de las importaciones de manzana en España (t) en el periodo 2007-2013 y, por países de origen, el porcentaje de importación respecto al total de cada país y la media de toneladas importadas anual y por cada país.

**Tabla 1.53. Evolución de las importaciones de manzana en España (t) en el periodo 2007-2013, media y carga productiva, por países de origen.**

PAÍS	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MEDIA	%País/total
<b>Francia</b>	107036	99941	110247	111204	118171	84272	73029	100557	40,6%
<b>Italia</b>	50193	47383	67666	73928	61711	76560	81560	65572	26,5%
<b>Chile</b>	30001	30521	21700	21815	20788	16931	18767	22932	9,3%
<b>Portugal</b>	8652	8805	14267	13022	18726	16198	16930	13800	5,6%
<b>Alemania</b>	14869	13304	10464	11851	9430	9224	4448	10513	4,2%
<b>Argentina</b>	13475	8835	5413	3413	4606	1891	2994	5804	2,3%
<b>Bélgica</b>	8016	5270	7020	6148	3665	4748	5394	5752	2,3%
<b>Brasil</b>	7135	5970	2665	6487	5079	4788	3636	5109	2,1%

**Tabla 1.53. (Cont.) Evolución de las importaciones de manzana en España (t) en el periodo 2007-2013, media y carga productiva, por países de origen.**

China	9599	11375	4103	2994	1488	678	3625	4837	2,0%
Nueva Zelanda	1554	2119	3240	3506	2916	736	3481	2507	1,0%
Países Bajos	3279	2208	2825	1414	993	665	2602	1998	0,8%
Reino Unido	13	12	156	57	4827	4948	3150	1880	0,8%
Austria	154	312	413	716	667	3818	4992	1582	0,6%
Polonia	25	266	966	352	0	3846	12923	2625	1,1%
República Checa	0	871	192	1353	276	1322	203	602	0,2%
Uruguay	1888	479	135	273	422	154	92	492	0,2%
Sudáfrica	1240	1228	202	136	122	297	1146	624	0,3%
Otros	711	320	153	103	207	231	442	310	0,1%
<b>TOTAL</b>	<b>257840</b>	<b>239219</b>	<b>251827</b>	<b>258772</b>	<b>254094</b>	<b>231307</b>	<b>239414</b>	<b>247496</b>	

Fuente: DataComex

Los principales países exportadores son Francia (40,6%) e Italia (26,5%). Las principales variedades importadas son Golden, Gala, Red Delicious y Fuji.

#### 4.1.3.4. Precio

En la Tabla 1.54. se muestra la evolución del precio de la manzana en España a lo largo de la campaña y el precio medio anual, en €/100kg, para el periodo 2007-2012.

**Tabla 1.54. Evolución de los precios de manzana a lo largo de la campaña, en €/100kg. Periodo 2007-2014.**

CAMPAÑA	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AÑO
2007/2008	72	62	60	56	54	55	54	55	54	55	59	59	58
2008/2009	57	59	55	56	58	55	54	53	52	61	53	44	55
2009/2010	46	46	48	48	50	47	51	52	48	56	49	50	49
2010/2011	57	53	58	59	58	58	57	57	54	53	51	52	56
2011/2012	58	56	62	62	59	60	61	62	61	59	58	57	60
2012/2013	60	64	70	69	70	73	77	85	88	90	90	94	78
2013/2014	87	73	72	68	65	63	62	57	53	48	47	43	62

Fuente: Agricultural Market Information System (AMIS)

El adecuado nivel de los precios de la manzana al final de la campaña 2012/2013, a medida que fueron avanzando los meses, se corrigió a la baja. Así los precios sufrieron un progresivo e importante deterioro desde marzo de 2014 hasta final de la campaña (julio de 2014) por una situación complicada ante la abundante oferta, la insuficiente demanda y la falta de fluidez de los mercados.

El importante stock acumulado en Francia e Italia por la mayor cosecha de 2013, y su destino hacia España a bajos precios, influyó en el descenso de los precios. Los bajos precios de final de campaña 2013/2014, marcaron el inicio de la campaña 2014/2015 con precios inferiores a lo que es habitual.

#### 4.1.3.5. Comercialización

La manzana se comercializa en España durante todo el año, con un incremento de las ventas en los meses de recolección de septiembre y octubre.

La conservación de la fruta en cámaras de conservación de frío (por un período inferior a cuatro meses) o de atmósfera controlada (por un periodo superior a cuatro meses), permite la comercialización en origen todo el año.

En la Tabla 1.55. se muestra el calendario de comercialización de la manzana, por variedades más representativas, en la Red de Mercas de España, en porcentaje. En sombreado se distinguen los meses en los que el producto comercializado es de importación.

**Tabla 1.55. Calendario de comercialización de la manzana por variedades, en porcentaje. En los meses sombreados el producto comercializado no es nacional.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Golden</b>	20	20	30	35	30	30	20	30	30	30	30	35
<b>Starking</b>	15	15	10	10	15	15	15	15	15	10	15	15
<b>Royal Gala</b>	15	15	10	10	10	5	15	10	10	10	10	10
<b>Pink Lady</b>	5	3	3									
<b>Red Chief</b>	5											
<b>Fuji</b>	10	15	15	15	20	15	15	15	15	15	15	15
<b>Granny Smith</b>	10	12	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10
<b>Reineta</b>	15	15	15	15	10	10	5	10	10	10	10	10
<b>Otras</b>	5	5	2	5	5	15	30	10	10	10	10	10

Fuente: Mercasa

El 28% de las ventas de manzana corresponde a la variedad Golden. Por detrás, con porcentajes sobre el total de ventas similares, la siguen: Fuji (15%), Starking (14%), Royal Gala (12%), Reineta (11%) y Granny Smith (10%).

El consumo de manzana sigue una tendencia decreciente desde 1989, aunque mucho menor que la disminución de las producciones españolas. Así en la manzana se ha pasado de un consumo de 15 a 11 kg/persona y año, muy inferior a la mayoría de países europeos.

Por segmentos, el 90,5% del consumo de manzana se produce en los hogares, el 4,8% en hostelería y restauración y el 4,7% restante en las instituciones.

En la Tabla 1.56. se muestra el consumo (kg) per capita de manzana en los hogares en el periodo de diciembre de 2013 a noviembre de 2014.

**Tabla 1.56. Consumo (kg) per capita de manzana en los hogares mensual y anual. Periodo 2013-2014.**

DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	AÑO
0,85	1,02	1,02	1,16	1,06	1,01	0,71	0,56	0,50	0,89	1,17	1,02	10,97

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)

El consumo de la manzana en los hogares, es casi constante a lo largo de todo el año. Sin embargo, se produce un pequeño incremento durante los meses de octubre a noviembre y un pequeño descenso en verano, en concreto en los meses de junio y agosto.

La manzana es una de las frutas con pepita con mayor peso (10%) en la cesta de la compra. Junto con la pera (5%) y los cítricos (27%) suponen casi la mitad del total de frutas frescas consumidas en los hogares.

#### 4.1.4. SITUACIÓN DEL CULTIVO DEL MANZANO EN CASTILLA Y LEÓN

En el año 2014, Castilla y León cuenta con una superficie frutícola de 7.205 ha. Las provincias que más superficie tienen de la Comunidad, son Salamanca (1.536 ha), Ávila (1.266 ha), León (1.177 ha) y Burgos (1.165 ha), ya que entre las cuatro superan el 70% de la superficie dedicada a frutales en la región. Las principales zonas de cultivo son: El Bierzo en León, Valle de las Caderechas en Burgos, Valle de Tiétar en Ávila, El Burgo de Osma y Ágreda en Soria, Sierra de Francia y Arribes del Duero en Salamanca, la Vega de Toro y Valles de Benavente en Zamora. En general, salvo contadas excepciones, los cultivos se llevan a cabo en parcelas pequeñas, aunque hay plantaciones modernas totalmente tecnificadas.

Los principales cultivos frutícolas de Castilla y León son manzanas, peras y cerezas. En la Tabla 1.57. se muestra el número de ha totales, de secano y de regadío, por cultivo frutícola, según los resultados de la encuesta sobre superficies, del año 2014, en Castilla y León.

**Tabla 1.57. Número de ha totales, de secano y de regadío, por cultivo frutícola, en Castilla y León, en el año 2014.**

Cultivo frutícola	Secano	Regadío	Total
Manzano	2086	2168	4254
Peral	219	907	1126
Membrilero	44	11	55
Albaricoquero	4		4
Cerezo y guindo	1309	68	1377
Melocotonero y nectarinas	6	29	35
Ciruelo	93		93
Higuera	261		261
<b>TOTAL</b>	<b>4022</b>	<b>3183</b>	<b>7205</b>

Fuente: Encuesta sobre superficies (2014)

En el año 2014, las plantaciones de manzanos, ocupan el 59% de la superficie frutícola de Castilla y León. El manzano, ha tenido un descenso de la superficie desde el año 2000 debido a que muchas de esas plantaciones no tenían un fin empresarial sino más bien un aprovechamiento familiar y de autoconsumo. Sin embargo, el cambio que se ha producido es hacia una explotación más profesional y rentable, y desde 2007 se aprecia una recuperación, debido fundamentalmente, a la inversión realizada por una Sociedad Agraria de Transformación en la provincia de Soria.

En la campaña 2014/2015, la producción de manzana ascendía a 33.044 t, un 58,1% más que en 2012, que representa el 7% de producción de España. Castilla y León, es la cuarta Comunidad en producción detrás de Cataluña, Galicia y Aragón (ver Tabla 1.51).

El consumo per capita de manzana, en Castilla y León, en el periodo de diciembre de 2013 a noviembre de 2014, fue de 13,86 kg, un 26,3% más que la media española (ver Tabla 1.56.).

En la campaña 2013/2014, el precio medio del kilo de manzanas, fue de 0,65€, un 4,8% más caro respecto el precio medio español (ver Tabla 1.54.).

En Castilla y León, están reconocidas 6 Organizaciones de Productores de Frutas. La calidad de las producciones de fruta, debido a unas características especiales de clima y suelo, les ha permitido amparar sus frutos con figuras de calidad como la Denominación de Origen Protegida Manzana Reineta del Bierzo, Marca de Garantía Pera conferencia del Bierzo, Marca de Garantía Cereza de Las Caderechas, Marca de Garantía Manzana reineta de Las Caderechas y Marca de Garantía Cereza de la Sierra de Francia. Es en esta diferencia, por su calidad, donde el sector debe potenciar su crecimiento de mercado, y explotar esta fortaleza para asegurar su futuro.

## 4.2. CADENA DE VALOR

### 4.2.1. ESTRUCTURA GENERAL

La cadena de valor representa el conjunto de actividades necesarias para la comercialización y el consumo de la manzana, en condiciones óptimas, en áreas alejadas geográficamente de la producción.

En la Figura 1.9. se muestra cada una de las etapas de la cadena de valor de la manzana.



Figura 1.9. Etapas de la cadena de valor de la manzana.

En cada una de las etapas de la cadena, se desarrollan actividades que añaden valor al producto y que conllevan un coste asociado que asume el agente que las realiza. A continuación, se describe brevemente cada etapa:

#### • Producción

En la etapa de producción se prepara la tierra, se realizan las labores de mantenimiento de la plantación y se recolecta la fruta que se traslada a la central hortofrutícola.

La aplicación de técnicas de producción integrada no implica la obtención de mejores precios de venta de la manzana, aunque si preferencia de venta y acceso a mercados más exigentes, lo cual es un aspecto positivo.

#### - Productores

Los productores son fruticultores individuales o integrados en una cooperativa (empresa asociativa) que realizan la actividad de cultivo, recolección y el transporte a la central hortofrutícola.

Las cooperativas pueden estar constituidas en Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH), para conseguir mayores cotas de concentración de la

oferta, y realizar, en caso necesario, intervenciones en el mercado, dirigidas a la regulación de precios a través de la retirada de producto.

En España, el reducido tamaño de las explotaciones de fruta (casi el 75% de las explotaciones frutales de regadío tienen menos de 5 ha) tiene un impacto destacado en la dificultad para conseguir economías de escala.

- **Comercialización en origen**

El productor vende la producción de manzanas a una central hortofrutícola para su manipulación, confección y comercialización.

- Corredores

Los corredores son agentes independientes que se encargan de realizar la gestión de compras por los mayoristas en destino, a cambio de una comisión en función del volumen gestionado.

Los mayoristas delegan la compra en los corredores fundamentalmente por el mejor conocimiento con el que éstos cuentan sobre las explotaciones y producciones.

- Centrales hortofrutícolas

Las centrales hortofrutícolas son centros en origen donde se aprovisiona el producto y manipula y se realiza la logística necesaria para su envío a los clientes en los mercados nacionales e internacionales.

Las centrales hortofrutícolas tipo cooperativa, consiguen retener parte del valor añadido incorporado al producto en la fase de confección, lo que es algo favorable para los productores.

- **Comercialización en destino**

La comercialización en destino, se realiza principalmente a través de mayoristas asentados en los puestos de venta. Si bien, la gran distribución, dispone de plataformas en destino que realizan la labor logística de recepción de producto, preparación de pedidos y reparto a los puntos de venta.

- Centrales de compra

La gestión de las compras en los grandes distribuidores se realiza a través de una central de compras, que se encarga de negociar y gestionar las compras de frutas y hortalizas, tanto a nivel nacional como internacional, para todos los puntos de venta del distribuidor. Estas centrales de compra se aprovisionan tanto en cooperativas, como en centrales hortofrutícolas privadas.

- Plataformas de distribución

Las plataformas de distribución reciben el producto desde las centrales hortofrutícolas, gestionan los pedidos de los puntos de venta, preparan los pedidos y se encargan del envío mediante transporte propio a los diferentes puntos de venta.

- Corredores

Algunos detallistas delegan la compra del producto a los mayoristas a través de un corredor especializado, a cambio de una comisión.

- Mayoristas

Los mayoristas en destino son fundamentalmente empresas de frutas y hortalizas (1200 empresas hay en España) asentadas en la red de Mercas (23), que venden su producto a distribuidores detallistas.



- **Venta en tienda**

En el punto de venta, se comercializa la manzana a granel (venta asistida) o envasada (libre servicio).

- Tiendas tradicionales

Son superficies de venta al público de reducido tamaño, por el número de puntos de venta con que cuenta, la cifra de empleados y la dimensión del establecimiento.

La distribución o canal de venta tradicional, ha ido perdiendo peso frente a la distribución moderna. Sin embargo, la tienda tradicional continúa siendo el minorista mayoritario en la venta de frutas y hortalizas frescas.

- Supermercados/Hipermercados

Mediana o gran superficie que oferta un amplio rango de productos. Pertenecen a grandes grupos de distribución minorista que concentran la demanda de los distintos puntos de venta, lo que les confiere un gran poder de negociación frente a los proveedores.

La venta de la manzana en fresco principalmente se reparte entre las tiendas tradicionales (45%) y distribución moderna, supermercados (30%) e hipermercados (10%).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que además de la venta en tienda, existe una parte del volumen de manzana comercializada que se destina al canal Horeca o que se consume a través de instituciones (colegios, empresas, hospitales...). Además del producto destinado a industria que, en el caso de la manzana, tiene un peso destacado.

En la actualidad, existen múltiples vías de comercialización de la manzana, en función del grado de integración de los agentes, tanto en origen como en destino.

En Castilla y León se cuantifican 7.234 establecimientos comerciales minoristas especializados en alimentación. Valladolid tiene el 20,1%, León llega al 19,3%, Salamanca cuenta con un 14,1%, Burgos tiene el 13,9%, Palencia un 7,1%, Ávila un 7,2%, Zamora un 8,0%, Segovia un 6,6%, y, por último, Soria un 3,6%. En el conjunto de la comunidad autónoma hay instalados 1.200 supermercados y 23 hipermercados. Castilla y León cuenta con 1.774 actividades de comercio ambulante y mercadillos, cerca del 4,5% en el total nacional.

#### 4.2.2. CONFIGURACIÓN DE LAS CADENAS DE VALOR

El precio de la manzana depende de la vía de aprovisionamiento/comercialización que dibujen los agentes. En la Figura 1.10. se muestran las dos configuraciones y vías de comercialización, que se identifican como más representativas.



Figura 1.10. Principales vías de comercialización de la manzana.

### 4.3. CONCLUSIONES

La producción de manzana en España se encuentra inmersa, en las dos últimas décadas, en un intenso proceso de reconversión, tratando de adaptar la estructura productiva a los condicionantes tecnológicos, comerciales y edafoclimáticos de las diferentes zonas de producción, caracterizadas por climas secos y calurosos. Así, el manzano, muestra un retroceso continuado desde mediados de la década de los años 90, compensado por un incremento muy importante de la producción de las especies de hueso, en particular del melocotonero. Para compensar la disminución de la producción de manzana, las importaciones representan en la actualidad más de la mitad de la producción nacional.

Para poder ofertar producciones competitivas en cantidad y calidad, el cultivo del manzano pasa por la disponibilidad creciente de nuevas variedades capaces de proporcionar una buena coloración y/o calidad, incluso en climas cálidos (mutantes de los principales grupos varietales como Golden, Gala o Fuji) y nuevas variedades de alta coloración y/o firmeza. El desarrollo a escala comercial de nuevas variedades resistentes a las principales plagas y enfermedades, se encuentra en su fase inicial y puede permitir, en un futuro, una producción más sostenible.

Otra opción, a más largo plazo, pasa por reubicar el cultivo en zonas de mayor altitud, proceso ya iniciado en los últimos años, a semejanza de lo que hicieron Italia y Francia décadas atrás.

A nivel de mercados, destacar que el inicio de la campaña de la manzana 2014/2015 llega de la campaña anterior con una situación de precios claramente insuficientes. La importante crisis de precios en melocotón ha influenciado a la baja los precios de las variedades de verano de manzana y a ello se añaden las consecuencias negativas del veto de Rusia a las importaciones de fruta de la Unión Europea (las exportaciones medias de la UE-28 hacia Rusia para el periodo 2011-2013 fueron, para la manzana, de 722.867 t).

Además, el consumo de manzana sigue una tendencia decreciente desde 1989, aunque mucho menor que la disminución de las producciones españolas. Así,

en la manzana, se ha pasado de 15 a 11 kg/persona y año, muy inferior a la mayoría de países europeos.

Sin embargo, cabe reseñar una serie de puntos positivos. La calidad y la producción esperadas en manzana para 2014, son muy buenas por la ausencia de condiciones climáticas adversas a lo largo de la campaña. Además, se han propuesto varias campañas publicitarias que fomentan el consumo de frutas y verduras, con lo que se espera que aumente el consumo y, por tanto, la demanda de esta fruta con unas excelentes características dietéticas y una cantidad innumerable de propiedades benéficas. Por otra parte, la aplicación de técnicas de producción integrada no implica la obtención de mejores precios de venta de la manzana, aunque sí preferencia de venta y acceso a mercados más exigentes.

## **5. REGLAMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN INTEGRADA EN CASTILLA Y LEÓN**

La Producción Integrada, es el sistema agrícola de producción que utiliza los mecanismos de regulación naturales, teniendo en cuenta la protección del medio ambiente, la economía de las explotaciones y las exigencias sociales y de acuerdo, con los requisitos que se establecen para cada cultivo, en su correspondiente Reglamento Técnico de Producción.

La regulación de la Producción Integrada de productos agrícolas en Castilla y León, se recoge en el Decreto 208/2000, de 5 de octubre de 2000 (BOCyL nº 198, de 11 de octubre). Su normativa se desarrolla en las siguientes órdenes:

- Orden de 26 de marzo de 2001, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se regula el funcionamiento del Registro de Productores y Operadores de Producción Integrada en Castilla y León (BOCyL nº 69 de 5 de abril de 2001).
- Orden de 30 de julio de 2002, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, (BOCyL nº 154, de 9 de agosto de 2002), por la que se establecen:
  - o El Reglamento de uso y el distintivo de la identificación de garantía de Producción Integrada.
  - o El distintivo correspondiente a la “Fase de Implantación de Producción Integrada de Castilla y León”.
  - o El procedimiento para la concesión de autorizaciones para la utilización de la identificación de garantía “Producción Integrada de Castilla y León”.

Y se faculta a dictar los Reglamentos Técnicos Específicos para cada cultivo o grupo de cultivos.

- Resolución de 17 de diciembre de 2002, de la Dirección General de Producción Agropecuaria, por la que se aprueba el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales.

Posteriormente, el Reglamento ha sido modificado puntualmente, por la necesidad de adaptar las diversas sustancias activas permitidas, su modo de acción, comportamiento en suelo, modo de empleo y control de sus residuos.

- Resolución de 17 de marzo de 2010, de la Dirección General de Producción Agropecuaria, por la que se refunde el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita (BOCyL nº 68, de 12 de abril de 2010).
- Resolución de 18 de junio de 2012, de la Dirección General de Producción Agropecuaria y Desarrollo Rural, por la que se modifica la Resolución de 17 de marzo de 2010, de la Dirección General de Producción Agropecuaria, y se refunde el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita (BOCyL nº 68, de 12 de abril de 2010).
- Resolución de 11 de mayo de 2015, de la Dirección General de Producción Agropecuaria y Desarrollo Rural, por la que se refunde el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita (BOCyL nº 119, de 24 de junio de 2015).

A continuación, se muestran los anexos correspondientes al nuevo Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita en Castilla y León.

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p><b>1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de proceder a la plantación es necesario examinar el perfil del suelo, efectuar el muestreo, analizar las muestras de suelo obtenidas y proceder a corregir los posibles desequilibrios mediante enmiendas previas.</li> <li>• Siempre que sea necesario se adoptarán medidas de conservación del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfección química del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se preferirán emplazamientos de suelos con una profundidad adecuada para el equilibrio de los árboles, bien drenados y de textura media.</li> <li>• Siempre que sea posible, la disposición de las hileras será tal que se minimice la erosión del suelo.</li> <li>• En caso de replantaciones, se recomienda desinfectar el suelo mediante la técnica de solarización.</li> </ul>
<p><b>2.- MATERIAL VEGETAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se admiten las variedades y portainjertos existentes en las plantaciones actuales.</li> <li>• En las plantaciones nuevas se escogerán las variedades y portainjertos más adecuados a la zona de cultivo. Se utilizará material vegetal certificado que irá siempre acompañado del correspondiente Pasaporte Fitosanitario.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las nuevas plantaciones, se recomiendan las variedades siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variedades recomendadas en plantaciones de manzanos: grupo Reinetas, grupo Golden, grupo Red Delicious, grupo Gala, grupo Granny Smith, grupo Fuji.</li> <li>- Variedades polinizadoras recomendadas en plantaciones de manzanos: grupo Red Delicious, grupo Granny Smith, Belleza de Roma.</li> <li>- Variedades recomendadas en plantaciones de perales: Conferencia, grupo Williams, General Leclerc, Passa Crassana.</li> <li>- Variedades polinizadoras recomendadas en plantaciones de perales: grupo Williams, Passa Crassana.</li> </ul> </li> </ul>

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p><b>3.- PLANTACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los polinizadores se tendrían que distribuir uniformemente y en cantidad suficiente. En casos de hileras enteras se establece un mínimo del 20% de polinizadores.</li> <li>• Cuando se establezca otra distribución, la distancia entre polinizadores (tanto si se utilizan pies enteros como ramas injertadas de la variedad polinizante sobre la principal) no superará los 18 metros.</li> <li>• La distancia entre árboles debe permitir a la combinación variedad-portainjerto escogida, asegurar que cada árbol disponga de suficiente espacio durante su vida productiva, sin necesidad de realizar podas severas.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda la utilización de agentes polinizantes (abejas, atrayentes, etc.).</li> <li>• Las hileras de la plantación se orientarán, si es posible, de norte a sur, para obtener frutos de maduración y coloración uniformes.</li> </ul>
<p><b>4.- PODA Y ACLAREO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El árbol debe ser conducido y podado de forma que se consiga una plantación uniforme, un equilibrio entre la vegetación y la producción y a la vez que permita la suficiente penetración de luz y de los productos de defensa sanitaria aplicados.</li> <li>• El equilibrio de los árboles deberá controlarse con medidas culturales, fertilización, suministro adecuado de agua o regulación del número de frutos cuajados por árbol.</li> <li>• Únicamente se admitirán fitoreguladores según las especificaciones y restricciones de los CUADROS Nº 1 y Nº 2 para los siguientes usos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aclareo - Anticaída.</li> <li>- Russetting (salvo en variedades en que no constituya característica típica).</li> <li>- Cuajado del fruto.</li> <li>- Crecimiento del árbol.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar productos de síntesis mejorantes del color o agentes de maduración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar un sistema de aclareo de frutos cuando sea necesario.</li> <li>• En árboles de vigor medio-alto se realizará una poda de verano en junio, y si es necesario, se repetirá la operación a principios de agosto, para eliminar o recortar los brotes del año más vigorosos.</li> </ul>

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p>5.- FERTILIZACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizarán análisis de suelo como mínimo cada 4 años. Si el análisis de suelo no se ha realizado nunca será necesario efectuar un análisis físico - químico en el primer año de aplicación de las normas de Producción Integrada.</li> <li>Se establecerá un Plan de Abonado considerando los resultados de los análisis citados, la composición del agua de riego, los rendimientos, la edad de la plantación, la calidad del fruto, un examen visual del comportamiento de la plantación, el sistema de manejo de la plantación y el tipo de suelo.</li> <li>Se establece un máximo de aportaciones nitrogenadas, así como de fósforo, potasio y magnesio, en Unidades Fertilizantes por hectárea y año, según el CUADRO N° 3. Se fraccionará el abonado nitrogenado y se escogerá el tipo de abono más oportuno en función del manejo del agua de riego, de la pluviometría, del tipo de suelo, de la época del año y de la problemática específica de la plantación.</li> <li>Se tendrá especial cuidado en el mantenimiento de niveles adecuados de Calcio y Boro en el suelo, realizándose aplicaciones foliares de calcio y boro para prevenir las fisiopatías relacionadas con ambos elementos.</li> <li>Se realizarán las enmiendas necesarias para mantener el pH del suelo en un rango comprendido entre 5.5 y 7.5.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los materiales con valor fertilizante aportados al suelo no superarán los límites establecidos de metales pesados ni estarán contaminados por microorganismos patógenos.</li> <li>Aportaciones al suelo de quelatos u otras formulaciones de micronutrientes salvo en situaciones y supuestos impredecibles cuando los análisis o la experiencia contrastada demuestren que son impredecibles para una adecuada producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizarán preferentemente los abonos nitrogenados de liberación lenta frente a los abonos en forma amoniacal, y éstos sobre los abonos en forma nítrica.</li> <li>Las aplicaciones de abonos foliares serán las mínimas y sólo se utilizarán cuando esté plenamente justificado como consecuencia de los análisis de hoja o fruto, carencias manifiestas o problemas nutritivos o de calidad en años anteriores.</li> <li>En la zona del Bierzo (León) se realizarán anualmente al menos 6 aplicaciones foliares de calcio y 2 de boro.</li> <li>Se recomienda el aporte de materia orgánica cuando su contenido en el suelo sea inferior al 1 %.</li> <li>Se efectuará un seguimiento anual del estado nutritivo de la plantación mediante análisis foliares o de frutos.</li> </ul>



PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p><b>6.- MANEJO DE LA CUBIERTA VEGETAL DEL SUELO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El espacio entre hileras será ocupado por la cubierta vegetal, bien sea de flora espontánea o bien sembrada; salvo que haya grave riesgo de infección de moteado o de helada, en cuyo caso se utilizará el laboreo superficial en la calle para romper la cubierta vegetal.</li> <li>En el supuesto de que se utilicen herbicidas, la aplicación se hará en el momento de máxima sensibilidad y a las dosis mínimas.</li> <li>La zona sin cubierta vegetal supondrá menos del 30% de toda la superficie, con una anchura máxima de 1 metro bajo los árboles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de materias activas no incluidas en el CUADRO Nº 4.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se puede realizar un control de la cubierta vegetal existente bajo los árboles de la hilera. A este efecto se utilizarán preferentemente métodos culturales como el acolchado, mecánicos como la siega, o bien alguna de las materias activas de herbicidas que figuran en el CUADRO Nº 4.</li> </ul>
<p><b>7.- RIEGO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El agua para el riego se utilizará con criterios de máxima eficiencia y según las necesidades mínimas y el balance hídrico en cada momento. A tal efecto se ajustarán las dosis y los riegos a las necesidades de los cultivos y el agua se distribuirá uniformemente en las parcelas con limitación de las pérdidas que se produzcan por percolación y escorrentía.</li> <li>Cada 3 años se examinarán las instalaciones de microirrigación, para asegurar una óptima eficiencia del riego (Coeficiente de Uniformidad &gt; 80 %), la fertilización y el buen funcionamiento de las instalaciones.</li> <li>En el caso del riego a pie, se exigirá una nivelación cuidadosa en el momento de realizar una nueva plantación, a la vez que se tendrá que producir una adaptación de la sistematización de la superficie a regar a los módulos de riego que se utilicen y a las condiciones de infiltración.</li> <li>Efectuar análisis químico de la calidad del agua de riego al menos cada 5 años y en cualquier caso el primer año de aplicación de las normas de Producción Integrada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regar con aguas contaminadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deberá utilizarse algún método de programación de riegos que permita evaluar la cantidad de agua en el suelo. Se recomienda la utilización del método del balance hídrico a partir del cálculo diario de la evapotranspiración o la utilización de tensiómetros, sondas u otros dispositivos.</li> <li>Utilización de sistemas de riego localizado.</li> </ul>



PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p><b>8.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los métodos de control natural, cultural, biológico serán prioritarios a la lucha química.</li> <li>• La aplicación de productos de defensa sanitaria sólo se hará en los casos en que esté justificada según el nivel de riesgo o los umbrales de tolerancia que figuran en el CUADRO N° 5. Se utilizarán los productos más respetuosos para las personas, la fauna auxiliar y el medio ambiente, de acuerdo con la relación que figura en los CUADROS N° 6, N° 7 y N° 8.</li> <li>• Se realizará el seguimiento de la dinámica de las plagas y enfermedades. Para realizar dicho seguimiento se deberá disponer de información aplicable a cada parcela, utilizando los métodos de muestreo para cada especie.</li> <li>• Se dará prioridad al incremento de las poblaciones de la fauna auxiliar como por ejemplo: sirphidos, neuropteros, coccinelidos, aphidotetes, phytoseidos, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de cualquier producto que no esté dado de alta en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un inventario y protección de la fauna auxiliar.</li> </ul>
<p><b>9.- CONSERVACIÓN DEL ENTORNO DE LA PLANTACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso de que sean necesarios cortavientos o barreras naturales se realizarán con especies autóctonas siempre que sea posible, procurando mantener una biodiversidad adecuada.</li> </ul>		

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p><b>10.- MAQUINARIA Y APLICACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La maquinaria a utilizar estará en perfecto estado de uso y equilibrada. Las aplicaciones se realizarán con el máximo esmero para conseguir una perfecta distribución de los productos sin sobredosificaciones, y especialmente dirigidas a las zonas de máxima incidencia del problema a tratar.</li> <li>Revisión periódica, al menos bianual, de la maquinaria de pulverización de productos fitosanitarios.</li> <li>El personal que realice los tratamientos deberá estar en posesión del correspondiente Carnet de utilización de productos fitosanitarios.</li> <li>Los volúmenes máximos de caldo y caudal de aire para realizar tratamientos fitosanitarios al vuelo del árbol se ajustarán a los valores que figuran en el CUADRO Nº 9.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación de los elementos de distribución tantas veces como sea preciso.</li> <li>Cuando existan riesgos de contaminación de plagas y enfermedades, los titulares de maquinaria o parcelas limpiarán y desinfectarán la maquinaria antes de entrar en la parcela.</li> <li>Limpieza y desinfección de maquinaria y utillaje periódicamente.</li> </ul>
<p><b>11.- RECOLECCIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La cosecha se realizará en el momento adecuado para cada variedad, siguiendo las características especificadas en el CUADRO Nº 10.</li> <li>Se tomarán muestras en el período de recolección para analizar la posible presencia de residuos fitosanitarios y garantizar que se han utilizado exclusivamente las materias activas incluidas en la estrategia de protección integrada, y que se cumple con lo establecido en la legislación en relación con los Límites Máximos de Residuos.</li> <li>La recolección se realizará separando las diferentes variedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abandonar los destríos en las parcelas.</li> <li>Evitar la recolección cuando los frutos estén mojados.</li> </ul>	
<p><b>12.- TRATAMIENTOS POST-RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La recolección, conservación y procesamiento en los almacenes de la fruta obtenida debe efectuarse de manera independiente y estar identificados los lotes en todo momento.</li> <li>La duración de la conservación de los frutos se ajustará al sistema de conservación utilizado, a las características del fruto y a la evolución de los mismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se permiten los tratamientos postcosecha para la fruta que se va a comercializar antes de los dos meses desde su recolección. Para la fruta destinada a conservación más larga se permitirá el uso de los productos especificados en el CUADRO Nº 11.</li> </ul>	

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p>13.- CUADERNO DE EXPLOTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Cuaderno de Campo es un registro de las operaciones que se realicen en cada parcela de Producción Integrada para garantizar el proceso de producción y documentar el autocontrol de cada productor.</li> <li>• El Cuaderno de Campo es obligatorio y estará siempre disponible para su inspección. Al objeto de un buen funcionamiento del proceso, las anotaciones de las operaciones se realizarán dentro de la propia semana de ejecución de las mismas y se anotarán con detalle todas las labores, operaciones e incidencias del cultivo.</li> <li>• El productor de Producción Integrada se responsabilizará con su firma de la veracidad de las anotaciones realizadas en el Cuaderno de Campo. El técnico será responsable de la verificación de las operaciones registradas. Este cuaderno estará siempre disponible para su inspección por la Entidad de Certificación y Control (ECC) de la Producción Integrada correspondiente, o por los servicios oficiales. A tal efecto podrá reclamarse en cualquier momento y sin aviso previo.</li> <li>• Deberá adjuntarse con el cuaderno la documentación que acredite las prácticas de cultivo, así como los resultados de los análisis exigidos. La ECC y la Administración tendrán libre acceso a las parcelas de Producción Integrada para efectuar las comprobaciones oportunas.</li> <li>• Con el objeto de conseguir la rastreabilidad en la producción, el Cuaderno de Campo contendrá al menos las anotaciones referentes a la:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación del productor.</li> <li>- Identificación de cada parcela.</li> <li>- Identificación de la partida o lote.</li> <li>- Memoria fechada y cuantificada de las prácticas y las operaciones de cultivo.</li> </ul> </li> <li>• Además, el Cuaderno de Campo de la Explotación recogerá toda la información a que hace referencia el Anejo III, parte 1, del 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.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportar al Cuaderno de Campo los documentos e informaciones que se consideren relevantes con objeto de mejorar la rastreabilidad en la producción y comercialización.</li> </ul>

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
14.- COMERCIALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>El operador deberá anotar todas las operaciones que se realizan en la comercialización con el objeto de conseguir la rastreabilidad de cualquier producto obtenido bajo esta forma de producción.</li> </ul>		
15.- OTRAS NO CONTEMPLADAS EN ESTE REGLAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se atenderán a lo establecido en las Normas Técnicas del Reglamento Genérico.</li> <li>Aplicar el Código de Buenas Prácticas Agrarias según Decreto 109/1998.</li> <li>Se deberá cumplir la normativa vigente en materia de Seguridad e Higiene y haber cumplido satisfactoriamente las inspecciones correspondientes.</li> </ul>		
16.- CUADERNO DE LA INSTALACIÓN O ALMACÉN DEL OPERADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Cuaderno de Instalación es obligatorio y estará siempre disponible para su inspección. Al objeto de un buen funcionamiento del proceso, las anotaciones de las operaciones se realizarán en el momento de su ejecución, anotándose con detalle todos los procesos por los que pase el producto así como las actas de los controles de calidad, actas de limpieza y desinfección y de gestión de residuos. Las actas estarán firmadas por el Operador o el técnico de la instalación.</li> <li>Con el objeto de conseguir la trazabilidad en la producción, el Cuaderno de la Instalación contendrá al menos las anotaciones referentes a la: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación del operador y de cada productor que entregue fruta en la instalación.</li> <li>- Identificación de cada parcela.</li> <li>- Relación fechada y cuantificada de las prácticas y las operaciones que se realicen.</li> </ul> </li> </ul>		

PRÁCTICA	OBLIGACIÓN	PROHIBICIÓN	RECOMENDACIÓN
<p>17. ALMACÉN DEL OPERADOR</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los productos fitosanitarios y fertilizantes deben almacenarse en un lugar cerrado, separados del material vegetal y de los productos frescos, de forma que se evite cualquier contaminación.</li> <li>• En caso de conservación o almacenamiento del producto se conservarán los registros de entrada y salida y las condiciones de humedad y temperatura de la cámara.</li> <li>• Disponer de un plan de control de calidad que comprenda el correcto funcionamiento del instrumental de medida, y disponer de la documentación que verifique el cumplimiento del plan.</li> <li>• En el caso de que en la misma línea de procesado se empleen partidas de producto de Producción Integrada y de no producción integrada, además de separar lotes, se respetará un tiempo que permita el vaciado completo de la línea.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los envases de producto terminado previo a su uso se guardarán en un lugar limpio, conservando sus cualidades.</li> </ul>

CUADRO 1

**Cuadro 1.a: MATERIAS ACTIVAS DE FITORREGULADORES DE CRECIMIENTO QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE MANZANA**

ADMITIDAS	INDICACIÓN
DICLORPROP-P.	Anticaída
6-BENZILADENINA	Aclareo
METAMITRONA	Aclareo
A.N.A. + N.A.D., A.N.A.	Aclareo y anticaída
PACLOBUTRAZOL	Solo en parcelas con patrones vigorosos cuando no se ha podido controlar el vigor por otros medios culturales; o con problemas de cuajado por exceso de vigor. Dos aplicaciones como máximo al año hasta alcanzar el equilibrio vegetativo, y siempre bajo supervisión técnica. En variedades de vigor medio-alto, aplicar al suelo.
GA 4 + GA 7 + 6-BENZILADENINA	Cuajado
PROHEXADIONA DE CALCIO	Regulador de crecimiento en plantaciones vigorosas

**Cuadro 1.b: MATERIAS ACTIVAS DE FITORREGULADORES DE CRECIMIENTO QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE PERA**

ADMITIDAS	INDICACIÓN
A.N.A, DICLORPROP-P.	Anticaída
ÁCIDO GIBERÉLICO	Dosis máxima de 3 gramos por hectárea y año. En caso de heladas la cantidad máxima a aplicar es de 5 gramos por hectárea y año.
PACLOBUTRAZOL	Aplicar desde el inicio de floración hasta 15 días después de la caída de pétalos.
GA 4 + GA 7 + 6-BENZILADENINA, ACIDO GIBERÉLICO + MCPA ACIDO	Cuajado
PROHEXADIONA DE CALCIO	Regulador de crecimiento en plantaciones vigorosas

**Cuadro 1.c: MATERIAS ACTIVAS DE BIOESTIMULANTES QUE PUEDEN EMPLEARSE CUANDO EN ÉPOCA DE FLORACIÓN LAS TEMPERATURAS BAJAN DE 0 °C (MANZANA Y PERA)**

\* De exclusiva utilización cuando se necesite un efecto activador sobre el metabolismo del vegetal. No considerarlos para aplicación como nutrientes.

AMINOÁCIDOS  
POLISACÁRIDOS  
PÉPTIDOS  
EXTRACTOS DE ALGAS  
ÁCIDOS HÚMICOS



CUADRO 2

MATERIAS ACTIVAS DE **FITORREGULADORES** QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE **MANZANAS** PARA LA PREVENCIÓN DE LA FISIOPATÍA DE **RUSSETING EN GOLDEN DELICIOUS**

GA 4 + 7  
6-BENZILADENINA  
AZUFRE + BORO + SILICOALUMINATOS

CUADRO 3

APORTACIONES MÁXIMAS DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO Y MAGNESIO\*

ESPECIE FRUTAL	VIGOR	UF Nitrógeno (N)	UF Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	UF Potasio (K <sub>2</sub> O)	UF Magnesio (MgO)
MANZANO	BAJO	110	50	140	40
	MEDIO	90			
	ALTO	80			
PERAL	BAJO	120	50	140	40
	MEDIO	100			
	ALTO	90			
OTRAS ESPECIES	CUALQUIERA	100	50	140	40

\* No se contabilizarán Unidades Fertilizantes de MgO aplicadas en enmiendas correctoras.

CUADRO 4

MATERIAS ACTIVAS DE **HERBICIDAS** QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN **PRODUCCIÓN INTEGRADA DE FRUTALES DE PEPITA**

MATERIA ACTIVA	FORMA DE EMPLEO
FLUROXIPIR	POSTEMERGENCIA
GLIFOSATO	POSTEMERGENCIA
GLUFOSINATO	POSTEMERGENCIA
ISOXABEN	PREEMERGENCIA Y POSTEMERGENCIA
ORIZALINA	PREEMERGENCIA
OXIFLUORFEN	PRE Y POSTEMERGENCIA TEMPRANA
PENDIMETALINA	PREEMERGENCIA
Formulaciones de GLIFOSATO + DIFLUFENICAN	PRE Y POSTEMERGENCIA TEMPRANA
Formulaciones de GLIFOSATO + MCPA	POSTEMERGENCIA
Formulaciones de GLIFOSATO + PIRAFLUFEN-ETIL	POSTEMERGENCIA

CUADRO 5

UMBRALES DE TRATAMIENTO PARA LAS PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS FRUTALES DE PEPITA

ÉPOCA DE CONTROL	PLAGA O ENFERMEDAD	MÉTODO DE MUESTREO	UMBRAL DE TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
Controles de invierno	PIOJO DE SAN JOSÉ ( <i>Quadraspidiotus erniciosus</i> )	Observación de ramas	Presencia	
	ARAÑA ROJA ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Observación de ramas en madera de 2 años	Huevos de invierno claramente visibles	
	ZEUCERA y SESSIA ( <i>Zeucera pyrina</i> ) ( <i>Synanthedon myopaeformis</i> )	Observación de troncos	Presencia	Tratamientos localizados sobre los árboles afectados
	PULGÓN LANIGERO ( <i>Eriosoma lanigerum</i> )	Observación de árboles	10% de árboles ocupados	
	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Golpeo de troncos y recogida de adultos.	5 adultos recogidos por cada 40 golpes	
	FUEGO BACTERIANO ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de ramas y troncos	Presencia	Eliminar ramas afectadas. Arranque de árboles enteros si hay chancros en el tronco. Desinfección de herramientas entre corte y corte. Quema "in situ" del material vegetal eliminado.
Controles preflorales	PULGÓN CENICIENTO ( <i>Dysaphis</i> sp.)	Observación de brotes	Presencia	
	ORUGAS ROEDORAS DE LA PIEL DEL FRUTO ( <i>Pandemis heparana</i> ) ( <i>Cacoecimorpha pronubana</i> ) (capuas)	En fincas con antecedentes, revisar 10 corimbos por árbol en 50 árboles por parcela al azar	Presencia	
	HOPLOCAMPA ( <i>Hoplocampa brevis</i> )	Observación de corimbos	Más del 5% de corimbos ocupados	
	ESCOLÍTIDOS de la madera	Observación de árboles	Presencia	Eliminación de ramas afectadas. Quema del material vegetal eliminado. Tratamientos localizados sobre árboles afectados.



ÉPOCA DE CONTROL	PLAGA O ENFERMEDAD	MÉTODO DE MUESTREO	UMBRAL DE TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
Controles en floración	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Observación de corimbos	Más del 15% de corimbos ocupados por ninfas	
	PSEUDOMONAS ( <i>Pseudomonas syringae</i> )	Observación de corimbos	El mayor riesgo se da cuando concurren altas humedades o lluvias después de producirse bajas temperaturas	Evitar el uso de riegos antihelada. Establecer sistemas antihelada distintos del riego. Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados por el MAGRAMA. Los tratamientos preventivos pueden atenuar los daños. A partir del estado fenológico C3, tratar de forma inmediata después de una helada con materias activas autorizadas.
	FUEGO BACTERIANO ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de corimbos.  Vigilancia intensiva de las plantaciones para detectar los primeros síntomas.  Empleo de modelos matemáticos (Cougarblight, Maryblyt, etc.) que estiman la probabilidad de contaminaciones en función de los datos fenológicos y meteorológicos.	Predicción de riesgo de infección por algún modelo matemático apropiado (Cougarblight, Maryblyt, etc.)  Presencia de síntomas.	Eliminación rápida y radical de los síntomas observados, desinfectando las tijeras después de cada corte y tratando con desinfectantes los cortes.  Quema "in situ" del material vegetal eliminado.  Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados por el MAGRAMA.

ÉPOCA DE CONTROL	PLAGA O ENFERMEDAD	MÉTODO DE MUESTREO	UMBRAL DE TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
Controles en postfloración	PULGÓN CENICIENTO ( <i>Dysaphis</i> sp.)	Observación con frutos de unos 25 mm  A partir de mayo	Presencia  Más del 5% de brotes ocupados	
	MINADORAS DE HOJAS ( <i>Cemistoma malifoliella</i> ) ( <i>Lithocolletis blancardiella</i> )	Observación de minas en hojas	Tener en cuenta los antecedentes de la parcela y el nivel de plaga por observación de minas	
	ARAÑA ROJA ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Examinar 2 hojas por árbol (parte interior y parte exterior del árbol) en un mínimo de 25 árboles por parcela	Más del 50% de hojas ocupadas por arañas o huevos, y menos del 20% de hojas ocupadas por ácaros fitoseidos	
	ÁCARO BLANCO DE LA PERA ( <i>Epirimerus pyri</i> )	Observación de frutos y hojas	Más del 15% de frutos y hojas atacados	
	CIGARRERO DEL PERAL ( <i>Dasineura pyri</i> )	Observación de brotes nuevos	Más del 50% de brotes ocupados	
	CORTABROTOS DEL PERAL ( <i>Janus compressus</i> )	Observación de brotes nuevos	Más del 10% de brotes ocupados	
	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Observación de brotes	Más del 15% de brotes ocupados por huevos o formas móviles	

ÉPOCA DE CONTROL	PLAGA O ENFERMEDAD	MÉTODO DE MUESTREO	UMBRAL DE TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
Controles de verano	PULGÓN VERDE ( <i>Aphis</i> sp.)	Observación de brotes	Más del 25% de brotes ocupados	Tratar siempre que haya peligro de manchas de melaza en fruto
	ORUGAS ROEDORAS DE LA PIEL DEL FRUTO ( <i>Pandemis heparana</i> ) ( <i>Cacoecimorpha pronubana</i> ) ( <i>Capuas</i> )	Observación de brotes roídos  Trampas de feromonas (monitoreo)	Más del 5% de brotes atacados  7-10 adultos por trampa y semana (por especie) o 15-20 adultos por trampa y semana (capturas de ambas especies)	
	CARPOCAPSA ( <i>Cydia pomonella</i> )	Trampas de feromonas	2-3 adultos por trampa y semana en 1ª generación  1-2 adultos por trampa y semana en 2ª y 3ª generación	
	ARAÑA ROJA ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Muestreo de 50 hojas por parcela, del tercio central de las brindillas del año	Más del 60% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 20% con fitoseídos, o bien:  Más del 90% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 40% de fitoseídos.	Si hay más del 60% de hojas con huevos o formas móviles y entre 20% y 60% de hojas con fitoseídos, repetir el muestreo a los 7 días
	ZEUCERA ( <i>Zeucera pyrina</i> )	Evaluar la presencia de plaga en brotes		Tener en cuenta el nivel de plaga en verano, para decidir los tratamientos de invierno
	PSYLA ( <i>Cacopsyla pyri</i> )	Observación de brotes	Más del 15% de brotes ocupados por huevos o formas móviles	Tratar siempre que haya peligro de manchas de melaza en fruto
	MINADORAS DE HOJAS ( <i>Cemistoma malifoliella</i> ) ( <i>Lithocolletis blancardiella</i> )	Observación de minas en hojas	Más del 10% de hojas con minas no parasitadas por parásitos de la plaga	
	PIOJO DE SAN JOSÉ ( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> )	Observación de ramas y de fruta	Presencia	Tener en cuenta el historial de la parcela y los controles con trampa de feromona
	SESSIA ( <i>Synanthedon myopaeformis</i> )	Observación de árboles	Más del 10% de árboles con larvas	Observar al final del periodo vegetativo

ÉPOCA DE CONTROL	PLAGA O ENFERMEDAD	MÉTODO DE MUESTREO	UMBRAL DE TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
Controles durante todo el periodo vegetativo	MOTEADO ( <i>Venturia sp</i> )	Seguimiento de las condiciones climáticas	Tratar en el momento de la infección primaria Proteger la parcela mediante fungicidas. Renovar la protección cuando se haya terminado el plazo de persistencia del fungicida o se haya lavado el de contacto por lluvias de más de 12 mm, siempre que el riesgo de infección sea medio-alto	Evaluación del riesgo de infección según Mills. No repetir tratamientos con fungicidas de la misma familia química.
	OIDIO ( <i>Podosphaera leucotrycha</i> )	Observación de síntomas en órganos afectados	Evaluar el nivel de órganos afectados en función de la edad de la plantación y condiciones climáticas	Evitar realizar plantaciones con especies muy sensibles

ÉPOCA DE CONTROL	PLAGA O ENFERMEDAD	MÉTODO DE MUESTREO	UMBRAL DE TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
Controles durante todo el período vegetativo (continuación)	FUEGO BACTERIANO ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Vigilancia intensiva, sistemática y constante de las plantaciones para detectar síntomas en brotes, ramas y frutos. Se deben revisar las plantaciones árbol por árbol, cada quince días, o cada semana en épocas de alto riesgo (tras lluvias, tormentas, granizadas o tiempo húmedo)	Presencia	<p>Eliminación rápida y radical de los síntomas observados, desinfectando las tijeras después de cada corte y tratando con desinfectantes los cortes.</p> <p>La eliminación debe de hacerse al menos 40 cm por debajo del límite inferior del chancro detectado. Para localizar dicho límite debe pelarse la corteza y asegurarse de que el tejido vegetal está sano, tanto exteriormente como interiormente.</p> <p>Si el chancro se encuentra en el tronco principal, arrancar completamente el árbol.</p> <p>Quema "in situ" del material vegetal eliminado.</p> <p>Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados por el MAGRAMA.</p> <p>Aplicar tratamientos con compuestos de cobre autorizados tras la cosecha.</p>

CUADRO 6

**Cuadro 6.a: MATERIAS ACTIVAS DE FUNGICIDAS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE MANZANAS**

MATERIA ACTIVA	RESTRICCIONES
AZUFRE, COBRE	En dosis recomendadas.
UREA	Tratamientos invernales contra formas hibernantes de moteado.
BACILLUS SUBTILIS, BOSCALIDA + PIRACLOSTROBIN, BUPIRIMATO, CAPTAN, CIPROCONAZOL, CIPRODINIL, CLORTALONIL, DIFENOCONAZOL, DITIANONA, DODINA, FENBUCONAZOL, FOLPET, IPRODIONA, KRESOXIM-METIL, MANCOCEB, MANEB, METIL-TIOFANATO, METIRAM, MICLOBUTANIL, PENCONAZOL, TEBUCONAZOL, TETRACONAZOL, TIRAM, TRIADIMENOL, TRIFLOXISTROBIN, ZIRAM	Se limitará el número de aplicaciones al año al mínimo posible, alternando siempre las materias activas de modo que se cambie de familia de fungicidas.
FOSETIL-AL, METALAXIL-M, METALAXIL	Contra Phytophthora sp.
BACILLUS SUBTILIS, LAMINARIN	Contra Erwinia amylovora
AUREOBASIDIUM PULLULANS, ACIBENZOLAR-S-METIL	Contra Erwinia amylovora, siempre y cuando cuenten con autorización del MAGRAMA

**Cuadro 6.b: MATERIAS ACTIVAS DE FUNGICIDAS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE PERAS**

MATERIA ACTIVA	RESTRICCIONES
AZUFRE, COBRE	En dosis recomendadas
BACILLUS SUBTILIS, BOSCALIDA + PIRACLOSTROBIN, CAPTAN, CIPROCONAZOL, CIPRODINIL, CLORTALONIL, DIFENOCONAZOL, DITIANONA, DODINA, FENBUCONAZOL, FOLPET, IPRODIONA, KRESOXIM-METIL, MANCOCEB, MANEB, METIL-TIOFANATO, METIRAM, MICLOBUTANIL, TEBUCONAZOL, TETRACONAZOL, TIRAM, TRIFLOXISTROBIN, ZIRAM	Se limitará el número de aplicaciones al año al mínimo posible, alternando siempre las materias activas de modo que se cambie de familia de fungicidas.
FOSETIL-AL, METALAXIL-M, METALAXIL.	Contra Phytophthora sp.
FOSETIL-AL	Contra Bacteriosis
BACILLUS SUBTILIS, LAMINARIN	Contra Erwinia amylovora
AUREOBASIDIUM PULLULANS, ACIBENZOLAR-S-METIL	Contra Erwinia amylovora, siempre y cuando cuenten con autorización del MAGRAMA

CUADRO 7

**Cuadro 7.a: MATERIAS ACTIVAS DE INSECTICIDAS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE MANZANAS**

\* Dentro de una misma materia activa utilizar siempre la fórmula o formulado que presente menor toxicología.

ADMITIDAS	ADMITIDAS CON RESTRICCIONES	
	MATERIAS ACTIVAS	USO AUTORIZADO
BACILLUS THURINGIENSIS	ACETAMIPRID (12)	(1) Contra Piojo de San José en prefloración.
AZADIRACTIN	BETACIFLUTRIN (9)	(2) Contra orugas roedoras de la piel.
FENOXICARB	BUPROFEZIN (1)	(4) Contra pulgón lanífero.
FEROMONAS PARA CONFUSIÓN SEXUAL	CIPERMETRIN (15)	(5) Contra pulgones y minadoras.
CONTRA CARPOCAPSA Y ORUGAS ROEDORAS DE PIEL	CLOTRANILIPROL (2) (9)	(6) Contra hoplocampa. Contra gorgojos de yemas, flores y brotes tiernos en plantaciones jóvenes.
ACEITE DE VERANO	CLOPIRIFOS (2) (9) (10)	(7) Contra orugas en tratamiento dirigido, o cuando por motivo de plazos de seguridad no se puede emplear otro producto.
PIRIMICARB	DELTA-METRIN (7) (11)	(9) Contra Carpocasa.
POLISULFURO DE CAL	DIFLUBENZURON (9) (13)	(10) Contra Piojo de San José.
	FLONICAMIDA (12)	(11) Contra zeucera y sesia en tratamientos localizados.
	FOSMET (2) (6) (9)	(12) Contra Afidos.
	IMIDACLOPRID(5)	(13) Dos aplicaciones como máximo al año. Contra minadoras de hojas.
	LAMBDA-CIHALOTRIN (5) (12)	(14) Contra melaza.
	METIL-CLOPIRIFOS (2) (4) (10) (12)	(15) Contra pulgones antes de la floración.
	METOXIFENOCIDA (2) (9)	
	MOJANTES (Antimelaza) (14)	
	PIRIPROXIFEN (1)	
	SPIROTETRAMAT (1) (12)	
	TAU-FLUVALINATO (12)	
	TEBUFENOCIDA (2) (9)	
	TIACLOPRID (9) (12)	
	TIAMETHOXAM (12)	
	TRIFLUMURON (13)	
	VIRUS DE LA GRANULOSIS (9)	



**Cuadro 7.b: MATERIAS ACTIVAS DE INSECTICIDAS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE PERAS**

\* Dentro de una misma materia activa utilizar siempre la fórmula o formulado que presente menor toxicología.

ADMITIDAS	ADMITIDAS CON RESTRICCIONES	
	MATERIAS ACTIVAS	USO AUTORIZADO
BACILLUS THURINGIENSIS	ABAMECTINA (15)	(1) Contra Piojo de San José en prefloración.
FENOXICARB*	ACETAMIPRID (12)	(2) Contra orugas roedoras de la piel.
FEROMONA PARA CONFUSIÓN SEXUAL CONTRA CARPOCAPSA Y ORUGAS ROEDORAS DE PIEL	BETACIFLUTRIN (9) (14)	(4) Contra pulgón lanífero
ACEITE DE VERANO	BUPROFEZIN (1)	(5) Contra pulgones y minadoras.
PIRIMICARB	CAOLIN(15)	(6) Contra hoplocampa. Contra gorgojos de yemas, flores y brotes tiernos en plantaciones jóvenes.
POLISULFURO DE CAL	CIPERMETRIN (14) (15)	(7) Contra orugas en tratamiento dirigido, o cuando por motivo de plazos de seguridad no se puede emplear otro producto.
	CLORANTRANILIPROL (2) (9)	(8) Máximo dos aplicaciones por año. Contra minadora.
	CLORPIRIFOS (2) (9) (10)	(9) Contra carpocasa.
	DELTAMETRIN (7) (11) (14) (15)	(10) Contra Piojo de San José.
	DIFLUBENZURON (8) (9)	(11) Contra zeucera y sesia en tratamientos localizados.
	ESFENVALERATO (12) (15)	(12) Contra Afidos.
	FENPIROXIMATO (15)	(13) Contra melaza.
	FLONICAMIDA (12)	(14) Contra adultos de psyla, en aplicaciones de otoño-invierno.
	FOSMET (1) (2) (6) (15)	(15) Contra Psyla del peral
	IMIDACLOPRID (5)	
	LAMBDA-CIHALOTRIN (5) (11)	
	METIL-CLORPIRIFOS (2)(4) (10) (12)	
	METOXIFENOCIDA (2) (9)	
	MOJANTES (Antimelaza) (13)	
	PIRIPROXIFEN (1)	
	SPIROTETRAMAT (1) (12) (15)	
	TAU-FLUVALINATO (12)	
	TEBUFENOCIDA (2) (9)	
	TIACLOPRID (9) (12) (15)	
	TIAMETOXAM (12) (15)	
	TRIFLUMURON (8)	
	VIRUS DE LA GRANULOSIS (9)	

FENOXICARB\* es fitotóxico en algunas variedades de peral: General Leclerc, Hardy.



CUADRO 8

**Cuadro 8.a: MATERIAS ACTIVAS DE ACARICIDAS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE MANZANAS**

ADMITIDAS	RESTRICCIONES
ABAMECTINA (2) CLOFENTEZIN FENAZAQUIN (1) FENBUTAESTAN FENPIROXIMATO (1) HEXITIAZOX PIRIDABEN (1)	Se dará absoluta preferencia al control biológico; la utilización de acaricidas se autoriza hasta alcanzar el equilibrio biológico.  (1) De todos los acaricidas de este grupo, sólo se permite una aplicación como máximo, a dosis mínima, al año.  (2) Para aplicar justo en postfloración. Tratamientos tempranos cuando se aprecia que no se alcanzará el equilibrio biológico, por problemas observados en campañas anteriores.

**Cuadro 8.b: MATERIAS ACTIVAS DE ACARICIDAS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE PERAS**

ADMITIDAS	RESTRICCIONES
CLOFENTEZIN FENAZAQUIN (1) FENBUTAESTAN FENPIROXIMATO (1) HEXITIAZOX PIRIDABEN (1)	Se dará absoluta preferencia al control biológico; la utilización de acaricidas se autoriza hasta alcanzar el equilibrio biológico.  (1) De todos los acaricidas de este grupo, sólo se permite una aplicación como máximo, a dosis mínima, al año.

CUADRO 9

MAQUINARIA DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS Y HERBICIDAS

**Cuadro 9.a: RECOMENDACIONES GENERALES DE REGULACIÓN DE LOS EQUIPOS HIDRONEUMÁTICOS CON VENTILADOR AXIAL**

Tipo de plantación	Tratamientos de invierno	Tratamientos primavera - verano	
	Todas las plantaciones	Tipo vaso	Tipo palmeta
Estadio vegetativo		Plena vegetación	Plena vegetación
Boquillas	Tipo cónica de alta turbulencia		
Presión (bares)	5	5-15	
Velocidad de trabajo (km/h)	4-6	4-6	4-6
Volumen unitario (l / ha)	350 - 1000	1.000 - 1.500	500 - 1.200
Caudal de aire (m <sup>3</sup> / h)	10.000 - 15.000	20.000 - 40.000	16.000 - 35.000

**Cuadro 9.b:** RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS (BARRAS) DE HERBICIDAS.

	Condiciones de trabajo
<i>Estadio vegetativo</i>	Antes y después de emergencia
<i>Boquillas</i>	Vano o mirilla
<i>Presión (bares)</i>	1,5 a 5
<i>Velocidad de trabajo (Km / h)</i>	3 - 4
<i>Volumen medio (l / ha)</i>	300
<i>Altura de trabajo</i>	< 20 cm

**Cuadro 9.c:** CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

<i>Temperatura</i>	< 25 ° C
<i>Velocidad del viento</i>	< 2 m / s a 2 m de altura
<i>Humedad relativa</i>	> 70 %

CUADRO 10

**Cuadro 10.a:** ÍNDICES DE MADURACIÓN PARA DETERMINAR EL INICIO DE RECOLECCIÓN DE LAS VARIEDADES DE MANZANAS EN FINCAS DE PRODUCCIÓN INTEGRADA

VARIETADES	PENETROMETRÍA* (Libras)	REFRACTOMETRÍA (° Brix)	LUGOL**	ACIDEZ** (g/l Ácido Máfico)	THIAULT**
Grupo Reinetas	20-22	> 12	1.5-2	6.5	>190
Grupo Golden (conservación larga)	16-18	>14	2-3	5	>170
Grupo Golden (conservación corta. Máximo hasta febrero)	14-15	>12.5	2.5-4	5	>160
Grupo Red Delicious	15-18	>13	2-2.5	3	>145
Grupo Gala	16-18	>13	2-2.5	>3	>145
Granny Smith	16-19	>12	1.5-2	>6.5	>180
Fuji	15-17	>14	3-4	>3	>150
Belleza de Roma	17	>13			

\* Dureza de la pulpa medida con pistón de 11 mm de diámetro.

\*\* Valores recomendados.

El parámetro determinante para establecer el inicio de recolección es el Lugol.

**Cuadro 10.b: ÍNDICES DE MADURACIÓN PARA DETERMINAR EL INICIO DE RECOLECCIÓN DE LAS VARIETADES DE PERAS EN FINCAS DE PRODUCCIÓN INTEGRADA**

VARIETADES	PENETROMETRÍA* (Libras)	REFRACTOMETRÍA (° Brix)	LUGOL**	ACIDEZ** (g/l Ácido Máfico)	THIAULT**
Conferencia (conservación larga)	13-15	>13			
Conferencia (Conservación corta)	>11	>13			
General Leclerq	11-12	>12			
Passa Crassana	12-14	>13			
William's	14-17	>11			
Red Bartlett	15-17	>11			
Ercolini	13-15	>10			
Morettini	13-15	>10			
Devoe	12-15	>11			
Cascade	15-17	>12			

\* Dureza de la pulpa medida con pistón de 8 mm de diámetro.

El parámetro determinante para establecer el inicio de recolección es la penetrometría.

CUADRO 11

**MATERIAS ACTIVAS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS QUE SE PUEDEN EMPLEAR EN LA FRUTA DESTINADA A CONSERVACIÓN Y QUE VAYA A SER CONSUMIDA A PARTIR DE LOS DOS MESES DESDE SU RECOLECCIÓN (ADMITIDAS CON RESTRICCIONES):**

\* Su uso queda restringido a la autorización del técnico asesor y bajo su control.

1-METILCICLOPROPENO	IPIODIONA
CLORURO CALCICO	METIL TIOFANATO
FOLPET	PIRIMETANIL
IMAZALIL	TIABENDAZOL

# MEMORIA

## Anejo 2: Estudio de las alternativas

## Índice del anejo 2: Estudio de las alternativas

<b>1. Restricciones de las alternativas</b>	1
<b>1.1. Enfoque de la explotación</b>	1
<b>1.2. Condicionantes</b>	1
1.2.1. Condicionantes del medio	1
1.2.2. Condicionantes externos	1
1.2.3. Condicionantes impuestos por el promotor	1
<b>2. Identificación y evaluación de alternativas</b>	1
<b>2.1. Especie</b>	2
2.1.1. Descripción de las alternativas	2
2.1.2. Descripción y ponderación de los criterios	3
2.1.2.1. Descripción	3
2.1.2.2. Ponderación	4
2.1.3. Asignación de valores a las alternativas	4
2.1.4. Análisis multicriterio	7
<b>2.2. Variedad</b>	7
2.2.1. Descripción de las alternativas	8
2.2.2. Descripción y ponderación de los criterios	9
2.2.2.1. Descripción	9
2.2.2.2. Ponderación	15
2.2.3. Asignación de valores a las alternativas	16
2.2.4. Análisis multicriterio	18
<b>2.3. Portainjerto</b>	21
2.3.1. Descripción de las alternativas	21
2.3.2. Descripción y ponderación de los criterios	22
2.3.2.1. Descripción	22
2.3.2.2. Ponderación	25
2.3.3. Asignación de valores a las alternativas	25
2.3.4. Análisis multicriterio	27
<b>2.4. Formas de explotación</b>	27
2.4.1. Descripción de las alternativas	27
2.4.2. Descripción y ponderación de los criterios	27

2.4.2.1. <u>Descripción</u> .....	27
2.4.2.2. <u>Ponderación</u> .....	29
2.4.3. Asignación de valores a las alternativas .....	30
2.4.4. Análisis multicriterio .....	31
<b>2.5. Diseño de la plantación</b> .....	<b>31</b>
2.5.1. Disposición de la plantación.....	31
2.5.1.1. <u>Descripción de las alternativas</u> .....	31
2.5.1.2. <u>Descripción y ponderación de los criterios</u> .....	32
2.5.1.2.1. Descripción.....	32
2.5.1.2.2. Ponderación .....	32
2.5.1.3. <u>Asignación de valores a las alternativas</u> .....	32
2.5.1.4. <u>Análisis multicriterio</u> .....	33
2.5.2. Densidad de la plantación.....	33
2.5.3. Marco de plantación.....	33
2.5.4. Orientación líneas de plantación.....	34
2.5.5. Instalación de polinizadores.....	35
<b>2.6. Técnicas de cultivo</b> .....	<b>36</b>
2.6.1. Poda de formación.....	36
2.6.1.1. <u>Descripción de las alternativas</u> .....	36
2.6.1.2. <u>Descripción y ponderación de los criterios</u> .....	38
2.6.1.2.1. Descripción.....	38
2.6.1.2.2. Ponderación .....	38
2.6.1.3. <u>Asignación de valores a las alternativas</u> .....	39
2.6.1.4. <u>Análisis multicriterio</u> .....	40
2.6.2. Sistema de riego.....	40
2.6.2.1. <u>Descripción de las alternativas</u> .....	40
2.6.2.2. <u>Descripción y ponderación de los criterios</u> .....	42
2.6.2.2.1. Descripción.....	42
2.6.2.2.2. Ponderación .....	43
2.6.2.3. <u>Asignación de valores a las alternativas</u> .....	43
2.6.2.4. <u>Análisis multicriterio</u> .....	45
2.6.3. Fertilización .....	46
2.6.3.1. <u>Descripción de las alternativas</u> .....	46

2.6.3.2. <u>Descripción y ponderación de los criterios</u> .....	47
2.6.3.2.1. Descripción .....	47
2.6.3.2.2. Ponderación .....	48
2.6.3.3. <u>Asignación de valores a las alternativas</u> .....	48
2.6.3.4. <u>Análisis multicriterio</u> .....	49
2.6.4. <u>Mantenimiento del suelo</u> .....	49
2.6.4.1. <u>Descripción de las alternativas</u> .....	49
2.6.4.2. <u>Descripción y ponderación de los criterios</u> .....	52
2.6.4.2.1. Descripción .....	52
2.6.4.2.2. Ponderación .....	53
2.6.4.3. <u>Asignación de valores a las alternativas</u> .....	53
2.6.4.4. <u>Análisis multicriterio</u> .....	55
2.6.5. <u>Defensa contra las heladas primaverales</u> .....	55
2.6.5.1. <u>Descripción de las alternativas</u> .....	55
2.6.5.2. <u>Descripción y ponderación de los criterios</u> .....	56
2.6.5.2.1. Descripción .....	56
2.6.5.2.2. Ponderación .....	57
2.6.5.3. <u>Asignación de valores a las alternativas</u> .....	57
2.6.5.4. <u>Análisis multicriterio</u> .....	58
<b>3. <u>Descripción de la alternativa a desarrollar</u></b> .....	<b>59</b>

## **1. RESTRICCIONES DE LAS ALTERNATIVAS**

### **1.1. ENFOQUE DE LA EXPLOTACIÓN**

El promotor encarga que en su explotación se establezca una plantación de manzanos familiar. Pero, por los condicionantes del medio y por los impuestos por el propio promotor, es necesario analizar y evaluar todas las alternativas posibles.

### **1.2. CONDICIONANTES**

#### **1.2.1. CONDICIONANTES DEL MEDIO**

- **Clima:** En la zona donde se va a ubicar la plantación, son frecuentes las heladas primaverales tardías. La precipitación media anual es escasa y está mal distribuida. Las lluvias son frecuentes en primavera y otoño, mientras que por el contrario suele producirse una acusada aridez estival en los meses de verano.
- **Suelo:** Las características físicas del suelo no van a ser un factor limitante en el proyecto. En cuanto a las características químicas, habrá que corregir el contenido de materia orgánica, de 1,7%, que es bajo.
- **Agua de riego:** El agua del Canal de Castilla es apta para el riego. El periodo de riego, lo establece la Confederación Hidrográfica del Duero. Normalmente, está permitido regar de abril a octubre ininterrumpidamente.

#### **1.2.2. CONDICIONANTES EXTERNOS**

- **Mercado:** Por motivos de viabilidad y rentabilidad, la producción se comercializará en la ciudad de Palencia.
- **Legislación:** La plantación se ajustará a lo establecido en el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015.

#### **1.2.3. CONDICIONANTES IMPUESTOS POR EL PROMOTOR**

- **Rentabilidad:** La plantación debe ser económicamente sostenible.
- **Mano de obra:** Interesa reducir, en la medida de lo posible, la contratación de mano de obra eventual.
- **Infraestructuras existentes:** Conviene aprovechar al máximo las infraestructuras existentes. La parcela, cuenta con un hidrante de riego.

## **2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

Se consideran variables que pueden generar distintas alternativas de diseño de la plantación, las siguientes:

- Especie
- Variedad
- Portainjerto
- Formas de explotación
- Diseño de la plantación
- Técnicas de cultivo

Para la elección de la alternativa más adecuada se aplica el método de análisis multicriterio. Las etapas del método son las siguientes:

- a) Identificar las alternativas



- b) Listar los criterios a emplear en la toma de decisión
- c) Asignar una ponderación para cada uno de los criterios

Se asigna a cada criterio un coeficiente de ponderación mediante el empleo de una escala de cinco puntos, donde:

- 1 = muy poco importante
- 2 = poco importante
- 3 = importancia media
- 4 = importante
- 5 = muy importante

- d) Establecer la valoración de cada alternativa en función del criterio

A las alternativas se las valora empleando una escala de 9 puntos, donde:

- 1 = extra bajo
- 2 = muy bajo
- 3 = bajo
- 4 = poco bajo
- 5 = medio
- 6 = poco alto
- 7 = alto
- 8 = muy alto
- 9 = extra alto

- e) Calcular la puntuación para cada una de las alternativas

La puntuación de cada alternativa ( $S_j$ ) se calcula de la siguiente forma:

$$S_j = \sum w_i r_{ij}$$

$S_j$ : puntuación para la alternativa  $j$

$w_i$ : ponderación para cada criterio  $i$

$r_{ij}$ : valoración de la alternativa  $j$  en función del criterio  $i$

- f) Ordenar las alternativas en función de la puntuación. La alternativa con la puntuación más alta representa la alternativa a recomendar.

## 2.1. ESPECIE

No suele resultar difícil realizar una elección acertada de la especie frutal a implantar.

Los factores fundamentales a tener en cuenta para la correcta elección de la especie son:

- Condiciones climáticas
- Características del suelo (se considerarán a la hora de elegir el portainjerto)
- Plan productivo

### 2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Son varias las especies frutícolas que podrían adaptarse a las condiciones climatológicas de la zona del proyecto.

En la Tabla 2.1. se muestran las especies frutales, que por sus exigencias ecológicas podrían establecerse en la explotación, clasificadas según Hodgson.

**Tabla 2.1. Clasificación de las especies frutales que podrían plantarse en la zona de estudio en función de sus exigencias ecológicas (Hodgson).**

Tipos de especies frutales	Especies representativas	Características o exigencias ecológicas
Especies de zona templada-fría	Manzano	Altas exigencias en reposo invernal
	Peral	Alta resistencia al frío durante el reposo (> -15°C)
	Cerezo	Sensibilidad a los calores estivales fuertes (> 30°C)
	Ciruelo europeo	
Especies de zona templado-cálida	Melocotonero	Ciertas exigencias en reposo invernal Mayor sensibilidad a los fríos invernales intensos Mayor resistencia a los calores estivales
Especies de transición	Viñedo	
	Olivar	
	Almendro	

## 2.1.2. DESCRIPCIÓN Y PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

### 2.1.2.1. Descripción

Para la elección de la especie frutal se van a considerar los siguientes criterios:

#### 1. Climático

Conociendo las necesidades climáticas de las especies (ver Tabla 2.1.) se valorará su adaptación a la zona de ubicación del proyecto. Para ello, con los datos del estudio climático (Anejo 1: Condicionantes del medio físico), se hará una previsión del comportamiento de cada especie frente a las condiciones climáticas que existen en la zona.

#### 2. Comercial

Se valorará que fruto es más demandado y por tanto, tiene mejor venta. Para ello, se tendrán en cuenta los datos de la Tabla 2.2. que muestran, para cada fruto, los miles de kilos totales consumido y el consumo por persona y el valor del volumen consumido por persona, correspondientes a la media mensual del periodo junio 2014-junio 2015, en España.

**Tabla 2.2. Consumo total y consumo y gasto por persona, para cada fruto, en España. Periodo: junio 2014-junio 2015.**

	Volumen(miles de kg)	Consumo per cápita (kg)	(€/kg)	Gasto per cápita (€)
<b>Manzana</b>	536.471,91	11,89	1,25	14,86
<b>Pera</b>	285.894,68	6,34	1,32	8,37
<b>Cereza</b>	97.135,77	2,16	2,87	6,20
<b>Ciruela</b>	81.712,84	1,83	1,51	2,76
<b>Melocotón</b>	197.226,81	4,38	1,46	6,39
<b>Uva de mesa</b>	100.519,53	2,24	2,20	4,93
<b>Aceituna de mesa</b>	123.354,54	2,74	2,81	7,70
<b>Almendra</b>	12.034,45	0,25	11,51	2,88

**Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)**

### 3. Rentabilidad

El cultivo que dé mayores beneficios por hectárea a la explotación será mejor valorado. Para ello, se tendrá en cuenta los datos de la Tabla 2.3. donde se muestra, para cada cultivo, el rendimiento medio de la superficie en producción y el precio medio percibido por los agricultores correspondiente a la década 2003-2013, en España.

**Tabla 2.3. Rendimiento medio de la superficie en producción y el precio medio percibido por los agricultores, en España. Periodo 2003-2013.**

	Rendimiento (100 kg/ha)	Precio medio percibido por los agricultores (€/100kg)	(€/ha)
<b>Manzano</b>	196,1	32,7	6410,8
<b>Peral</b>	189,0	48,1	9094,4
<b>Cerezo</b>	38,1	160,4	6112,0
<b>Ciruelo europeo</b>	122,8	53,8	6611,0
<b>Melocotonero</b>	171,2	52,0	8901,5
<b>Uva de mesa</b>	159,5	54,1	8624,7
<b>Aceituna de mesa</b>	27,3	51,4	1402,2
<b>Almendra</b>	3,8	98,8	375,4

Fuente: Anuario de Estadística-2014. MAGRAMA.

#### 2.1.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.4. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

**Tabla 2.4. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.**

Criterios	Ponderación (w <sub>i</sub> )	Justificación
1. Climático	5	Es decisivo, en la elección de la especie, que el cultivo se adapte a las condiciones climáticas de la zona
2. Comercial	3	Es necesario saber las preferencias del consumidor para conocer la facilidad de venta del producto
3. Rentabilidad	4	El negocio, ante todo, debe ser rentable económicamente

#### 2.1.3. ASIGNACIÓN DE VALORES A LAS ALTERNATIVAS

En la Tabla 2.5. se muestra la valoración de cada alternativa (ver Tabla 2.1.) para cada uno de los criterios evaluados.

**Tabla 2.5. Valoración de las especies frutícolas.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS							
	Manzano	Peral	Cerezo	Ciruelo europeo	Melocotonero	Viñedo	Olivar	Almendra
1. Climático	9	7	5	7	4	5	5	3
2. Comercial	7	6	5	4	4	8	8	5
3. Rentabilidad	7	8	7	7	7	8	5	4

Justificación de la asignación de valores:

- **Manzano**

El manzano es una especie muy resistente al frío invernal. Tiene elevadas exigencias en reposo invernal (800-1700 horas frío). Se adapta bien a altitudes de 600-1000m. Para la calidad de los frutos, es preferible una estación de crecimiento larga y fresca.

El consumo de manzana tiene una tendencia decreciente desde 1989. Así, se ha pasado de consumir 15 a 11,89 kg/persona y año, en 2014, muy inferior a la mayoría de países europeos. Sin embargo, sigue siendo la fruta fresca más consumida.

Los bajos precios de la campaña 2013-2014, han marcado el inicio de la campaña 2014-2015 con precios inferiores a lo que es habitual. En ello han influido, sin duda, los bajos precios percibidos por el melocotón y nectarina ya desde el inicio de la campaña 2014. No obstante, el elevado rendimiento productivo del manzano deja un buen beneficio económico a la explotación.

- **Peral**

El peral, es una especie resistente a los fríos invernales intensos, con elevadas exigencias en reposo invernal (600-1400 horas frío). La altitud óptima es de 500 a 800m. Requiere temperaturas algo más elevadas que el manzano y es exigente en agua.

En pera el consumo es menor que en manzana y ha pasado de 8 a 6,34 kg/persona y año en el periodo 1989-2014, con importantes oscilaciones entre años (en el año 2014 se incrementa el consumo de peras un 4,8%).

El inicio de la campaña 2014/2015 llega con una crisis importante de precios en melocotón que ha influenciado a la baja los precios de la pera y la manzana. A esto hay que añadir las consecuencias negativas del veto de Rusia a las importaciones de fruta de la Unión Europea. Sin embargo, pese a la caída de su precio medio en este periodo, el elevado rendimiento productivo del peral deja un buen beneficio económico a la explotación.

- **Cerezo**

El cerezo tiene una resistencia importante al frío invernal. Es una especie bastante exigente en horas frío, aunque depende de la variedad, de 250 a 1300 horas frío. El cultivo del cerezo debe localizarse en altitudes entre los 600 a 800 m. Sin embargo, las heladas primaverales de la zona pueden producir daños sobre las flores y frutos.

La cereza por su característica de fruto de temporada, por su comodidad de consumo y por la buena calidad en destino, muestra un incremento del consumo desde 1998. En concreto, el año 2014 aumentó un 10,4%. Pero el consumo por persona y año es aún bajo comparándolo con el resto de frutas.

El precio de venta que alcanza el kg de cerezas es el más elevado de los analizados. Dicho comportamiento, se debe a que se trata de fruta de primavera, cuya presencia en el mercado coincide con poca disponibilidad de otras frutas, y además su consumo es muy cómodo y apetecible por todos los estratos de edad. No obstante, en el año 2014, el precio medio de las cerezas se redujo de forma considerable (8%), cerrando en un precio de 2,87 €/kg.

Pese al bajo rendimiento productivo del cerezo, el elevado precio percibido por los agricultores hacen que la rentabilidad de una plantación de cerezos sea buena.

- **Ciruelo europeo**

El ciruelo europeo presenta unas marcadas necesidades de reposo invernal (700-1200 horas frío). Durante el reposo, es capaz de soportar temperaturas muy bajas. No suelen afectarle demasiado las heladas primaverales porque sus órganos florales muestran una resistencia al frío ligeramente mayor que otras especies.

El consumo de ciruela ha aumentado en los últimos años por el mayor poder adquisitivo y como complemento de la dieta. El consumo per cápita en esta fruta se incrementa de forma muy importante (19,8%) pasando de 1,44 kg en el año 2013 a 1,83 kg en 2014, por persona y año.

La campaña 2014 ha sido desastrosa para la fruta de hueso (melocotón, nectarina y ciruela) con precios medios percibidos por los productores muy por debajo de los costes de producción, debido al veto de Rusia a las importaciones de alimentos con origen Europa o Estados Unidos.

En el año 2014, la caída del precio medio del kg de ciruelas ha sido del 20,3%, cerrando en 1,51€/kg. En consecuencia, los beneficios económicos de la explotación son algo bajos respecto a otros cultivos, pese al buen rendimiento productivo.

- **Melocotonero**

El melocotonero es resistente al frío invernal, pero temperaturas inferiores a -15°C pueden causar daños en yemas de flor. Las necesidades de frío son de 400 a 800 horas frío. Sin embargo, las heladas primaverales tardías de la zona, pueden producir daños durante el periodo de floración y además, la altitud óptima, es inferior a los 600m.

El consumo de melocotón, en mayor medida aún que la manzana y la pera, muestra una clara tendencia a la disminución o al estancamiento. En el periodo 1989-2014 el consumo ha pasado de los 7,8 a los 4,38 kg/persona y año. Los principales factores de la baja satisfacción de los consumidores parecen ser: la madurez inadecuada, falta de sabor, calidad variable en los lineales, falta de identificación de su sabor en destino y escasa promoción y creación de marcas.

En melocotón, ha habido una excesiva bajada de los precios percibidos por los agricultores, debido a la mayor producción y al veto ruso. Sin embargo, los melocotones se siguen cobrando al consumidor a un precio similar al de otros años, a pesar de que en el campo su valor se ha visto muy mermado.

- **Viñedo**

La acumulación de horas frío necesarias para un buen desarrollo de la vid se encuentra entre las 200 y 600 horas. Las temperaturas ideales para el buen desarrollo de la planta, fluctúan entre los 25 y 30°C, a mayor suma térmica, mayor será el crecimiento de la baya. Las bajas temperaturas nocturnas promueven la forma alargada del fruto.

La uva de mesa es un producto con una demanda bastante consolidada en los últimos años. No obstante, se busca alargar la temporada y degustar el producto fuera de la campaña natural para aumentar su consumo.

La producción de uva de mesa por ha es alta y los precios percibidos por los agricultores buenos por lo que es rentable invertir en viñedo.

## • Olivar

El cultivo del olivo es propio de climas mediterráneos, las temperaturas favorables para su crecimiento se sitúan entre los 10 y 30 °C. Durante el reposo invernal el olivo es capaz de aguantar temperaturas de hasta -10°C. Las necesidades de frío son medias, de 400 a 700 horas frío. El olivo es una especie bastante resistente a la sequía.

El consumo de aceitunas de mesa durante los últimos 25 años se ha multiplicado por 2,7. El consumo interior está estabilizado, el sector ha puesto su foco en los mercados exteriores. La aceituna de mesa está presente en casi todos los países del planeta.

El sector del cultivo del olivar de aceituna de mesa en España arrastra problemas ligados a su falta de rentabilidad por el bajo rendimiento productivo.

## • Almendro

El almendro requiere climas secos y templados para su cultivo. Tiene bajas necesidades de frío invernal (100 a 500 horas frío). Tiene una floración muy temprana que le hace especialmente sensible a las heladas primaverales. Su cultivo apenas puede sobrepasar los 600 m de altitud. Especie exigente en calor durante el periodo vegetativo y sensible a la falta de luz.

La almendra presenta una demanda en auge. Al igual que otros frutos secos, la almendra es un bien escaso y se cotiza a un precio muy elevado.

En almendro la obtención de variedades más productivas y de floración más tardía y la introducción del regadío ha permitido aumentar el rendimiento productivo en la explotación.

### 2.1.4. ANÁLISIS MULTICRITERIO

En la Tabla 2.6. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio descrito anteriormente.

Tabla 2.6. Análisis multicriterio para las especies frutícolas.

	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS							
		Manzano	Peral	Cerezo	Ciruelo europeo	Melocotonero	Viñedo	Olivar	Almendro
<b>CRITERIOS</b>	$w_i$	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$	$r_{i4}$	$r_{i5}$	$r_{i6}$	$r_{i7}$	$r_{i8}$
1. Climático	5	9	7	5	7	4	5	5	3
2. Comercial	3	7	6	5	4	4	8	8	5
3. Rentabilidad	4	7	8	7	7	7	8	5	4
	<b>PUNTUACIÓN (Sj)</b>	94	85	68	75	60	81	69	46
	<b>ORDEN PREFERENCIA</b>	1	2	6	4	7	3	5	8

La especie frutal, manzano, obtiene la puntuación más alta, y por lo tanto representa la mejor alternativa a recomendar.

## 2.2. VARIEDAD

La elección de la variedad a establecer en la plantación, suele ser una de las decisiones más difíciles ya que la rentabilidad depende, en gran medida, de su adaptación al medio y de su dependencia de insumos. Dicha elección, condiciona

diferentes aspectos agronómicos tales como la poda y la formación de los árboles, el aclareo, los problemas fitosanitarios y la época de cosecha.

Los factores a considerar para la correcta elección varietal son fundamentalmente los siguientes:

- El destino de la producción: consumo en fresco
- Las condiciones climáticas de la zona: para escalonar la recolección conviene seleccionar variedades tempranas, de estación y tardías
- Las características específicas de las variedades

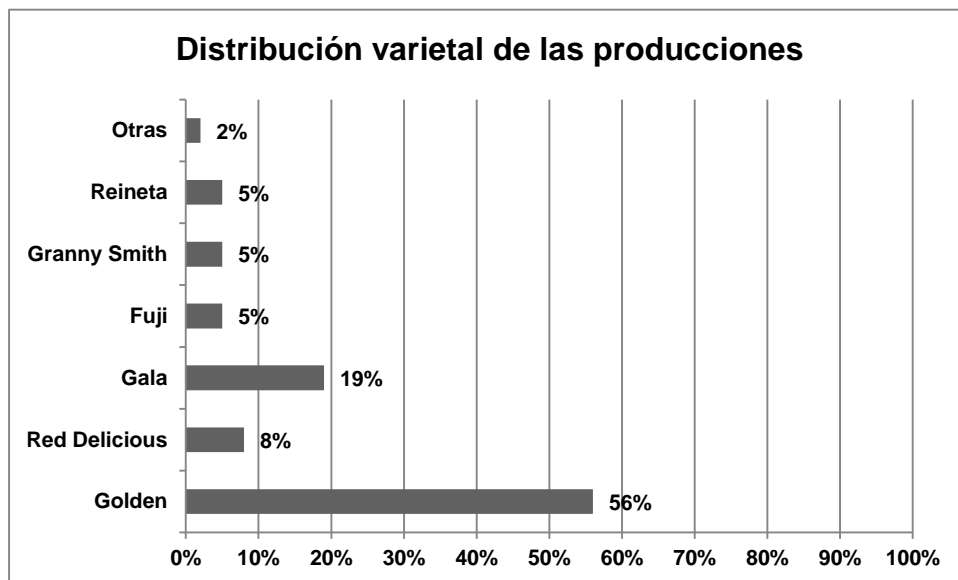
El número de variedades que conviene establecer en una plantación frutal, va a depender de:

- Autoesterilidad o autofertilidad de las variedades
- Periodo máximo de recolección
- Tipo de demanda del mercado
- Superficie de la plantación

### 2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En manzano, el grupo Golden sigue siendo el más importante en España con el 56% de la producción. Sin embargo, ha experimentado un importante retroceso en los últimos años, al igual que el grupo Red Delicious. Esta disminución, ha sido en gran medida compensada por el fuerte incremento de Gala, y en menor medida de Fuji y Pink Lady, en este último caso por estar su producción limitada a las directrices del "club". Otros grupos de variedades destacables, por su volumen de producción anual, son Reineta y Granny Smith.

En la Figura 2.1. se muestra la distribución varietal de las producciones de manzana, correspondientes a la media del periodo 2011-2013, en España.



Fuente: World Apple Pear Association (WAPA)

Figura 2.1. Distribución varietal de las producciones de manzana correspondientes a la media de periodo 2011-2013.

## 2.2.2. DESCRIPCIÓN Y PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

### 2.2.2.1. Descripción

Para la elección de las variedades, se evaluarán los grupos varietales más importantes.

En la Tabla 2.7. se muestran los grupos de variedades de manzana más cultivados en España, clasificados en función del color de los frutos.

**Tabla 2.7. Principales grupos de variedades de manzana en España, clasificados en función del color de su epidermis.**

Variedad	Grupo Golden	Grupo Delicious	Grupo Gala	Grupo Fuji	Granny Smith	Reineta
Color epidermis	Amarilla	Roja	Bicolor		Verde	Bronceada

A continuación se valoran las características específicas de los grupos de variedades de manzano:

#### - **Características fenológicas**

##### 1. Época de floración

La fecha media de floración del manzano es aproximadamente el 15 de abril. Las variedades más tempranas florecen sobre el 12 de abril (fecha más temprana el 9 de abril) y las más tardías sobre el 20 de abril (fecha más tardía el 26 de abril).

Teniendo en cuenta que, la fecha media de la última helada en la zona estudiada es el 16 de abril, los años de mayor riesgo, serán aquellos en los que las elevadas temperaturas de la segunda decena de marzo, que son las que más influyen sobre el manzano, sean altas, puesto que inducirán una floración temprana.

En la Tabla 2.8. se muestra cuando suelen florecer los diferentes grupos de variedades de manzano evaluados.

**Tabla 2.8. Periodo de floración de los grupos de variedades de manzano más cultivados en España.**

	Abril		
	0-10	10-20	20-30
G. Golden			X
G. Delicious		X	
G. Gala	X	X	
G. Fuji			X
Granny Smith		X	X
Reineta		X	

La duración del periodo de floración suele ser de 12-15 días, pero depende de la variedad y está influido por la temperatura.

##### 2. Época de recolección

La recolección de manzanas debe situarse en el momento en que el fruto adquiere su autonomía de maduración, pero antes de que comience el proceso de envejecimiento.



Para que la recolección no se agrupe se plantarán variedades con periodos de cosecha distintos.

En la Tabla 2.9. se muestra la fecha de madurez de los distintos grupos de variedades de manzano, referenciada a las condiciones climáticas de Palencia.

**Tabla 2.9. Periodo de recolección de los distintos grupos de variedades de manzano.**

	Agosto			Septiembre			Octubre		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
<b>G. Golden</b>					X	X			
<b>G. Delicious</b>				X	X				
<b>G. Gala</b>		X	X						
<b>G. Fuji</b>								X	X
<b>Granny Smith</b>								X	X
<b>Reineta</b>					X	X			

- **Características agronómicas**

**3. Adaptación al medio físico**

La producción de manzana en zonas de llanura, implica su cultivo en condiciones climáticas caracterizadas por elevadas temperaturas y baja humedad ambiental en el periodo estival. El manzano presenta una deficiente adaptación a esas condiciones. El manzano, que procede de las montañas del Cáucaso, no dispone de un sistema de control de la transpiración eficiente, respecto a otras especies originarias de clima mediterráneo.

Es por ello que, para la mayoría de variedades de manzano cultivadas en climas cálidos, la falta de color (en variedades rojas o bicolors como Gala, Delicious, Fuji), la falta de firmeza (en Golden) y el incremento de las pérdidas por golpe de sol, son factores limitantes que ocasionan una pérdida notable de competitividad frente a las producciones procedentes de países con climas más apropiados y frescos.

**4. Vigor del árbol**

El diseño de la plantación está condicionado por el vigor de los árboles. El vigor debe limitarse eligiendo portainjertos de crecimiento moderado y un adecuado sistema de formación.

En la Tabla 2.10. se define el vigor de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.

**Tabla 2.10. Vigor de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.**

Grupo	Variedad de referencia	Vigor
<b>Golden</b>	Golden Delicious	Medio
<b>Delicious</b>	Early Red One	Medio-débil
<b>Gala</b>	Royal Gala	Medio-alto
<b>Fuji</b>	Fuji Nagafu 6	Alto
<b>Granny Smith</b>	Granny Smith	Alto
<b>Reineta</b>	Reineta Blanca del Canadá	Muy alto

## 5. Compatibilidad con polinizadores

El manzano es poliploide secundario, por lo que presenta diferentes grados de autocompatibilidad. La poliploidía distorsiona las relaciones de incompatibilidad, por lo que algunas variedades autopolinizadas pueden producir un buen cuajado de frutos mientras que otras son totalmente autoincompatibles. En general, requieren polinización cruzada.

En la Tabla 2.11. se muestra la compatibilidad entre los diferentes grupos de variedades de manzano para polinizarse.

**Tabla 2.11. Con una X se señalan los grupos de variedades de manzano entre las que pueden establecerse polinización cruzada.**

		GRUPO POLINIZADOR				
		G. Golden	G. Delicious	G. Gala	G. Fuji	Granny Smith
GRUPO QUE HAY QUE POLINIZAR	G. Golden		X	X	X	X
	G. Delicious	X		X		X
	G. Gala	X	X		X	X
	G. Fuji	X	X	X		X
	Granny Smith		X	X	X	
	Reineta	X	X			X

## 6. Precocidad de entrada en producción

Es recomendable utilizar variedades que se desarrollen y fructifiquen lo antes posible, con el fin de acortar el periodo improductivo del cultivo.

En la Tabla 2.12. se define la precocidad de entrada en fructificación de las variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzana.

**Tabla 2.12. Precocidad de entrada en fructificación de las variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzana.**

Grupo	Variedad de referencia	Entrada en fructificación
Golden	Golden Delicious	Rápida
Delicious	Early Red One	Rápida
Gala	Royal Gala	Rápida
Fuji	Fuji Nagafu 6	Rápida
Granny Smith	Granny Smith	Rápida
Reineta	Reineta Blanca del Canadá	Medianamente rápida

## 7. Productividad

La productividad de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano se muestra en la Tabla 2.13.

**Tabla 2.13. Productividad de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.**

Grupo	Variedad de referencia	Productividad
Golden	Golden Delicious	Muy productivo
Delicious	Early Red One	Productividad elevada, muy agrupada, pero sensible a la caída de frutos

**Tabla 2.13. (Cont.) Productividad de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.**

Grupo	Variedad de referencia	Productividad
<b>Gala</b>	Royal Gala	Elevada productividad
<b>Fuji</b>	Fuji Nagafu 6	Muy productivo, pero muy sensible a la alternancia
<b>Granny Smith</b>	Granny Smith	Productividad elevada y poco sensible a la alternancia
<b>Reineta</b>	Reineta Blanca del Canadá	Productividad media, sensible a la alternancia

## 8. Resistencia a plagas y enfermedades

Las plagas que más afectan a los manzanos son: la araña roja, que incide sobre todo en variedades rojas, Carpocapsa, la mosca de la fruta (en la zona tiene escasa incidencia), el piojo de San José y varias especies de pulgones (*Dysaphis plataginea*, *Aphis pomi* De Geer y el pulgón lanígero).

Las enfermedades criptogámicas más importantes en manzano son: moteado, oídio y chancro común (no se da en esta zona). Entre las enfermedades causadas por bacterias, está el fuego bacteriano.

### - Características comerciales

## 9. Calidad del fruto

La calidad gustativa es uno de los atributos de mayor interés para estimular el consumo de manzana. Ofrece una mayor diversificación en la oferta y proporciona una mayor satisfacción al consumidor.

La tendencia del consumo de manzana es hacia variedades con contenidos elevados en azúcares, pulpa crujiente y de alta jugosidad, con sensación de frescura al ser consumida.

En la Tabla 2.14. se define la calidad comercial de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.

**Tabla 2.14. Calidad gustativa de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.**

Grupo	Variedad de referencia	Calidad del fruto	
<b>Golden</b>	Golden Delicious	Calibre	Medio-grande
		Forma	Ligeramente troncocónica
		Color	Amarillo con lenticelas grisáceas
		Cualidades organolépticas	Piel fina y pulpa firme, jugosa y de sabor muy agradable.
<b>Delicious</b>	Early Red One	Calibre	Buen tamaño
		Forma	Troncocónica poco alargada, con los 5 lóculos poco aparentes
		Color	Rojo intenso y uniforme
		Cualidades organolépticas	Pulpa jugosa y muy dulce
<b>Gala</b>	Royal Gala	Calibre	Medio-pequeño
		Forma	Troncocónica redondeada
		Color	Rojo-naranja estriado
		Cualidades organolépticas	Pulpa crujiente, azucarada y ligeramente aromática

**Tabla 2.14. (Cont.) Calidad gustativa de las principales variedades de referencia de los diferentes grupos de variedades de manzano.**

Grupo	Variedad de referencia	Calidad del fruto	Grupo
Fuji	Fuji Nagafu 6	Calibre	Medio-grande
		Forma	Redondeada e irregular
		Color	Rojo claro estriado
		Cualidades organolépticas	Pulpa firme, crujiente, jugosa, con un elevado contenido en azúcares y baja acidez.
Granny Smith	Granny Smith	Calibre	Buen tamaño
		Forma	Redondeada a troncocónica
		Color	Verde uniforme, con lenticelas blancas
		Cualidades organolépticas	Pulpa consistente, jugosa, crujiente y de sabor bastante ácido
Reineta	Reineta Blanca del Canadá	Calibre	Buen tamaño
		Forma	Irregular, achatada
		Color	Verde sobre un fondo amarillo pardo, con abundantes placas de russeting
		Cualidades organolépticas	Pulpa firme, no muy jugosa, con tendencia a la harinosidad. Sabor dulce y al mismo tiempo, acidulado, con un aroma característico.

## 10. Manipulación y conservación

La capacidad de conservación de las manzanas es relativamente alta. Las diferentes técnicas, como la atmósfera controlada, el control de la temperatura y de la humedad relativa, prolongan su conservación hasta, prácticamente, la cosecha del año siguiente. A pesar de su buena capacidad de conservación, al igual que todos los productos, tienden a perder calidad cuanto más tiempo pasa.

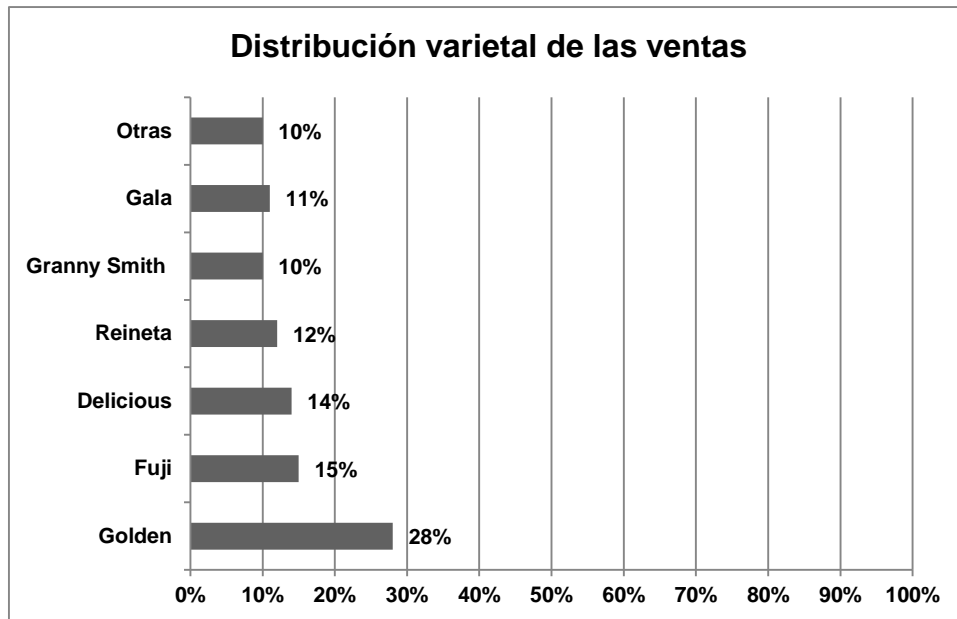
La aptitud a la conservación y manipulación de los frutos de los distintos grupos de variedades de manzano es la siguiente:

- Grupo Golden: Es sensible a la manipulación, porque en su piel fina se marcan fácilmente los golpes o arañazos, pero se conserva bien en frío, atmósfera controlada (4-6 meses), y en ultra bajo oxígeno (8-9 meses).
- Grupo Delicious: En atmósfera controlada, la conservación de estas variedades, puede alargarse hasta los 4 meses, y en ultra bajo oxígeno hasta 8 meses. Este grupo es sensible al escaldado (manchas de color pardo sobre la piel de los frutos) y al oscurecimiento interior de senescencia.
- Grupo Gala: Se conserva bien en ultra bajo oxígeno (4-5 meses), aunque pierde parte del aroma. Presenta una buena aptitud a la manipulación.
- Grupo Fuji: Permite una larga conservación, aunque es sensible al escaldado. Presenta una buena aptitud a la manipulación.
- Grupo Granny Smith: Tiene buena aptitud para la manipulación y la conservación, aunque es sensible al escaldado.
- Grupo Reineta: Se conserva bien, hasta 4 meses en atmósfera controlada y hasta 8 meses en ultra bajo oxígeno. Puede volverse harinosa si se recoge muy tarde.

## 11. Cotización

La manzana se comercializa en España durante todo el año, con un incremento de las ventas en los meses de recolección de septiembre y octubre.

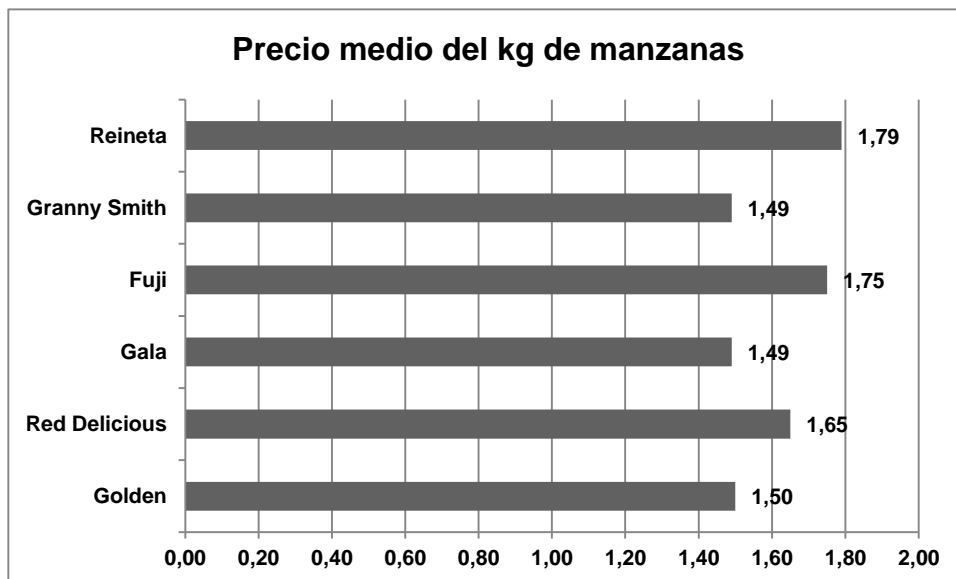
En la Figura 2.2. se muestra la distribución varietal de las ventas de España correspondiente a la media del periodo 2011-2013.



Fuente: World Apple Pear Association (WAPA)

Figura 2.2. Distribución varietal de las ventas de manzana en España correspondiente a la media del periodo 2011-2013.

En cuanto al precio, el grupo de variedades reineta es el que suele alcanzar mayor valor en el mercado. En la Figura 2.3. se muestra el precio medio, en euros, del kg de manzanas por grupos varietales, correspondiente a la media del año 2013.



Fuente: MERCASA

Figura 2.3. Precio medio, en euros, del kg de manzanas por grupos varietales correspondiente a la media del año 2013.

## 12. Perspectivas comerciales

Los datos de consumo alimentario en España en el año 2013, muestran un descenso en el consumo de manzanas del 7,2%. Desde 1989 se aprecia una tendencia decreciente en el consumo de manzana que ha pasado de 15 a 11 kg/persona y año.

A nivel de mercados destacar que, el inicio de la campaña 2014/2015 llega influenciado por una situación de precios claramente insuficientes de la manzana de la campaña anterior, a la que se añade una crisis importante de precios en melocotón que ha llevado a la baja los precios de las variedades de verano de manzana. Además, añadir las consecuencias negativas del veto de Rusia a las importaciones de fruta de la Unión Europea. Recordar que las exportaciones medias anuales de la Unión Europea hacia Rusia, para el periodo 2011-2013, fueron para la manzana de 690500 t.

En cuanto a la situación varietal, el grupo Golden sigue siendo el más popular en España, liderando el consumo y las importaciones. No obstante, está experimentando un importante retroceso en los últimos años debido a que la calidad obtenida (firmeza, textura) no es suficientemente competitiva en comparación con la misma variedad importada de zonas de montaña o de media altitud de Francia o Italia. Es de destacar el fuerte retroceso del grupo Red Delicious que ha sido desplazado en gran medida por el fuerte incremento de Gala (tras la reconversión de las plantaciones por clones de mejor coloración), y en menor medida Fuji y Pink Lady, en este último caso por estar su producción limitada a las directrices del "club". El grupo de las Reinetas es apreciado en determinados nichos de mercado por su peculiar sabor, textura y aroma.

### 2.2.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.15. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

Tabla 2.15. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.

Criterios	Ponderación (wi)	Justificación
1. Época de floración	2	Es importante que el periodo de floración no coincida con el de mayor probabilidad de heladas. El periodo de floración debe coincidir con el de otra variedad para favorecer la polinización
2. Época de recolección	3	Es importante la diversificación en las fechas de recolección para escalonar la cosecha
3. Productividad	4	A mayor productividad mayor rendimiento de la plantación
4. Adaptación al medio físico	5	Que el cultivo se adapte a las condiciones agroclimáticas de la zona resulta un aspecto a considerar y decisivo para optar por el cultivo idóneo
5. Vigor del árbol	2	El vigor del árbol condiciona la elección del patrón y del sistema de formación
6. Compatibilidad con polinizadores	3	La mayoría de las variedades de manzanos son parcialmente autoestériles por lo que se requiere polinizadores en la plantación para aumentar el cuajado
7. Precocidad de entrada en producción	3	Es preciso utilizar variedades que se desarrollen y fructifiquen lo antes posible, para acortar el periodo improductivo del cultivo
8. Resistencia a plagas y enfermedades	3	Las variedades resistentes a las principales enfermedades y plagas permiten una producción más sostenible
9. Calidad del fruto	3	La calidad es el criterio de mayor interés para estimular el consumo de manzana
10. Manipulación y conservación	3	La buena adaptación a la manipulación agilizará la recogida, y la buena capacidad de conservación permitirá mantener parte de la cosecha hasta el año siguiente

**Tabla 2.15. (Cont.) Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.**

Crterios	Ponderación (wi)	Justificación
11. Cotización	4	Criterio de importancia ya que, a mayor valor del producto, mayor rentabilidad del negocio
12. Perspectivas comerciales	3	Es importante conocer la tendencia del mercado para determinar si puede ser rentable el cultivo

### 2.2.3. ASIGNACIÓN DE VALORES A LAS ALTERNATIVAS

En la Tabla 2.16. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

**Tabla 2.16. Valoración cuantitativa de los principales grupos varietales del manzano.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS					
	Grupo Golden	Grupo Delicious	Grupo Gala	Grupo Fuji	Granny Smith	Reineta
1. Época de floración	8	7	6	8	8	7
2. Época de recolección	6	7	8	7	7	6
3. Productividad	9	8	8	7	8	5
4. Adaptación al medio físico	7	7	5	6	7	7
5. Vigor o porte del árbol	6	7	5	4	4	3
6. Compatibilidad con polinizadores	8	7	8	7	8	7
7. Precocidad de entrada en producción	8	8	8	8	8	6
8. Resistencia a plagas y enfermedades	6	5	7	7	7	8
9. Calidad del fruto	6	5	8	6	6	8
10. Manipulación y conservación	8	5	7	7	7	7
11. Cotización	7	7	8	7	6	8
12. Perspectivas comerciales	7	5	9	8	4	5

A continuación se justifican los valores dados:

- **Grupo Golden**

El periodo de floración del grupo Golden coincide con el de Fuji y Granny Smith, lo que favorece la polinización entre ellos.

Golden madura a partir de mediados de septiembre coincidiendo con el periodo de cosecha de Reineta y Delicious, por lo que se escoge el que tenga mayor puntuación para que la cosecha sea escalonada.

Árboles de vigor medio, muy productivos, con una entrada en fructificación rápida y regular. Presentan una amplia área de adaptación, pero son sensibles al oídio y al moteado. Fruto de tamaño medio-grande, ligeramente troncocónico y piel fina de color amarillo con lenticelas grisáceas. Pulpa blanco-amarillenta, firme, jugosa y de sabor muy agradable. Fruto muy sensible al russeting. Los frutos son muy sensibles a las manipulaciones, pero tienen una buena conservación.

El grupo varietal Golden sigue siendo el más popular en España y en Europa, el más consumido y el que lidera las importaciones.

- **Grupo Delicious**

El grupo Delicious puede establecer polinización cruzada con el grupo Gala, Golden y Granny Smith.

Delicious madura un poco antes que Golden, por lo que no debería producirse aglomeración de cosecha.

Árboles de vigor medio-débil, con una rápida entrada en producción. Productividad elevada, muy agrupada, pero sensible a la caída de frutos. Fruto de buen tamaño, de forma troncocónica poco alargada, con los cinco lóbulos aparentes. Color rojo intenso y más o menos uniforme por toda la superficie del fruto, incluso en climas calurosos (buena adaptación). Buena calidad gustativa. Sensible al escaldado y al oscurecimiento interior con el paso del tiempo.

El grupo Red Delicious ha experimentado un importante retroceso en volumen de ventas.

- **Grupo Gala**

En manzana, el grupo Gala es el que florece antes, por lo que el riesgo de las heladas es mayor. Como polinizadores pueden utilizarse Granny Smith, Golden, Fuji y Delicious.

Grupo varietal que primero madura, entre mediados y finales de agosto y además, no coincide el periodo de cosecha con el de otras variedades.

Variedades de vigor medio-alto. Entrada en producción rápida y elevada productividad. Frutos de calibre medio, con tendencia a disminuir con los años (necesidades de aclareo), de forma troncocónica redondeada, y de color rojo-naranja estriado en un porcentaje variable del fruto. Los frutos pueden presentar falta de color en climas cálidos (mala adaptación). Excelente calidad gustativa, ya que tienen una pulpa crujiente, azucarada y ligeramente aromática. Frutos sensibles al cracking al avanzar la maduración. Buena aptitud a las manipulaciones y buena conservación.

Después del descenso de la producción de Gala en los últimos años, la disponibilidad de nuevos clones de alta coloración ha supuesto un auge renovado para el grupo varietal.

- **Grupo Fuji**

El grupo Fuji puede ser polinizado por Golden, Delicious, Gala y Granny Smith.

En recolección, el grupo varietal Fuji coincide con Granny Smith, de modo que se escogerá al que mayor puntuación obtenga para evitar que la cosecha se agrupe. La cosecha en Fuji es escalonada, hay que dar varias pasadas.

Árboles con vigor elevado, de rápida entrada en producción, muy productivos, pero muy sensibles a la alternancia. Frutos de tamaño mediano a grande, de forma redondeada e irregular, de color rojo claro estriado sobre un cuarto a la mitad de la superficie del fruto. En zonas cálidas la coloración resulta algo insuficiente (mala adaptación). Pulpa firme, crujiente, jugosa y muy dulce, de excelente calidad gustativa, con un elevado contenido en azúcares y baja acidez. Buena aptitud de manipulación y conservación en cámara.

Buenas perspectivas comerciales para el grupo varietal Fuji. La reconversión de los clones originales por otros de mejor coloración ha incrementado el volumen de ventas.



- **Granny Smith**

Granny Smith coincide en floración con todos los grupos varietales evaluados y es compatible con todos ellos. Su polen es de muy buena calidad, por lo cual es el polinizador más utilizado.

Granny Smith madura en la segunda quincena de octubre, un poco antes que el grupo Fuji, coincidiendo el periodo de recolección de ambas.

Árbol vigoroso, con una rápida entrada en producción, productividad elevada y poco sensible a la alternancia. Frutos de buen tamaño, de forma redondeada a troncocónica. Epidermis de color verde uniforme, con lenticelas blancas, características de la variedad. En climas cálidos es frecuente que los frutos más expuestos presenten una chapa rosada que deprecia comercialmente el fruto. Pulpa consistente, jugosa, crujiente y de sabor bastante ácido. Variedad poco sensible al moteado y sensible al oídio. Muy buena aptitud para la manipulación y buena conservación, aunque es sensible al escaldado.

El volumen de ventas de la variedad Granny Smith sigue una tendencia decreciente en los últimos años, porque al nuevo consumidor no le gusta su sabor acidulado.

- **Grupo Reineta**

El grupo varietal Reineta coincide en floración con Gala, Delicious y Granny Smith. Sin embargo, no sirve como polinizador para los grupos Gala y Fuji, ya que no son compatibles.

Reineta y Golden coinciden en el periodo de cosecha, luego, no se elegirá a ambas para que no se agrupe la cosecha.

Árbol muy vigoroso, de entrada en fructificación medianamente rápida (la edad de entrada en producción debe ser similar a la variedad base). Productividad media, sensible a la alternancia. Frutos de buen tamaño, achatados y de forma irregular, de color verde sobre un fondo amarillo pardo, con abundantes placas de ruseting. Pulpa firme no muy jugosa, con tendencia a la harinosidad si no se recoge en el momento óptimo. Sabor dulce y, al mismo tiempo, acidulado, con un aroma característico. Buena calidad de frutos. Variedad poco sensible al moteado y al oídio, pero muy sensible al fuego bacteriano y a los ataques de araña roja. Sensible a la caída de frutos en la madurez. Buena conservación y aptitud para la manipulación.

En el grupo de las Reinetas, la Reineta Gris es la variedad más importante, producida principalmente en el Bierzo (León), Aragón y País Vasco. La peculiaridad de su sabor, aroma y textura hace que sea muy apreciada, y la prueba es que se vende toda la producción, lo que por otra parte, aumenta su valor.

## 2.2.4. ANÁLISIS MULTICRITERIO

En la Tabla 2.17. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.17. Análisis multicriterio para los principales grupos de variedades de manzano.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS					
		Grupo Golden	Grupo Delicious	Grupo Gala	Grupo Fuji	Granny Smith	Reineta
	$w_i$	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$	$r_{i4}$	$r_{i5}$	$r_{i6}$
1. Época de floración	2	8	7	6	8	8	7
2. Época de recolección	3	6	7	8	7	7	6

**Tabla 2.17. (Cont.) Análisis multicriterio para los principales grupos de variedades de manzano.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS					
		Grupo Golden	Grupo Delicious	Grupo Gala	Grupo Fuji	Granny Smith	Reineta
3. Productividad	4	9	8	8	7	8	5
4. Adaptación al medio físico	5	7	7	5	6	7	7
5. Vigor o porte del árbol	2	6	7	5	4	4	3
6. Compatibilidad con polinizadores	3	8	7	8	7	8	7
7. Precocidad de entrada en producción	3	8	8	8	8	8	6
8. Resistencia a plagas y enfermedades	3	6	5	7	7	7	8
9. Calidad del fruto	3	6	5	8	6	6	8
10. Manipulación y conservación	3	8	5	7	7	7	7
11. Cotización	4	7	7	8	7	6	8
12. Perspectivas comerciales	3	7	5	9	8	4	5
	<b>PUNTUACIÓN (S<sub>i</sub>)</b>	278	249	276	260	256	248
	<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>	1	5	2	3	4	6

La mayoría de las variedades de manzano son parcialmente autoestériles, por lo que la polinización de unas variedades con otras (polinización cruzada) mejora el cuajado de los frutos.

Dado que la superficie de plantación no es demasiado grande, establecer un gran número de variedades dificultaría el riego, abonado y demás prácticas culturales, pues las necesidades de cada variedad no siempre coinciden.

En consecuencia, se decide implantar tres variedades, con el fin de escalonar la recolección, disminuir el riesgo de pérdida total de cosecha ante condiciones climáticas adversas o ante plagas y enfermedades y cubrir la demanda del mercado. Por orden de preferencia, la variedad base será del grupo Golden y las variedades polinizadoras de los grupos Gala y Fuji.

A continuación, se hace una breve descripción de la situación varietal de los tres grupos seleccionados:

### 1. Grupo Golden

En el caso del grupo Golden la innovación varietal sigue siendo muy inferior a la de los otros grupos. Tanto Golden Reinders como Golden Crielaard constituyen la referencia por su menor sensibilidad al russeting con respecto a los clones estándar de Golden Delicious, Golden Smoothie o Golden-B. Nuevos clones de Golden de diversa procedencia se encuentran en evaluación en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA), entre otros, Golden Parsi da Rosa, que en climas cálidos presenta una sobrecoloración de color marrón poco atractiva en la cara más expuesta a la iluminación.

Para elegir entre los cultivares de Golden, anteriormente mencionados, se va a evaluar la resistencia de sus frutos al russeting. Se llama russeting, al agrietamiento fino de la epidermis del fruto que al cicatrizar origina un entrevenado de color marrón y tacto áspero sobre la superficie. Aparece en los frutos de ciertas variedades de peras y manzanas y conduce a la depreciación visual de la calidad.

En la Tabla 2.18. se muestran los cultivares más importantes del grupo Golden con sus principales características, colocados por orden de mayor a menor resistencia al russeting.

**Tabla 2.18. Cultivares del grupo Golden colocados de mayor a menor resistencia al russeting.**

Orden	Cultivar	Principales características
1	Golden Crielaard	Frutos uniformes, de forma similar a Golden y con pocas lenticelas. Resistente al russeting. Difundido el clon 4890 libre de virus
2	Golden Reinders	Características similares a Golden Smoothee, pero con lenticelas menos aparentes y más resistente al russeting
3	Golden Smoothee	En uno de los mutantes más cultivados de Golden Delicious. Presenta características muy similares a la variedad original, pero es mucho menos sensible al russeting
4	Golden B	Características muy similares a Golden Delicious, con frutos algo más alargados y de menor calidad gustativa. Sensibilidad al russeting similar o inferior a G. Delicious
5	Golden Delicious	Fruto de color amarillo-verde a amarillo-dorado, con lenticelas bien marcadas. Muy sensible al russeting en situaciones climáticas favorables. Disponibles diferentes clones libres de virus como 4032 (España)

Golden Crielaard es el clon del grupo Golden seleccionado para ser la variedad principal de la plantación, dado su importante resistencia al russeting.

## 2. Grupo Gala

En el grupo Gala el retroceso de los últimos años se ha debido a la falta de coloración de los clones originales (Royal Gala, Mondial Gala y Galaxy), que obligó a su reconversión por otros de mejor coloración como Brookfield (de coloración estriada) o Bukeye (estrías poco visibles) que siguen siendo los clones de referencia.

El IRTA para obtener una producción de calidad contrarrestando el efecto negativo de las condiciones climáticas en la coloración de los frutos, ha realizado en los últimos años una evaluación de los mejores clones en cuanto a intensidad de color, estabilidad y tipo de coloración (lisa, semiestriada, estriada), entre los que cabe destacar:

- Alta coloración lisa: Galafab y Galaval
- Estrías muy poco aparentes y alta coloración: Redlum, Ready Red Gala, Gala Decarli y Gala 16360
- Coloración ligeramente inferior y estrías más aparentes: Gala Venus, Schnico, Ultima Gala y McDonald Gala

Dado que una buena coloración es el criterio más importante para la comercialización de los frutos y que la mayoría de mercados del Sur de Europa tienen preferencia por los clones de coloración estriada, se elige como variedad polinizadora del grupo Gala al clon Gala Venus.

## 3. Grupo Fuji

El grupo Fuji sigue teniendo poca importancia por los problemas de producción que plantea, como son la sensibilidad a la alternancia y al golpe de sol, el vigor y la falta de una coloración óptima. Los clones más interesantes son Zhen Fuji Aztec, el de mayor coloración lisa, y Fuji Kiku Fubrax, de coloración estriada.

Fuji Kiku Fubrax es el mutante de Fuji más plantado en Europa, ya que aporta el mejor color dentro de las variedades de coloración estriada. Por ello, se le selecciona como la variedad polinizadora del grupo Fuji.

## 2.3. PORTAINJERTO

Un árbol injertado es una planta compuesta por dos partes: portainjerto o patrón y variedad. El patrón es la parte del árbol enterrada que forma el sistema radicular, mientras que la variedad es la parte aérea. Cada una de las partes procede de individuos distintos y estos a su vez pueden pertenecer a la misma especie o especies distintas

No suele resultar demasiado difícil elegir el patrón adecuado para la plantación (existen de 2 a 8 patrones por especie).

Los factores principales a tener en cuenta para la correcta elección del patrón son:

- Características edafológicas de la parcela (Anejo 1: Condicionantes del medio físico)
- Vigor que se pretende dar al árbol
- Compatibilidad con la variedad

### 2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Los patrones se pueden clasificar según su origen, en francos, cuando proceden de semilla, o clonales, cuando proceden de multiplicación vegetativa (acodo o estaquilla).

- Patrones francos: Las principales características del patrón franco son que es muy vigoroso, confiere lenta entrada en producción a la variedad injertada sobre él, posee una gran longevidad y se caracteriza por tener una cierta heterogeneidad.

En manzano, los patrones francos se obtienen a partir de semillas de *Malus baccata* o por hibridación de *Malus baccata* x *Malus communis*

El cultivo del manzano ha evolucionado hacia una mayor intensificación, que se ha conseguido mediante el uso de portainjertos enanizantes.

- Patrones clonales: El patrón clonal es menos vigoroso, produce fruta antes y de mejor calidad, dura menos años y todos los patrones proceden de un mismo clon, son exactamente iguales.

Las líneas de investigación de las diversas instituciones que trabajan en la selección y mejora genética de portainjertos de manzano, para conseguir mejor resistencia a diversas enfermedades parasitarias, fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*), podedumbres del cuello (*Phytophthora cactorum*, *P. cambivora*, *P. cryptogea*), chancro bacteriano (*Agrobacterium tumefaciens*), oídio (*Podosphaera leucotricha*), pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*), mayor adaptabilidad a las difíciles condiciones edafoclimáticas y un adecuado control del vigor, han dado como resultado los principales patrones del manzano, que se agrupan en las siguientes series:

- Serie East Malling: La estación inglesa “East Malling” ha realizado una selección y multiplicación de patrones de manzano procedentes de varios países, creando una primera serie de 16 patrones de vigores escalonados que van desde el EM-IX, el de menor vigor, al EM-XVI, de mayor vigor.

El EM-IX, portainjerto más utilizado en Europa, ha sido mejorado en los últimos años por diferentes selecciones libres de virus, como son:

- o M9 EMLA: obtenido por las estaciones inglesas “East Malling” y “Long Aston”
- o M9 Pajam: patrón francés del que se obtuvieron los tipos Pajam-1 Lancep y Pajam-2 Cepiland

- MAC 9 (Michigan Apple Clone 9): seleccionado para una mayor resistencia a las bajas temperaturas invernales y un mejor anclaje al terreno
- M9 T-337: obtenido en Holanda por NAKB (Inspection Service for Floriculture and Arboricultures).
- Serie Malling: Patrones fruto del cruzamiento de EM-IX con otros patrones de la serie EM. Destacar: M26 y M27.
- Serie Malling Merton: Las estaciones inglesas “East Malling” y “John Innes”, buscando resistencia al pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*), crearon otro grupo de patrones que constituyó la serie Malling-Merton. Dentro de la serie, que incluía 15 patrones, destacan: MM-104, MM-106, MM-109 y MM-111.
- Serie P: En Polonia, se inicia un proceso de mejora de patrones para aumentar la resistencia al frío de las series EM y MM. De este proceso, surgieron los patrones de la serie Polonia, de los que cuatro son interesantes por su resistencia al frío y a la podredumbre del cuello (*Phytophthora*): P-1, P-2, P-16 y P-22. No obstante, son sensibles al pulgón lanígero y al fuego bacteriano.

En la Tabla 2.19. se muestra la clasificación de los patrones de manzano, más utilizados en Europa, en niveles de vigor con respecto al patrón franco.

**Tabla 2.19. Clasificación de los principales patrones de manzano de Europa de menor a mayor vigor.**

Vigor (respecto al franco)	Patrón	
20 a 30	M-27	De menor a mayor vigor
	P-22	
40 a 50	P-16	
	EM-IX	
50 a 60	M9 Pajam-1	
	M9 T-337	
60 a 70	M9 Pajam-2	
	M9 EMLA	
	M-26	
70 a 80	MM-106	
	EM-VII	
80 a 90	MM-111	
100	Franco	

Como alternativas para la plantación, se van a evaluar los principales patrones de manzano MM-111, MM-106 y EM-IX (M9) y sus diversas selecciones clonales y sanitarias.

## 2.3.2. DESCRIPCIÓN Y PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

### 2.3.2.1. Descripción

Las características que debe reunir un buen patrón y que justificarán su elección son las siguientes:

## 1. Propagación

Tanto si procede de semilla como de multiplicación vegetativa, un buen patrón debe propagarse bien y tener buen enraizamiento.

Los patrones procedentes de multiplicación vegetativa (clonales) tienen un escaso desarrollo radicular (sistema radicular fasciculado). Este menor desarrollo, conlleva una menor capacidad para proveerse de nutrientes y agua (desventaja competitiva frente a la flora arvense), un anclaje más débil y una mayor vulnerabilidad al ataque de roedores.

En la Tabla 2.20. se define como es el anclaje o sujeción del árbol al suelo y la propagación de los diferentes patrones.

**Tabla 2.20. Descripción del anclaje al suelo y propagación de los patrones.**

Patrón	Anclaje del aparato radicular	Propagación	Otros datos
MM-111	Bueno	Bien por acodo de cepa y por esqueje leñoso	Sensible a la emisión de burknots (bolsa que impide la translocación de nutrientes del patrón a la variedad) y rebrotes
MM-106	Bueno	Bien por acodo de cepa y por esqueje leñoso	No produce rebrotes
EM-IX	Deficiente. Aparato radicular frágil y superficial	Difícil	M9 Pajam-1 es medianamente sensible a la emisión de rebrotes y burknots  M9 Pajam-2 es sensible a producir rebrotes
M9 Pajam-1			
M9 Pajam-2			
M9 EMLA			

## 2. Compatibilidad

Los patrones de manzano evaluados son selecciones clonales de la misma especie, y su compatibilidad con la variedad injertada es buena.

## 3. Adaptabilidad

En la Tabla 2.21. se muestra la adaptación de los principales patrones de manzano a las condiciones del medio.

**Tabla 2.21. Adaptación de los patrones de manzano a la condiciones del medio.**

Patrón	Resistencia a bajas temperaturas	Adaptación a suelos	Sequía	Asfixia radicular
MM-111	Resistente	Buena	Resistente	Resistente
MM-106	Resistencia media	Buena	Resistente	Resistente
EM-IX	Sensible	Buena	Sensible	Sensible
M9 Pajam-1				
M9 Pajam-2				
M9 EMLA				

## 4. Productividad

El uso de portainjertos enanizantes permite lograr una elevada productividad y buena calidad de los frutos, siempre y cuando se apliquen correctamente las técnicas de producción. Se da una alta eficiencia productiva. Además, por lo general, existe una relación inversa entre el vigor del patrón y la entrada en producción, de modo que,

al utilizar patrones muy poco vigorosos los frutales alcanzan la plena fructificación mucho antes.

## 5. Resistencia frente a enfermedades

En la Tabla 2.22. se muestra la resistencia de los principales patrones de manzano frente a varias enfermedades.

Tabla 2.22. Resistencia frente a enfermedades de los principales patrones de manzano.

Patrón	<i>Erisoma lanigerum</i>	<i>Agrobacterium</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Erwinia amylovora</i>
MM-111	Resistente	-	Resistente	-
MM-106	Resistente	-	Sensible	Resistente
EM-IX	Sensible	Sensible	Resistente	Sensible
M9 Pajam-1				
M9 Pajam-2				
M9 EMLA				

Añadir que, las selecciones clonales del portainjerto EM-IX (M9 Pajam-1, M9 Pajam-2 y M9 EMLA) están exentas de virosis.

## 6. Control del vigor

Una de las ventajas que conlleva el uso de portainjertos es que permiten el control del vigor del árbol.

A la hora de elegir el patrón, no sólo se ha de analizar el vigor del patrón, sino también, el vigor de la variedad (ver Tabla 2.10.). Hay que asociar bien patrón y variedad para que el tamaño final del árbol sea el deseado, ya que la vida de una plantación frutal dura muchos años y la elección solo se hace una vez. Si bien la variedad puede cambiarse mediante sobreinjerto, el patrón solo se puede cambiar arrancándolo y haciendo una nueva plantación.

En la Figura 2.4. se muestra la escala de vigor de los patrones de manzano comparados con el franco (índice del vigor del patrón franco igual a 100).

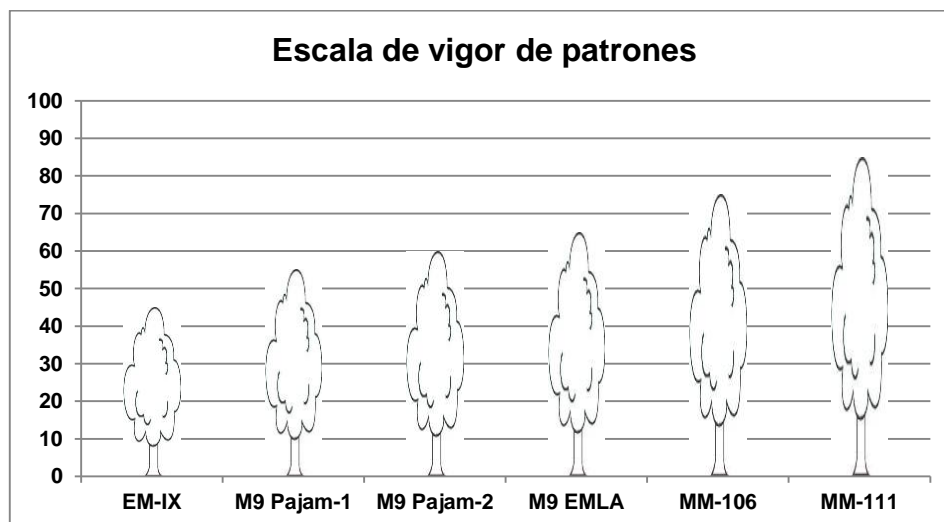


Figura 2.4. Escala de vigor de los principales patrones de manzano respecto al patrón franco.

Los patrones que se van a seleccionar, son para las variedades Golden, Gala y Fuji. Para conseguir una plantación homogénea, el patrón de Golden debe inducir mayor vigor que el patrón para Gala y Fuji.

Varietades vigorosas sobre patrones muy enanizantes dan lugar a árboles similares a los obtenidos de variedades poco vigorosas sobre patrones poco enanizantes. Añadir que, con patrones enanizantes, cuanto más alto se efectúa el injerto, menos se desarrolla la planta.

### 2.3.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.23. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

Tabla 2.23. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.

Criterios	Ponderación (wi)	Justificación
1. Propagación	2	Es importante que el patrón se propagarse bien y tenga buen enraizamiento
2. Compatibilidad	4	El patrón no deberá tener rechazo a las variedades que se injerten en él
3. Adaptabilidad	3	El patrón debe presentar la mayor capacidad de adaptación posible a condiciones adversas que puedan presentarse en la zona donde se ubique
4. Productividad	4	El patrón debe conferir a la variedad injertada sobre él una rápida entrada en producción y elevada productividad, además de conseguir una buena calidad de fruta
5. Resistencia frente a plagas y enfermedades	3	El patrón debe ser resistente frente a plagas, hongos y bacterias en situaciones de riesgo
6. Control del vigor	5	El patrón no debe ser muy vigoroso con el fin de que, las operaciones sobre la variedad injertada, como la poda, los tratamientos fitosanitarios o la recolección pueda efectuarse con facilidad y sencillez

### 2.3.3. ASIGNACIÓN DE VALORES A LAS ALTERNATIVAS

En la Tabla 2.24. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

Tabla 2.24. Valoración de los principales patrones de manzano.

CRITERIOS	ALTERNATIVAS					
	EM-IX	M9 Pajam-1	M9 Pajam-2	M9 EMLA	MM-106	MM-111
1. Propagación	4	4	4	4	8	7
2. Compatibilidad	8	8	8	8	8	8
3. Adaptabilidad	4	4	4	4	7	8
4. Productividad	8	8	8	7	6	6
5. Resistencia frente a enfermedades	3	4	4	4	5	6
6. Control del vigor	9	9	9	7	5	4

A continuación se justifican los valores dados:

- **MM-111**

Patrón con buen sistema radicular, que proporciona buen anclaje. Fácil propagación, aunque es sensible a la emisión de burrnknots y rebrotes.

Amplia adaptación a distintos tipos de terrenos: suelos calizos, ligeros y de escasa fertilidad.



Resistente al pulgón lanígero, a la podredumbre del cuello (*Phytophthora cactorum*), a la asfixia radicular y a la sequía.

Resulta demasiado vigoroso para las plantaciones actuales, salvo para variedades tipo "Spur". Induce vigor medio-alto, entrada en producción relativamente rápida y buena productividad.

- **MM-106**

Patrón con buen anclaje del aparato radicular y no produce rebrotes. Buena propagación.

Buena adaptación a diferentes suelos: terrenos ligeros, secos y poco profundos, es decir, poco fértiles.

Resistente al pulgón lanígero, al fuego bacteriano, a la asfixia radicular y a la sequía, pero muy sensible a la podredumbre del cuello y al virus TmRSV.

Patrón semienanizante que proporciona vigor medio y una temprana entrada en producción.

- **EM-IX**

Patrón con aparato radicular frágil y superficial. Aptitud rizógena no totalmente satisfactoria. Propagación difícil.

Apto para terrenos fértiles y con buen drenaje. Sensible a la sequía, a la asfixia radicular y a las bajas temperaturas.

Resistente a la podredumbre del cuello, sensible al pulgón lanígero a las agallas (*Agrobacterium tumefaciens*) y al fuego bacteriano.

Patrón enanizante. Imprime un vigor débil en la variedad injertada y una rápida entrada en producción (al segundo año). Induce además, elevada eficiencia productiva, ligera anticipación de la maduración, buena coloración y buen tamaño de los frutos.

Idóneo para plantaciones de densidad media y elevada con variedades estándar. Excesivamente débil para las selecciones Spur.

- **M9 Pajam-1**

Selección clonal de EM-IX exenta de virosis. De vigor débil, aunque superior al EM-IX ordinario y puede utilizarse para un mayor grado de intensificación o en suelos muy fértiles con variedades vigorosas.

- **M9 Pajam-2**

Selección clonal de EM-IX exenta de virosis. Confiere un vigor mayor que Pajam-1.

Debido a este sensible incremento de vigor respecto a EM-IX, Pajam-1 y Pajam-2 pueden ser utilizados en variedades de vigor inferior o en condiciones de replantación. Su utilización en variedades vigorosas lleva implícito un incremento del marco de plantación.

- **M9 EMLA**

Selección clonal del patrón EM-IX exenta de virosis. Su vigor es el superior de todas las selecciones clonales. También la regularidad es mucho mayor.

### 2.3.4. ANÁLISIS MULTICRITERIO

En la Tabla 2.25. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.25. Puntuación y orden de preferencia de los principales patrones de manzano.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN $w_i$	ALTERNATIVAS					
		EM-IX	M9 Pajam-1	M9 Pajam-2	M9 EMLA	MM-106	MM-111
		$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$	$r_{i4}$	$r_{i5}$	$r_{i6}$
1. Propagación	2	4	4	4	4	8	7
2. Compatibilidad	4	8	8	8	8	8	8
3. Adaptabilidad	3	4	4	4	4	7	8
4. Productividad	4	8	8	8	7	6	6
5. Resistencia frente a enfermedades	3	3	4	4	4	5	6
6. Control del vigor	5	9	9	9	7	5	4
	<b>PUNTUACIÓN (Sj)</b>	138	141	141	127	133	132
	<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>	2	1	1	5	3	4

Las selecciones clonales de EM-IX constituyen los mejores patrones para la plantación. Para conseguir la mayor homogeneidad, la variedad base, Golden Crielaard, se injerta sobre Pajam-2 Cepiland y las variedades polinizadoras, Gala Venus y Fuji Kiku Fubrax, de mayor vigor, sobre Pajam-1 Lancep.

## 2.4. FORMAS DE EXPLOTACIÓN

### 2.4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se distinguen dos modelos básicos de producción agrícola: la producción convencional y la ecológica, y una variante a medio camino entre las dos: la producción integrada.

### 2.4.2. DESCRIPCIÓN Y PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

#### 2.4.2.1. Descripción

Para elegir la forma de explotación, se van a tener en cuenta los siguientes criterios:

#### 1. Rendimiento

Los rendimientos de la producción de manzana ecológica muestran una diferencia del -37%, respecto a la producción convencional. La producción integrada tiene un rendimiento intermedio entre ambas. Los problemas fitosanitarios son los determinantes en el descenso productivo de los frutales.

En la Tabla 2.26. se muestra la diferencia en superficie, producción y rendimiento productivo del manzano entre el sistema productivo ecológico y el convencional, en España en el año 2010.

**Tabla 2.26. Superficie, producción y rendimiento productivo del manzano en producción ecológica y convencional de España, año 2010.**

	Ecológico	Convencional
Superficie certificada (ha)	477	31900
Producción (t)	6201	661925
Rendimiento productivo (t/ha)	13,00	20,75

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

## 2. Gastos de insumos

El sistema de producción convencional es, a día de hoy, el que produce a coste más bajo, y en consecuencia, el más rentable. La diferencia, no impide considerar la producción ecológica o la integrada como alternativas interesantes, en la medida en que puedan reducirse los costes de los materiales específicos empleados y que el producto final, obtenido mediante una técnica respetuosa con el medio ambiente y que ofrece mayores garantías de seguridad al consumidor, pueda comercializarse convenientemente diferenciado y a precios superiores al convencional.

## 3. Necesidad de mano de obra

Las técnicas de cultivo utilizadas en agricultura ecológica e integrada requieren una mayor necesidad de mano de obra que en agricultura convencional. Entre otros motivos, porque la imposibilidad de usar determinados productos químicos para el control de malas hierbas, plagas y enfermedades, hace necesario un mayor control directo de las explotaciones.

Por otra parte, en producción integrada, para mantener los niveles de producción y las características de los productos, usando pocos o ningún fitosanitario y con estrictos controles de abonado, los agricultores tendrán que tener una adecuada formación técnica y medioambiental. Esta formación no es obligatoria en el caso de agricultores ecológicos.

## 4. Respeto al medio ambiente

La producción convencional tiene como principal objetivo, producir alimentos suficientes para la población, usando, sin ningún tipo de control, fitosanitarios, abonos de síntesis y en general, todo tipo de recursos. Este tipo de producción puede llevar a una situación de sobreexplotación de la tierra, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales y a la presencia de excesivos residuos en los alimentos.

Como alternativa a la producción convencional y sin renunciar al objetivo de producir alimentos en cantidades suficientes, se desarrollaron modelos de agricultura basados fundamentalmente en el respeto al medio ambiente y en la obtención de alimentos más saludables.

Uno de esos sistemas es la producción ecológica, donde el uso de plaguicidas y fertilizantes y, en general, de productos químicos de síntesis queda prohibido. Asimismo, no se utilizan organismos genéticamente modificados (OGMs).

Otro sistema es la denominada producción integrada, que minimiza el uso de agroquímicos, mediante el uso de recursos naturales y de mecanismos reguladores, para reemplazar los insumos contaminantes y para asegurar una producción sostenible.

## 5. Comercialización de productos

La constatación de la creciente degradación del medio ambiente ha incrementado la sensibilidad ambiental de la sociedad y los consumidores muestran su preocupación y demandan mayor seguridad alimentaria. Por ello, en estos momentos, hay un interés creciente por la calidad, seguridad y salubridad de los alimentos.

Tanto la producción ecológica como la integrada son sistemas que pretenden obtener alimentos de máxima calidad, conservando el suelo y los recursos naturales.

La agricultura ecológica e integrada, valoriza la producción en el sentido de que el producto lleva una marca, logotipo o identificación de garantía certificada, que supone un incremento en el valor añadido del producto.

En la Tabla 2.27. se muestra el precio medio de la manzana según la forma de explotación, ecológica o convencional, año 2010.

Tabla 2.27. Precio de la manzana en función del tipo de producción, ecológico o convencional.

	Ecológica	Convencional
Precio (€/kg)	4,90-2,60	2,00-1,30

El alto precio y la baja disponibilidad de los productos ecológicos son los motivos por los que no se incrementa su consumo. La comercialización y la distribución de los alimentos en producción integrada es mucho mayor. Sin embargo, la mayoría de los consumidores desconocen el añadido de calidad de la producción integrada.

En producción ecológica e integrada hay dos cuestiones esenciales: por una parte, comprobar que los operadores cumplen con la normativa en todas las fases de producción y manipulación y, por otra, imposibilitar que productos obtenidos convencionalmente puedan ser comercializados como productos con denominación.

En cuanto al control de los productos, en ambos casos, se prohíbe cultivar el mismo producto también en agricultura convencional, para evitar la comercialización como producto con denominación, de productos cultivados de forma convencional. Se prohíbe también, por el mismo motivo, almacenar conjuntamente productos procedentes de agricultura controlada y de convencional.

Finalmente, el consumidor tiene la garantía de obtener un producto de alta calidad alimentaria certificada y elaborado con técnicas respetuosas con el medio ambiente, respondiendo así a las exigencias del propio consumidor.

### 2.4.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.28. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

Tabla 2.28. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.

Criterios	Ponderación (w <sub>i</sub> )	Justificación
1. Rendimiento	5	A mayor producción por hectárea mayor beneficio
2. Gastos de insumos	4	Criterio bastante importante para el agricultor. Los costos de producción deberán ser mínimos para mayor beneficio
3. Necesidad de mano de obra	3	Importante, ya que limita el desarrollo de la actividad agraria. En todo momento se debe disponer de personal formado para las tareas a desempeñar
4. Respeto al medio ambiente	4	Es necesario mejorar las condiciones medioambientales de nuestro planeta y de nuestro entorno, llevando una adecuada gestión de los recursos
5. Comercialización de productos	5	Es importante que el producto se venda con facilidad y a un buen precio

### 2.4.3. ASIGNACIÓN DE VALORES A LAS ALTERNATIVAS

En la Tabla 2.29. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

**Tabla 2.29. Valoración de los tipos de formas de producir manzana.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	Convencional	Integrada	Ecológica
1. Rendimiento	8	6	4
2. Gastos de insumos	4	5	6
3. Necesidad de mano de obra	6	4	3
4. Respeto al medio ambiente	3	8	9
5. Comercialización de productos	8	6	5

A continuación se justifica los valores dados:

- **Producción convencional**

La producción convencional ha sido y es el modelo mayoritario. Está orientada a obtener el máximo rendimiento en el menor tiempo posible y caracterizada por la mecanización agrícola y el uso de fitosanitarios (fertilizantes, herbicidas, pesticidas) químicos. Algunos de sus principales inconvenientes son el empobrecimiento de la fertilidad de la tierra a largo plazo, el coste que representa para los agricultores la defensa fitosanitaria, la toxicidad (para quienes los aplican y quizás para los consumidores, en caso de que queden residuos en la fruta) y la posible contaminación de las aguas subterráneas.

- **Producción Integrada**

La producción integrada, es una versión controlada del cultivo convencional, que surge para poner en práctica la transición hacia una agricultura más respetuosa. Este tipo de agricultura reduce el uso convencional de insumos químicos y artificiales, combinándolos con otros más respetuosos, como los métodos biológicos.

No son muchos los consumidores que saben que es la producción integrada y menos los que la consumen. Es necesario dar a conocer las ventajas y beneficios de esta actividad y acercarla al consumidor final.

- **Producción ecológica**

Otro tipo de agricultura más respetuoso con el medio es la producción ecológica. Esta técnica excluye normalmente el uso de productos químicos de síntesis como fertilizantes, plaguicidas, etc., con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales.

Los sistemas de agricultura ecológica son menos productivos que los sistemas convencionales o de producción integrada. Además, los costes de producción se encarecen del 10 al 20% por la mano de obra necesaria.

Existe un creciente interés de los consumidores por los productos provenientes de la agricultura ecológica.

#### 2.4.4. ANÁLISIS MULTICRITERIO

En la Tabla 2.30. se calcula la puntuación para cada alternativa, aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.30. Puntuación y orden de preferencia de las formas de explotación de una plantación.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS		
		Convencional	Integrada	Ecológica
	$w_i$	$ri_1$	$ri_2$	$ri_3$
1. Rendimiento	5	8	6	4
2. Gastos de insumos	4	4	5	6
3. Necesidad de mano de obra	3	6	4	3
4. Respeto al medio ambiente	4	3	8	9
5. Comercialización de productos	5	7	6	5
	<b>PUNTUACIÓN (S<sub>j</sub>)</b>	121	124	114
	<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>	2	1	3

Por orden de preferencia, el tipo de explotación que se llevará a cabo en la plantación en proyecto, será la producción integrada.

### 2.5. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

En una plantación, la elección del diseño, la densidad y la distribución de los árboles, influyen de modo decisivo sobre la cuantía y calidad de la cosecha, así como sobre la eficacia de las prácticas de cultivo y, por tanto, sobre la rentabilidad. El objetivo a la hora de diseñar la plantación es, por una parte, que los árboles puedan capturar la mayor cantidad posible de luz, con un aprovechamiento óptimo del suelo y, por otra, facilitar el movimiento de la maquinaria en su interior.

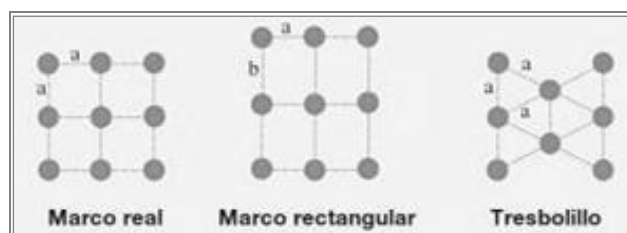
#### 2.5.1. DISPOSICIÓN DE LA PLANTACIÓN

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

##### 2.5.1.1. Descripción de las alternativas

La disposición de los árboles en el terreno, depende de las condiciones del medio y de la propia explotación.

En la Figura 2.5. se muestran los tipos de disposiciones de plantación clásicas.



**Figura 2.5. Disposiciones de plantación clásicas.**

En el *marco real* y *marco rectangular* cada árbol ocupa el vértice de un cuadrado o rectángulo, respectivamente. En la disposición a *tresbolillo*, los árboles ocupan los vértices de triángulos equiláteros adosados.

### 2.5.1.2. Descripción y ponderación de los criterios

#### 2.5.1.2.1. Descripción

Los criterios a considerar para la elección de la disposición de plantación son fundamentalmente los siguientes:

##### 1. Facilidad de mecanización

La distancia entre los árboles debe permitir el paso adecuado de la maquinaria, para conseguir una mayor eficiencia en las operaciones de cultivo.

##### 2. Aprovechamiento del terreno

Es necesario establecer los árboles de modo que, se aproveche adecuadamente el terreno, teniendo en cuenta que, el desarrollo del sistema radicular es en círculo, al igual que el desarrollo de la copa.

#### 2.5.1.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.31. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

Tabla 2.31. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.

Criterios	Ponderación (w <sub>i</sub> )	Justificación
1. Facilidad de mecanización	5	Es muy importante que la maquinaria pueda trabajar adecuadamente entre los árboles para mayor eficiencia en el trabajo
2. Aprovechamiento del terreno	4	Es importante colocar los árboles teniendo en cuenta su desarrollo radicular y de la copa, para así aprovechar al máximo el terreno

### 2.5.1.3. Asignación de valores a las alternativas

En la Tabla 2.32. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

Tabla 2.32. Valoración de las principales formas de disponer los árboles en una plantación.

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	Marco real	Marco rectangular	Tresbolillo
1. Facilidad de mecanización	6	9	5
2. Aprovechamiento del terreno	8	7	9

A continuación se justifica brevemente la valoración dada a cada alternativa:

- **Marco real**

Permite el paso de la maquinaria, de cara a la realización de las operaciones de cultivo, en dos direcciones perpendiculares, entre filas y entre árboles. Además, tiene un buen aprovechamiento del terreno.

- **Marco rectangular**

El marco rectangular, permite aumentar la densidad de la plantación y que quede hueco suficiente para realizar las labores.

El aprovechamiento del terreno no es del todo óptimo con este sistema.

- **Tresbolillo**

Se consigue un aprovechamiento mejor del terreno que en la disposición en marco real, ya que para una misma separación de los árboles la densidad de plantación es mayor. Sin embargo, la mecanización puede verse dificultada en ocasiones.

#### 2.5.1.4. Análisis multicriterio

En la Tabla 2.33. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.33. Puntuación y orden de preferencia de las principales formas de disposición de los árboles en una plantación.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS		
		Marco real	Marco rectangular	Tresbolillo
	$w_i$	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$
1. Facilidad de mecanización	5	6	9	5
2. Aprovechamiento del terreno	4	8	7	9
	<b>PUNTUACIÓN (S<sub>j</sub>)</b>	62	73	61
	<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>	2	1	3

En plantaciones regulares y en terrenos llanos, la disposición de plantación más adoptada hoy en día es el sistema rectangular o en líneas. Este sistema permite compatibilizar una buena mecanización, al dejar calles de anchura suficiente para realizar las operaciones de cultivo, con una alta densidad de plantación.

#### 2.5.2. DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

Actualmente, en fruticultura, se tiende a aumentar la densidad de plantación.

Las plantaciones densas permiten un mejor aprovechamiento del terreno, producen cosechas más abundantes, de forma más precoz y, en ocasiones, de mejor calidad. Además, tienen costes de producción por árbol más bajos y el menor desarrollo de los árboles facilita las operaciones de cultivo y reduce sus costes.

Los inconvenientes de las plantaciones densas es que tienen una vida más corta y exigen una mayor inversión inicial.

Por las óptimas condiciones de cultivo de la plantación, suelo fértil y de regadío, y por el vigor débil conseguido con la combinación patrón-variedad elegida, se decide establecer una plantación de manzanos con una densidad de 1800 a 2500 árboles/ha.

#### 2.5.3. MARCO DE LA PLANTACIÓN

Es necesario elegir el marco de plantación idóneo con objeto de aprovechar lo mejor posible el terreno y evitar competencias entre árboles (en regadío, no suelen producirse competencias a nivel radicular, sino más bien por la luz entre las copas de los árboles).

En plantaciones densas de manzano, el marco de plantación habitual, es de 3,6 a 4,2 m entre líneas y de 1 a 1,4 m entre árboles.



Teniendo en cuenta el vigor débil del portainjerto y la variedad, la calidad y topografía del terreno, las buenas condiciones de cultivo, el buen nivel de iluminación y la mecanización, se decide que el marco de la plantación sea de 4 x 1,2 m, obteniendo, una densidad de 2083 árboles/ha.

#### 2.5.4. ORIENTACIÓN LÍNEAS DE PLANTACIÓN

Hay varios factores que considerar a la hora de establecer la orientación de las líneas de plantación:

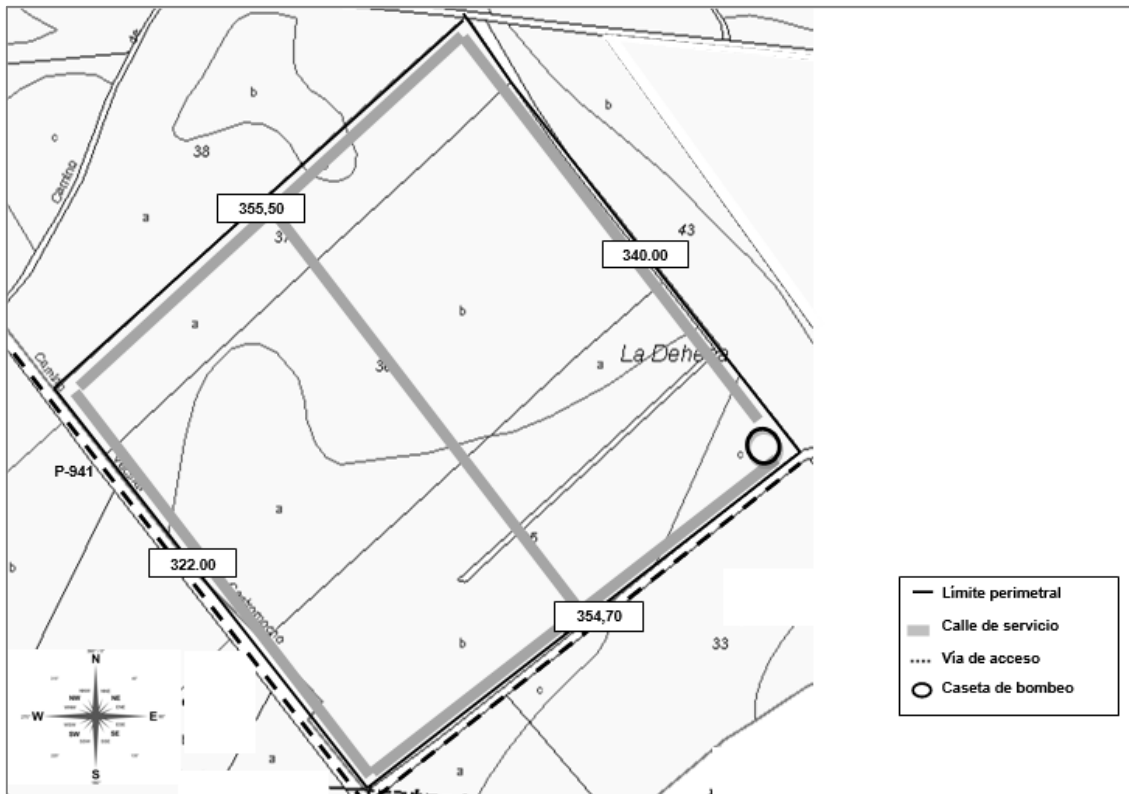
- **Iluminación:** La fotosíntesis de las plantas aumenta con la insolación y con ella la calidad y producción del cultivo. Para obtener una insolación uniforme en las dos caras de la espaldera, las líneas de los árboles se deben orientar en la dirección norte-sur o noroeste-sureste.
- **Dirección de los vientos dominantes:** En caso de fuertes vientos, la orientación de las líneas de plantación debe ser perpendicular a la dirección de los vientos dominantes para que las primeras filas de árboles protejan al resto de la plantación. En la zona donde se va a establecer la plantación la velocidad del viento no es elevada.
- **Forma y contorno de la parcela:** En terrenos llanos o con una ligera pendiente, la orientación de las líneas no va a verse condicionada por la topografía del terreno. Por otra parte, la mejor forma para rentabilizar el uso de las máquinas y de los aperos en las labores de la parcela, es orientar las líneas de plantación en el sentido de la mayor longitud de la finca.
- **Infraestructuras:** La finca tendrá un camino perimetral y una línea de paso perpendicular a las líneas de los árboles (ver Figura 2.6.). Estas vías de acceso facilitarán el paso y la maniobrabilidad de la maquinaria y aperos a la entrada y salida de cada una de las calles de árboles.

La calle de servicio que divide la plantación a la mitad será de 4 m de anchura. Mientras que, el camino perimetral va a ser de 4,5 m de anchura.

La parcela linda por el S-W con el camino vecinal a Castromocho, P-941, de donde parte el camino de acceso.

- **Instalaciones:** La caseta de bombeo, de 28 m<sup>2</sup> (7 x 4 m), se situará en el extremo N-E donde hay un hidrante de riego y por donde se accede a la finca.

En la Figura 2.6. se muestra el croquis de la finca donde se va a ubicar el proyecto. La plantación en proyecto se va a establecer en el término municipal de Autillo de Campos, en la provincia de Palencia. Se transformarán 11,86 ha, correspondientes a las parcelas 35, 36 y 37 del polígono 2.



Fuente: Dirección General del Catastro

Figura 2.6. Croquis de la finca donde se va a ubicar el proyecto.

De acuerdo con los condicionantes descritos anteriormente, la orientación más recomendable, por razones de iluminación, por la dirección de los vientos dominantes S-E y para aprovechar la mayor longitud de la parcela, es la dirección N-E.

### 2.5.5. INSTALACIÓN DE POLINIZADORES

El diseño de polinización varía en función de:

- Tipo de polinización: puede ser anemófila o entomófila
- Método de recolección de la fruta: puede hacerse mezclando la fruta o haciendo varias pasadas para recoger cada variedad por separado

Es conveniente buscar una disposición regular y homogénea de los polinizadores que no complique demasiado los trabajos de plantación, ni cree problemas a la hora de realizar determinadas técnicas de cultivo.

En la Figura 2.7. se muestran los distintos modos de disponer los polinizadores.

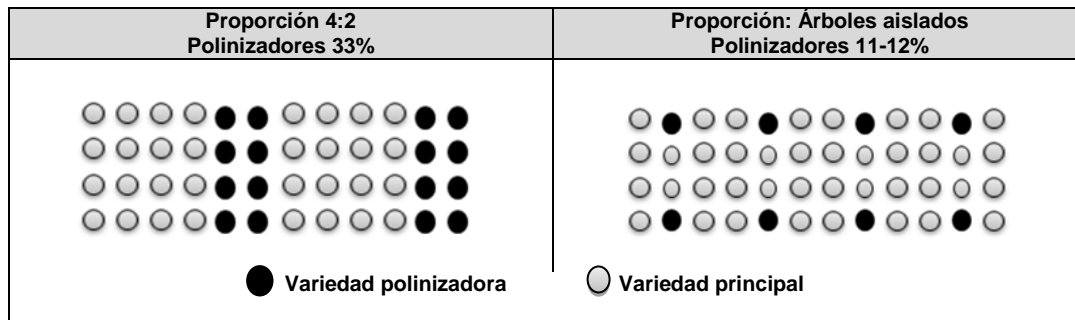


Figura 2.7. Formas de disponer los árboles polinizadores en una plantación.

En plantaciones en espaldera, se suele colocar una o dos filas de la variedad polinizadora cada cuatro o cinco filas de la variedad principal. No obstante, también se pueden colocar los árboles polinizadores aislados, distribuidos estratégicamente dentro de la plantación.

Para recoger las manzanas de una sola pasada y sin mezclar variedades, se decide disponer dos filas de las variedades polinizadoras por cada cuatro filas de la variedad base.

Por otra parte, siempre que sea posible, es recomendable el empleo de colmenas en la plantación durante la época de floración. En manzano, conviene colocar de 3 a 5 colmenas/ha distribuidas uniformemente.

## 2.6. TÉCNICAS DE CULTIVO

### 2.6.1. PODA DE FORMACIÓN

Los objetivos de la poda de formación son conseguir árboles de tamaño reducido y porte bajo, con estructura sólida, robusta y equilibrada y con buena aireación e insolación.

Además, se ha de procurar que el sistema de formación sea fácil de realizar de forma que permita una poda rápida y con mínimos cortes.

#### 2.6.1.1. Descripción de las alternativas

Los sistemas de poda de formación en árboles frutales se dividen en dos grupos: formas libres y formas apoyadas.

Las formas libres no requieren una estructura de apoyo fija durante la vida productiva del árbol, aunque precisen de algún elemento auxiliar los primeros años de formación. Sin embargo, las formas apoyadas, requieren una estructura de apoyo, tanto para la formación como para la posterior vida productiva del árbol.

De acuerdo con ello, en la Tabla 2.34. se clasifican los sistemas de poda de formación en formas libres o apoyadas.

Tabla 2.34. Clasificación de los sistemas de poda de formación en árboles frutales.

<b>FORMAS LIBRES</b>	Sin eje central	Vaso de pisos
		Vaso helicoidal italiano
		Otros vasos: bifurcado, reducido, arbustivo, diferido

Tabla 2.34. (Cont.) Clasificación de los sistemas de poda de formación en árboles frutales.

<b>FORMAS LIBRES</b>	Con eje central	Pirámides
		Spindlebush
		Huso
		Eje central
		Solaxe
<b>FORMAS APOYADAS</b>	Cordones	Verticales
		Horizontales
		Inclinados
	Palmetas	Regular de brazos oblicuos
		Irregular de brazos oblicuos
		Otras: brazos horizontales
	Pal-spindle	
	Ípsilon	

El manzano se adapta a la mayoría de los sistemas de formación, pero, las alternativas principales se describen brevemente a continuación:

- **Eje central**

Los árboles formados en eje central constan de un tronco vertical o eje central de hasta 3,5 m de altura sobre el que se injerta, a partir de 50 cm del suelo, un primer piso de ramas secundarias, integrado por 3 o 4 ramas escalonadas cada 25-30 cm, abiertas hacia el exterior con ángulos de 45-50° y repartidas uniformemente alrededor del tronco.

Por encima de este piso, a 100-130 cm, se sitúan sobre el eje algunas ramas secundarias más, de menor desarrollo que las del piso, disminuyendo su longitud escalonadamente desde la base hasta el ápice.

Las ramas de fructificación se localizan fundamentalmente sobre las ramas secundarias que forman la estructura del árbol.

Por otra parte, es aconsejable la instalación de una estructura de apoyo sencilla, que permita una cierta sujeción de la guía del árbol, reduciendo, al mismo tiempo, el riesgo de desplome.

- **Palmeta regular**

En esta formación, el árbol está constituido por un tronco recto y vertical sobre el que se insertan 3 o 4 pisos, formados cada uno de ellos por dos ramas dirigidas en sentido opuesto e inclinadas 45-50° con relación al tronco. Estos pisos se distancian entre sí de 50 a 80 cm, dependiendo del vigor de la especie, variedad y patrón. Los pisos inferiores siempre tienen que tener un mayor desarrollo que los superiores.

Las ramas de fructificación se localizan, tanto en los brazos laterales como en los espacios del tronco principal comprendidos entre los pisos.

Para la formación y mantenimiento de los árboles es necesario establecer en la plantación una espaldera permanente de postes y alambres.

- **Pal-spindle**

Se trata de una formación intermedia entre la palmeta y el eje central. El árbol consta de una base en forma de palmeta (integrada por un primer piso de la palmeta) y un eje central que integra el resto del árbol.

Este sistema de poda, requiere la instalación de una estructura de apoyo en la plantación.

En la Figura 2.8. se muestran los sistemas de formación y poda más empleados en manzano.

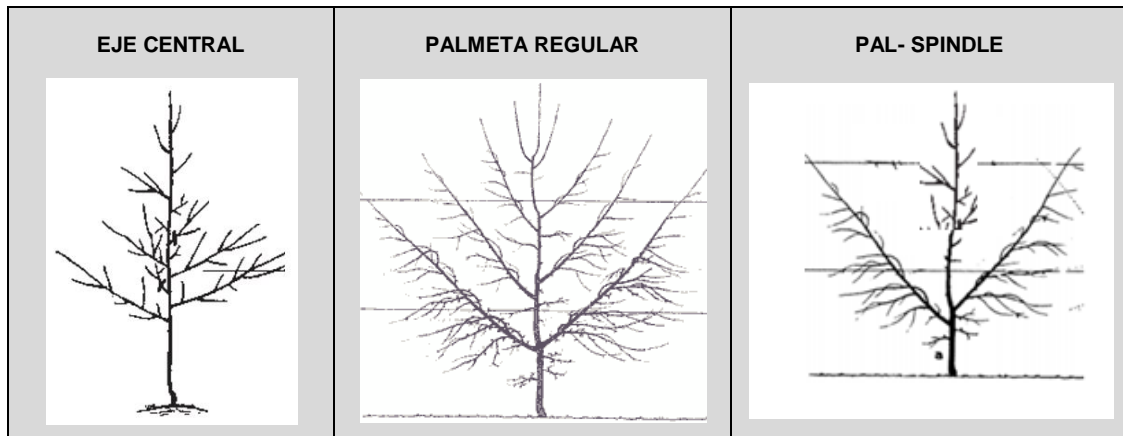


Figura 2.8. Principales sistemas de formación y poda en manzano.

## 2.6.1.2. Descripción y ponderación de los criterios

### 2.6.1.2.1. Descripción

La elección del sistema de formación depende de varios factores:

#### 1. Material vegetal

Dentro de la especie, hay que tener en cuenta el vigor de la combinación patrón-variedad y la tendencia natural del crecimiento (basal o apical) de la variedad.

#### 2. Sistema de cultivo

En la plantación en proyecto se desea un alto grado de intensificación. Aunque la orientación productiva se inclina por la producción de manzana para mesa, se puede llegar a un nivel de mecanización importante en casi todas las operaciones de cultivo.

#### 3. Características del sistema de formación

Lo principal es que el sistema se forme con facilidad y que sea económico.

Interesan sistemas de formación económicos, que no necesiten elementos auxiliares de apoyo o estos sean mínimos, donde los costes de las operaciones de poda sean bajos, la entrada en producción rápida y la producción total de la plantación adulta sea importante.

### 2.6.1.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.35. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

**Tabla 2.35. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.**

Crterios	Ponderación (w <sub>i</sub> )	Justificación
1. Material vegetal	3	Es necesario conocer el vigor del patrón y de la variedad para aplicar uno u otro sistema de formación
2. Sistema de cultivo	3	El sistema de formación depende en gran medida del grado de intensificación de la plantación, del nivel de mecanización y de la orientación productiva
3. Características del sistema de formación	5	Es importante que el sistema de formación no requiera mucha experiencia para el podador ni grandes costes para obtener un mayor rendimiento en la plantación

### **2.6.1.3. Asignación de valores a las alternativas**

En la Tabla 2.36. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

**Tabla 2.36. Valoración de los principales sistemas de poda de formación en manzano.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	Eje central	Palmeta regular	Pal-spindle
1. Material vegetal	6	7	7
2. Sistema de cultivo	8	8	8
3. Características del sistema de formación	8	5	6

A continuación se describe brevemente la valoración dada a cada alternativa:

#### • **Eje central**

En los árboles con sistema de formación en eje central, por lo general, se suelen utilizar patrones enanizantes, a fin de conseguir árboles de pequeño tamaño para su empleo en plantaciones densas. Este sistema no se adapta a árboles de vigor medio-alto.

El árbol presenta 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.

El sistema de formación en eje central permite un desarrollo más natural del árbol, rapidez de formación y facilidad de poda, reduciendo considerablemente las necesidades de mano de obra en esta operación.

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

#### • **Palmeta regular**

La formación en palmeta regular se adapta especialmente bien a los frutales de pepita, sobre todo al manzano. Admite utilizar variedades standard sobre patrones de vigor medio.

Se trata de un sistema de fácil formación, de producción comparable a otras formas más densas, perfectamente adaptado a la mecanización del cultivo y con una entrada en producción relativamente rápida.

No obstante, también presenta algunos inconvenientes, como la lentitud en su proceso de formación, que exige importantes necesidades de mano de obra para la poda y atado de ramas.

- **Pal-spindle**

Este sistema de formación está especialmente indicado para el manzano, utilizando variedades standard sobre portainjertos de vigor medio (EM-VII, MM-106 y MM-111) en suelos fértiles.

Los árboles formados en pal-spindle disponen de una buena estructura en su base, que permite absorber gran parte del vigor de la planta, posibilitando, al mismo tiempo, una mecanización adecuada del cultivo. El resto del árbol formado en eje central permite una adecuada penetración de la luz, así como una constante y fácil renovación de las ramas, a medida que van envejeciendo. El buen manejo del árbol permite reducir costes. La entrada en fructificación del árbol es relativamente rápida.

#### 2.6.1.4. Análisis multicriterio

En la Tabla 2.37. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.37. Puntuación y orden de preferencia de los principales sistemas de formación y poda.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN $w_i$	ALTERNATIVAS		
		Eje central $r_{i1}$	Palmeta regular $r_{i2}$	Pal-spindle $r_{i3}$
1. Material vegetal	3	6	7	7
2. Sistema de cultivo	3	8	8	8
3. Características del sistema de formación	5	8	5	6
<b>PUNTUACIÓN (Sj)</b>		82	70	75
<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>		1	3	2

Por orden de preferencia, el sistema de formación y poda elegido para la plantación en proyecto, será el eje central.

### 2.6.2. SISTEMA DE RIEGO

#### 2.6.2.1. Descripción de las alternativas

En la práctica, los sistemas de riego que se emplean en fruticultura son los siguientes:

- **Riego por gravedad**

El riego por gravedad consiste en repartir el agua a lo largo de la parcela de modo que fluya por sí misma. El sistema de riego por gravedad más empleado es el riego por surcos o francas, porque evita que el agua moje el cuello del árbol y así reduce el riesgo de posibles enfermedades fúngicas. Este sistema requiere una buena nivelación del terreno, con pendientes inferiores al 1% y un gran flujo de agua, del orden de 1,6 L/s/ha.

La principal ventaja del riego por gravedad es su simplicidad.

Sus principales inconvenientes son los siguientes:

- Imposibilidad de llevar a cabo el riego por gravedad correctamente en suelos muy permeables o en parcelas de relieve irregular
- Necesidad de realizar labores preparatorias, que exigen mano de obra experta
- Mala adaptación a grandes superficies
- Importantes pérdidas de agua por percolación y evaporación

- Reparto poco uniforme del agua

- **Riego por aspersión**

El riego por aspersión es la técnica de riego mediante la cual se suministra el agua al cultivo en forma de lluvia artificial, empleando unos dispositivos de emisión de agua denominados aspersores. El agua sale por los aspersores dotada de presión y llega hasta ellos a través de una red de tuberías cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración de la parcela a regar.

El riego por aspersión se aplica, fundamentalmente, en terrenos de topografía irregular, no nivelados, o en suelos poco uniformes o porosos, con una velocidad de infiltración excesiva o inadecuada. Asimismo, si la disponibilidad de agua es limitada, o si se requiere una protección antiheladas, el riego por aspersión resulta adecuado.

Las ventajas del riego por aspersión son las siguientes:

- Reparto más homogéneo del agua
- Mejor control de las dosis de agua aportadas
- Pocas pérdidas por evaporación y percolación
- Posibilidad de llevar a cabo un riego con bajos caudales (3-4 mm/h) en suelos pesados y poco permeables
- Posibilidad de regar sin necesidad de nivelación de la parcela

Los principales inconvenientes son los siguientes:

- Elevado coste inicial de instalación
- Elevado coste de energía para coseguir agua a presión y de mantenimiento

- **Riego localizado**

El riego localizado consiste básicamente en aplicar el agua de riego en pequeñas dosis, de forma muy frecuente y a un volumen de suelo limitado, en cantidad suficiente para cubrir las necesidades de los árboles.

El riego localizado proporciona el agua directamente a las raíces del vegetal. Esto puede hacerse de tres maneras:

- Mediante exudación: El riego se realiza a través de unas cintas de material poroso o tuberías perforadas, situadas en superficie o enterradas, por las que circula el agua a baja presión y van liberando humedad. En este caso, el riego es continuo. Se coloca una cinta por fila de árboles y el caudal se mide por metro lineal. Estas cintas tienen una reducida vida útil porque se obstruyen fácilmente.
- Por microaspersión: Se lleva a cabo a través de difusores o microaspersores, situados a escasa altura y que distribuyen el agua circular o sectorialmente. (Se emplea también como sistema para defensa antiheladas).
- Por goteo: El agua se aplica a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros), situados alrededor del pie del árbol. Este es el riego localizado de mayor difusión en España.

Las ventajas del riego por goteo son las siguientes:

- Bajos requerimientos de potencia y de consumo de energía en el sistema de bombeo
- Fácil automatización de todo el sistema
- Menos mano de obra
- Mejor aprovechamiento del agua, que permite regar si se dispone de poca cantidad de agua, si ésta es cara, o en suelos de permeabilidad inadecuada para otros sistemas



- Sistema aplicable en cualquier topografía
- Reducción a los problemas de erosión y daño a la estructura del suelo
- No interfiere con la realización de otras operaciones de cultivo en la plantación
- Utilización posible de aguas con mayor contenido salino, debido al mantenimiento de una humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo)
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas
- Aplicación óptima y eficiente de los fertilizantes conjuntamente con el agua de riego (fertirriego)

Entre sus inconvenientes están los siguientes:

- Elevada inversión debida a la cantidad importante de emisores, tuberías, equipamientos especiales en el cabezal de riego y el necesario sistema de control automatizado
- Mantenimiento, a veces dificultoso
- Reducción del volumen de suelo a explorar por las raíces
- Posible obturación de emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego
- Excesiva localización de las zonas humedecidas en suelos muy sueltos
- Riesgo de salinización del bulbo húmedo

### **2.6.2.2. Descripción y ponderación de los criterios**

#### **2.6.2.2.1. Descripción**

##### **1. Eficiencia del riego**

Se busca un reparto uniforme del agua por toda la plantación y que las pérdidas por evaporación y percolación sean mínimas.

##### **2. Coste del sistema**

Cada sistema de riego lleva asociado un coste por la instalación, el mantenimiento y la energía. A mayor coste, menor es la rentabilidad de la explotación. Por lo tanto, este criterio califica negativamente las alternativas que suponen un mayor desembolso.

##### **3. Mano de obra**

La mano de obra es uno de los principales costes de una explotación. Un aumento en el coste de la mano de obra, disminuye la rentabilidad de la explotación.

Además, algunos sistemas de riego, requieren de una adecuada formación por parte del fruticultor para desempeñar las tareas con eficacia y eficiencia.

El fruticultor, propietario de la parcela, no está dispuesto a que la mano de obra sea uno de los costes más importantes de su explotación.

##### **4. Disponibilidad y calidad del agua de riego**

En ocasiones, la disponibilidad de agua limita la utilización de los sistemas de riego que requieren un gran flujo.

En la parcela donde se va a ubicar el proyecto, durante el periodo de riego establecido por la Confederación Hidrográfica del Duero, se puede regar ininterrumpidamente. La disponibilidad de agua es ilimitada. El agua llega al hidrante de la parcela sin ser bombeado.

Por otra parte, los precipitados de material orgánico o inorgánico portado por el agua pueden obstruir los emisores, disminuir la uniformidad del riego y causar daños en los árboles.

La calidad del agua de riego de la parcela es óptima (Anejo 1: Condicionantes del medio físico).

### 5. Sistema de plantación y técnicas de cultivo

Es necesario cuidar el diseño de riego para no dificultar las labores de cultivo.

### 6. Condiciones climáticas de la zona

La elección del sistema de riego puede estar condicionada por el clima de la zona, en particular por la frecuencia de los vientos.

La velocidad media e intensidad del viento es de 7,2km/h y la máxima 23,8km/h.

#### 2.6.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.38. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

**Tabla 2.38. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.**

Crterios	Ponderación (w <sub>i</sub> )	Justificación
1. Eficiencia del riego	5	Es un criterio de gran importancia ya que, supone un beneficio para los árboles porque adquieren un crecimiento regular y sano, obteniéndose mayores producciones, así como, un ahorro en el reparto del agua por toda la parcela
2. Coste del sistema	5	La puesta en marcha de la plantación es más difícil cuanto más capital exige invertir en su desarrollo. Por ello, este criterio califica negativamente las alternativas que suponen un mayor desembolso, debido a la mayor exigencia de instalaciones, energía y mantenimiento
3. Mano de obra	4	Este criterio se considera bastante importante, ya que limita el desarrollo de la actividad frutícola. En todo momento se debe disponer de personal cualificado para las tareas a desempeñar
4. Disponibilidad y calidad del agua de riego	3	Es necesario conocer la cantidad y la calidad del agua de riego para elegir el sistema que mejor se adapte
5. Sistema de plantación y técnicas de cultivo	4	El sistema de riego debe adaptarse al marco de plantación y no dificultar las labores de cultivo
6. Condiciones climáticas de la zona	3	La eficiencia de los sistemas de riego depende de las condiciones climáticas, sobre todo de la frecuencia e intensidad del viento

#### 2.6.2.3. Asignación de valores a las alternativas

En la Tabla 2.39. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

**Tabla 2.39. Asignación de valores para el sistema de riego.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	Riego por gravedad	Riego por aspersión	Riego localizado
1. Eficiencia del riego	3	6	8
2. Coste del sistema	7	4	5
3. Mano de obra	3	4	6
4. Disponibilidad y calidad del agua de riego	8	8	7
5. Sistema de plantación y técnicas de cultivo	6	6	8
6. Condiciones climáticas de la zona	8	6	8

A continuación se describe brevemente la valoración dada a cada alternativa:

- **Riego por gravedad**

Las limitaciones más importantes del riego por gravedad se refieren a la dificultad de aplicación del agua eficientemente. Las pérdidas por percolación pueden ser elevadas al principio de las tablas de riego, en particular en suelos arenosos.

Las principales ventajas del riego por gravedad son de orden económico, pues en terrenos relativamente llanos y con buena nivelación, es posiblemente, el sistema más barato. Por otro lado, los costes de labores y mantenimiento son elevados.

La mano de obra es necesaria en cualquier sistema de riego. Sin embargo, mediante la automatización se han reducido considerablemente las necesidades de mano de obra. El sistema tradicional de riego por gravedad, necesita mayor mano de obra que los otros dos sistemas de riego, aunque se trata de mano de obra no cualificada.

Este sistema de riego requiere un gran flujo de agua, del orden de 1,6 L/s/ha, para cubrir todo el suelo. Si el agua es limitada o cara es preferible la elección de otro sistema.

- **Riego por aspersión**

La eficiencia del riego por aspersión es del orden del 85% con vientos en calma.

La principal ventaja de este sistema es su utilización en terrenos donde los costes de nivelación son elevados. Con independencia de ello, la aspersión evita pérdidas excesivas por percolación, en comparación con los sistemas por gravedad, y permite una buena uniformidad en la distribución del agua.

La principal limitación del sistema es el elevado coste inicial de instalación y el de energía.

El riego por aspersión requiere un flujo continuo de agua de 1L/s/ha, algo inferior al riego por gravedad. La necesidad de agua aumenta hasta 7L/s/ha en el caso de utilizarlo para la protección antiheladas. El agua de riego debe contener pocas sales, pues al depositarse en las hojas pueden producir daños de consideración.

En los sistemas por aspersión fijos o permanentes, es necesario cuidar el diseño del riego para no dificultar las labores de cultivo.

- **Riego localizado**

El riego por goteo es el sistema más moderno de riego y con un consumo inferior a cualquier otro.

Las principales ventajas del riego por goteo se derivan de la posibilidad de regar si se dispone de poca cantidad de agua, si ésta es cara, si la topografía del terreno es irregular, o en suelos de permeabilidad inadecuada para otros sistemas.

Con el sistema de riego por goteo se moja poco volumen de suelo, el crecimiento de las malas hierbas se reduce en la plantación, pues ésta se concentra alrededor de los goteros y es fácil controlarlas con el empleo de herbicidas.

Las aplicaciones frecuentes también diluyen las sales en el suelo, y hace posible el empleo de agua más salina que con cualquier otro sistema. Sin embargo, las sales se acumulan en la periferia del bulbo mojado y en la superficie cuando cesa el riego, por lo que si las lluvias son insuficientes para el lavado de las sales, hay que seguir regando o proceder al lavado por cualquier otro sistema. El riego frecuente, por

otra parte, mejora la disponibilidad de agua por las plantas y puede mejorar la absorción de nutrientes aplicados por el riego.

La limitación más importante, es la obstrucción de los goteros por las partículas del suelo, por precipitados de material inorgánicos o por el material orgánico portado por el agua. Esto hace disminuir la uniformidad del riego y puede causar daños en los árboles. Si ocurre con frecuencia, aumenta considerablemente el coste de desatasque de los goteros.

El flujo de agua en los goteros es variable, según la presión, pero es inferior a 1L/s/ha.

En la Tabla 2.40. se muestran los factores que afectan a la elección del sistema de riego.

**Tabla 2.40. Factores que afectan a la elección del sistema de riego.**

Factores		Sistema de riego		
		Gravedad	Aspersión	Goteo
Limitaciones de pendiente		<1%	Ninguna	Ninguna
Limitaciones del suelo	Infiltración (cm/h)	0,2-5	1,5-15	>0,05
	Peligro de erosión	Moderado	Ligero	Ninguna
	Peligro de salinidad	Moderado	Ligero	Moderado
Limitaciones de agua	Flujo (L/s/ha)	1,6	1	<1
Clima	Influencia del viento	No	Si	No
Coste del sistema	Instalación	Bajo	Alto	Moderado
	Labores	Moderado	Moderado-Bajo	Bajo
	Energía	Bajo	Alto	Moderado
	Eficiencia del riego (%)	40-80	70-90	80-90

#### 2.6.2.4. Análisis multicriterio

En la Tabla 2.41. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.41. Puntuación y orden de preferencia de los principales sistemas de riego.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS		
		Riego por gravedad	Riego por aspersión	Riego localizado
	$w_i$	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$
1. Eficiencia del riego	5	3	6	8
2. Coste del sistema	5	7	4	5
3. Mano de obra	4	3	4	6
4. Disponibilidad y calidad del agua de riego	3	8	8	7
5. Sistema de plantación y técnicas de cultivo	4	6	6	8
6. Condiciones climáticas de la zona	3	8	6	8
	<b>PUNTUACIÓN (S<sub>j</sub>)</b>	134	132	166
	<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>	2	3	1

El riego más aconsejable y el que más se adapta a los criterios anteriores, es el riego localizado, mediante goteros.

### 2.6.3. FERTILIZACIÓN

Los objetivos de la aplicación de fertilizantes son maximizar la eficiencia de uso de los fertilizantes (obtener el máximo rendimiento con la menor dosis de fertilizante), minimizar el impacto ambiental y reducir el tiempo y necesidades de energía en las aplicaciones.

#### 2.6.3.1. Descripción de las alternativas

En fruticultura, el aporte de nutrientes se lleva a cabo utilizando diversos métodos. Entre ellos, los más frecuentes son los que se muestran en la Figura 2.9.

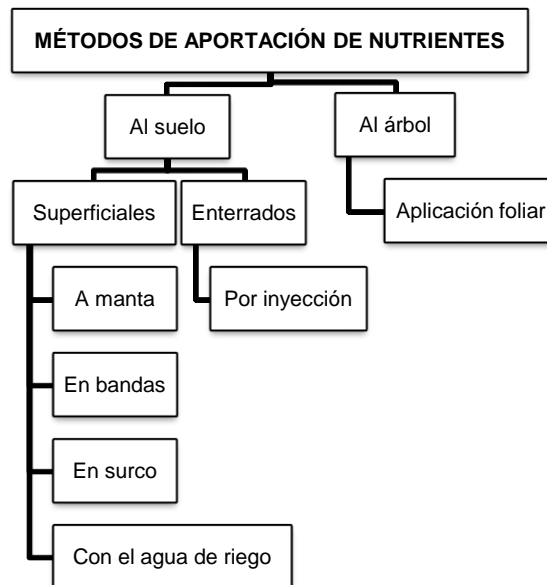


Figura 2.9. Distintos métodos de aportación de nutrientes en los árboles frutales.

Las alternativas de aplicación de fertilizantes en una plantación frutal, se describen brevemente a continuación:

- **Aplicación al suelo o radicular**

La forma de aplicar fertilizantes al suelo puede ser:

- No localizada (a voleo): Consiste en la aplicación del fertilizante a toda el área que ocupa el cultivo. El fertilizante se incorpora posteriormente al suelo con un pase de arado o de cultivador.
- Localizada: Se aplica el fertilizante en una zona limitada del suelo (bandas, surcos) donde será interceptada más fácilmente por las raíces. La localización del fertilizante permite aumentar su absorción, debido a que se produce un mayor crecimiento de raíces en la banda o surco (compensación morfológica) y a que aumenta la capacidad de absorción por unidad o superficie de raíz (compensación fisiológica).

- **Aplicación al árbol o foliar**

Los fertilizantes también se pueden aplicar directamente sobre la vegetación del árbol. En este caso tienen alta eficiencia, pero la cantidad aportada en cada aplicación es limitada por posibles daños a las hojas y/o frutos.

#### • **Aplicación con el agua de riego o fertirrigación**

La fertirrigación es una técnica de aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego a los cultivos. El aprovechamiento del flujo de agua del sistema de riego para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces optimiza el uso del agua, los nutrientes y la energía, y reduce las contaminaciones si se maneja adecuadamente.

Las ventajas de la fertirrigación son las siguientes:

- Ahorro de fertilizantes
- Ahorro de mano de obra en la distribución de abonos
- Mejor asimilación y rapidez de actuación de los fertilizantes
- Mejor distribución (tanto en superficie como en el perfil del suelo, ocupando los nutrientes todo el bulbo creado por el emisor)
- Control de pérdida de nutrientes con buen manejo
- Gran flexibilidad en la aplicación, lo que permite la adecuación del abonado a las necesidades del cultivo en cada momento
- Incremento del rendimiento y mejora de la calidad de la cosecha

Los principales inconvenientes son los siguientes:

- Mayor coste de inversión inicial (instalaciones y equipos)
- Necesidad de una formación básica para el manejo de los equipos y fertilizantes
- Necesidad de un sistema de riego con buena uniformidad para garantizar la correcta distribución en el suelo
- Riego de obturaciones de goteros por precipitados
- Posible mayor coste de unidad fertilizante al tener que usar abonos solubles y compatibles con el agua de riego para evitar precipitados
- Posible riesgo de falta de micronutrientes por la pureza de los abonos líquidos

### **2.6.3.2. Descripción y ponderación de los criterios**

#### **2.6.3.2.1. Descripción**

##### **1. Eficiencia de aplicación**

Se busca una óptima aplicación y distribución de los fertilizantes a los árboles.

##### **2. Mano de obra**

La mano de obra es uno de los principales costes de una explotación. Un aumento en el coste de la mano de obra disminuye la rentabilidad de la explotación.

Para la aplicación de fertilizantes es necesaria una adecuada formación por parte del fruticultor para desempeñar la tarea con eficacia y eficiencia. Aplicando los fertilizantes en el momento adecuado aumenta los rendimientos, reduce las pérdidas de nutrientes, aumenta la eficiencia del uso de nutrientes y previene daños al medio ambiente.

El fruticultor, propietario de la parcela, no está dispuesto a que la mano de obra sea uno de los costes más importantes de su explotación.

##### **3. Coste del sistema**

Cada método de aportación de nutrientes en árboles frutales lleva asociado un coste por el equipo de aplicación, el mantenimiento y la energía. A mayor coste, menor

es la rentabilidad de la explotación. Por lo tanto, este criterio valora positivamente a las alternativas que no exijan invertir mucho capital en su desarrollo.

### 2.6.3.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.42. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

**Tabla 2.42. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.**

Crterios	Ponderación (wi)	Justificación
1. Eficiencia de aplicación	4	Una eficiente aplicación de nutrientes a los árboles frutales permite mejorar el desarrollo y la productividad de los mismos
2. Mano de obra	3	Se considera bastante importante, ya que limita el desarrollo de la actividad frutícola. En todo momento se debe disponer de personal formado para las tareas a desempeñar
3. Coste del sistema	4	La puesta en marcha de la plantación es más difícil cuanto más capital exige invertir en su desarrollo. Por ello, este criterio califica negativamente las alternativas que suponen un mayor desembolso debido al equipo de aplicación, la energía y el mantenimiento

### 2.6.3.3. Asignación de valores a las alternativas

En la Tabla 2.43. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

**Tabla 2.43. Asignación de valores para el método de aplicación de fertilizantes.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	Aplicación al suelo o radicular	Aplicación al árbol o foliar	Aplicación con el agua de riego o fertirrigación
1 Eficiencia de aplicación	5	7	8
2 Mano de obra	6	6	8
3 Coste del sistema	6	5	7

A continuación se describe brevemente la valoración dada a cada alternativa:

- **Aplicación al suelo o radicular**

En la aplicación de fertilizantes a voleo sobre el suelo, se dan problemas de pérdidas de nutrientes por inmovilización y volatización. La localización de los fertilizantes en el suelo mejora la absorción de nutrientes.

Para distribuir el fertilizante por el suelo es necesario un equipo mecánico (abonadora de gravedad, proyección o neumática) y la mano de obra necesaria para conducirlo. El empleo de abonadoras reduce el tiempo y la mano de obra en la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, no es aconsejable invertir en un equipo de estas características cuando la superficie a tratar es tan reducida.

- **Aplicación al árbol o foliar**

La aplicación de fertilizantes sobre la vegetación del árbol tiene alta eficiencia.

No obstante, uno de los mayores problemas de la fertilización foliar es el posible daño en hojas y/o frutos si se aplican disoluciones excesivamente concentradas de nutrientes. La cantidad de fertilizante que se puede aplicar en cada

tratamiento es limitada por posibles daños en la vegetación del árbol. Por lo tanto, la fertilización foliar se usa normalmente para la aportación de elementos menores como son los micronutrientes, o la posible corrección de carencias.

En frutales, la fertilización foliar se usa para corregir rápidamente deficiencias, frente a problemas de excesiva fijación de nutrientes por parte del suelo o frente una inadecuada absorción de las raíces (por baja temperatura, daños, etc.).

La aplicación de fertilizantes sobre la vegetación del árbol requiere un equipo mecánico (turboatomizador) y de mano de obra para conducirlo. El empleo de turboatomizadores reduce el tiempo y la mano de obra en la aplicación de fitosanitarios. Sin embargo, no es aconsejable invertir en un equipo de estas características cuando la superficie a tratar es tan reducida.

#### • **Aplicación con el agua de riego o fertirrigación**

La aportación a las plantas de fertilizantes disueltos en el agua de riego tiene alta eficiencia.

La fertirrigación mantiene parte del sistema radicular en condiciones óptimas de agua y nutrientes. Adecua el suministro a las necesidades de la planta y tiene alta capacidad de reacción ante deficiencias. Además, no usa el suelo como reservorio de nutrientes por lo que, hay menores pérdidas y contaminación y aumenta el rendimiento.

El problema de aplicar la fertilización con el agua de riego es que pueden aparecer problemas de obturación de goteros. Además, el equipo de fertirrigación supone un coste añadido al del equipo de riego y el empleo de abonos líquidos o solubles son más caros que los utilizados en una fertilización convencional. No obstante, disminuyen los costes de mantenimiento, ya que se reduce el coste de mano de obra y de tracción.

#### **2.6.3.4. Análisis multicriterio**

En la Tabla 2.44. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.44. Puntuación y orden de preferencia de los principales métodos de aplicación de fertilizantes.**

CRITERIOS	ALTERNATIVAS			
	PONDERACIÓN	Aplicación al suelo o radicular	Aplicación al árbol o foliar	Aplicación con el agua de riego o fertirrigación
	$w_i$	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$
1. Eficiencia de aplicación	4	5	7	8
2. Mano de obra	3	6	6	8
3. Coste del sistema	4	6	6	7
	<b>PUNTUACIÓN (S<sub>i</sub>)</b>	62	66	84
	<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>	3	2	1

Por orden de preferencia, el método de aplicación de fertilizantes que se usará en la plantación será la irrigación por goteo.

### **2.6.4. MANTENIMIENTO DEL SUELO**

#### **2.6.4.1. Descripción de las alternativa**



El mantenimiento del suelo en plantaciones frutales puede realizarse por diversos métodos, que incluyen métodos mecánicos, químicos, biológicos, o una combinación de varios de ellos. A continuación se explica brevemente cada uno de estos sistemas.

- **Laboreo**

El sistema de mantenimiento del suelo mediante laboreo consiste en el pase frecuente de grada o cultivador, de 3 a 5 veces al año, a toda la superficie del suelo. El laboreo puede practicarse en todo tipo de suelos y terrenos, y admite todos los sistemas de riego. El laboreo es aún uno de los métodos más utilizados en las plantaciones frutales, aunque con cierto grado de regresión impuesto por la economía.

Las ventajas del laboreo son las siguientes:

- Mejora la estructura de los suelos compactos al fraccionar los terrenos y exponerlos a las alternancias climatológicas
- Regula el régimen hídrico del suelo
- Mejora la aireación del suelo
- Aumenta la resistencia a la sequía
- Permite enterrar las enmiendas y abonos minerales
- Favorece la regulación de la alimentación hídrica, debido a la eliminación de las raíces superficiales, permitiendo la penetración de las raíces en profundidad
- Destruye las malas hierbas
- Protege la base de los troncos contra los fríos invernales y las heladas primaverales cuando se realiza el aporcado

Por otra parte, las desventajas del laboreo son las siguientes:

- Puede provocar la formación de suelos de labor y un posible horizonte infértil
- Genera degradación de la estructura del suelo si se trabaja con demasiada humedad
- Favorece la erosión, disminuye la fuerza de sustentación y dificulta la circulación por las calles de la plantación
- Incrementa las pérdidas de humus
- Puede producir heridas en el tronco, lo que es un foco de entrada de enfermedades
- Causa la rotura de raicillas en la capa superficial del suelo, que puede afectar a la producción
- Aumenta el riesgo de heladas primaverales si la labor se realiza en épocas de desborre o floración
- Permite la afloración en superficie de semillas, favoreciendo su germinación
- Multiplica por división y transporta plantas vivaces
- Alto consumo energético
- Elevados costes de ejecución (mantenimiento, mano de obra y tracción)

- **Aplicación de herbicidas (No laboreo)**

El sistema de mantenimiento del suelo sin laboreo, mantiene el suelo desnudo mediante la aplicación de herbicidas en toda la superficie de la plantación. Es un sistema compatible con el riego por aspersión, por goteo y con algunos sistemas de riego por inundación.

Las ventajas de la aplicación de herbicidas (no laboreo) son las siguientes:

- Favorece la transformación de la materia orgánica en las capas superficiales
- Mejora la estructura del suelo
- El sistema radicular del cultivo coloniza los horizontes más fértiles, los superficiales

- Se evita las heridas en el tronco
- Reduce los riesgos de las heladas primaverales
- Consigue un suelo libre de vegetación espontánea (condiciones dificultosas de germinación)
- Aumento de producción
- Disminuye los costes de mantenimiento, ya que se reduce el coste en mano de obra y de tracción
- Permite realizar mejores intervenciones en la plantación al reducir los tiempos de trabajo

Las desventajas de la aplicación de herbicidas (no laboreo) son las siguientes:

- Existe riesgo de contaminación de las aguas
- Se puede producir una acumulación de herbicidas en el suelo
- Compacta la capa superficial del suelo y disminuye la infiltración del agua. En terrenos con pendiente, esto provoca un aumento de la escorrentía y, por consiguiente, aumenta el peligro de erosión
- Provoca mayor sensibilidad del árbol a las heladas invernales
- La fitotoxicidad de los herbicidas puede producir diferentes problemas sobre el cultivo (deformaciones, decoloraciones, quemaduras o incluso la muerte)
- Posible aparición de resistencias en las malas hierbas después de varios tratamientos
- El uso de herbicidas exige un buen conocimiento de la flora adventicia, de la acción de los herbicidas y de su forma de uso
- Alteración de las necesidades de agua
- Modificación de la frecuencia de riego

#### • **Cubiertas vegetales**

El sistema de mantenimiento del suelo con cubiertas vegetales mantiene el suelo totalmente cubierto con una pradera natural o artificial (siembra de especies determinadas) y controla las malas hierbas por siega. Es un sistema compatible con el riego por aspersión y con el riego por gravedad, siempre que las labores no sean excesivas.

Las cubiertas vegetales según su duración se clasifican en temporales o permanentes. Las temporales sólo ocupan el terreno en invierno, siendo enterradas mecánicamente a finales del mismo (forman parte, siempre, de un sistema mixto). Se utilizan en comarcas con escasa pluviometría. Las cubiertas permanentes ocupan el terreno durante todo el año y se emplean en zonas con alta pluviometría.

Las ventajas de las cubiertas vegetales son las siguientes:

- Mejora la estructura del suelo por la acción de las raíces
- Incorpora materia orgánica al suelo
- Disminuye la erosión y escorrentía de las aguas
- Mejora en la absorción de nutrientes
- Mejora de la actividad biológica del suelo
- Mejora del enraizamiento superficial de los árboles
- Bajo coste de mantenimiento

Las desventajas de las cubiertas vegetales son las siguientes:

- Aumenta el riesgo de heladas en primavera
- Elevada competencia por agua
- Elevada competencia nutricional
- Altos requerimientos hídricos

- Riesgo de proliferación de roedores
- Alto coste de establecimiento

- **Sistemas mixtos**

Los sistemas mixtos combinan dos de las técnicas descritas anteriormente (laboreo, “no laboreo” con aplicación herbicidas y cubiertas vegetales). Con ello se compensan, en muchos casos, los inconvenientes individuales de aquellas, de modo que cuando se utilizan adecuadamente dan lugar a mejoras notables en el mantenimiento del suelo.

Las dos técnicas de mantenimiento del suelo que se combinan en el sistema mixto pueden ser utilizadas bien de forma simultánea, en zonas distintas de la plantación al mismo tiempo, o bien alternamente, sobre todo el terreno, una detrás de otra.

Las combinaciones entre dos técnicas de mantenimiento del suelo para formar un sistema mixto son las siguientes:

- Técnicas simultáneas:

- o *Laboreo* en las calles y aplicación de *herbicidas* en las líneas
- o *Cubierta* permanente en las calles y aplicación de *herbicidas* en las líneas
- o *Cubierta* permanente en las calles y *laboreo* en las líneas

- Técnicas alternantes:

- o *Laboreo* en determinadas épocas del año (otoño y primavera) y aplicación de *herbicidas* solo en momentos concretos, cuando su uso resulta favorable para conseguir ciertos objetivos.
- o *Laboreo* durante la primavera y el verano y *cubierta* vegetal, espontánea o sembrada, durante el otoño y el invierno.

## **2.6.4.2. Descripción y ponderación de los criterios**

### **2.6.4.2.1. Descripción**

#### **1. Condiciones ecológicas de la parcela**

Las características climáticas y edáficas de la finca donde se va ubicar el proyecto son determinantes en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

En la zona donde se va ubicar el proyecto, la precipitación media anual es escasa y está mal distribuida. Esto va a condicionar las posibilidades de las cubiertas vegetales, aunque el riego puede compensar este condicionante.

Por otro lado, en la zona son frecuentes las heladas primaverales tardías. No obstante, sus efectos disminuyen si el suelo está compactado y libre de vegetación.

La estructura del suelo, la permeabilidad del perfil, el nivel de nutrientes y de materia orgánica son factores que también se han de tener en cuenta, ya que el método de mantenimiento del suelo elegido los puede mejorar, si fuese necesario.

#### **2. Sistema de cultivo**

En una plantación con riego por goteo las malas hierbas aparecerán, fundamentalmente, en la parte mojada del suelo. En las plantaciones densas, con árboles de porte bajo, es difícil acceder con maquinaria para el mantenimiento del suelo en las filas de los árboles. Se busca la forma de intervenir en la plantación reduciendo al mínimo el tiempo de trabajo y los costes de mano de obra y de tracción.

### 3. Aspectos económicos

Para elegir el sistema de mantenimiento del suelo conviene tener en cuenta el factor económico, y elegir el sistema de más bajo coste compatible con las condiciones particulares de la plantación, para mayor rentabilidad.

#### 2.6.4.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.45. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

Tabla 2.45. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.

Criterios	Ponderación (wi)	Justificación
1. Condiciones ecológicas de la parcela	4	La climatología local y las características edafológicas son elementos base en la elección del sistema de mantenimiento del suelo
2. Sistema de cultivo	3	Es necesario un método de mantenimiento del suelo que se adapte al diseño de las plantaciones densas y elimine la vegetación espontánea tanto en las calles como en las líneas de los árboles
3. Factor económico	4	Se busca el sistema de mantenimiento del suelo de menor coste que cubra las condiciones de la plantación

#### 2.6.4.3. Asignación de valores a las alternativas

En la Tabla 2.46. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

Tabla 2.46. Asignación de valores para cada sistema de mantenimiento del suelo.

CRITERIOS	ALTERNATIVAS			
	Laboreo	Aplicación de herbicidas (No laboreo)	Cubiertas vegetales	Sistemas mixtos
1. Condiciones ecológicas de la parcela	7	5	5	8
2. Sistema de cultivo	3	8	4	8
3. Factor económico	5	6	5	7

A continuación se describe brevemente la valoración dada a cada alternativa:

- **Laboreo**

El laboreo en las filas de los árboles en plantaciones densas con árboles de poco vigor, no es posible.

En una plantación con riego por goteo, las malas hierbas van a aparecer, fundamentalmente, en la parte mojada del suelo. La superficie mojada es de difícil acceso para la maquinaria pesada.

El laboreo tiene efectos desfavorables sobre el control de las malas hierbas porque favorece la afloración de semillas a la superficie y su germinación y la multiplicación por división y el transporte de planta vivaces.

El laboreo favorece la estructura de los suelos compactos, regula el régimen hídrico y mejora la aireación del suelo. Facilita, asimismo, la incorporación de abonos y enmiendas al suelo. Por otra parte, el empleo continuo de maquinaria pesada forma una suela de labor que restringe el movimiento del agua en el suelo. La compactación

se agrava si la labor no se realiza con tempero, por lo que es más acusada en zonas de pluviometría alta.

Este sistema de mantenimiento del suelo permite mantener limpio el suelo en primavera, lo que puede disminuir el peligro de heladas en floración. Asimismo, el aporcado protege la base de los troncos del frío invernal. Además, el laboreo permite la penetración de las raíces en profundidad. No obstante, el laboreo causa una rotura de raicillas en la capa superficial del suelo que puede afectar a la producción. También hay riesgo de heridas en el tronco, lo que es un foco de enfermedades.

El laboreo es el sistema más caro de mantenimiento, pues exige el empleo continuo de maquinaria pesada.

- **Aplicación de herbicidas (No laboreo)**

La vegetación espontánea de las filas de los árboles en plantaciones densas puede controlarse con la aplicación de herbicidas.

El método de mantenimiento del suelo desnudo mediante la aplicación de herbicidas en toda la superficie de la plantación es compatible con el riego por goteo.

El empleo de herbicidas corrige, en parte, los inconvenientes del laboreo. Las raíces pueden colonizar las capas superficiales del suelo sin sufrir daños, evita las heridas en el tronco y no forma suela de labor. No obstante, en muchos terrenos se compacta la capa superficial del suelo y disminuye la infiltración del agua. Con este método se reducen los riesgos de las heladas primaverales pero aumenta la sensibilidad del árbol a las heladas invernales.

El uso de herbicidas consigue un suelo libre de malas hierbas. Sin embargo, después de varios tratamientos pueden aparecer resistencias. El uso de herbicidas exige un buen conocimiento de la flora adventicia, de la acción de los herbicidas y de su forma de uso (evitar problemas de fitotoxicidad en el cultivo y de contaminación de las aguas y suelo).

Aunque el sistema de no laboreo con herbicidas es caro de establecer, por el alto coste de los herbicidas y de su aplicación, una vez que las malas hierbas se han controlado, resulta el más económico de mantenimiento, pues el número de aplicaciones disminuye sustancialmente.

- **Cubiertas vegetales**

Las plantaciones densas son difíciles de segar en la línea de los árboles.

El principal inconveniente del mantenimiento del suelo con cubiertas vegetales es el aporte adicional de agua de riego, que limita su utilización a zonas con una disponibilidad de agua suficiente para aplicar a la plantación y a la pradera. Este sistema de mantenimiento del suelo no es compatible con el riego por goteo.

Con este sistema de mantenimiento del suelo la vegetación espontánea se controla fácilmente mediante la siega.

Las cubiertas vegetales favorecen la incorporación de materia orgánica al suelo, disminuyen los riesgos de erosión y escorrentía y mejoran la estructura del suelo.

Si el establecimiento de la cubierta vegetal y la plantación es simultáneo, la cubierta puede ocasionar efectos depresivos en los árboles jóvenes por la mayor competencia por el agua y los nutrientes del sistema radicular de la cubierta frente al aún débil sistema radicular de los árboles. Por ello, la cubierta no debe establecerse hasta transcurridos 5 años después de la plantación.

Las cubiertas vegetales aumentan el riesgo de heladas en primavera. Es aconsejable mantener ésta rapada al máximo durante la época previsible de heladas.

- **Sistemas mixtos**

Las plantaciones densas son difíciles de labrar o segar en la línea de los árboles, por lo que el empleo de un sistema mixto de laboreo o de cubiertas vegetales en las calles, y el empleo de herbicidas en las hileras, es una solución bastante aceptable.

El Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita, de 11 de mayo de 2015, obliga a que el espacio entre líneas sea ocupado por una cubierta vegetal, de flora espontánea o sembrada, salvo que haya grave riesgo de infección de moteado o de helada, en cuyo caso se utilizará el laboreo superficial en la calle para eliminar las malas hierbas. La zona sin cubierta vegetal supondrá menos del 30% de toda la superficie, con una anchura máxima de un metro bajo los árboles.

El RTE recomienda que para el control de las malas hierbas existentes bajo los árboles, se utilice preferentemente métodos culturales como el acolchado, mecánicos como la siega, o bien alguna de las materias activas autorizadas. En el supuesto de que se utilicen herbicidas, la aplicación se hará en el momento de máxima sensibilidad y a las dosis mínimas.

#### 2.6.4.4. Análisis multicriterio

En la Tabla 2.47. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.47. Puntuación y orden de preferencia de los principales métodos de mantenimiento del suelo.**

	PONDERACIÓN	ALTERNATIVAS			
		Laboreo	Aplicación de herbicidas (No laboreo)	Cubiertas vegetales	Sistemas mixtos
CRITERIOS	$w_i$	$r_{i1}$	$r_{i2}$	$r_{i3}$	$r_{i4}$
1. Condiciones ecológicas de la parcela	4	7	5	5	8
2. Sistema de cultivo	3	3	8	4	8
3. Factor económico	4	5	6	5	7
<b>PUNTUACIÓN (S<sub>i</sub>)</b>		57	68	52	84
<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>		3	2	4	1

El método de mantenimiento del suelo, sistemas mixtos, obtiene la puntuación más alta, y por lo tanto representa la mejor alternativa a recomendar.

El sistema mixto elegido consiste en la combinación de cubierta vegetal espontánea en las calles y aplicación de herbicidas en las líneas de los árboles.

### 2.6.5. DEFENSA CONTRA LAS HELADAS PRIMAVERALES

#### 2.6.5.1. Descripción de las alternativas

Los métodos directos de protección contra las heladas son todos aquellos que tratan de proteger al árbol de las bajas temperaturas ambientales, reduciendo la cuantía del calor perdido por irradiación, aportando un calor complementario al árbol o a su entorno más próximo, o bien modificando su fisiología, de forma acorde con el

objetivo planteado. Los posibles métodos a utilizar en una plantación de manzanos son los siguientes:

- **Ventiladores**

Este método de defensa tiene por objeto reducir o evitar el efecto negativo de la inversión térmica. El sistema consiste en generar de forma artificial corrientes de aire, mediante el empleo de ventiladores, que permitan mezclar las distintas capas de aire caliente y frío, estratificadas a distintas alturas, aumentando la temperatura en los niveles inferiores, o bien desplazar el aire frío de la capas bajas fuera de la plantación, facilitando el descenso del aire cálido a la altura de los árboles.

- **Riego por aspersión**

La defensa antiheladas mediante el riego por aspersión está basada en el desprendimiento de calor que se produce al congelarse el agua, lo que impide el enfriamiento de los órganos del árbol sobre los que se produce la formación del hielo, haciendo que éstos se mantengan a 0°C o un poco por encima de esta temperatura, siempre y cuando exista agua en estado líquido sobre la superficie del hielo. En consecuencia, el método 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.

El riego por aspersión debe ponerse en marcha antes de que en el ambiente se produzcan temperaturas críticas capaces de provocar daños sobre el árbol, aproximadamente cuando la temperatura sobre el árbol sea 2°C superior a la crítica, y no debe interrumpirse, bajo ningún concepto, hasta que no desaparezcan las condiciones de helada, alcanzándose de nuevo una temperatura de 1 ó 1,5 °C en ascenso.

- **Sistema SIS**

El Sistema de Sumidero Invertido Selectivo (SIS) es un método de defensa útil para controlar heladas de irradiación, que se basa en la extracción selectiva del aire frío de las capas inferiores al suelo.

El 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. Esto produce un ligero aumento de la temperatura y una disminución de los tiempos de exposición del cultivo al frío, lo que permite reducir los efectos de las heladas.

### **2.6.5.2. Descripción y ponderación de los criterios**

#### **2.6.5.2.1. Descripción**

##### **1. Condiciones climáticas de la zona**

La elección del sistema de protección contra heladas está condicionada por el clima de la zona, en particular por la frecuencia e intensidad de las heladas.

En el periodo primaveral, la probabilidad de que en marzo se den heladas de intensidad -4,4°C, y en abril de -1,6°C es alta. Aunque las heladas primaverales no son demasiado fuertes si pueden influir negativamente sobre la producción final.

##### **2. Eficacia**

Se debe establecer un método de defensa seguro y eficaz contra las heladas, aunque éstas alcancen temperaturas muy bajas.

### 3. Sistema de plantación y técnicas de cultivo

Es necesario cuidar el diseño del sistema de protección contra heladas para no dificultar las labores de cultivo.

### 4. Costes

Se estudia el coste de inversión, mantenimiento, consumo de energía y mano de obra de cada método de defensa contra heladas, considerando este criterio como negativo ya que, al aumentar los costes se reduce la rentabilidad del proyecto.

#### 2.6.5.2.2. Ponderación

En la Tabla 2.48. se muestra, para cada criterio de valoración, su ponderación y la justificación de la misma.

Tabla 2.48. Valor y justificación de la ponderación de cada criterio de valoración.

Criterios	Ponderación (w <sub>i</sub> )	Justificación
1. Condiciones climáticas de la zona	5	La eficiencia de los sistemas de protección contra heladas dependen de las condiciones climáticas de la zona, sobre todo de la frecuencia e intensidad de las heladas
2. Eficacia	5	El sistema de protección elegido debe evitar los daños tanto de heladas ligeras como de fuertes
3. Sistema de plantación y técnicas de cultivo	3	El sistema de protección contra heladas debe adaptarse al marco de plantación y no dificultar las labores de cultivo
4. Costes	4	La puesta en marcha de un proyecto es más difícil cuanto más capital exija invertir en su desarrollo. Por ello, este criterio califica negativamente las alternativas que suponen un mayor desembolso

#### 2.6.5.3. Asignación de valores a las alternativas

En la Tabla 2.49. se muestra la valoración de cada alternativa para cada uno de los criterios evaluados.

Tabla 2.49. Asignación de valores para los métodos directos de protección contra las heladas.

CRITERIOS	ALTERNATIVAS		
	Ventiladores	Riego por aspersión	Sistema SIS
1. Condiciones climáticas de la zona	6	8	5
2. Eficacia	6	8	5
3. Sistema de plantación y técnicas de cultivo	7	3	7
4. Costes	4	3	6

A continuación se justifica brevemente los valores dados a cada alternativa:

- **Ventiladores**

Este sistema, que precisa muy poca mano de obra y un consumo relativamente bajo de energía, permite conseguir unos aumentos de temperatura, a nivel de árboles, entre 1°C y 2°C, lo que puede evitar daños en caso de heladas ligeras. Descensos termométricos más fuertes no pueden combatirse de esta forma.

Los ventiladores pueden ser móviles o estáticos, e ir montados a nivel del suelo o sobre torres de una cierta altura (10-12 m), que es lo más normal. Para mejorar la defensa es habitual asociar varios equipos, de forma que cada uno defienda de 2 a 5 ha. El coste de cada equipo supone una fuerte inversión inicial.



- **Riego por aspersión**

El riego por aspersión bien proyectado y ejecutado constituye, sin duda, el método de defensa más seguro y eficaz contra las heladas, aunque éstas alcancen temperaturas muy bajas (-7°C o -8°C). En general, puede admitirse que pluviometrías de 3,5 a 4 mm/h permiten una defensa eficaz de las plantaciones frutales, frente a heladas de hasta -6°C.

Así mismo, el riego por aspersión permite unas posibilidades de automatización y regulación difíciles de conseguir con otros sistemas, lo que reduce considerablemente las necesidades de mano de obra.

Por otro lado, las principales desventajas del riego por aspersión son: la necesidad de un volumen de agua instantáneo elevado, el encharcamiento del suelo y el elevado coste de la instalación.

La instalación de riego por aspersión para la defensa antiheladas exige una cobertura total de la plantación, así como un reparto uniforme del agua sobre la vegetación. Para que la defensa sea eficaz, se han de emplear aspersores con un alcance medio (10-15m), adecuadamente distribuidos, que proporcionen una lluvia fina y con una velocidad de rotación próxima a una vuelta por minuto o ligeramente superior.

- **Sistema SIS**

Este sistema, que únicamente produce incrementos de temperatura leves en la zona de cultivo de 1 ó 2°C, tiene unos costes de inversión y funcionamiento relativamente bajos y unos requerimientos mínimos de mano de obra, ya que se puede automatizar fácilmente.

El sistema de protección consta de una batería de equipos extractores, que se instalan en puntos estratégicos de la plantación. Cada aparato, que puede tener dimensiones variables (hasta 2,3 m de diámetro), dependiendo de la potencia, dispone de una hélice accionada por un motor. La efectividad de este sistema se puede mejorar mediante la colocación de cortinas naturales o artificiales en determinadas zonas de la plantación.

#### 2.6.5.4. Análisis multicriterio

En la Tabla 2.50. se calcula la puntuación para cada alternativa aplicando el análisis multicriterio.

**Tabla 2.50. Puntuación y orden de preferencia de los métodos directos de defensa contra heladas para árboles frutales.**

CRITERIOS	PONDERACIÓN $w_i$	ALTERNATIVAS		
		Ventiladores $r_{i1}$	Riego por aspersión $r_{i2}$	Sistema SIS $r_{i3}$
1. Condiciones climáticas de la zona	5	6	8	5
2. Eficacia	5	6	8	5
3. Sistema de plantación y técnicas de cultivo	3	7	3	7
4. Costes	4	4	3	6
<b>PUNTUACIÓN (Sj)</b>		97	101	95
<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>		1	2	3

Por orden de preferencia, el método directo de protección contra heladas a establecer en la plantación será el empleo de ventiladores.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA A DESARROLLAR**

Se va a proceder a cultivar manzanos en producción integrada. La variedad principal de la plantación será Golden Crielaard injertada sobre Pajam-2 Cepiland y las variedades polinizadoras serán Gala Venus y Fuji Kiku Fubrax injertadas sobre el patrón Pajam-1 Lancep. Se colocarán dos líneas de la variedad polinizadora por cada cuatro líneas de la variedad base.

Las líneas de los árboles se van a disponer en marco rectangular, con una separación entre líneas de 4 m y entre árboles de 1,2 m, lo que da una densidad de plantación de 2083 árboles/ha. La orientación de las líneas será N-E. El sistema de formación de poda de los árboles es en eje central, por lo que, se instalará un sistema de apoyo sencillo (espaldera).

La aplicación del agua de riego, se va a efectuar mediante un sistema de riego localizado por goteros, al que se le acopla un sistema de fertirrigación. Para mantener el suelo, se va a combinar la aplicación de herbicidas bajo la línea de los árboles con el mantenimiento de una cubierta vegetal espontánea en el centro de las calles. Como método de defensa contra heladas, se van a instalar ventiladores, capaces de romper el efecto de inversión térmica.

# MEMORIA

## Anejo 3: Ingeniería del proceso productivo

<b>1. Actividades del proceso productivo</b> .....	1
<b>1.1. Establecimiento de la plantación</b> .....	1
1.1.1. Preparación del suelo .....	1
1.1.2. Replanteo y marcado de la plantación .....	2
1.1.3. Compra, recepción y acondicionamiento de plantones .....	2
1.1.4. Práctica de la plantación .....	3
1.1.5. Cuidados posteriores a la plantación .....	3
1.1.6. Cuadro resumen .....	4
<b>1.2. Poda</b> .....	4
1.2.1. Aspectos generales .....	4
1.2.2. Poda de formación.....	5
1.2.3. Poda de fructificación.....	7
1.2.4. Gestión de la madera de poda.....	8
1.2.5. Material y medios empleados en la poda .....	8
1.2.6. Cuadro resumen .....	8
<b>1.3. Riego: Diseño agronómico</b> .....	9
1.3.1. Influencia del clima .....	10
1.3.1.1. <u>Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia</u> ( $ET_o$ ) .....	10
1.3.1.2. <u>Determinación de la precipitación efectiva</u> ( $Pe$ ).....	11
1.3.2. Influencia del cultivo .....	11
1.3.2.1. <u>Determinación de la evapotranspiración del cultivo en condiciones normales</u> ( $ET_c$ ).....	11
1.3.2.2. <u>Determinación de la evapotranspiración del cultivo en condiciones anormales</u> ( $ET_{c_{aj}}$ ).....	13
1.3.3. Necesidades totales de riego.....	16
1.3.4. Dosis, frecuencia, tiempo de riego y elección del emisor .....	18
1.3.5. Límites de utilización del proyecto .....	22
1.3.6. Cuadro resumen .....	24
<b>1.4. Fertilización</b> .....	25
1.4.1. Abonado orgánico.....	25
1.4.1.1. <u>Enmienda orgánica previa a la plantación</u> .....	25
1.4.1.2. <u>Abonado orgánico de mantenimiento o conservación del terreno</u> .....	27
1.4.2. Abonado mineral.....	29

1.4.2.1. <u>Abonado de fondo</u> .....	29
1.4.2.2. <u>Abonado mineral de mantenimiento</u> .....	29
1.4.2.2.1. Programa de fertilización de macronutrientes .....	29
1.4.2.2.2. Programa de fertilización de micronutrientes .....	37
1.4.3. Cuadro resumen .....	38
<b>1.5. Mantenimiento del suelo</b> .....	38
1.5.1. Cubierta vegetal espontánea en las calles.....	38
1.5.2. Aplicación de herbicida en las líneas de los árboles .....	41
1.5.3. Cuadro resumen .....	41
<b>1.6. Defensa fitosanitaria</b> .....	43
1.6.1. Plagas .....	43
1.6.2. Enfermedades .....	49
1.6.2.1. <u>Enfermedades criptogámicas</u> .....	49
1.6.2.2. <u>Enfermedades bacterianas</u> .....	51
1.6.3. Seguimiento y control de las plagas y enfermedades .....	53
<b>1.7. Defensa contra las heladas</b> .....	56
1.7.1. Características de las torres ventiladoras .....	56
1.7.2. Puesta en marcha y parada del sistema .....	56
<b>1.8. Aclareo</b> .....	57
<b>1.9. Recolección</b> .....	58
1.9.1. Época de recolección.....	58
1.9.2. Ejecución de la recolección.....	59
1.9.3. Cuadro resumen .....	61
<b>2. Necesidades del proceso productivo</b> .....	62
<b>2.1. Maquinaria</b> .....	62
2.1.1. Características de la maquinaria.....	62
2.1.1.1. <u>Requerimientos de la maquinaria</u> .....	62
2.1.2. Programa de trabajos .....	68
2.1.2.1. <u>Calendario de labores</u> .....	69
2.1.2.2. <u>Tiempo disponible</u> .....	70
2.1.2.3. <u>Tiempo requerido</u> .....	71
2.1.2.4. <u>Programación del equipo</u> .....	75
2.1.2.5. <u>Programa de trabajos</u> .....	76

<b>2.2. Consumo de carburante y lubricante.....</b>	<b>79</b>
2.2.1. Carburante.....	79
2.2.2. Lubricante.....	80
<b>2.3. Mano de obra.....</b>	<b>81</b>
<b>3. <u>Definición y satisfacción de necesidades</u>.....</b>	<b>82</b>

## **1. ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO**

### **1.1. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN**

La plantación objeto del proyecto se va a situar en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia), catastralmente, en el polígono 2, parcelas 35, 36 y 37, entre el río Valdeginete y el Canal de Castilla, en la zona tradicional de regadío. La superficie de la finca es de 11,86 ha.

El terreno es llano y tiene forma regular. Se accede a la finca por el este, a través de la parcela 35.

La plantación que se va a establecer, será una plantación de manzanos familiar destinada a la producción de fruta de mesa de calidad. En el Anejo 2: Estudio de las alternativas se analiza detalladamente la alternativa a desarrollar.

#### **1.1.1. PREPARACIÓN DEL SUELO**

En esta etapa previa al establecimiento de los árboles se va a proceder a la preparación mecánica del terreno, corrigiendo, al mismo tiempo, problemas edafológicos del suelo y se van a construir las infraestructuras necesarias para un adecuado manejo de la plantación, como son el establecimiento de la red de riego, trazado de caminos de servicio, etc. La necesidad de realizar cada una de estas labores depende de factores intrínsecos propios de la especie frutal y de factores extrínsecos ligados a variables climáticas, edafológicas, agronómicas y económicas.

Siguiendo un orden cronológico, las actividades a llevar a cabo para la preparación del suelo son las siguientes:

#### **A. Enmienda orgánica**

El contenido de materia orgánica del suelo es bajo, por lo que va a ser necesaria la realización de una enmienda orgánica, previa a la instalación de los árboles.

El abonado orgánico se va a realizar con estiércol ovino. En total se van a distribuir 96 t/ha de estiércol. Debido a la amplitud y complejidad del tema, los cálculos sobre la cantidad de estiércol a aportar se detallan en el apartado de 1.4. Fertilización del presente anejo.

El estiércol se va a adquirir en una explotación ganadera situada a 3 km de la finca objeto del proyecto. La carga y transporte del abono se va a realizar a mediados de septiembre con un tractor de 180 CV y un remolque de 20 m<sup>3</sup>.

La enmienda orgánica se va a realizar a finales del mes de octubre. El estiércol se distribuye en la superficie mediante un remolque esparcidor de estiércol de 14 m<sup>3</sup> y un tractor de 150 CV.

Para ambos trabajos se va a contratar a una empresa de servicios agrícolas.

#### **B. Labor profunda**

La labor profunda se va a realizar por desfonde porque el suelo de la parcela donde se va a ubicar el proyecto tiene un perfil uniforme en profundidad que permite voltear la tierra para romper la suela de labor, mejorar el drenaje y enterrar el estiércol aportado previamente.

La labor de desfonde se va a realizar a principios de noviembre, cuando el suelo tenga un tempero adecuado. Se contrata para ello a una empresa de trabajos agrícolas, que va a utilizar un tractor de 180 CV y un arado de desfonde.

Se va a trabajar la totalidad del terreno (preparación mecánica integral). La profundidad de volteo será de 80 cm.

### C. Labores complementarias

Después de realizar la labor profunda, el terreno quedará irregular y aterronado, siendo necesario realizar una serie de labores complementarias con el fin de completar su preparación.

Así, a mediados de enero se van a realizar dos pases cruzados de cultivador para dejar el suelo liso y facilitar el replanteo y marqueo de la plantación.

La labor superficial del terreno requiere la utilización de un apero de menor robustez al trabajar a menor profundidad, 15 cm, por lo que su demanda de potencia disminuye y se puede realizar con el tractor propio de la explotación.

El pase del cultivador se va a realizar el tractor de 70 CV de la explotación y un cultivador alquilado de 13 brazos con rejas extirpadoras o de cola de golondrina y 3 m de anchura de trabajo.

#### 1.1.2. REPLANTEO Y MARQUEO DE LA PLANTACIÓN

El marqueo consiste en señalar sobre el terreno la posición que van a ocupar cada una de las líneas de cultivo dentro de la plantación. No es necesario señalar en el punto el emplazamiento de cada árbol, ya que la máquina plantadora es capaz de colocarlos donde corresponde.

Para señalar las líneas de los árboles se traza una alineación base paralela al lado N-E de la finca (perpendicular a la orientación de las filas) y se señala con jalones, así como los vértices de la parcela.

Luego, en la línea base se señala con un jalón cada 4 m (el marco de plantación es de 4 x 1,2 m) los puntos donde comienzan las filas de los árboles.

El marqueo se va a realizar a primeros de febrero. Para llevar a cabo este trabajo se necesitará un mínimo de 2 operarios, uno de ellos con un cierto grado de cualificación.

#### 1.1.3. COMPRA, RECEPCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE PLANTONES

Los plantones se han de adquirir en un vivero que ofrezca suficientes garantías. La petición de los plantones al vivero se ha de hacer con antelación suficiente, dado el elevado número de plantas que se necesitan, y especificando de forma clara la combinación patrón-variedad deseada.

La plantación se va a realizar a raíz desnuda utilizando plantones de un año de injerto. Si es posible, se recomienda utilizar material certificado.

El número de plantones depende de las dimensiones y la forma de la parcela. Serán necesarios 22.522 plantones. A este número total de plantones hay que sumarle, aproximadamente, un 2% para reposición de marras.

Por consiguiente, hay que comprar 22.974 plantones. Especificando según las variedades, se necesita el siguiente material vegetal:

- Golden Crielaard sobre Pajam-2 Lancep (52,2 %):  $11.760 * 1,02 = 11.996$  plantones
- Gala Venus sobre Pajam 1-Lancep (25,1 %):  $5.660 * 1,02 = 5.774$  plantones
- Fuji Kiku Fubrux sobre Pajam 1-Lancep (22,7 %):  $5.102 * 1,02 = 5.204$  plantones



Una vez recibidos los plantones, conviene comprobar su buen desarrollo y estado sanitario.

La recepción de los plantones va a ser a finales de enero. Se recomienda conservar los plantones en zanjas de 50-60 cm de profundidad, localizadas en una zona sombreada, ventilada y con una humedad adecuada, recubriendo sus raíces con tierra ó arena húmeda, hasta el momento de realizar la plantación. Para hacer esta tarea se necesitará dos operarios.

#### 1.1.4. PRÁCTICA DE LA PLANTACIÓN

La época de plantación debe coincidir con el período de reposo invernal (de mediados-finales de noviembre a primeros de marzo) puesto que en este estado los plantones pueden manipularse sin que sufran daños. En zonas de clima frío, con inviernos largos y duros y heladas intensas, es preferible realizar una plantación tardía, a finales del período de reposo. En este caso, se va a llevar a cabo en febrero.

La plantación se va a efectuar a raíz desnuda. Cuando se utilizan plantas a raíz desnuda, al sacar los plantones de las zanjas donde han sido conservados, se eliminan las raíces dañadas o rotas y se recortan algunas demasiado largas.

La técnica de plantación va a ser semimecánica. El equipo de plantación consta de un tractor con un arado asurcador o reja subsoladora, que va abriendo un surco en el terreno. Los plantones se colocan a las distancias adecuadas (1,2 m) de forma manual. Dos rejas aporcadoras van tapando el surco, dejando las plantas perfectamente instaladas. El equipo de plantación se va a contratar a una empresa de servicios.

Los árboles deben plantarse a la profundidad que se encontraban en el vivero, de modo que, la unión del injerto se mantenga fuera del suelo para evitar el franqueamiento de la variedad. Asimismo, se consigue un mejor desarrollo del árbol, pues las raíces se sitúan en los horizontes superficiales del suelo, más ricos y mejor aireados.

#### 1.1.5. CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN

Una vez realizada la plantación es preciso efectuar una serie de operaciones que faciliten el enraizamiento, crecimiento y desarrollo de las plantas. Dichas operaciones son las siguientes:

##### **A. Riego de la plantación**

Una vez realizada la plantación, si no llueve en los próximos días, es necesario aplicar un riego. Para ello se va a utilizar el sistema de riego por goteo. Conviene humedecer hasta la capacidad de campo todo el volumen de tierra que contiene las raíces del plantón.

##### **B. Revisión de plantas**

Después del riego es preciso realizar una revisión general de los árboles, colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados. Dos personas realizarán esta tarea en 2 días.

##### **C. Poda de plantación**

Se va a descabezar los plantones sólo en caso de yemas terminales mal formadas. La poda de plantación se va a realizar a mediados de marzo por una cuadrilla de 4 operarios, en un máximo de 2 días. Para ello, se utilizarán tijeras de poda manuales.

## D. Reposición de marras

Los árboles que no han prendido conviene reponerles lo antes posible.

La reposición de marras se va a realizar a finales de mayo o principios de junio, utilizando plantas con cepellón. Cuando se emplean plantas con cepellón la plantación se puede retrasar, pudiéndose realizar durante el periodo vegetativo, siempre que no coincida con brotación, floración o calor excesivo. Esto permite conseguir mayor uniformidad.

La apertura y cierre de hoyos va a ser realizada por una cuadrilla de 4 peones, mediante el empleo de palas royeras y azadas, en aproximadamente 2 días. Dentro de la plantación, los plantones se van a transportar en un remolque alquilado con un tractor de 70 CV.

### 1.1.6. CUADRO RESUMEN

En la Tabla 3.1. se muestra el calendario de ejecución de actividades para el establecimiento de la plantación frutal en proyecto. También se especifica la maquinaria y mano de obra necesaria en cada labor.

**Tabla 3.1. Calendario de ejecución de actividades para el establecimiento de la plantación en proyecto. Especificación de la maquinaria y mano de obra (E: Encargado, T: Tractorista y P: Peón) necesaria en cada labor.**

Actividad	Maquinaria	Mano de obra			Época	Observaciones
		E	T	P		
Carga y transporte de estiércol	Tractor 180 CV + remolque bañera		1		Mediados septiembre	-
Enmienda orgánica	Tractor 150 CV + remolque esparcidor		1		Finales octubre	-
Desfonde	Tractor 180 CV + arado de desfonde		1		Primeros noviembre	Profundidad 80 cm
Compra, recepción y acondicionamiento de plantones	-	1		1	Finales enero	-
Pase de cultivador	Tractor 70 CV + cultivador	1			Finales enero	2 pases cruzados, profundidad 10 cm
Marqueo	Jalones y cuerda	1		1	Primeros febrero	-
Plantación	Tractor 180 CV + equipo de plantación		1		Febrero	Plantación a raíz desnuda
Riego de plantación	Sistema de riego por goteo	1			Finales febrero	Salvo precipitaciones abundantes
Revisión plantas	-	1		1	Primeros marzo	-
Poda de plantación	Tijeras de poda manuales	1		3	Mediados marzo	-
Reposición de marras	Tractor 70 CV + remolque 2 palas royeras y 2 azadas			4	Finales mayo - principios junio	-

## 1.2. PODA

### 1.2.1. ASPECTOS GENERALES

El árbol debe ser conducido y podado de forma que se consiga una plantación uniforme, un equilibrio entre la actividad vegetativa y fructífera y a la vez que, permita la suficiente penetración de aire, luz y de los productos de defensa fitosanitaria aplicados.

Según su finalidad, la poda puede ser:

- Poda de formación: Se realiza en los primeros años de vida del frutal para formar una estructura sólida y bien equilibrada en el árbol.

- Poda de fructificación: Se realiza a partir del tercer año, principalmente para favorecer la formación, conservación o renovación de los elementos de fructificación del árbol.
- Poda de renovación o rejuvenecimiento: Se realiza una vez concluido el desarrollo del árbol para eliminar elementos viejos y agotados del árbol.

Según la época de realización, la poda puede ser:

- Poda de invierno (poda en seco): Se realiza durante el reposo invernal del árbol, esto es, desde la caída de las hojas al desborre.
- Poda de verano (poda en verde): Se realiza durante el período de actividad vegetativa. La poda de verano es más debilitante que la de invierno.

### 1.2.2. PODA DE FORMACIÓN

La poda de formación se va a realizar para conseguir árboles de tamaño y porte adecuado, con una estructura sólida, robusta y equilibrada y con una buena aireación e insolación.

El sistema de formación elegido para la plantación en proyecto es el eje central que permite una poda rápida y de mínimos cortes (ver Anejo 2: Estudio de las alternativas).

La poda de formación en eje central se va a realizar hasta que concluya el desarrollo del árbol y de la siguiente forma:

- No se recomienda descabezar el plantón en la poda de plantación, salvo casos excepcionales de yemas terminales mal formadas o dañadas.
- Primer año:
  - o En primavera se va a realizar la poda en verde cuando los brotes tengan unos 10 cm y si es necesario se repetirá en junio-julio. Para ello se pinzarán los brotes que compiten con la guía, los que salen cerca del suelo (40-50 cm) y los que salen muy verticales.
  - o En invierno se van a podar las ramas que compiten con la guía (tienen el mismo grosor) y las ramas muy verticales, conservando sólo tres o cuatro ramas, bien situadas y fuertes, de menor grosor que la mitad de la guía.

En la Figura 3.1. se muestra como se va a realizar la poda de formación en eje central durante el primer año de plantación.

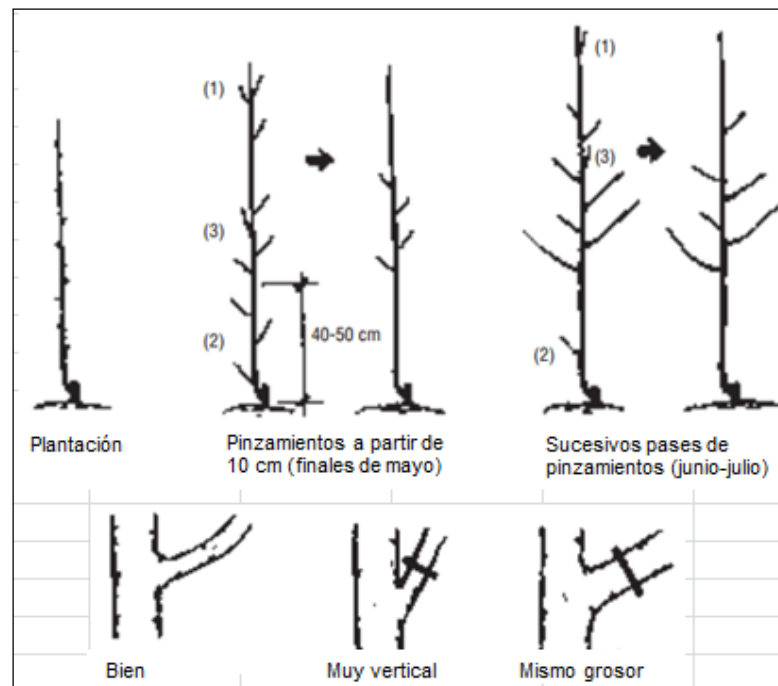


Figura 3.1. Poda de formación en eje central, primer año de plantación.

- Segundo año y sucesivos:

- En primavera se va a realizar la poda en verde por medio de pinzamientos y con los mismos criterios que la del primer año.
- En invierno la poda debe tender a favorecer la iluminación de la zona baja y de las ramas de fruta. De modo que, cuando dos ramas estén superpuestas se suprimirá una de ellas. Con el mismo fin, se debe aclarar también un espacio de 40-50 cm por encima de la zona baja.

En la Figura 3.2. se muestra como se va a realizar la poda de formación en eje central en el segundo año y sucesivos de la plantación.

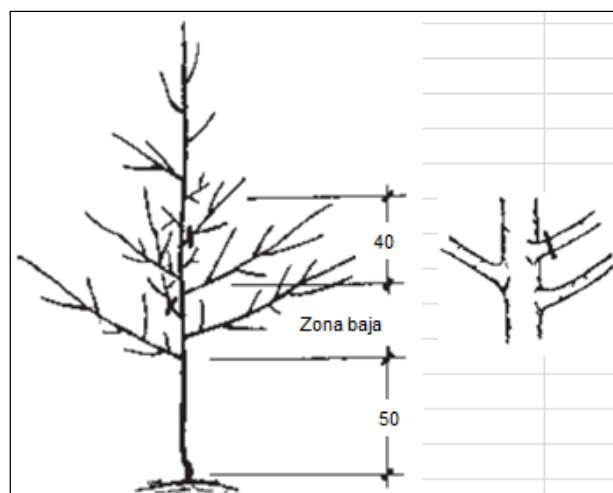


Figura 3.2. Poda de formación en eje central el segundo año y sucesivos.

### 1.2.3. PODA DE FRUCTIFICACIÓN

La poda de fructificación tiene como principales objetivos los siguientes:

- Acelerar la entrada en fructificación de los árboles jóvenes
- Renovar las ramas fructíferas a fin de asegurar una producción abundante de fruta de buen tamaño, el mayor tiempo posible
- Aproximar la fructificación lo más cerca posible del tronco o ramas estructurales del árbol, repartiéndola de forma uniforme, y procurar siempre renovar aquellas formaciones que den mejor calidad de frutos
- Reducir el número de yemas de flor para evitar o disminuir la alternancia de cosechas
- Favorecer la llegada de la luz solar y la ventilación en la copa del árbol
- Suprimir las ramas innecesarias, envejecidas, enfermas y secas, para evitar un envejecimiento prematuro del árbol
- Facilitar las labores culturales, en especial los tratamientos, la recolección y la propia poda en años sucesivos

La poda de fructificación se va a realizar a partir del tercer año de la plantación (junto con la poda de formación) y en invierno, durante la parada vegetativa del árbol, evitando los días de heladas para evitar problemas en la cicatrización de los cortes efectuados.

El tipo de madera sobre la que fructifica el manzano es de 2 o 3 años, por lo que, la intensidad de poda ha de ser intermedia. La actuación sobre las distintas formaciones del árbol en frutales de pepita se describe a continuación.

Lo más conveniente siempre es evitar la formación de chupones porque tardan en emitir elementos de fructificación.

La evolución natural del ramo de madera provoca un alargamiento, con alejamiento de la fruta de las ramas fundacionales. Se actúa, sobre el ramo de madera, realizando una poda a 3 yemas (poda trigema) en variedades débiles y de vigor medio y realizando una poda a 4, 5 o 6 yemas (poda poligema) en variedades vigorosas. También, se puede arquear el ramo hacia abajo para debilitarlo e inducir la fructificación en la base.

Las brindillas hay que dejarlas evolucionar libremente porque al año siguiente se suelen coronar de forma natural. La zona de fructificación de la brindilla queda un poco alejada de las ramas principales por lo que a veces se suele arquear o torsionar.

El dardo no necesita poda porque normalmente se transforma en lamburda al año siguiente de su formación.

La brindilla coronada es un elemento de fructificación fijado. Una vez ha fructificado, se puede podar por encima del elemento de reemplazo más próximo a la madera.

El dardo coronado, la lamburda y la bolsa no se deben podar porque son elementos de fructificación fijados. No obstante, si existen excesivos elementos de fructificación se pueden aclarar en el momento de la poda.

Las bolsas aseguran la fructificación en años sucesivos. Cuando el encadenamiento sucesivo de bolsas es importante, conviene rebajar esos rosarios de bolsas, podando por encima de las bolsas más próximas a la madera.

En el caso de las variedades del grupo Golden y Gala, de vigor medio o medio alto, la fructificación tiene lugar en ramas de madera de uno a tres años y sobre brindillas coronadas. Los mejores frutos se obtienen de ramas fructíferas de uno a dos años.

La renovación de la madera, en las variedades del grupo Golden y Gala, se va a efectuar de la siguiente manera:

- Se dejan crecer los ramos del año libremente.
- Al año siguiente, la parte de rama que tiene dos años se cubre de yemas de flor para dar cosecha y en la zona próxima a la punta de la rama aparecen ramificaciones fructíferas.
- Un año después, la rama de tres años, produce fruta de peor calidad. La punta de la rama se ha inclinado ya demasiado. Hay que renovar la rama sustituyéndola por la ramificación más cercana a la base para comenzar de nuevo el ciclo.

Las variedades del grupo Fuji fructifican sobre madera de un año aunque también lo hacen, en menor medida, en la de dos y tres años. En este caso, la renovación de la madera se va a plantear en un ciclo de dos años, manteniendo las ramas de un año y eliminando las formaciones fructíferas que hayan superado los dos años.

En la práctica, para la renovación de la madera hay que tener cuidado, pues si se dejan demasiadas yemas de flor se induce a la vecería y si se corta demasiado se provoca la emisión de brotes vegetativos, chupones y desciende la producción.

#### 1.2.4. GESTIÓN DE LA MADERA DE PODA

La incorporación de los restos de poda al suelo mejora las condiciones físicas del terreno, entre ellas la capacidad de retención de agua y aporta materia orgánica al suelo.

Una vez finalizada la poda, los residuos de madera se van a triturar y esparcir por las calles de la plantación. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y una trituradora de restos de poda.

#### 1.2.5. MATERIAL Y MEDIOS EMPLEADOS EN LA PODA

La poda se va a realizar utilizando tijeras de una mano, accionadas de forma mecánica. Las tijeras mecánicas permiten aumentar el rendimiento de la poda y disminuyen el trabajo del podador. No obstante, la poda de formación se va a realizar con tijeras de poda manuales puesto que las ramas aún no han adquirido un grosor elevado.

Las tijeras mecánicas van a ser de tipo neumático, accionadas por un compresor con 6 tomas que irá acoplado al carro de recolección de cintas transportadoras (plataforma auxiliar).

Aunque la mayor parte de la poda se va a realizar desde el suelo, será necesaria una plataforma auxiliar para llegar a la parte más alta de los árboles.

La poda va a ser realizada por una cuadrilla de 6 operarios.

#### 1.2.6. CUADRO RESUMEN

En la Tabla 3.2. se muestra el calendario de ejecución de actividades para el desarrollo de la poda en la plantación en proyecto. También se especifica la maquinaria y mano de obra necesaria en cada labor.

**Tabla 3.2. Calendario de ejecución de actividades para el desarrollo de la poda en la plantación en proyecto. Especificación de la maquinaria y mano de obra (E: Encargado y Pe: Peón especializado o especialista) necesaria en cada labor.**

Actividad	Maquinaria	Mano de obra		Época
		E	Pe	
Poda de formación (del 1º al 4º año)	Tijeras manuales + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5	diciembre-febrero y abril-julio
Poda de fructificación (a partir del 3º año)	Tijeras neumáticas + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5	diciembre-febrero
Triturado de los restos de poda (a partir del 3º año)	Tractor 70 CV + trituradora de restos de poda	1		Finales febrero

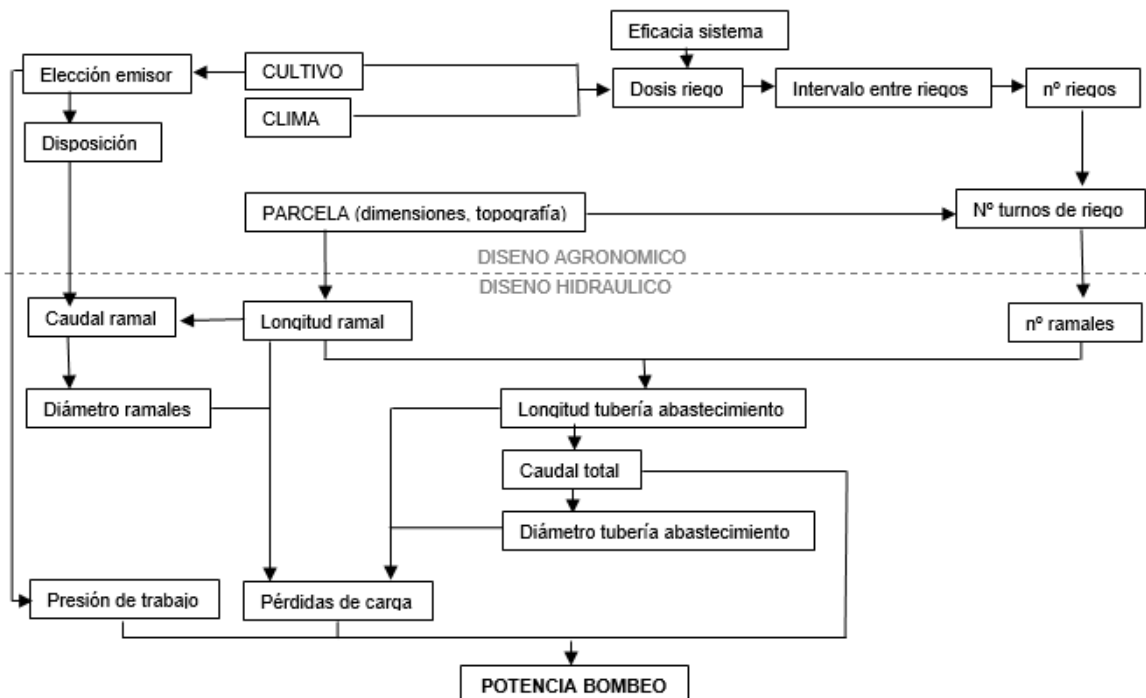
### 1.3. RIEGO: DISEÑO AGRONÓMICO

El manzano tiene unas necesidades de agua, durante el periodo vegetativo, de más de 700 mm. Estas elevadas necesidades de agua hacen que en la zona donde se va ubicar el proyecto, con una precipitación media anual de 356 mm, no se pueda concebir el cultivo industrial del manzano sin la aplicación de agua de riego.

El sistema de riego que se va a utilizar en la plantación es el riego localizado de alta frecuencia por goteo.

El diseño de la instalación de riego se va a realizar con el programa informático RiegoLoc2002, editado por el Centro Nacional de Tecnología de Regadíos.

El organigrama del cálculo de riego por goteo se muestra en la Figura 3.3.



**Figura 3.3. Organigrama del cálculo de riego por goteo.**

El diseño del riego comprende el diseño agronómico (necesidades máximas de riego, caudal aportado por un emisor, número de emisores por planta, frecuencia y

duración del riego y eficacia) y el diseño hidráulico (dimensionamiento de la red de riego), el cual se realizará una vez determinado el primero (Anejo 4: Ingeniería de las obras).

Los objetivos del diseño agronómico son los siguientes:

- a) Efectuar el diseño agronómico de una instalación de riego localizado para unas determinadas condiciones de agua-suelo-cultivo-atmósfera, caudal y disposición de emisores y marco de plantación
- b) Plantear una estrategia para optimizar el diseño agronómico

Los datos de partida necesarios para efectuar el diseño agronómico pretenden caracterizar:

- El cultivo a regar mediante el marco de plantación (con la separación entre árboles en la fila y la separación entre filas de árboles) y el porcentaje mínimo de suelo mojado necesario
- La climatología y el cultivo mediante las necesidades netas máximas de agua (el papel del suelo como almacén o reserva de agua es muy limitado en riego localizado)
- La uniformidad de riego en función del cultivo, método de riego, respuesta del cultivo a la aplicación de agua
- Las condiciones técnico-comerciales de la instalación de riego y de preferencia del agricultor mediante el caudal nominal del emisor y el intervalo entre riegos
- La disposición de emisores influenciada, principalmente, por el marco de plantación y manejo del cultivo, mediante la elección del riego mojando franjas de suelo con un número entero de emisores por árbol

### 1.3.1. INFLUENCIA DEL CLIMA

#### 1.3.1.1. Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>)

El cultivo de referencia es un cultivo de gramíneas en crecimiento activo, de altura uniforme entre 8 y 15 cm, que sombrea completamente el suelo, libre de plagas y enfermedades y nunca escaso de agua y de nutrientes (Doorenbos y Pruitt, 1976).

La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>) depende de las variables meteorológicas temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación.

La ET<sub>o</sub> se va a calcular a partir del método de FAO Penman-Monteith. Los cálculos se detallan en el Anejo 1: Condicionantes del medio físico, apartado 1.10. Evapotranspiración.

En la Tabla 3.3. se muestran los valores de la ET<sub>o</sub> decadiarios obtenidos por interpolación (por razones de simplicidad, todos los meses se llevan a 30 días, subdivididos en tres décadas).

**Tabla 3.3. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) decadiaria, según el método FAO Penman-Monteith.**

	Marzo			Abril			Mayo			Junio		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>ET<sub>o</sub> (mm)</b>	14,95	18,08	20,69	23,29	25,90	30,15	34,40	38,65	43,46	48,28	53,10	56,03



**Tabla 3.3. (Cont.) Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) decadiaria, según el método FAO Penman-Monteith.**

	Julio			Agosto			Septiembre			Octubre		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>ET<sub>o</sub> (mm)</b>	58,96	61,90	59,18	56,45	53,73	46,59	39,44	32,30	27,25	22,20	17,15	13,97

### 1.3.1.2. Determinación de la precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva (Pe) es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por el cultivo. Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, el contenido en humedad del suelo o la velocidad de infiltración.

Para calcular la precipitación efectiva de la zona de estudio se va a aplicar el método del USDA Soil Conservation Service que propone, en función de la precipitación caída durante el mes, las siguientes fórmulas:

$$Pe = P \left( \frac{125 - 0,2 * P}{125} \right) \text{ para } P \leq 250 \text{ mm/mes}$$

$$Pe = 125 + 0,1 * P \text{ para } P > 250 \text{ mm/mes}$$

donde: Pe: Precipitación efectiva (mm/mes)

P: Precipitación mensual (mm/mes)

En la Tabla 3.4. se muestra la precipitación efectiva decadiaria. La serie de datos con la que se trabaja es de 25 años (1989-2014), y procede del observatorio de Autilla del Pino (Palencia). Los valores de precipitación se expresan en mm.

**Tabla 3.4. Precipitación efectiva decadiaria, expresada en mm. Serie de datos: 1989-2014. Observatorio de Autilla del Pino (Palencia).**

	Marzo			Abril			Mayo			Junio		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>Pe (mm)</b>	6,21	6,76	8,11	9,46	10,81	12,06	13,32	14,57	12,68	10,78	8,88	7,49

	Julio			Agosto			Septiembre			Octubre		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>Pe (mm)</b>	6,09	4,69	5,13	5,57	6,02	7,20	8,39	9,58	11,49	13,40	15,31	13,39

## 1.3.2. INFLUENCIA DEL CULTIVO

### 1.3.2.1. Determinación de la evapotranspiración del cultivo en condiciones normales (ET<sub>c</sub>)

Se entiende por condiciones normales que el cultivo se desarrolle en campos extensos, bajo condiciones agronómicas excelentes y sin limitaciones de nutrientes ni humedad en el suelo.

Las diferencias en evaporación y transpiración entre el cultivo bajo condiciones normales ( $ET_c$ ) y el cultivo de referencia ( $ET_o$ ) están integradas en el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ). De modo que, la  $ET_c$  se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

donde:  $ET_{c\ aj}$ : Evapotranspiración del cultivo en condiciones normales (mm/día)  
 $K_c$ : Coeficiente del cultivo (adimensional)  
 $ET_o$ : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día), ver Tabla 3.3.

Mientras que la  $ET_o$  es un indicador de la demanda climática, el valor de  $K_c$  varía, principalmente, en función de las características particulares del cultivo.

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando. Desde el comienzo de la actividad vegetativa, principios de abril, hasta la recolección (finales de octubre, en la variedad Fuji).

En manzano se van a diferenciar cuatro fases o etapas de desarrollo. La duración de cada etapa, en latitudes altas, es la siguiente:

- Fase inicial: 20 días (del 1 al 20 de abril)
  - Etapa de desarrollo: 40 días (últimos de abril y mayo)
  - Período medio: 120 días (de junio a octubre)
  - Período final o cosecha: 45 días (de octubre a mediados de noviembre)
- } 225 días

La duración de las distintas etapas de cultivo depende, fundamentalmente, del tipo de variedad del cultivo y de las condiciones en que se desarrolla el crecimiento del mismo, especialmente del parámetro temperatura.

La duración de la etapa inicial y de la etapa desarrollo pueden ser relativamente cortas si en primavera las hojas nuevas se desarrollan con gran rapidez.

El final de la etapa “mediados de temporada” y el inicio de la etapa “final de temporada” están caracterizados por la senescencia de las hojas.

Los coeficientes de cultivo del manzano se obtienen del estudio 56 de la FAO, haciendo la media entre los coeficientes sobre cobertura activa del suelo y clima con fuertes heladas y los coeficientes sobre suelo desnudo y clima con fuertes heladas.

De modo que, el valor de los coeficientes de cultivo del manzano en la etapa inicial, media y final, son los siguientes:

- $K_{c\ inicial}$ : 0,5
- $K_{c\ medio}$ : 1,1
- $K_{c\ final}$ : 0,8 (antes de la caída de hojas)
- $K_{c\ final''}$ : 0,7 (después de la caída de hojas)

En la Figura 3.4. se muestra la curva del coeficiente del cultivo de manzano bajo condiciones normales.

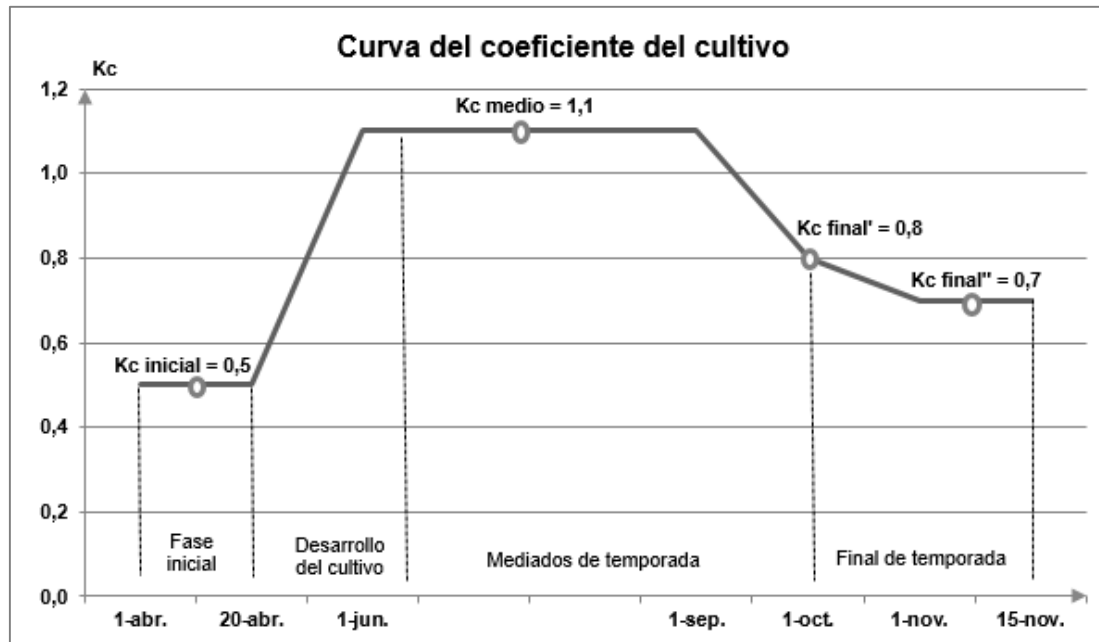


Figura 3.4. Curva del coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) de manzano bajo condiciones normales. El valor de  $K_c$  final' es para antes de la caída de hojas y el  $K_c$  final'' para después de la caída de hojas.

A partir de la curva del coeficiente del cultivo se puede determinar el valor de  $K_c$  para cualquier periodo en forma gráfica o numérica.

En la Tabla 3.5. se muestran los valores decadiarios de la evapotranspiración del cultivo del manzano en condiciones normales ( $ET_c$ ) y del coeficiente del cultivo ( $K_c$ ).

Tabla 3.5. Evapotranspiración del cultivo de manzano en condiciones normales ( $ET_c$ ) y coeficiente del cultivo ( $K_c$ ).

	Abril			Mayo			Junio			Julio		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
$K_c$	0,50	0,50	0,58	0,73	0,88	1,03	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$ET_c$ (mm)	11,65	12,95	17,49	25,11	34,01	44,77	53,11	58,41	61,64	64,86	68,09	65,09

	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
$K_c$	1,10	1,10	1,10	1,05	0,95	0,85	0,78	0,75	0,71	0,70	0,70	-
$ET_c$ (mm)	62,10	59,11	51,25	41,42	30,69	23,16	17,32	12,87	9,92	7,55	5,32	-

### 1.3.2.2. Determinación de la evapotranspiración del cultivo en condiciones anormales ( $ET_{c aj}$ )

Quando el agua se aplica solo a una fracción de la superficie del suelo, la evapotranspiración es distinta que cuando el agua se aplica a toda la superficie, por los siguientes motivos:

- La magnitud de la evaporación depende de la superficie de suelo mojado. Por tanto, en riego localizado disminuye el valor de la evaporación

- b) Al mojarse solo una fracción del suelo se produce un calentamiento de este mayor que si se mojara toda la superficie. Este calentamiento da lugar a una mayor emisión de calor por radiación, que es captada, en parte, por el cultivo, lo que se traduce en un aumento de la transpiración
- c) El suelo caliente origina un calentamiento del aire que se sitúa sobre él, dando lugar a unos movimientos de advección, mediante los cuales el aire caliente se eleva y calienta las plantas, con el consiguiente aumento de la transpiración del cultivo
- d) En riegos de alta frecuencia, el suelo se mantiene siempre en unos valores de humedad próximos a la capacidad de campo, lo que facilita la absorción de agua por la planta y se traduce en una mayor transpiración

Por tanto, en riego por goteo el efecto de la localización y la alta frecuencia suponen, con respecto a otros sistemas de riego, una disminución de la evaporación y un aumento de la transpiración.

Las diferencias en evaporación y transpiración entre el cultivo bajo condiciones anormales ( $ET_{c,aj}$ ) y el cultivo bajo condiciones normales ( $ET_c$ ) están integradas en los coeficientes correctores por localización ( $K_1$ ), variación climática ( $K_2$ ) y advección ( $K_3$ ).

- Coeficiente corrector por localización ( $K_1$ )

El coeficiente corrector por localización se basa en considerar la fracción de área sombreada por la planta con relación a la superficie del marco de plantación o superficie ocupada por cada planta, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi * r^2}{a * b}$$

donde: A: Fracción de área sombreada

r: Radio del área sombreada o de la superficie de proyección de la copa (m)

a: Separación entre árboles de la misma fila, 1,2 m

b: Separación entre filas de árboles, 4 m

El radio del área sombreada por un manzano es de, aproximadamente, 0,85 m, determinado durante el periodo de máximo desarrollo foliar y al mediodía.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$A = \frac{\pi * 0,85^2}{1,2 * 4} = 0,47$$

La fracción de área sombreada (A) por el manzano es de 0,47.

Diversos autores han estudiado la relación entre  $K_1$  y A obteniendo las fórmulas siguientes:

Aljiburi et al.	$K_1 = 1,34 A$
Decroix	$K_1 = 0,1 + A$
Hoare et al.	$K_1 = A + 0,5 (1 - A)$
Séller	$K_1 = A + 0,15 (1 - A)$

Aplicando las fórmulas se obtiene:

Aljiburi et al.	$K_1 = 1,34 * 0,47 = 0,63$
Decroix	$K_1 = 0,1 + 0,47 = 0,57$
Hoare et al.	$K_1 = 0,47 + 0,5 (1 - 0,47) = 0,74$
Séller	$K_1 = 0,47 + 0,15 (1 - 0,47) = 0,55$

En la práctica se toma como valor de  $K_1$  la media de los valores intermedios anteriores, después de eliminar los dos valores extremos. Por tanto,  $K_1$  es igual a 0,60.

- Coefficiente corrector por variación climática ( $K_2$ )

Los valores de evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) corresponden a la media de los valores climáticos de un determinado número de años, lo que implica que las necesidades hídricas calculadas serán insuficientes en la mitad de ese periodo.

Como en riego localizado se puede aplicar con mucha exactitud la cantidad de agua necesaria, se van a mejorar las necesidades en un 15%, por lo que  $K_2 = 1,15$ .

- Coefficiente corrector por advección ( $K_3$ )

El movimiento de aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo, ya que este microclima depende además del propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes.

Por consiguiente, el coeficiente  $K_3$  vendrá en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada, tal y como se muestra en la Figura 3.5.

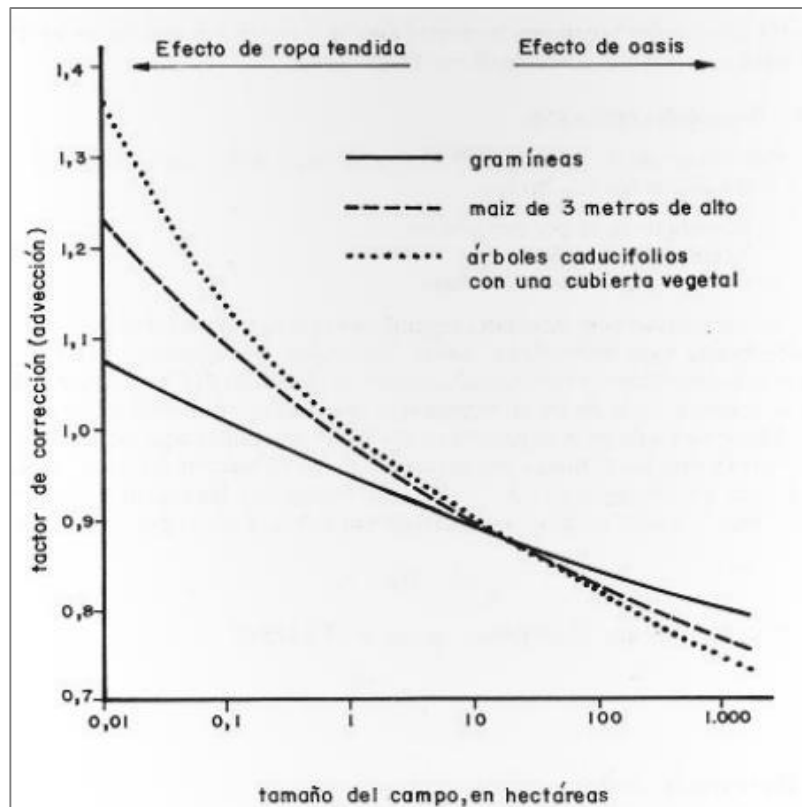


Figura 3.5. Variación del coeficiente de corrección por advección.

Se toma como superficie regada no sólo la parcela considerada (11,80 ha) sino también las que la rodean que también son regadas, unas 50 ha. Por tanto, el coeficiente  $K_3$  es, aproximadamente, igual a 0,85.

En consecuencia, la evapotranspiración del cultivo en condiciones anormales ( $ET_{c_{aj}}$ ) se calcula del siguiente modo:

$$ET_{c\ aj} = ET_c * K_1 * K_2 * K_3$$

donde:  $ET_{c\ aj}$ : Evapotranspiración del cultivo en condiciones anormales (mm/día)

$ET_c$ : Evapotranspiración del cultivo en condiciones normales (mm/día), ver Tabla 3.5.

$K_1$ : Coeficiente corrector por localización

$K_2$ : Coeficiente corrector por variación climática

$K_3$ : Coeficiente corrector por advección

Aplicando los coeficientes correctores se obtiene:

$$ET_{c\ aj} = ET_c * 0,60 * 1,15 * 0,85$$

En la Tabla 3.6. se muestran los valores decadiarios de la evapotranspiración del cultivo ajustados a las condiciones de la zona donde se va ubicar el proyecto.

**Tabla 3.6. Evapotranspiración del cultivo de manzano ajustada a las condiciones de la zona donde se va a ubicar el proyecto ( $ET_{c\ aj}$ ).**

	Abril			Mayo			Junio			Julio		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>ETc aj (mm)</b>	6,83	7,60	10,26	14,73	19,95	26,26	31,15	34,26	36,15	38,04	39,93	38,18

	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>ETc aj (mm)</b>	36,42	34,67	30,06	24,29	18,00	13,59	10,16	7,55	5,82	4,43	3,12	-

### 1.3.3. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

El balance hídrico es una metodología de cálculo de las necesidades hídricas del cultivo que se basa en controlar las entradas y salidas de agua en el suelo.

Las necesidades hídricas se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$Nn = (ET_{c\ aj} + P + E) - (Pe + A)$$

donde:  $Nn$ : Necesidades hídricas (mm)

$ET_{c\ aj}$ : evapotranspiración del cultivo en condiciones anormales (mm/día), ver Tabla 3.6.

$P$ : pérdidas por percolación (mm)

$E$ : Escorrentía (mm)

$Pe$ : precipitación efectiva (mm), ver Tabla 3.4.

$A$ : Aportación capilar (mm)

Las salidas de agua por percolación profunda o escorrentía y la entrada de agua por ascenso capilar se consideran igual a cero, por su pequeña aportación. De esta manera, la fórmula quedaría del siguiente modo:

$$Nn = ET_{c\ aj} - Pe$$

Por consiguiente, la necesidad hídrica del cultivo es igual a la cantidad de agua que pierde por evapotranspiración. Esa necesidad se cubre con la precipitación efectiva. No obstante, si el balance fuese negativo ( $ET_{c\ aj} > Pe$ ), el déficit de agua en el suelo puede ser compensado con el agua de riego.

El volumen de agua de riego que se ha de aportar para cubrir las necesidades del cultivo (variación de la reserva de agua) se denomina necesidades netas de riego.

Las necesidades totales de riego son mayores que las necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para evitar las carencias de agua debidas a la eficiencia de la aplicación del sistema de riego.

Las necesidades totales o necesidades brutas se van a calcular del siguiente modo:

$$Nb = \frac{Nn}{Ea * CU}$$

donde: Nb: Necesidades brutas de riego (mm)

Nn: Necesidades netas de riego (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación

CU: Coeficiente de uniformidad

Varios autores informan acerca de los valores de eficiencia de aplicación (Ea). Entre ellos se seleccionan los proporcionados por Séller, según el cuál, para climas donde se ha considerado la precipitación efectiva, suelos de textura media y cultivos con una profundidad de raíces de 0,75 a 1,50 m, el valor de Ea del sistema de riego por goteo es de 0,90.

En el diseño del sistema de riego, el coeficiente de uniformidad (CU) es una condición que se impone y que viene determinada por factores económicos. Un CU elevado exige mayor coste inicial de la instalación (mayores diámetros de las tuberías, laterales más cortos, mayor número de reguladores de presión, etc.), mientras que un CU más bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua.

Los valores de CU recomendados para el diseño de riego localizado por la norma ASAE EP 405 para emisores espaciados menos de 4 m en un cultivo permanente y un terreno uniforme (pendiente  $\leq 2\%$ ) son 0,85 - 0,90.

En consecuencia, la fórmula de necesidades totales de riego queda del siguiente modo:

$$Nb = \frac{Nn}{0,9 * 0,85}$$

En la Tabla 3.7. se muestran las necesidades netas y las necesidades totales de riego decadiarias y anual, expresadas en mm. En sombreado se muestra cuando no existe déficit de humedad en el suelo y por lo tanto no hay que regar.

**Tabla 3.7. Necesidades netas (Nn) y necesidades brutas (Nb) de riego decadiarias y anual. En sombreado se muestra cuando no es necesario regar.**

	Abril			Mayo			Junio			Julio			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	
<b>Nn (mm)</b>	-2,63	-3,21	-1,80	1,41	5,38	13,58	20,37	25,38	28,66	31,95	35,24	33,05	
<b>Nb (mm)</b>	-3,44	-4,20	-2,35	1,84	7,03	17,75	26,63	33,18	37,46	41,76	46,07	43,20	

	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Anual (m <sup>3</sup> /ha)
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	
<b>Nn (mm)</b>	30,85	28,65	22,86	15,90	8,42	2,10	-3,24	-7,76	-7,57	-7,04	-6,43	-	3.038,00
<b>Nb (mm)</b>	40,33	37,45	29,88	20,78	11,01	2,75	-4,24	-10,14	-9,90	-9,20	-8,41	-	3.971,24

En la zona donde se va ubicar el proyecto el periodo de riego del manzano en plena producción va a ser de mayo a octubre.

#### 1.3.4. DOSIS, FRECUENCIA, TIEMPO DE RIEGO Y ELECCIÓN DEL EMISOR

La cantidad de agua a aplicar en cada riego se va a calcular del siguiente modo:

$$Dr = Dp * \text{IntRiego}$$

donde: Dr: Dosis a aplicar en cada riego (L/árbol)

Dp: Necesidades totales de riego por árbol y día (L/árbol y día)

IntRiego: Intervalo entre dos riegos consecutivos en un mismo turno o sector de riego (días)

El suelo donde se va ubicar el proyecto tiene textura franco-arenosa. En este tipo de suelos el sistema de riego por goteo origina bulbos húmedos estrechos y profundos y por ello se tiende a intervalos entre riegos muy cortos.

La instalación del riego por goteo permite elegir a voluntad el intervalo de riego, manteniendo la humedad edáfica por encima del descenso tolerable. De aquí, la denominación de riego de alta frecuencia.

El intervalo entre riegos o la frecuencia de riego se elegirá dentro de un conjunto preestablecido. El conjunto total de intervalos de riego prefijados comprende los valores (1, 5/4, 3/2, 7/4, 2) expresados en días, los cuales se corresponden con frecuencias de riego que van desde aplicar un riego todos los días hasta aplicar un solo riego cada dos días.

La automatización del sistema de riego va a permitir operar con el mínimo intervalo de riegos, de entre el máximo y mínimo establecidos y mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo. Por tanto, la plantación en proyecto se va a regar todos los días.

En consecuencia, la dosis a aplicar en cada riego es igual a las necesidades totales de riego por árbol y día (Dr = Dp). Dichas necesidades se calculan con la siguiente fórmula:

$$Dp = \frac{Nb * a * b}{10}$$

donde: Dp: Dosis total de riego por árbol y día (L/árbol y día)

Nb: Necesidades brutas de riego (mm), ver Tabla 3.7.

a: Separación entre árboles de la misma fila, 1,2 m

b: Separación entre filas de árboles, 4 m

En la Tabla 3.8. se muestran las necesidades totales de riego por árbol y día o la cantidad de agua a aplicar en cada riego.

**Tabla 3.8. Necesidades totales de riego por árbol y día (Dp) o dosis de riego (Dr), siendo el intervalo entre riegos elegido igual a un día. Unidades: L/árbol y día.**

	Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
<b>Dr = Dp</b>	0,88	3,37	8,52	12,78	15,93	17,98	20,04	22,11	20,74	19,36	17,98	14,34	9,97	5,28	1,32



El tiempo de aplicación o duración de un riego se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$tr = \frac{Dr}{q * n}$$

donde: tr: Tiempo de aplicación o duración de un riego (h)  
Dr: Dosis de riego por árbol (L/árbol)  
q: Caudal nominal del emisor (L/h)  
n: Número de emisores por árbol

Para el diseño y dimensionamiento de la red de riego se tiene en cuenta el caso más desfavorable, cuando las necesidades del cultivo son máximas.

El tiempo de duración de un riego se determina para mediados de julio (periodo de máxima demanda del cultivo). Entonces, la dosis de riego por árbol es de 22,11 L/árbol, ver Tabla 3.8.

La determinación del número de emisores por árbol se hace de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{a}{Se}$$

donde: n: Número de emisores por árbol  
a: Separación entre árboles de la misma fila, 1,2 m  
Se: Separación entre emisores (m)

En el caso de frutales es necesario que los bulbos húmedos se solapen, pues de otra forma las raíces tendrían dificultad para atravesar la zona seca comprendida entre bulbos y el borde salino de los mismos.

El solape se define como el porcentaje de distancia recubierta por dos bulbos consecutivos con relación al radio del bulbo (radio mojado). Se recomienda que el solape en sentido lateral sea del 20%.

Para mojar franjas continuas de suelo la separación entre emisores, en la tubería alineada con cada fila de árboles (lateral), debe ser inferior al diámetro mojado. Dicha separación se calcula con la siguiente expresión:

$$Se = 2 [\text{RadMoj} (1 - S)]$$

donde: Se: Separación entre emisores (m)  
RadMoj: Radio mojado (m)  
S: Solape lateral entre bulbos húmedos

El radio de la superficie mojada se obtiene mediante la fórmula de Karmelly y Keller, que viene en función del tipo de suelo y del caudal del emisor.

$$\text{RadMoj} = \frac{0,7 + (0,11 * q)}{2}$$

donde: RadMoj: Radio mojado (m)  
q: Caudal del emisor (L/h)

Para el riego se elige un emisor con un caudal nominal de 2 L/h. Esta decisión se hace atendiendo a la guía de determinación de los valores de porcentaje de suelo humedecido de Karmelli y Keller donde se concluye que, para un espaciamiento entre laterales de 4m, textura del suelo franca y un porcentaje de suelo mojado del 20 %, la descarga del distribuidor debe ser como mínimo de 2 L/h.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{RadMoj} = \frac{0,7 + (0,11 * 2)}{2} = 0,46 \text{ m}$$

El radio de la superficie mojada por un emisor con un caudal de 2 L/h y en un suelo de textura franca es de 0,46 m.

Aplicando la fórmula de determinación de la disposición de los emisores en el lateral se obtiene:

$$\text{Se} = 2 [0,46 (1 - 0,20)] \leq 0,74 \text{ m}$$

Los emisores pueden estar separados como máximo 0,74 m. Sin embargo, se opta por una separación entre emisores de 0,60 m, lo que los reparte (a razón de 2 emisores por árbol) uniformemente a lo largo del ramal evitando que los goteros toquen el tronco directamente.

Aplicando la fórmula de determinación del número de emisores se obtiene:

$$n = \frac{1,2}{0,60} = 2,00 \text{ emisores/árbol}$$

El número de emisores por árbol es de 2. La estrategia seguida para optimizar el diseño agronómico va a ser la de conseguir una instalación de coste mínimo (número mínimo de laterales por fila de árboles y de emisores por árbol).

Por consiguiente, la duración del riego es la siguiente:

$$\text{tr} = \frac{22,11}{2 * 2} = 5,53 \text{ h}$$

El tiempo de duración del riego en el caso más desfavorable, cuando las necesidades del cultivo son máximas, es de 5,53 h (5 h 31 min 48 s).

Por último, se va a comprobar si el emisor elegido cumple con los condicionantes del proyecto.

En riego localizado se moja solamente una fracción del suelo. Hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radical se desarrolle normalmente.

Para cultivos frutales con marco de plantación medio-amplio el valor recomendado de porcentaje de suelo mojado (P) es del 40-60%. Los valores altos de P dan mayor seguridad en situaciones de averías o evapotranspiración extrema pero encarecen la instalación al exigir mayor número de emisores. Como la frecuencia de riego va a ser alta, el riesgo de tener un valor de P próximo al mínimo disminuye.

La determinación del porcentaje de suelo mojado, referido al marco de plantación y a la fracción del suelo ocupada por los árboles, se hace de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{SuelMoj} = \frac{100 * n * \text{SupE}}{(a * b) * A}$$

donde: SuelMoj: Porcentaje suelo mojado

n: Número de emisores por árbol

SupE: Superficie mojada por un emisor (m<sup>2</sup>)

a: Separación entre árboles de la misma fila (m)

b: Separación entre filas de árboles (m)

A: Fracción área ocupada por el árbol, 0,47

La superficie mojada por un emisor se calcula, deduciendo las fracciones superpuestas como consecuencia de los solapes, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{SupE} = [\pi - 2(\text{angL} - \text{sen angL} * \text{cos angL})] \text{RadMoj}^2$$

donde: SupMojEmisor: Superficie mojada por un emisor (m<sup>2</sup>)  
angL: Ángulo de solape lateral (rad)  
RadMoj: Radio mojado (m)

El ángulo de solape lateral viene expresado en radianes y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{angL} = \text{arctg} \sqrt{\left(\frac{1}{(1-S)^2} - 1\right)}$$

donde: angL: Ángulo de solape lateral (rad)  
S: Solape lateral entre bulbos húmedos

El solape lateral entre bulbos húmedos, calculado a partir de la ecuación de separación entre emisores, será el siguiente:

$$S = 1 - \left(\frac{Se}{2 * \text{RadMoj}}\right) = 1 - \left(\frac{0,60}{2 * 0,46}\right) = 0,35\%$$

El solape en sentido lateral es del 35%.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{angL} = \text{arctg} \sqrt{\left(\frac{1}{(1-0,35)^2} - 1\right)} = \text{arctg} 1,17 = 0,8636 \text{ rad}$$

El ángulo de solape lateral es de 0,8636 rad (55°).

Aplicando la fórmula de determinación de la superficie mojada por un emisor se obtiene:

$$\text{SupE} = [\pi - 2(0,8636 - 0,76 * 0,65)] 0,46^2 = 0,51 \text{ m}^2$$

La superficie mojada por un emisor deduciendo los solapes, ver Figura 3.6., es de 0,51 m<sup>2</sup>.

Por consiguiente, el porcentaje de suelo mojado es el siguiente:

$$\text{SuelMoj} = \frac{100 * 2 * 0,51}{1,2 * 4 * 0,47} = 43,09 \%$$

El porcentaje de suelo mojado es del 43,09 %, cercano al porcentaje mínimo establecido (40%). Por consiguiente, se confirma la determinación de Karmelli y Keller, ya que el emisor elegido se ajusta a las características del proyecto.

En la Figura 3.6. se muestra el esquema gráfico del diseño agronómico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

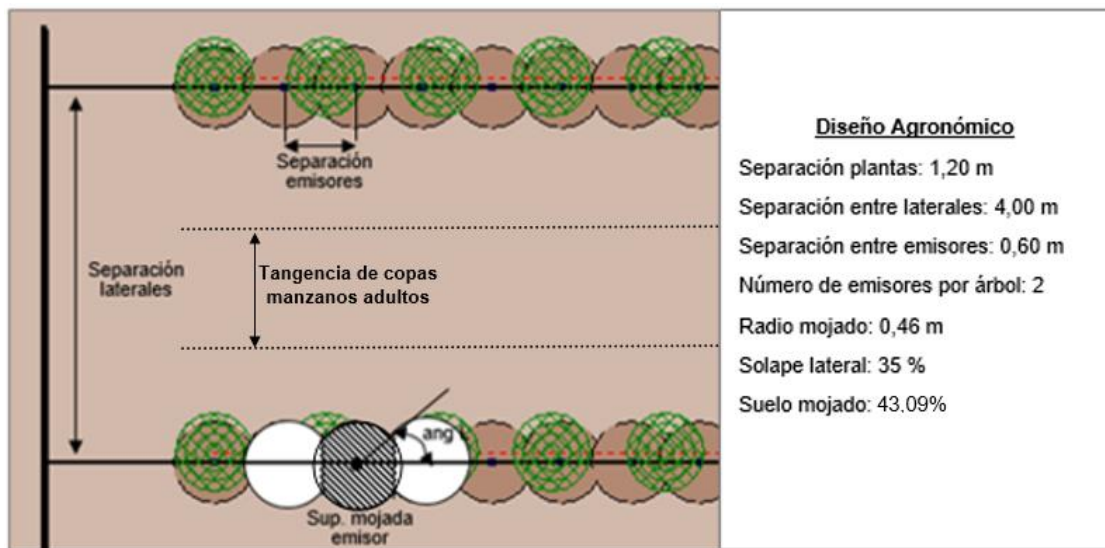


Figura 3.6. Esquema gráfico del diseño agronómico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

### 1.3.5. LIMITES DE UTILIZACIÓN DEL PROYECTO

Cuando se emplean emisores autocompensantes, el caudal permanece prácticamente invariable al cambiar de presión de trabajo, por lo que el objetivo será conseguir un número de turnos de riego con los que se obtenga un tiempo de riego lo más cercano posible al tiempo disponible.

El tiempo disponible para riego por día, establecido por el usuario, es de 16 horas. Los riegos se realizarán preferiblemente de día (de 7:00 a 23:00 h) cuando las pérdidas por evaporación son mayores. El tiempo disponible propuesto es aceptable porque cumple las siguientes condiciones:

- Es mayor al tiempo requerido para un riego
- No es superior a 20 horas, por entender que es necesario un margen mínimo de 4 horas por día para operaciones de mantenimiento, recarga de abonos, o para responder ante posibles fallos en la instalación

Una vez validado el tiempo disponible, para la determinación del número de turnos, de acuerdo con el intervalo de riego aceptado previamente, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{NumTurnos} = \frac{td}{tr} * \text{Días}_{\text{entreRiegos}}$$

donde: NumTurnos: Número de turnos de riego

td: Tiempo disponible para riego por día, 16 h

tr: Tiempo de aplicación o duración de un riego en un turno

Días<sub>entreRiegos</sub>: Número de días completos que median entre dos riegos consecutivos en el mismo turno

Aplicando la fórmula, expresando el resultado en número entero, se obtiene:

$$\text{NumTurnos} = \frac{16}{5,53} * 1 = 2 \text{ turnos de riego}$$

En la plantación proyecto habrá 2 turnos de riego, regando un mismo turno todos los días.

El módulo de riego o la superficie media de la unidad operacional será de 5,4 ha (10,8 ha cultivadas entre 2 turnos de riego).

El número de riegos al día se calcula del siguiente modo:

$$\text{NumRiegos} = \frac{\text{NumTurnos}}{\text{DíasEntreRiegos}}$$

donde: NumRiegos: Número de riegos al día  
NumTurnos: Número de turnos de riego  
Días<sub>entreRiegos</sub>: Número de días completos que median entre dos riegos consecutivos en el mismo turno

Aplicando la fórmula, expresando el resultado en número entero, se obtiene:

$$\text{NumRiegos} = \frac{2}{1} = 2 \text{ riegos}$$

En la plantación proyecto se darán 2 riegos cada día.

El tiempo necesario para aplicar todos los riegos que coinciden en un mismo día se determina mediante la siguiente ecuación:

$$td_{\text{diario}} = tr * \text{NumRiegos}$$

donde: td<sub>diario</sub>: Tiempo de riego diario (h)  
tr: Tiempo de aplicación o duración de un riego en un turno  
NumRiegos: Número de riegos al día

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$td_{\text{diario}} = 5,53 * 2 = 11,06 \text{ h}$$

Al usar emisores autocompensantes el tiempo disponible para riego por día, 11,06 h, no coincide con el elegido previamente, 16 h, pero es similar.

Por último, se va a calcular el caudal medio del sistema y, en función de la dotación anual de riego, el tiempo de operación anual de la instalación.

El caudal medio del sistema se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Qs = 10 \frac{A}{\text{NumTurnos}} n_1 * q$$

donde: Qs: Caudal del sistema (m<sup>3</sup>/h)  
A: Superficie a regar, 10,8 ha  
NumTurnos: Número de turnos de riego  
n<sub>1</sub>: Número de emisores por m<sup>2</sup>  
q: Caudal nominal del emisor (L/h)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Qs = 10 \frac{10,8}{2} \frac{2}{4,8} * 2 = 45,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Durante el riego, el caudal medio del sistema será de 45 m<sup>3</sup>/h.

El tiempo de funcionamiento anual de la instalación, en función de la dotación anual de riego, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$to = \frac{DR}{Qs} = \frac{A * Drha}{Qs}$$

donde: to: Tiempo de funcionamiento anual de la instalación (h)  
DR: Dotación anual de riego (m<sup>3</sup>)  
Qs: Caudal del sistema (m<sup>3</sup>/h)  
A: Superficie a regar, 10,8 ha  
Drha: Dotación anual de riego por ha (m<sup>3</sup>/ha), ver Tabla 3.7.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$t_o = \frac{10,8 * 3.971,24}{45,08} = 953,10 \text{ h}$$

El tiempo de funcionamiento anual de la instalación de riego por goteo será de 953,10 h.

### 1.3.6. CUADRO RESUMEN

Los parámetros constantes del diseño agronómico son los siguientes:

- Intervalo entre riegos: 1 día
- Distancia entre laterales: 4 m
- Caudal emisor: 2 L/h
- Separación entre emisores: 0,60 m
- Número de emisores por planta: 2
- Radio mojado: 0,46 m
- Superficie mojada: 43,09 %
- Solape lateral: 35 %
- Número de turnos de riego: 2
- Módulo de riego: 5,4 ha
- Número de riegos al día: 2

La cantidad de agua aplicada en cada riego en el primer año de la plantación se considera el 25% de la aplicada en plena producción, en el segundo año el 35%, el tercer año el 50% y el cuarto año el 70%.

En la Tabla 3.9. se muestra el calendario de riego con la dosis a aplicar en cada riego, el tiempo de duración de un riego y el tiempo necesario para aplicar todos los riegos que coinciden en un mismo día.

**Tabla 3.9. Calendario de riego de la plantación en proyecto. Dosis a aplicar en cada riego (Dr) expresada en m<sup>3</sup> y tiempo de aplicación de un riego (tr) y tiempo total de riego al día (td<sub>diario</sub>) expresados en horas.**

		Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre		
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
1 <sup>o</sup> año	Dr	2,48	9,48	23,96	35,95	44,80	50,57	56,36	62,19	58,33	54,45	50,57	40,33	28,04	14,85	3,71
	tr	0,06	0,21	0,53	0,80	1,00	1,12	1,25	1,38	1,30	1,21	1,12	0,90	0,62	0,33	0,08
	td <sub>diario</sub>	0,12	0,42	1,06	1,60	2,00	2,24	2,50	2,76	2,60	2,42	2,24	1,80	1,24	0,66	0,16
2 <sup>o</sup> año	Dr	3,47	13,27	33,55	50,32	62,72	70,80	78,91	87,06	81,67	76,23	70,80	56,47	39,26	20,79	5,20
	tr	0,08	0,29	0,75	1,12	1,39	1,57	1,75	1,93	1,81	1,69	1,57	1,25	0,87	0,46	0,12
	td <sub>diario</sub>	0,16	0,58	1,50	2,24	2,78	3,14	3,50	3,86	3,62	3,38	3,14	2,50	1,74	0,92	0,24
3 <sup>o</sup> año	Dr	4,95	18,96	47,93	71,89	89,61	101,14	112,73	124,37	116,67	108,90	101,14	80,67	56,08	29,70	7,43
	tr	0,11	0,42	1,07	1,60	1,99	2,25	2,51	2,76	2,59	2,42	2,25	1,79	1,25	0,66	0,17
	td <sub>diario</sub>	0,22	0,84	2,14	3,20	3,98	4,50	5,02	5,52	5,18	4,84	4,50	3,58	2,50	1,32	0,34
4 <sup>o</sup> año	Dr	6,93	26,54	67,10	100,65	125,45	141,60	157,82	174,12	163,33	152,46	141,60	112,93	78,51	41,58	10,40
	tr	0,15	0,59	1,49	2,24	2,79	3,15	3,51	3,87	3,63	3,39	3,15	2,51	1,74	0,92	0,23
	td <sub>diario</sub>	0,30	1,18	2,98	4,48	5,58	6,30	7,02	7,74	7,26	6,78	6,30	5,02	3,48	1,84	0,46

**Tabla 3.9. (Cont.) Calendario de riego de la plantación en proyecto. Dosis a aplicar en cada riego (Dr) expresada en m<sup>3</sup> y tiempo de aplicación de un riego (tr) y tiempo total de riego al día (td<sub>diario</sub>) expresados en horas.**

		Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre		
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30
5º año y sigut.	Dr	9,90	37,91	95,85	143,78	179,21	202,28	225,45	248,74	233,33	217,80	202,28	161,33	112,16	59,40	14,85
	tr	0,22	0,84	0,13	3,20	3,98	4,50	5,01	5,53	5,19	4,84	4,50	3,59	2,49	1,32	0,33
	td <sub>diario</sub>	0,44	1,68	0,26	6,40	7,96	9,00	10,02	11,06	10,38	9,68	9,00	7,18	4,98	2,64	0,66

## 1.4. FERTILIZACIÓN

Los árboles toman la mayoría de los elementos minerales del suelo, y por lo tanto, resulta esencial para el desarrollo y producción frutícola mantener y restituir los niveles de estos elementos en el terreno a lo largo del tiempo.

El abonado y las enmiendas previas al establecimiento de la plantación deben conseguir alcanzar en el terreno un nivel adecuado de fertilidad y de contenidos de nutrientes, de forma que la fertilización anual solamente deba reponer las extracciones anuales de los elementos minerales provocadas por la cosecha y las pérdidas normales producidas por lavado en profundidad, por arrastres del agua o por cualquier otra causa, retrogradación o inmovilización.

Los elementos minerales necesarios en la nutrición de los árboles se pueden agrupar de la forma siguiente:

- Los elementos que se necesitan en cantidades relativamente elevadas, llamados macroelementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.
- Los elementos necesarios en cantidades relativamente débiles, llamados oligoelementos: hierro, zinc, manganeso, boro, ect.

Las carencias nutritivas de los árboles se pueden detectar por análisis del suelo, análisis foliar o diagnóstico visual.

### 1.4.1. ABONADO ORGÁNICO

#### 1.4.1.1. Enmienda orgánica previa a la plantación

Un nivel de materia orgánica mínimo, adecuado para mantener el suelo en unas condiciones óptimas de fertilidad y cubrir las necesidades del manzano, es del 2% aproximadamente.

El análisis del suelo de la parcela donde se va ubicar el proyecto cuantifica el nivel de materia orgánica en un 1,7%, resultando éste inferior al nivel óptimo (2%). Por tanto, es necesario el aporte de materia orgánica para incrementar su contenido en el suelo.

La cantidad de materia orgánica a aportar en forma de estiércol para subir de 1,7% a 2%, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$MO_{\text{aportar}} = [10^4 * p * da * (MO_f - MO_i)] / 100$$

donde: MO<sub>aportar</sub>: Cantidad de materia orgánica a aportar (t/ha)

p: Profundidad del suelo (m)

da: Peso específico del suelo (t/m<sup>3</sup>)

MO<sub>f</sub>: Porcentaje de materia orgánica final

MO<sub>i</sub>: Porcentaje de materia orgánica actual

La profundidad a la que se va a enterrar la materia orgánica es 30 cm y el peso específico del suelo es 1,5 t/m<sup>3</sup>.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$MO_{\text{aportar}} = [10^4 * 0,3 * 1,5 * (2 - 1,7)] / 100 = 13,50 \text{ t humus/ha}$$

La cantidad de humus que hay que aportar para aumentar el nivel de materia orgánica hasta el 2% es de 13,50 t/ha.

No obstante, la finca estuvo la campaña anterior sembrada de cebada, de modo que, al enterrar el rastrojo se aporta cierta cantidad de materia orgánica.

La producción media de cebada en la zona es de 2.700 kg/ha. Teniendo en cuenta el índice de conversión (IC) 0,45, el residuo total del cultivo es el siguiente:

$$\text{Residuo total} = 2700 \frac{(1-0,45)}{0,45} = 3.300 \text{ kg/ha}$$

El rastrojo que se incorpora al terreno, supone alrededor del 20% del residuo total. La cantidad de humus que aporta el rastrojo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H = R * MS * k_2$$

donde: H: Humus producido por el rastrojo de la cebada (kg/ha)

R: Rastrojo (kg/ha)

MS: Porcentaje de materia seca del residuo

k<sub>2</sub>: Coeficiente isohúmico de la cebada según Soltner

La composición mineral del rastrojo de la cebada es de 88% materia seca y 0,15 coeficiente isohúmico.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$H = 660 * 0,88 * 0,15 = 87,1 \text{ kg humus/ha}$$

La cantidad de humus que aportar el rastrojo es de 87,1 kg humus/ha.

Por consiguiente, el déficit de humus a cubrir con la enmienda orgánica previa a la plantación, va a ser el siguiente:

$$\text{Déficit de humus} = 13,5 - 0,0871 = 13,41 \text{ t/ha}$$

La cantidad de humus que hay que aportar para aumentar el nivel de materia orgánica es de 13,41 t/ha.

Para elevar la cantidad de materia orgánica del suelo, se recurre al estiércol de oveja. La cantidad de estiércol que se necesita aportar al suelo se calcula del siguiente modo:

$$E = \frac{H_{\text{aportar}}}{k_1 * MS}$$

donde: E: Cantidad de estiércol a aportar (t/ha)

H<sub>aportar</sub>: Cantidad de humus a aportar (t/ha)

k<sub>1</sub>: Coeficiente isohúmico

MS: Porcentaje de materia seca

La composición mineral del estiércol de ganado ovino que se va a adquirir es de 35% materia seca y 0,4 coeficiente isohúmico.



Aplicando la fórmula se obtiene:

$$E = \frac{13,41}{0,4 * 0,35} = 95,79 \text{ t estiércol/ha}$$

La cantidad de estiércol ovino que hay que aportar para aumentar el nivel de materia orgánica hasta el 2% es de 95,79 t/ha  $\approx$  96 t/ha.

#### 1.4.1.2. Abonado orgánico de mantenimiento o conservación del terreno

##### A. Pérdidas

###### a) Pérdida de materia orgánica por mineralización

Una vez realizada la enmienda, se debe mantener el nivel óptimo de materia orgánica en el suelo cubriendo las pérdidas anuales por mineralización.

Las pérdidas por mineralización se calculan del siguiente modo:

$$P = 10^4 * p * da * v_m * MO_f$$

donde: P: Pérdidas de materia orgánica por mineralización (t/ha)

p: Profundidad del suelo (m)

da: Peso específico del suelo (t/m<sup>3</sup>)

v<sub>m</sub>: Velocidad de mineralización del estiércol

MO<sub>f</sub>: Porcentaje de materia orgánica final

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$P = 10^4 * 0,3 * 1,5 * 0,018 * 0,02 = 1,62 \text{ t/ha año}$$

La cantidad de materia orgánica que se pierde anualmente por mineralización es de 1,62 t/ha.

##### B. Aportaciones

Los aportes de materia orgánica procederán de los restos de la poda, del cultivo y de la siega de la cubierta vegetal.

###### a) Aportación de materia orgánica por restos de poda (RP)

$$RP = RP_{\text{estimados}} * MS * k_3$$

donde: RP: Humus generado por los restos de poda (t/ha)

RP<sub>estimados</sub>: Restos de poda estimados (t/ha)

MS: Porcentaje de materia seca del residuo

k<sub>3</sub>: Coeficiente isohúmico de la madera de poda

Se estima que se producen 4,5 t/ha de restos de poda. La composición del residuo de poda es de 80% materia seca y 0,3 coeficiente isohúmico.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$RP = 4,5 * 0,8 * 0,3 = 1,08 \text{ t/ha}$$

La cantidad de humus generada por los restos de poda anualmente es de 1,08 t/ha.

###### b) Aportación de materia orgánica por restos del cultivo (RC)

Las hojas y frutos caídos contribuyen a la formación de humus. Estos restos del cultivo se incorporan al suelo al ser triturados por la desbrozadora que siega la cubierta vegetal.

$$RC = RC_{\text{estimados}} * MS * k_4$$

donde: RC: Humus generado por los restos del cultivo (t/ha)

RC<sub>estimados</sub>: Restos del cultivo estimados (t/ha)

MS: Porcentaje de materia seca del residuo

k<sub>4</sub>: Coeficiente isohúmico de los restos del cultivo frutal

Se estima que se producen 2 t/ha de restos del cultivo, con un 40% en materia seca y 0,3 coeficiente isohúmico.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$RC = 2 * 0,4 * 0,3 = 0,24 \text{ t/ha}$$

La cantidad de humus generada anualmente por los restos del cultivo es de 0,24 t/ha.

c) Aportación de materia orgánica por siega de la cubierta vegetal (CV)

$$CV = CV_{\text{estimados}} * MS * k_5$$

donde: CV: humus generado por los restos de la siega de la cubierta vegetal (t/ha)

CV<sub>estimados</sub>: Restos de la cubierta vegetal estimados (t/ha)

MS: porcentaje de materia seca del residuo

k<sub>5</sub>: coeficiente isohúmico de los restos del cultivo frutal

Se estima que se producen 2,5 t/ha de restos de la cubierta vegetal, con un 25% en materia seca y 0,3 coeficiente isohúmico.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$CV = 2,5 * 0,25 * 0,3 = 0,19 \text{ t/ha}$$

La cantidad de humus generada anualmente por los restos de la siega de la cubierta es de 0,19 t/ha.

### C. Balance

Por último, en la Tabla 3.10. se muestra el balance de pérdidas y aportes de materia orgánica en el suelo.

**Tabla 3.10. Balance del nivel de materia orgánica en el suelo.**

Concepto	Humus (t/ha-año)
1. EXPORTACIONES	
1.1. Mineralización	1,62
<b>Suma de exportaciones</b>	<b>1,62</b>
2. APORTACIONES	
2.1. Restos poda	1,08
2.2. Restos del cultivo	0,24
2.3. Siega de la cubierta vegetal	0,19
<b>Suma de aportaciones</b>	<b>1,51</b>
<b>Necesidades de fertilizantes orgánicos (1-2)</b>	<b>0,11</b>

El balance es negativo, por lo que se recomienda realizar aportaciones periódicas de abonos o fertilizantes orgánicos.

## D. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica se va a realizar con un compuesto sólido soluble de ácidos húmicos y fúlvicos, autorizado en el Registro de Productos Fertilizantes del MAGRAMA. El porcentaje de extracto húmico total es del 85% (ácidos húmicos 81% y ácidos fúlvicos 4%).

La cantidad de fertilizante que hay que aportar depende de las necesidades de enmienda orgánica húmica y de la riqueza del abono seleccionado. A continuación, se muestra cómo se va a calcular dicha cantidad.

$$\text{kg fertilizante} = \text{necesidades de enmienda orgánica húmica} \left( \frac{1 \text{kg fertilizante}}{0,85 \text{ kg (humus)}} \right)$$

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{kg fertilizante} = 110 \text{ kg} * \left( \frac{1 \text{kg fertilizante}}{0,85 \text{ kg (humus)}} \right) = 129,41 \text{ kg/ha y año}$$

La dosis de fertilizante orgánico al año será de 129,41 kg/ha  $\approx$  130 kg/ha.

La aportación del abonado orgánico de mantenimiento se va a realizar en una sola aplicación a mediados de marzo. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y un pulverizador provisto con una barra interfilas con una reja en cada extremo para inyectar el abono en el suelo y 600 L de capacidad.

### 1.4.2. ABONADO MINERAL

#### 1.4.2.1. Abonado de fondo

El suelo donde se va a ubicar la plantación objeto del proyecto tiene unas propiedades químicas óptimas para el cultivo del manzano (ver Anejo 1: Condicionantes del medio físico), por lo que no es necesaria una aportación de abonado de fondo de ningún elemento mineral, previa a la plantación.

#### 1.4.2.2. Abonado mineral de mantenimiento

##### 1.4.2.2.1. Programa de fertilización de macroelementos

Las necesidades de abonado están relacionadas con las necesidades del manzano, en lo que respecta a los tres elementos fertilizantes fundamentales: nitrógeno, fósforo y potasio.

Para establecer un plan de fertilización, en primer lugar se necesita conocer las necesidades de los árboles, luego las de la cubierta vegetal y finalmente, con los datos anteriores más los correspondientes al suelo y al agua de riego, se calculan las necesidades totales de fertilizantes.

## A. Extracciones

### a) Extracción de elementos minerales por los árboles

Las necesidades de los árboles son la suma de las exportaciones netas del cultivo (fruto), más las exportaciones de las hojas y madera de poda, y las cantidades inmovilizadas en los órganos de reserva de los árboles.

La extracción de elementos minerales por los árboles varía durante el desarrollo vegetativo, diferenciándose las siguientes etapas de máximas necesidades:

- 1º Etapa: Evolución de los botones florales y yemas vegetativas (abril - junio)
- 2º Etapa: Crecimiento vegetativo y maduración del fruto (julio - mediados de septiembre)
- 3º Etapa: Post-recolección, acumulación de reservas (finales de septiembre - octubre)

En la Tabla 3.11. se muestra la extracción anual de macroelementos, en kilogramos por tonelada de frutos de manzana, dividida por etapas vegetativas.

Tabla 3.11. Necesidades de los árboles en macroelementos, anual y por etapas vegetativas.

	Anual (kg/t de fruto)	1º Etapa (%)	2º Etapa (%)	3º Etapa (%)
N	2,3	30	45	25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,6	40	50	10
K <sub>2</sub> O	3	15	75	10

Fuente: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España

En la Tabla 3.12. se muestran las necesidades totales de macroelementos, en kilogramos por hectárea, desde que se establece la plantación hasta alcanzar la plena producción.

Tabla 3.12. Necesidades de los árboles en macroelementos, anuales y por etapas vegetativas, según el estado de desarrollo.

	Año	Rendimiento productivo (t/ha)	Etapa	Necesidades totales (kg/ha)		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Periodo improductivo	1º	-	1º	2,66	0,92	1,73
			2º	3,98	1,16	8,66
			3º	2,21	0,23	1,16
			Anual	8,85	2,31	11,55
	2º	-	1º	3,80	1,32	2,48
			2º	5,69	1,65	12,38
			3º	3,16	0,33	1,65
Anual	12,65	3,30	16,51			
Entrada en producción	3º	11	1º	7,59	2,64	4,95
			2º	11,39	3,30	24,75
			3º	6,33	0,66	3,30
			Anual	25,30	6,60	33,00
	4º	21	1º	14,49	5,04	9,45
			2º	21,74	6,30	47,25
			3º	12,08	1,26	6,30
Anual	48,30	12,60	63,00			
Media producción	5º	28,5	1º	19,67	6,84	12,83
			2º	29,50	8,55	64,13
			3º	16,39	1,71	8,55
			Anual	65,55	17,10	85,50
	6º	37	1º	25,53	8,88	16,65
			2º	38,30	11,10	83,25
			3º	21,28	2,22	11,10
Anual	85,10	22,20	111,00			

**Tabla 3.12. (Cont.) Necesidades de los árboles en macroelementos, anuales y por etapas vegetativas, según el estado de desarrollo.**

	Año	Rendimiento productivo (t/ha)	Etapa	Necesidades totales (kg/ha)		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Plena producción	7º y siguientes	45	1º	31,05	10,80	20,25
			2º	46,58	13,50	101,25
			3º	25,88	2,70	13,50
			Anual	103,50	27,00	135,00

En el periodo improductivo del árbol (1º y 2º año) las necesidades nutritivas se estima que son el primer año el 35% y el segundo año el 50% de las necesidades al entrar en producción (3º año).

En una plantación densa de manzanos el rendimiento productivo que se espera alcanzar es de 45 t/ha.

Las aportaciones máximas de nitrógeno, fósforo y potasio no superan, en ningún caso, los límites establecidos, para manzanos con vigor bajo, por el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015.

b) Extracción de elementos minerales por la cubierta vegetal

Las cubiertas vegetales consumen nutrientes en su desarrollo, mientras que están vivas. Por ello, se recomienda aplicar sobre la cubierta un fertilizante nitrogenado complementario. No obstante, cuando las cubiertas terminan su ciclo, se descomponen y esos nutrientes se restituyen al suelo.

Por consiguiente, sobre la cubierta vegetal basta con aportar algo más de nitrógeno en el año de establecimiento, la cantidad se muestra en la Tabla 3.13.

**Tabla 3.13. Necesidad de nitrógeno de la cubierta vegetal del suelo.**

	kg N/ha
Pradera < 10% leguminosas	45
Pradera 10-20 % leguminosas	35
Pradera > 20% leguminosas	25
Vegetación espontánea	30-35

**Fuente: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España**

La cubierta a establecer en la plantación es de vegetación espontánea. Por tanto, la cantidad de nitrógeno que se va a aportar oscila entre los 30-35 kg/ha.

La fertilización mineral de la cubierta se va a realizar con nitrato amónico concentrado al 26,5%.

La cantidad de fertilizante que hay que aportar depende de las necesidades fertilizantes y de la riqueza del abono seleccionado. A continuación, se muestra cómo se va a calcular dicha cantidad.

$$\text{kg fertilizante} = \text{necesidades de nitrógeno} \left( \frac{1\text{kg fertilizante}}{0,265 \text{ kg N}} \right)$$

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{kg fertilizante} = 35 \left( \frac{1 \text{ kg fertilizante}}{0,265 \text{ kg N}} \right) = 132,08 \text{ kg/ha}$$

La dosis de fertilizante nitrogenado sólido será de 132,08 kg/ha  $\approx$  132 kg/ha.

La aplicación se va a realizar a primeros de marzo del 3º año. Para ello, se va a utilizar un tractor de 70 CV y una abonadora alquilada con una tolva de 500 kg y un alcance de 12 m.

## B. Aportaciones

### a) Aportación de elementos minerales por la enmienda orgánica

El estiércol de ovino, incorporado antes de establecer la plantación (95,79 t/ha de estiércol), proporciona elementos minerales al cultivo.

La acción del estiércol sobre la fertilidad mineral del suelo puede manifestarse durante tres años, con el siguiente ritmo: 50% el primer año, 35% el segundo año y 15% el tercer año.

En la Tabla 3.14. se muestra el aporte mineral que proporciona la enmienda orgánica, previa a la plantación, teniendo en cuenta la composición media del estiércol de ovino y su efecto sobre el suelo.

**Tabla 3.14. Aportación de elementos minerales al cultivo que proporciona la enmienda orgánica de 95,79 t/ha, previa a la plantación, en función de la composición media del estiércol ovino y su efecto sobre el suelo.**

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Contenido (%)		6	3,5	11
Aportación de elementos minerales al cultivo (kg/ha)	1º Año (50%)	287,4	167,6	526,8
	2º Año (35%)	201,2	117,3	368,8
	3º Año (15%)	86,2	50,3	158,1
	Total	574,8	335,2	1053,7

Fuente: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España

### b) Aportación de elementos minerales por el suelo

En el proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo se libera nitrógeno inorgánico.

En la Tabla 3.15. se muestran las cantidades de nitrógeno mineralizado, en kilogramos por hectárea y año, según el nivel de materia orgánica del suelo y su textura.

**Tabla 3.15. Nitrógeno mineralizado en distintos tipos de suelo según su nivel de materia orgánica.**

Materia orgánica (%)	Nitrógeno mineralizado del suelo (kg/ha-año)		
	Arenoso	Franco	Arcilloso
0,5	10 - 15	7 - 12	5 - 10
1	20 - 30	15 - 25	10 - 20
1,5	30 - 40	22 - 37	15 - 30
2	40	30 - 50	20 - 40
2,5	-	37 - 62	25 - 30

El contenido de materia orgánica del suelo, donde se va a ubicar la plantación, es del 2% y su textura es franco-arenosa. En consecuencia, el nitrógeno aportado por el suelo es de, aproximadamente, 40 kg/ ha y año.

c) Aportación de elementos minerales por el agua de riego

El agua de riego contiene nitrógeno. El contenido de este nutriente en el agua de riego sirve para reducir su cuantía en la fertilización.

El contenido de nitratos en el agua de riego es de 0,15 meq NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L. Esto multiplicado por el peso equivale da el contenido de nitrógeno en el agua, 2,1 mg N/L.

Teniendo en cuenta el volumen de agua que se debe aplicar por hectárea (ver Tabla 3.9.) la aportación de nitrógeno al cultivo por el agua de riego se muestra en la Tabla 3.16.

**Tabla 3.16. Contenido de nitratos en el agua de riego y aportación anual de nitrógeno al cultivo. Expresado en kg N/ha.**

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Anual
<b>1º año</b>	0,14	0,51	0,69	0,57	0,18	2,09
<b>2º año</b>	0,19	0,72	0,97	0,80	0,25	2,93
<b>3º año</b>	0,28	1,02	1,37	1,12	0,37	4,16
<b>4º año</b>	0,39	1,43	1,93	1,58	0,51	5,84
<b>5º año y siguientes</b>	0,56	2,05	2,76	2,27	0,73	8,37

**C. Pérdidas**

a) Pérdidas de nitrógeno

Las pérdidas de nitrógeno en el suelo se producen principalmente por lixiviación y volatilización.

Para que se produzca el lavado de nitratos por el agua de percolación del suelo por debajo de la zona de aprovechamiento de las raíces es necesario un flujo vertical de agua en el perfil del suelo saturado provocado por lluvias intensas o el riego.

Con el sistema de riego por goteo la cantidad de agua que se aporta al cultivo en cada riego es muy pequeña, lo que evita la migración de los nitratos fuera de la zona de aprovechamiento radical del cultivo. No obstante, como la textura del suelo objeto del proyecto es franco-arenosa se estima que el nitrógeno que se pierde va a ser del 20%.

Por otra parte, teniendo en cuenta que la fertilización de nitrógeno se va a hacer principalmente con nitrógeno en forma ureica las pérdidas por volatilización del amoníaco son insignificantes y no se van a tener en cuenta.

b) Pérdidas de fósforo

En el fósforo se contabilizarán las pérdidas del elemento por retrogradación e inmovilización.

La retrogradación, en suelos básicos, ocurre cuando el fósforo se combina con el abundante calcio que poseen estos suelos y forman una molécula que no puede ser aprovechada por los cultivos.

En el suelo donde se va a ubicar la plantación en proyecto el pH se aproxima a la neutralidad y el nivel de calcio no es demasiado alto como para fomentar los procesos de retrogradación.

No obstante, se estima que, aproximadamente, el 15% del fósforo aportado con la fertilización se va a insolubilizar quedando en formas no asimilables por las plantas.

c) Pérdidas de potasio

En el caso del potasio se tendrán en cuenta las pérdidas por fijación en la superficie interna de algunas arcillas. No obstante, este proceso sólo tiene cierta intensidad en suelos pobres.

En la plantación en proyecto, con un suelo con un nivel en potasio normal, 0,65 meq/100 g, la fijación del potasio sólo va a representar el 10 % de las extracciones de los cultivos.

**D. Balance**

La cantidad total de fertilizante que cada año se debe aportar en la plantación de manzanos en proyecto se determina restando del total de exportaciones de elementos minerales por los árboles y del total de pérdidas por lavado, inmovilización o retrogradación la suma de aportaciones suministradas por el suelo, el agua de riego y la enmienda orgánica.

En la Tabla 3.17. se muestra el balance y cálculo de las necesidades totales de fertilizantes de la plantación, en kg/ha y año. En sombreado se muestra cuándo no es necesario abonar el cultivo.

**Tabla 3.17. Balance y cálculo de las necesidades totales de la parcela, en kg/ha y año. En sombreado cuándo no es necesario aportar fertilizantes al cultivo.**

Concepto	1º año			2º año			3º año		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. EXPORTACIONES									
1.1. Árboles	8,9	2,3	11,6	12,7	3,3	16,5	25,3	6,6	33,0
2. APORTACIONES									
2.1. Enmienda orgánica	287,4	167,6	526,8	201,2	117,3	368,8	86,2	50,3	158,1
2.2. Suelo	40,0			40,0			40,0		
2.3. Agua de riego	2,1			2,9			4,2		
<b>Suma de aportaciones</b>	<b>329,5</b>	<b>167,6</b>	<b>526,8</b>	<b>244,1</b>	<b>117,3</b>	<b>368,8</b>	<b>130,4</b>	<b>50,3</b>	<b>158,1</b>
3. PÉRDIDAS									
3.1. Lixiviación, retrogradación y fijación	64,1	24,8	1,2	46,3	17,1	1,7	14,0	6,6	3,3
<b>Necesidades de fertilizantes</b>	<b>-256,5</b>	<b>-140,5</b>	<b>-514,0</b>	<b>-185,1</b>	<b>-96,9</b>	<b>-350,7</b>	<b>-84,1</b>	<b>-37,1</b>	<b>-121,8</b>



**Tabla 3.17. (Cont.) Balance y cálculo de las necesidades totales de la parcela, en kg/ha y año. En sombreado cuándo no es necesario aportar fertilizantes al cultivo.**

Concepto	4º año			5º año			6º año			7º año y siguientes		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. EXPORTACIONES												
1.1. Árboles	48,3	12,6	63,0	65,6	17,1	85,5	85,1	22,2	111,0	103,5	27,0	135,0
2. APORTACIONES												
2.1. Enmienda orgánica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.2. Suelo	40,0			40,0			40,0			40,0		
2.3. Agua de riego	5,8			8,4			8,4			8,4		
<b>Suma de aportaciones</b>	<b>45,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>48,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>48,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>48,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
3. PÉRDIDAS												
3.1. Lixiviación, retrogradación y fijación	0,5	1,9	6,3	3,4	2,6	8,6	7,3	3,3	11,1	11,0	4,1	13,5
<b>Necesidades de fertilizantes</b>	<b>3,0</b>	<b>14,5</b>	<b>69,3</b>	<b>20,6</b>	<b>19,7</b>	<b>94,1</b>	<b>44,0</b>	<b>25,5</b>	<b>122,1</b>	<b>66,1</b>	<b>31,1</b>	<b>148,5</b>

Durante los tres primeros años de vida de la plantación no es necesaria la fertilización con macroelementos, ya que las propias necesidades quedan cubiertas con los elementos presentes en el suelo y los procedentes de la mineralización de la enmienda orgánica.

### E. Fertilización mineral

El abonado mineral de mantenimiento o restitución de los árboles con macroelementos se va a realizar de abril a octubre, distinguiéndose las tres etapas de necesidades comentadas anteriormente. El fertilizante se va a aportar con el agua de riego, ya que el sistema de riego por goteo es apto para la fertirrigación.

En la plantación en proyecto se opta por la utilización de fertilizantes líquidos porque presentan la ventaja de que se pueden inyectar directamente en el agua de riego sin tener que preparar una disolución madre previa.

En la elección de los distintos fertilizantes a usar se ha tenido en cuenta que el equilibrio de los mismos se ajuste lo máximo posible a las necesidades del manzano y que las fórmulas sean fáciles de encontrar en el mercado.

Los abonos minerales líquidos que se van a utilizar, autorizados en el Registro de Productos Fertilizantes del MAGRAMA, son los siguientes:

- Solución nitrogenada: N-25
  - o Riqueza: 25 % en N (19,4 % ureico, 5,5% nítrico y 1,1 % orgánico) y 3,6 % CaO
  - o Densidad: 1,2 kg/L
- Solución N-P-K: 7-21-7
  - o Riqueza: 7 % en N (6 % ureico y 1 % orgánico), 21 % en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 7 % en K<sub>2</sub>O
  - o Densidad: 1,4 kg/L
- Solución N-K: 5-0-20
  - o Riqueza: 5 % en N (4 % ureico y 1 % orgánico), 20 % en K<sub>2</sub>O y 1% en MgO
  - o Densidad: 1,3 kg/L

La cantidad de abono mineral que hay que aportar depende de las necesidades nutritivas del árbol y de la riqueza de los abonos seleccionados. A continuación, se muestra cómo se va a calcular dicha cantidad.

$$A = \text{kg fertilizante (7-21-7)} = \text{kg necesarios } P_2O_5 * \left( \frac{1 \text{ kg (A)}}{0,21 \text{ kg (} P_2O_5)} \right)$$

$$B = \text{kg fertilizante (5-0-20)} = (\text{kg necesarios } K_2O - x) \left( \frac{1 \text{ kg (B)}}{0,20 \text{ kg (} K_2O)} \right)$$

$$\text{donde: } x = A \left( \frac{0,07 \text{ kg } K_2O}{1 \text{ kg (A)}} \right)$$

$$C = \text{kg fertilizante (N-25)} = (\text{kg necesarios N} - y) \left( \frac{1 \text{ kg (C)}}{0,25 \text{ kg (N)}} \right)$$

$$\text{donde: } y = \left[ A \left( \frac{0,07 \text{ kg N}}{1 \text{ kg (A)}} \right) + B \left( \frac{0,05 \text{ kg N}}{1 \text{ kg (B)}} \right) \right]$$

Los tres fertilizantes elegidos son líquidos y su mezcla no precipita sales insolubles, por lo que se pueden aplicar conjuntamente a través del riego.

En la Tabla 3.18. se muestran las necesidades de nutritivas de los árboles y la cantidad de fertilizante que hay que aportar para cubrirlas, anualmente y por etapas vegetativas. En sombreado se muestra cuándo el aporte de los abonos N-P-K y N-K cubren las necesidades de nitrógeno de los árboles y por tanto, no es necesario el abonado nitrogenado.

**Tabla 3.18. Necesidades nutritivas de los árboles y cantidad de abono mineral que hay que aportar para cubrirlas, anualmente y por etapas vegetativas. En sombreado cuándo no es necesario el abonado nitrogenado.**

	Etapa	Necesidades totales (kg/ha)			Fertilizante (kg/ha)			Fertilizante (L/ha)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	7-21-7	5-0-20	N-25	7-21-7	5-0-20	N-25	
Entrada en producción	4º año	1º	0,9	5,8	10,4	27,6	42,3	-12,6	19,7	32,5	-10,5
		2º	1,4	7,3	52,0	34,8	247,8	-53,7	24,9	190,6	-44,8
		3º	0,8	1,5	6,9	7,1	32,0	-5,2	5,1	24,6	-4,3
	Anual	3,1	14,6	69,3	69,5	322,1	0,0	49,7	247,7	0,0	
Media producción	5º año	1º	6,2	7,9	14,1	37,6	57,3	2,8	26,9	44,1	2,3
		2º	9,3	9,9	70,6	47,1	336,5	-43,3	33,6	258,8	-36,1
		3º	5,2	2,0	9,4	9,5	43,7	9,4	6,8	33,6	7,8
	Anual	20,7	19,8	94,1	94,2	437,5	12,2	67,3	336,5	10,1	
	6º año	1º	13,2	10,2	18,3	48,6	74,5	24,3	34,7	57,3	20,3
		2º	19,8	12,8	91,6	61,0	436,7	-25,2	43,6	335,9	-21,0
		3º	11,0	2,6	12,2	12,4	56,7	29,2	8,9	43,6	24,3
Anual	44,0	25,6	122,1	122,0	567,9	53,5	87,2	436,8	44,6		
Plena producción	7º año y siguientes	1º	19,8	12,4	22,3	59,0	90,9	44,5	42,1	69,9	37,1
		2º	29,7	15,6	111,4	74,3	531,0	-8,2	53,1	408,5	-6,8
		3º	16,5	3,1	14,9	14,8	69,3	48,0	10,6	53,3	40,0
	Anual	66,0	31,1	148,6	148,1	691,2	92,5	105,8	531,7	77,1	

La dosis total de fertilizante debe repartirse de forma homogénea a lo largo de cada etapa de necesidades establecida. En la Tabla 3.19. se muestra el calendario de fertirrigación para la plantación en proyecto con las cantidades de fertilizantes a inyectar cada día (superficie cultivada 10,8 ha), expresadas en L.

**Tabla 3.19. Calendario de fertirrigación para la plantación en proyecto. Cantidad de fertilizante a inyectar cada día, expresada en L.**

	nº riegos y fertilizaciones	Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre		
		1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30
		10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10
		Evolución botones florales y yemas vegetativas						Crecimiento vegetativo y maduración del fruto						Acumulación reservas		
4º año	7-21-7	3,5						3,7						2,8		
	5-0-20	5,8						28,6						13,3		
5º año	7-21-7	4,8						5,0						3,7		
	5-0-20	7,8						38,8						18,1		
	N-25	0,4						0,0						4,2		
6º año	7-21-7	6,1						6,5						4,8		
	5-0-20	10,1						50,4						23,5		
	N-25	3,6						0,0						13,1		
7º año y sigut.	7-21-7	7,5						8,0						5,7		
	5-0-20	12,4						61,3						28,8		
	N-25	6,6						0,0						21,6		

A la hora de llevar a cabo la fertirrigación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La inyección de los fertilizantes debe ser posterior al inicio del riego. Asimismo, también debe terminar unos diez minutos antes de éste para evitar la deposición de sales sobre las tuberías y los goteros (obturaciones).
- Se deben realizar análisis foliares periódicos para verificar que el programa de fertirrigación se encuentra bien ajustado y en caso de no ser así, llevar a cabo los cambios que correspondan.
- Para evitar obturaciones por precipitación conviene realizar, al final de la campaña de riego, el lavado del sistema mediante la inyección de 10 a 75 cc/HL de ácido fosfórico 35 % [SL] (coadyuvante regulador del pH).

#### 1.4.2.2. Programa de fertilización de microelementos

La carencia de oligoelementos se va a detectar por análisis foliar o diagnóstico visual. Entre los frutales, el manzano se considera generalmente un buen indicador de carencias de oligoelementos.

Las necesidades nutritivas de los árboles en microelementos se van a cubrir con una solución de abono N-P con oligoelementos para fertirrigación.

Debido a la sensibilidad que el manzano tiene ante la posible carencia de magnesio y que en el suelo donde se va a ubicar el proyecto el contenido no es demasiado elevado, se recomienda realizar aplicaciones ocasionales de un complejo de oligoelementos que incluya dicho mineral.

El complejo de oligoelementos se va a aportar, a partir del tercer año, en 4 aplicaciones desde la caída de pétalos, y después, cada 15 días (mayo-junio). La dosis de fertilizante por aplicación es de 5 L/ha.

En la Tabla 3.20. se muestra la composición del fertilizante (densidad 1,3 kg/L) y el aporte mineral anual que supone su aplicación al cultivo.

**Tabla 3.20. Composición del complejo de oligoelementos y aporte mineral anual que supone su aplicación al cultivo.**

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	B	Fe	Mn
<b>Composición (%)</b>	9,8	14,9	1,7	1,0	0,9	1,0	0,01	0,68	0,03
<b>Aporte mineral al cultivo (kg/ha)</b>	2,5	3,9	0,4	0,3	0,2	0,3	2,6*10 <sup>-3</sup>	0,2	7,8*10 <sup>-3</sup>

La aportación de nitrógeno, fósforo y potasio al cultivo por el complejo de oligoelementos no se va a considerar en el cálculo de las necesidades de fertilizantes por ser una cantidad muy pequeña.

### 1.4.3. CUADRO RESUMEN

En la Tabla 3.21. se muestra el calendario de abonado orgánico y mineral de la explotación frutal en proyecto. También se especifica la maquinaria y mano de obra necesaria en cada labor (no será necesario contratar peones para la fertilización del cultivo).

**Tabla 3.21. Calendario de aportación de enmiendas y fertilizantes a la plantación en proyecto. Especificación de la maquinaria y mano de obra (E: Encargado y T: Tractorista) necesaria en cada labor.**

Actividad		Maquinaria	Mano de obra		Época	
			E	T		
Abonado orgánico	Enmienda previa a la plantación	Tractor 150 CV + remolque esparcidor		1	Finales octubre (año 0)	
	Abonado de mantenimiento	Aportes restos poda	Tractor 70 CV + trituradora	1		Finales febrero (a partir del 3º año)
		Aportes restos cultivo	Tractor 70 CV + segadora	1		marzo, junio y septiembre (a partir del 3º año)
		Aportes restos cubierta	Tractor 70 CV + segadora	1		marzo, junio y septiembre (a partir del 3º año)
		Fertilización orgánica	Tractor 70CV + pulverizador hidráulico	1		Mediados marzo
Abonado mineral	Abonado de mantenimiento	Cubierta vegetal	Tractor 70 CV+ abonadora	1		Mediados marzo (3º año)
		Macroelementos	Sistema de riego	1		mayo-septiembre (a partir del 3º año)
		Microelementos	Sistema de riego	1		mayo-junio (a partir del 3º año)

## 1.5. MANTENIMIENTO DEL SUELO

El mantenimiento del suelo de la plantación consiste en, la aplicación de un método mixto, que combina una cubierta vegetal espontánea en las calles de la plantación junto a la aplicación de herbicidas en las líneas de los árboles (ver Anejo 2: Estudio de las alternativas).

### 1.5.1. CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA EN LAS CALLES

La cubierta se sitúa en las calles, espacios comprendidos entre las hileras de árboles. Conforme cubra un mayor porcentaje de suelo mejor realizará sus funciones.

La función principal de la cubierta es proteger el suelo de la degradación/ erosión a que se ve sometido por el agua de la lluvia y el viento, en el caso de estar desnudo. Además, actúa como una alternativa a las labores del suelo y como un medio de control de las malas hierbas.

La cubierta que se establecerá en la plantación es una cubierta vegetal espontánea, seleccionada hacia gramíneas, debido a que, la cubierta espontánea sin manejo específico tiene los siguientes inconvenientes:

- Tiene una rápida descomposición de sus restos vegetales, con una baja o muy baja protección del suelo
- Si se hace la siega química, necesita una dosis más alta de herbicidas
- Si se hace la siega mecánica con desbrozadora, la vegetación puede evolucionar hacia especies perennes, de fácil rebrote y rastreras, todas ellas de difícil control con desbrozadora

Para crear la cubierta espontánea seleccionada hacia gramíneas, se deja emerger las malas hierbas de forma espontánea (sin ningún tratamiento previo) a partir de septiembre (“otoñada”) del año 2.

En la Tabla 3.22. se muestran las gramíneas de vegetación espontánea propias de la zona donde se va a ubicar el proyecto y que, por lo tanto, podrían formar la cubierta vegetal.

**Tabla 3.22. Gramíneas de vegetación espontánea en el entorno de Autillo de Campos (Palencia).**

Nombre científico	Nombre vulgar	Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Avena spp</i>	Avena loca	<i>Hordeum spp</i>	Cebadilla
<i>Avena sterilis</i>	Espiguilla	<i>Lolium rigidum</i>	Vallico
<i>Bromus sp</i>	Bromo	<i>Phalaris spp</i>	Alpiste, alpiste ebanillo
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	<i>Poa annua</i>	Pelo de cochino, hierba de punta
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pata de gallina	<i>Setaria spp</i>	Cola de zorra, almorejo
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Pata de gallo, cola de caballo		

Al año siguiente, cuando la vegetación alcanza un cierto desarrollo (marzo-abril), se controlan las especies dicotiledóneas mediante la aplicación de herbicidas (herbicidas de “hoja ancha” y por consiguiente, selectivos de gramíneas).

Los dos primeros años de la plantación el suelo se va a mantener libre de vegetación. Para ello, se va a realizar una aplicación con herbicida a finales de marzo.

En la Tabla 3.23. se muestran las materias activas de herbicidas que se pueden emplear en producción integrada de frutales de pepita (RTE de 11 de mayo de 2015) y los formulados existentes en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Se cita también, el modo de empleo y la dosis autorizada.

En sombreado figuran los formulados existentes para aplicar en una plantación de manzanos si solamente se quiere eliminar a las especies dicotiledóneas.

**Tabla 3.23. Herbicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano, con las especificaciones de modo de empleo y la dosis autorizada. Sombreados están los formulados existentes solamente contra especies dicotiledóneas.**

Sustancia activa	Composición	Plaga/efecto	Especificaciones	Dosis (L/ha)
Fluroxipir	Fluroxipir 20% (Ester metilheptil) [EC] (ESP.)	Dicotiledóneas	Postemergencia	1,5
Glifosato	Glifosato 12% (sal isopropilamina) [SL]	Malas hierbas anuales	Postemergencia	3
		Malas hierbas vivaces		12
	Glifosato 36% (sal amónica) [SL] (ESP.)	Malas hierbas anuales		2
		Malas hierbas vivaces		5
	Glifosato 36% (sal isopropilamina (ESP 1)) [SL]	Malas hierbas anuales		3
		Malas hierbas vivaces		6
	Glifosato 36% (sal isopropilamina) [SL]	Malas hierbas anuales		3
		Malas hierbas vivaces		6
	Glifosato 36% (sal potásica) [SL]	Malas hierbas anuales		3
		Malas hierbas vivaces		6
	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	Malas hierbas anuales		1
		Malas hierbas vivaces		5
	Glifosato 45% (sal isopropilamina (ESP 1)) [SL]	Malas hierbas		1,2
		Glifosato 45% (sal isopropilamina) [SL]		Malas hierbas anuales
				Malas hierbas vivaces
Glifosato 45% (sal potásica) [SL]	Malas hierbas	2,4		
	Glifosato 54% (sal potásica) [SL]	Malas hierbas anuales	2	
		Malas hierbas vivaces	4	
Glifosato 68% (sal amónica) [SG]	Malas hierbas anuales	1,5 kg/ha		
Glifosato + diflufenican	Diflufenican 4% + Glifosato 16% (sal isopropilamina) [SC] (ESP.)	Malas hierbas	Preemergencia y postemergencia	1,5
	Diflufenican 4% (ESPI)+ Glifosato 16% (sal isopropilamina ESPI) [SC] (ESP.)			1,5
Glifosato + MCPA	Glifosato 18% (sal isopropilamina (ESP)) + MCPA 18% (sal isopropilamina) [SL]	Malas hierbas	Postemergencia	3
				Glifosato 18% (sal isopropilamina) + MCPA 18% (sal isopropilamina (ESP1)) [SL]
	Glifosato 18% (sal isopropilamina) + MCPA 18% (sal isopropilamina) [SL]			3
		Malas hierbas vivaces		6
Glifosato + Piraflofen-Etil	Glifosato 26% (sal isopropilamina) + Piraflofen-Etil 0,17% [SC]	Malas hierbas anuales y vivaces	Postemergencia	1
Glufosinato	Glufosinato amónico 15% [SL]	Malas hierbas anuales y vivaces	Postemergencia	3
Isoxaben	Isoxaben 50% [SC]	Dicotiledóneas	Preemergencia y postemergencia	0,5
Oxifluorfen	Oxifluorfen 24% [EC]	Malas hierbas anuales	Pre y postemergencia temprana	2
	Oxifluorfen 48% [SC]			1
	Oxifluorfen 50% [SC]			1
Pendimetalina	Pendimetalina 33% [EC]	Malas hierbas anuales	Preemergencia	4
	Pendimetalina 36,5% [CS]			2,5
	Pendimetalina 45,5% [CS]			2,5

Tipo de preparado: Concentrado Soluble (SL), Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Gránulos Solubles en agua (SG) o Suspensión de Cápsulas (CS).

**Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)**

Las aplicaciones fitosanitarias en las calles se van a realizar con la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y un pulverizador hidráulico suspendido de 4 m de anchura de trabajo y 600 L de capacidad.

Una vez establecida la cubierta puede que se reduzca el desarrollo y vigor de los árboles. Esto se debe a que compite por agua y nutrientes, afectando tanto a plantaciones jóvenes como adultas. Por ello, es necesario ejercer un control sobre el crecimiento de la cubierta. La competencia por agua y nutrientes se va a reducir mediante la siega mecánica.

El mantenimiento de la cubierta va a consistir en dar 2 o 3 cortes al año, dependiendo de las condiciones climáticas. De modo orientativo, se va a segar a finales de marzo para evitar los problemas de heladas y a mediados de junio para controlar la época de mayor crecimiento. No obstante, a principios de septiembre, tras las primeras lluvias, es posible que aparezcan nuevos brotes y sea necesario realizar una siega antes de la llegada del invierno.

La siega se ha de realizar cuando la vegetación alcance los 15-20 cm. No es recomendable cortar la vegetación excesivamente alta porque la masa segada puede provocar la asfixia de la hierba que queda debajo, ocasionando la aparición de rodales sin vegetación.

La siega de la cubierta se va a realizar con la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y una segadora de 3 m de anchura de trabajo (adaptada a la anchura de la cubierta vegetal).

### 1.5.2. APLICACIÓN DE HERBICIDA EN LAS LÍNEAS DE LOS ÁRBOLES

El RTE de producción integrada para frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015, recomienda que se realice un control de la cubierta vegetal existente bajo los árboles de la hilera.

A este efecto se va a utilizar alguno de los formulados de herbicidas que figuran en la Tabla 3.23. a las dosis mínimas recomendadas. La superficie sin cubierta vegetal bajo los árboles tendrá una anchura máxima de 1 m.

Aproximadamente, se van a realizar 2 ó 3 aplicaciones de herbicidas en las líneas de los árboles, dependiendo de las condiciones climáticas, a últimos de marzo, mediados de junio y mediados de septiembre. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y un pulverizador hidráulico de cobertura lateral a dos lados (una pantalla de 50 cm en cada extremo) y 600 L de capacidad.

### 1.5.3. CUADRO RESUMEN

En la Tabla 3.24. se muestra el calendario de ejecución de actividades para el mantenimiento del suelo de la plantación en proyecto. También, se especifica la maquinaria necesaria en cada labor y los formulados herbicidas elegidos con la dosis a aportar en cada tratamiento.

El encargado de la plantación será quién realice todas las labores de mantenimiento del suelo.

**Tabla 3.24. Calendario de ejecución de actividades para el mantenimiento del suelo en la plantación en proyecto. Especificación de la maquinaria necesaria en cada labor y los formulados herbicidas elegidos con la dosis a aportar y el plazo de seguridad (PS) en días.**

Actividad	Maquinaria	Época	Formulado	Dosis	PS
Aplicación herbicida en las calles	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	Finales marzo (1º y 2º año)	Oxifluorfen 24% [EC]	2 L/ha	21
Controlar dicotiledóneas de la cubierta	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	marzo-abril (3º año)	Isoxaben 50 % [SC]	0,5 L/ha	NP
Siega mecánica de la cubierta	Tractor 70 CV + segadora	marzo, junio y septiembre (a partir del 3º año)	-	-	-
Aplicación herbicida en las líneas de los árboles	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	marzo, junio y septiembre (a partir del 3º año)	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	1 L/ha	NP

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC) o Concentrado Soluble (SL)

Cuando haya que realizar tratamientos fitosanitarios químicos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Por motivos de seguridad, el aplicador de los productos fitosanitarios deberá utilizar guantes de protección química y pantalla facial durante la mezcla/carga, así como ropa de protección química (tipo 6 en aplicaciones con tractor) para el tronco y las piernas durante la aplicación y limpieza del equipo.
- Para la preparación del caldo, se llena el depósito del pulverizador hasta la mitad aproximadamente y se añade el producto en la dosis aconsejada por el fabricante, se remueve, y finalmente, se echa el agua restante. Los caldos una vez preparados deben utilizarse inmediatamente para evitar precipitados difíciles de limpiar a posteriori.
- Una vez finalizada la pulverización, debe lavarse minuciosamente todo el equipo de manera que los residuos no obturen filtros y boquillas al solidificarse.
- Se evitarán los tratamientos en días ventosos y con temperaturas muy elevadas o muy bajas. Las mejores horas para la aplicación de productos fitosanitarios en épocas de frío, son las centrales y en los periodos de calor, al comienzo de la mañana o al final del día.

No obstante, en la etiqueta del envase se darán las instrucciones oportunas para el correcto uso del producto, así como las advertencias necesarias para que el agricultor pueda cerciorarse de los riesgos de su utilización por fitotoxicidad en variedades sensibles del propio cultivo, o en las condiciones concurrentes, como bajas temperaturas, lluvias, etc. Asimismo se informará sobre la posibilidad de que se produzcan resistencias y se propondrá una estrategia de gestión y manejo de las mismas.

- Todos los tipos de envases deberán cumplir con los requisitos establecidos por el RD 255/2003.

Cada envase de producto que se vacíe al preparar la dilución es obligatorio enjuagarlo enérgicamente 3 veces, o mediante dispositivo de presión, y verter las aguas al depósito del pulverizador.

Estos envases están clasificados según la Ley 11/1997, por lo que el usuario final es responsable de entregarlos en alguno de los puntos de recogida indicados por el distribuidor que haya suministrado el producto.



## 1.6. DEFENSA FITOSANITARIA

El manzano, al igual que otros cultivos, puede verse afectado por una serie de plagas y enfermedades que ocasionan disminuciones en la producción o incluso la muerte del cultivo.

El estudio de dichas plagas y enfermedades se va a limitar a las más comunes de la comarca de Tierra de Campos, donde se va a ubicar la plantación en proyecto. La información se ha obtenido de la Guía de Gestión Integrada de Plagas para Frutales de Pepita del MAGRAMA, 2014.

### 1.6.1. PLAGAS

#### A. Araña roja (*Panonychus ulmi* Koch)

La araña roja es una plaga que afecta a numerosos cultivos frutales. Posee una elevada capacidad de multiplicación y su desarrollo se ve estimulado por la aplicación de tratamientos indiscriminados.

##### - Síntomas y daños

Fruto de las picaduras que el ácaro realiza para alimentarse en las células epidérmicas de las hojas, se produce una decoloración del follaje que pasa del verde intenso típico al verde apagado, plomizo e incluso pardo.

Tras un ataque severo de araña roja se produce una reducción notable de la actividad foliar que puede ocasionar una caída anticipada de las hojas, una reducción de la inducción floral, pudiendo tener también una influencia negativa en el calibre de los frutos.

##### - Periodo crítico para el cultivo

Los daños revisten especial virulencia en dos épocas diferentes, la primera en marzo-abril cuando gran cantidad de individuos procedentes de los huevos de invierno se concentran en unas pocas hojas en desarrollo y la segunda en julio-primera quincena de agosto momento en el que la prolificidad es máxima.

##### - Medidas alternativas al control químico

Ajustar las cantidades de fertilizantes nitrogenados a las necesidades de la planta y realizar podas y riegos equilibrados.

Preservar los ácaros depredadores existentes en la parcela, principalmente *Amblyseius andersoni*, *Stethorus punctillum* y *Chrysoperla carnea*.

##### - Medios químicos

Se dará absoluta preferencia al control biológico. La utilización de acaricidas se autoriza hasta alcanzar el equilibrio biológico.

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAGRAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015.

En la Tabla 3.25. se muestran las materias activas y formulados existentes de acaricidas que se pueden emplear en la plantación en proyecto.

**Tabla 3.25. Formulados acaricidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano, con las especificaciones de empleo.**

Sustancia activa	Composición	Plaga/efecto	Formas de empleo
Abamectina	Abamectina 3,37% [EC]	Ácaros	-
	Abamectina 1,8% [EC] (ESP.)	Ácaros	-
Clofentezin	Clofentezin 50% [SC]	Ácaros tetraníquidos	Tratamiento a la eclosión de los huevos
Hexitiazox	Hexitiazox 10% [WP]	Ácaros tetraníquidos	Tratar huevos y larvas antes de que alcancen el estado adulto
Fenpiroximato	Fenpiroximato 5% [SC]	Araña roja	Contra formas móviles, sólo una aplicación al año

Tipo de preparado: Suspensión Concentrada (SC), Concentrado Emulsionante (EC) o Polvo Mojable [WP]

**Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)**

Debe intentarse no repetir en el mismo ciclo de cultivo materias activas de idéntico modo de acción para limitar la aparición de resistencias, circunstancia que es frecuente y tiene graves consecuencias en esta plaga.

### **B. Carpocapsa (*Cydia pomonella* L.)**

Carpocapsa es quizás la plaga más importante en los frutales de pepita, puesto que en caso de no proteger adecuadamente la plantación, los daños pueden alcanzar porcentajes muy altos. Los tratamientos aplicados contra ella influyen decisivamente en el comportamiento de otras plagas.

#### **- Síntomas y daños**

Solamente los frutos se ven atacados por las penetraciones de la carpocapsa y en el caso de poblaciones altas las pérdidas de cosecha pueden ser muy importantes o incluso totales.

Las larvas realizan galerías en el interior del fruto, introduciéndose especialmente por los puntos de contacto de un fruto con otro, o de este con una hoja, rama, etc.

Cuando la larva encuentra un lugar idóneo para la penetración inicia el camino desde la epidermis hacia el interior. Mientras tanto se alimenta mordisqueando el limbo de la hoja o la epidermis del fruto. Cuando alcanza la zona carpelar y ha completado su desarrollo abandona el fruto e inicia de nuevo el proceso.

#### **- Periodo crítico para el cultivo**

Los daños de la primera generación empiezan a observarse a mediados de mayo. Los daños de la segunda generación se dan en la primera quincena de julio y la tercera generación (si tiene lugar) produce daños en agosto y septiembre.

#### **- Medidas alternativas al control químico**

En parcelas muy problemáticas, para reducir la población puede resultar eficaz eliminar, entre los meses de octubre y marzo, los lugares donde se produce la hibernación de la plaga (cortezas de los troncos, restos vegetales bajo la copa o cerca de los árboles).

El método de confusión sexual ha mostrado buena eficacia en el control de la carpocapsa. Se debe aplicar en parcelas de notables dimensiones o en aplicaciones colectivas y es indispensable que los difusores estén instalados antes del inicio del vuelo.

Los difusores de confusión sexual deberán utilizar como atrayente cápsulas que contengan feromonas y kairomonas.

- Medios químicos

Es importante que en caso de superarse los umbrales establecidos se actúe adecuadamente contra la primera generación. De esta manera pueden atenuarse los problemas en momentos posteriores.

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios insecticidas autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAGRAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015, que se muestran en la Tabla 3.26.

**Tabla 3.26. Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra Pulgones (P), Ceratítis (M), Carpocapsa (Ca) y Piojo de San José (SJ).**

Sustancia activa	Composición	P	M	Ca	SJ
Bacillus thuringiensis kurstaki	Bacillus thuringiensis kurstaki 11,8% [SC]				
	Bacillus thuringiensis kurstaki 16% [SC]				
	Bacillus thuringiensis kurstaki 16% [WP]				
	Bacillus thuringiensis kurstaki 32% [WG]				
	Bacillus thuringiensis kurstaki 32% [WP]				
Azadiractin	Azadiractin 3,2% [EC]				
Fenoxicarb	Fenoxicarb 25% [WG]				
Pirimicarb	Pirimicarb 50% [WG]				
Polisulfuro de calcio	Polisulfuro de calcio 18,5% [SL]				
Aceite de parafina	Aceite de parafina 72% [EC]				
	Aceite de parafina 83% [EC]				
Acetamiprid	Acetamiprid 20% (ESP) [SG]				
	Acetamiprid 20% [SP]				
	Acetamiprid 20% [SG]				
Betaciflutrin	Betaciflutrin 2,5% [EC]				
	Betaciflutrin 2,5% [SC]				
Buprofezin	Buprofezin 23,4 % [SC]				
Cipermetrin	Cipermetrin 10% [EC]				
Clorrantraniliprol	Clorrantraniliprol 20% [SC]				
Deltametrin	Deltametrin 0,01% [RB]				
	Deltametrin 0,03% [RB]				
	Deltametrin 1,5% [EW]				
	Deltametrin 1,57% [SC]				
	Deltametrin 2,5% (ESP) [EC]				
Diflubenzuron	Diflubenzuron 25% [WP]				
Flonicamid	Flonicamid 50% [WG]				
Fosmet	Fosmet 50% [WP]				
Imidacloprid	Imidacloprid 20% [OD]				
	Imidacloprid 20% [SL]				
	Imidacloprid 70% [WG]				

**Tabla 3.26. (Cont.) Formulados insecticidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra Pulgones (P), *Ceratitis* (M), Carpocapsa (Ca) y Piojo de San José (SJ).**

Sustancia activa	Composición	P	M	Ca	SJ
Lamba-cihalotrin	Lamba cihalotrin 1,5% [CS]				
	Lamba cihalotrin 10% [CS]				
	Lamba cihalotrin 2,5% [WG]				
Metil-clorpirifos	Metil clorpirifos 22,4% [EC]				
Metoxifenocida	Metoxifenocida 24% [SC]				
Piriproxifen	Piriproxifen 10% [EC]				
	Piriproxifen 10% (ESP1) [EC]				
	Piriproxifen 10% [EC] (ESP.)				
	Piriproxifen 10% [EW]				
Spirotetramat	Spirotetramat 10% [SC]				
Tau-fluvalinato	Tau fluvalinato 24% [SC]				
	Tau fluvalinato 10% [EW]				
Tebufenocida	Tebufenocida 24% [SC]				
Tiacloprid	Tiacloprid 48% (ESP1) [SC]				
Tiametoxam	Tiametoxam 25% [WG]				
Triflumuron	Triflumuron 48% [SC]				
Virus de la granulosis	Virus de la granulosis carpocapsa 26,5% [SC]				

Tipo de preparado: Concentrado Soluble (SL), Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Cebo listo para su uso (RB), Gránulos Solubles en agua (SG), Suspensión de Cápsulas (CS), Dispersión Oleosa (OD), Emulsión de aceite en agua (EW), Granulado dispersable en agua (WG), Polvo Soluble en agua (SP) o Polvo Mojable (WP)

**Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)**

Dentro de una misma materia activa, siempre conviene utilizar la fórmula o formulado que presente menor toxicología.

### **C. Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Weid.)**

La mosca de la fruta es un díptero muy polífago que tiene múltiples huéspedes, cultivados o no, lo que favorece su capacidad reproductiva y elevados niveles de población.

Las moscas vuelan y tienen gran capacidad de desplazamiento, y pueden colonizar el cultivo a partir de que los frutos inician su madurez.

#### **- Síntomas y daños**

Inicialmente los daños consisten en una pequeña incisión efectuada por la hembra para depositar los huevos, que se rodea de una pequeña aureola. Cuando nacen las larvas y comienzan a alimentarse de la pulpa que las rodea excavan galerías que suponen la pérdida total del fruto.

Cuando las larvas han completado su desarrollo en el interior del fruto, producen pequeños orificios en la epidermis a través de los cuales salen, dejándose caer al suelo.

#### **- Periodo crítico para el cultivo**

Cuando los frutos inician la maduración.

- Medidas alternativas al control químico

Un método cultural para mitigar los daños consiste en sacar del campo o destruir de manera inmediata, tras la recolección, los frutos no comerciales.

No obstante, el método más eficaz para controlar la plaga es la captura masiva de adultos utilizando feromonas sexuales o atrayentes alimenticios.

- Medios químicos

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios insecticidas autorizados, (ver Tabla 3.26.).

Pueden realizarse tratamientos químicos a la totalidad de la copa del árbol u optar por realizar tratamientos cebo, utilizando un insecticida mezclado con una proteína hidrolizada que actúa como atrayente.

**D. Piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.)**

- Síntomas y daños

Los síntomas más comunes se presentan sobre ramas, brotes y frutos cuando las poblaciones son muy altas. Éstos consisten en la presencia de los caparzones de las cochinillas, que pueden llegar a formar costras por sobreposición en las ramas. En los frutos, la cochinilla tiene preferencia por situarse en la fosa calicina o peduncular. En el punto de fijación y alrededores aparece casi siempre una aureola rojiza provocada por la saliva tóxica que inyecta.

Los daños son proporcionales al número de cochinillas. Si los frutos están afectados quedan depreciados totalmente para la comercialización. En las partes leñosas, ramas y brotes, provoca un debilitamiento de las zonas afectadas que puede finalizar con el secado de las mismas, disminuyendo el potencial productivo del árbol.

- Periodo crítico para el cultivo

A partir del mes de mayo, en adelante.

- Medidas alternativas al control químico

La capacidad de diseminación de esta cochinilla por sí misma es muy reducida, siendo el hombre el principal agente de dispersión al introducir material vegetal afectado. Resulta básico el empleo de plántones totalmente exentos de la plaga al realizar una nueva plantación.

En la mayoría de los casos el control biológico es insuficiente para controlar esta plaga, dada su agresividad. Existen varios enemigos naturales, *Encarsia perniciosi*, *Chilocorus bipustulatus*, varias especies del género *Aphytis* y *Hemisarcoptes malus*.

- Medios químicos

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios insecticidas autorizados, (ver Tabla 3.26.).

En caso de superarse el umbral en los controles de invierno, deberán realizarse tratamientos entre el periodo de reposo invernal y prefloración. Excepcionalmente, puede realizarse un tratamiento dirigido a la segunda generación.

**E. Pulgones (*Dysaphis plataginea* Passerini y *Aphis pomi* DeGeer)**

- Síntomas y daños

Presencia de pulgones en las partes terminales de los brotes en crecimiento, en el envés de las hojas.

Abarquillado de las hojas o deformación de las mismas, enrollándose hacia el envés, donde se refugian. Algunas especies producen un amarilleamiento y decoloración de las hojas.

Presencia de melaza que atrae una gran cantidad de hormigas. Posible desarrollo de fumagina (hongos tipo negrilla).

El ataque del pulgón causa debilitamiento del árbol, reducción de la actividad vegetativa, posible desecación de brotes e incidencia negativa sobre el cuajado y desarrollo de los frutos.

- Periodo crítico para el cultivo

Mientras haya brotes en crecimiento y desde el cuajado del fruto hasta que éste tiene un tamaño, aproximado, de 25 mm.

- Medidas alternativas al control químico

Emplear plantones totalmente exentos de la plaga.

Evitar todas las medidas culturales (abonados, podas, riegos) que favorezcan el crecimiento excesivo de los manzanos.

Existe una fauna auxiliar útil numerosa que puede controlar satisfactoriamente las poblaciones de la plaga. Los principales depredadores son los coleópteros, sírfidos, crisopas y antocoridos y los parasitoides himenópteros.

- Medios químicos

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios insecticidas autorizados, (ver Tabla 3.26.). Elegir aquellos productos fitosanitarios que sean, en la medida de lo posible, más respetuosos con la fauna auxiliar.

Conviene tratar al detectar su presencia, preferiblemente en prefloración (en el estado de botón rosa E/E<sub>2</sub>) y repetir en postfloración, al inicio de formación de colonias.

## **F. Pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum* Hausmann)**

En la implantación de programas de gestión integrada las poblaciones de esta plaga suelen aumentar como consecuencia de la disminución del uso de insecticidas. Sin embargo, a medio plazo, el incremento de fauna útil permite el control biológico de este pulgón.

- Síntomas y daños

Es característico el aspecto algodonoso de las colonias de pulgones.

Los adultos y las larvas se alimentan succionando savia de las cortezas de los brotes y ramas, pero nunca de las hojas.

Por efecto de las picaduras se producen tumores en los brotes y se frena su crecimiento. Este efecto puede favorecer los ataques de chancros debidos a *Nectria* sp.

Si las poblaciones son altas, el principal daño en los frutos se debe a la formación de fumagina sobre la melaza que los recubre.

- Periodo crítico para el cultivo

De mayo a agosto.

- Medidas alternativas al control químico

Evitar todas las medidas culturales (abonados, podas, riegos) que favorezcan el crecimiento excesivo de los manzanos.

Emplear patrones resistentes y variedades sanas.

Destruir los árboles con invasiones intensas.

El principal parasitoide, bastante abundante en las plantaciones, es *Aphelinus mali*, capaz de controlar satisfactoriamente la plaga si no se le afecta con los tratamientos.

- Medios químicos

No existen actualmente tratamientos específicos, pero, el control de otras plagas puede propiciar como efecto secundario la mitigación de esta.

## 1.6.2. ENFERMEDADES

### 1.6.2.1. Enfermedades criptogámicas

#### A. **Moteado del manzano** (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter)

El moteado es la enfermedad fúngica más grave de los manzanos.

- Síntomas y daños

Los daños están fuertemente condicionados por la climatología de la primavera y en años lluviosos puede provocar la pérdida de toda la cosecha.

Las hojas presentan manchas redondeadas de color verde pálido que evolucionan rápidamente a color marrón. Se sitúan preferentemente en el haz de las hojas. Las áreas afectadas se pueden secar.

Las manchas en los frutos son color marrón oliva y frenan el crecimiento de la epidermis que puede agrietarse. Los frutos atacados pierden su valor.

Las manchas en peciolo y pedúnculos provocan la caída prematura de hojas y frutos.

- Periodo crítico para el cultivo

Desde el estadio C<sub>3</sub> (botón hinchado) hasta mitad de mayo pueden aparecer daños en hojas y frutos debidos a las infecciones primarias, y hasta finales de julio, pueden aparecer daños debidos a las infecciones secundarias.

- Medidas alternativas al control químico

Planificar la plantación con variedades poco sensibles y con marcos de plantación y sistemas de formación que permitan una buena aireación de los árboles

Evitar prácticas que impliquen un incremento de los periodos de humectación de la plantación (capas de vegetación de gran desarrollo).

Reducción del inóculo de invierno por eliminación de las hojas o aplicación de urea en otoño, a caída de hoja, para facilitar una rápida destrucción de las mismas.

- Medios químicos

Conviene realizar un tratamiento preventivo con fungicidas de contacto en el estadio C<sub>3</sub>-D y durante el resto del cultivo, tratar de forma preventiva si las condiciones meteorológicas son favorables para el desarrollo de la enfermedad. A caída de hojas, conviene aplicar un tratamiento con compuestos cúpricos.

Si se trata antes de que el hongo haya penetrado los tejidos (36-48 horas del aviso de las estaciones indicadoras) se pueden utilizar fungicidas de contacto. Iniciada la penetración se deben usar fungicidas penetrantes o sistémicos. Estos tratamientos disminuyen su eficacia a medida que transcurren las horas desde la infección.

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios fungicidas autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAGRAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015, que se muestran en la Tabla 3.27.

**Tabla 3.27. Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra moteado (M) y oidio (O).**

Sustancia activa	Composición	O	M	Sustancia activa	Composición	O	M
Azufre	Azufre 60% [DP]			Ditianona	Ditianona 75% [SC]		
	Azufre 72% [SC]			Dodina	Dodina 40% [SC]		
	Azufre 80% [DP]			Fenbuconazol	Fenbuconazol 5% [EW]		
	Azufre 80% [SC]			Folpet	Folpet 10% + sulfato cuprocalcico 20% [WP]		
	Azufre 80% [WG]			Kresoxim-metil	Kresoxim metil 50% [WG]		
Cobre	Hidróxido cúprico 30% [WG]				Kresoxim metil 50% [WG] (ESP.)		
	Hidróxido cúprico 35% [WG]			Mancozeb	Mancozeb 35% [SC]		
	Hidróxido cúprico 36% [WG]				Mancozeb 50% [SC]		
	Hidróxido cúprico 40% [WG]				Mancozeb 75% (ESPIII) [WG]		
	Hidróxido cúprico 50% [WP]				Mancozeb 75% [WG]		
	Oxicloruro de cobre 37,5% [WG]				Mancozeb 75% [WG] (ESP.)		
	Oxicloruro de cobre 38% [SC]				Mancozeb 80% (ESPIV) [WP]		
	Oxicloruro de cobre 50% [WG]				Mancozeb 80% (ESPI) [WP]		
	Oxicloruro de cobre 50% [WP]				Mancozeb 80% (ESPII) [WP]		
	Oxicloruro de cobre 52% [SC]				Mancozeb 80% (ESPIII) [WP]		
	Oxicloruro de cobre 70% [SC]				Mancozeb 80% [WP]		
	Oxido cuproso 40% [01]			Maneb	Maneb 80% [WP]		
	Oxido cuproso 50% [WP]			Metil tiofanato	Metil tiofanato 50% (ESPI) [SC]		
Oxido cuproso 75% [WG]			Metil tiofanato 50% (ESP) [SC]				
Urea	Abono nitrogenado de composición ureica				Metil tiofanato 70% (ESP) [WP]		
					Metil tiofanato 70% [WG]		
Bacillus subtilis	Bacillus subtilis 15,67% [WP]			Metiram	Metiram 70% [WG]		
Boscalida+ piraclostrobin	Boscalida 25,2%+piraclostrobin12,8% [WG]			Miclobutanil	Miclobutanil 12,5% [EC]		
Bupirimato	Bupirimato 25% [EC]				Miclobutanil 24% [EC]		
Captan	Captan 47,5% [SC]				Miclobutanil 4,5% [EW]		
	Captan 50% [WP]			Penconazol	Penconazol 10% [EC]		
	Captan 80% [WG]				Penconazol 20% [EW]		
	Captan 80% [WG] (ESP.)			Tebuconazol	Tebuconazol 20% [EW]		
Ciproconazol	Ciproconazol 10% [WG]			Tetraconazol	Tetraconazol 10% [EC]		
	Ciproconazol 5% [EC]				Tetraconazol 12,5% [ME]		
Cipronidil	Cipronidil 50% [WG]				Tetraconazol 4% [ME]		
Clortalonil	Clortalonil 50% [SC]			Tiram	Tiram 50% [SC]		
Difenoconazol	Difenoconazol 1,67% [EC]				Tiram 80% [WG]		
	Difenoconazol 25% (ESP1) [EC]			Triadimenol	Triadimenol 25% [EC]		
	Difenoconazol 25% [EC]				Triadimenol 31,2% [SC]		
	Difenoconazol 25% [EC] (ESP.)						



**Tabla 3.27. (Cont.) Formulados fungicidas que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra moteado (M) y oidio (O).**

Sustancia activa	Composición	O	M	Sustancia activa	Composición	O	M
Trifloxistrobin	Trifloxistrobin 50% [WG]			Ziram	Ziram 76% [WG]		

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Emulsión de aceite en agua (EW), Granulado dispersable en agua (WG), Polvo para espolvoreo (DP), Microemulsión (ME), Pasta Oleosa (O1) o Polvo Mojable (WP)

Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)

Se limitará el número de aplicaciones al año al mínimo posible, alternando siempre las materias activas de modo que se cambie de familia de fungicidas.

### **B. Oidio del manzano (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everhart) Salmon)**

Es una enfermedad que está siempre presente en las plantaciones de variedades sensible de manzano. Su gravedad viene condicionada por las condiciones climáticas reinantes durante el periodo vegetativo.

#### **- Síntomas y daños**

El síntoma más aparente es el recubrimiento blanquecino de yemas, hojas y brotes.

El principal daño se debe a la reducción de la capacidad de fotosíntesis de las hojas y a la destrucción de yemas de flor, especialmente en lamburdas y brindillas coronadas.

Provoca russeting en la epidermis de los frutos y en casos graves puede provocar el agrietado de los mismos.

#### **- Periodo crítico para el cultivo**

Para las infecciones primarias, desde inicio de vegetación hasta la caída de pétalos. Para las secundarias, mientras se mantengan condiciones climáticas favorables.

#### **- Medidas alternativas al control químico**

Siempre que sea posible, se elegirán variedades resistentes.

Reducción del inóculo de invierno cortando y quemando los ramos con síntomas de ataque.

#### **- Medios químicos**

Se podrán utilizar los productos fitosanitarios fungicidas autorizados, (ver Tabla 3.27.).

El control de la enfermedad se basa en evitar las infecciones primarias. Para ello se recomienda realizar tratamientos preventivos con fungicidas de contacto desde el estadio D-D<sub>3</sub> hasta el inicio de caída de pétalos. En postfloración se deberá tratar cada vez que se produzcan condiciones favorables para la enfermedad.

### **1.6.2.2. Enfermedades bacterianas**

#### **A. Fuego bacteriano (*Erwinia amylovora* (Burril) Winslow et al.)**

Las principales características de *Erwinia amylovora* son las siguientes:

- Rápida migración en la planta, pudiendo provocar la muerte de la misma en un solo periodo vegetativo.

- Gran capacidad de diseminación por distintos medios y elevada capacidad de sobrevivir en los tejidos de las plantas hospedantes (peral, membrillero, níspero y manzano).
- Efectos devastadores con elevado impacto económico.
- Síntomas y daños

Los síntomas en flores son la necrosis de las mismas, pudiendo presentar, al inicio de la infección, un aspecto húmedo. La bacteria se reproduce en el estigma, avanzando a continuación a través del pedúnculo floral al resto de la planta. La época de floración, tanto principal como secundaria, es uno de los periodos de mayor sensibilidad a las infecciones.

En los brotes el síntoma más característico es la pérdida de rigidez del extremo apical del mismo, curvándose y adquiriendo tonos castaño-rojizos en manzano.

Las hojas pueden resultar afectadas por la entrada de la bacteria por los estomas, por alguna herida o a través del brote que las sujeta. Las hojas afectadas acaban necrosándose y adquiriendo tonos oscuros, pero no caen al suelo.

Los síntomas en madera se manifiestan en forma de chancros, donde la bacteria sobrevive en invierno dando lugar, en la primavera siguiente, al inoculo que generará las futuras infecciones. Si se levanta la corteza en la zona del chancro, se pueden observar estrías de color pardo-rojizo.

En todos los órganos antes descritos, se puede observar a menudo la presencia de exudados con gran contenido de bacterias.

- Periodo crítico para el cultivo

Las condiciones óptimas para que se produzcan infecciones de *Erwinia amylovora* son una temperatura de entre 18 y 30°C con alta humedad relativa, rocío o lluvia.

La planta no tiene la misma receptividad durante toda su fenología, siendo los estados de floración y rápido crecimiento los más sensibles.

Otras puertas de entrada son las heridas producidas durante la poda, el aclareo de flor y fruto, la recolección y daños por granizo o viento que afectan a las hojas y frutos, facilitando la entrada de la bacteria.

- Medidas alternativas al control químico

- o Realizar plantaciones con material certificado, acompañado del pertinente pasaporte fitosanitario, y plantar preferentemente variedades poco sensibles.
- o Evitar el abonado nitrogenado excesivo para reducir el vigor de la planta y la excesiva brotación.
- o Procurar realizar prácticas culturales que reduzcan las floraciones secundarias y, en caso de que aparezcan, eliminarlas.
- o Eliminar de manera rápida y radical los síntomas observados. Arrancar los árboles enteros si hay chancros en el tronco. Quema "in situ" del material vegetal eliminado.
- o Desinfectar las herramientas después de cada corte y tratar con desinfectantes las heridas de poda. Realizar sólo poda invernal y evitar la poda en verde.

- Medios químicos

No existe actualmente ninguna materia activa registrada realmente eficaz en la lucha contra el fuego bacteriano.

No obstante, se pueden realizar tratamientos con productos fitosanitarios autorizados, entre la caída de las hojas y hasta que el fruto alcanza el tamaño de una nuez con el fin de mantener un buen estado sanitario general de la plantación. Tras la cosecha, conviene aplicar los tratamientos con compuestos de cobre.

En la Tabla 3.28. se muestran los productos fitosanitarios contra *Erwinia amylovora* autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAGRAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015.

**Tabla 3.28. Formulados que se pueden emplear en plantaciones de manzano contra *Erwinia amylovora*.**

Sustancia activa	Composición
Acibenzolar-S-metil	No existen formulados para manzano
Aureobasidium pullulans	Aureobasidium pullulans (CEPA DSM 14940) 25% (2,5x10 <sup>9</sup> CFU/G) + Aureobasidium pullulans (CEPA DSM 14941) 25% (2,5x10 <sup>9</sup> CFU/G) [WG] Autorización excepcional en el periodo: 15/02/2016 a 14/05/2016
Bacillus subtilis	Bacillus subtilis 15,67 % [WP]
Cobre	Ver formulado permitidos en Tabla 3.27.
Laminarin	Laminarin 4,5 % [SL]
	Laminarin 4,5 % [SL] (ESP.)

Tipo de preparado: Polvo Mojable (WP), (WG) o Concentrado Soluble (SL)

**Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)**

Por otra parte, se está estudiando la posibilidad de efectuar, en floración, tratamientos con microorganismos que comparten el mismo nicho ecológico que *Erwinia amylovora* con el fin de provocar un desplazamiento competitivo de la bacteria causante del fuego bacteriano. Estos tratamientos en ningún caso tienen efecto curativo alguno.

### 1.6.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES

El RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015, obliga a realizar un seguimiento de la dinámica de las plagas y enfermedades. Para realizar dicho seguimiento, se deberá disponer de información aplicable a cada parcela, utilizando los métodos de muestreo para cada especie.

En la Tabla 3.29. se especifica la época de control, el método de muestreo y el umbral de tratamiento de cada plaga o enfermedad del manzano, establecidos por el RTE.

**Tabla 3.29. Época de control, método de muestreo y umbral de tratamiento para cada plaga o enfermedad del manzano.**

Época de control	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento
Invierno	Piojo de San José ( <i>Quadraspidotus perniciosus</i> )	Observación de ramas	Presencia
	Araña roja ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Observación de ramas en madera de 2 años	Huevos de invierno claramente visibles
	Pulgón lanígero ( <i>Eriosoma lanigerum</i> )	Observación de árboles	10% de árboles ocupados

**Tabla 3.29. (Cont.) Época de control, método de muestreo y umbral de tratamiento para cada plaga o enfermedad del manzano.**

Época de control	Plaga o enfermedad	Método de muestreo	Umbral de tratamiento
Invierno	Fuego bacteriano ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de ramas y troncos	Presencia
Prefloración	Pulgón ceniciento ( <i>Dysaphis plataginea</i> )	Observación de brotes	Presencia
Floración	Fuego bacteriano ( <i>Erwinia amylovora</i> )	Observación de corimbos Vigilancia intensiva de las plantaciones para detectar los primeros síntomas	Predicción de riesgo de infección por algún modelo matemático apropiado (Coughblight, Maryblyt, etc.) que estiman la probabilidad de contaminaciones en función de los datos fenológicos y meteorológicos Presencia de síntomas
Postfloración	Pulgón ceniciento ( <i>Dysaphis plataginea</i> )	Observación con frutos de unos 25mm	Presencia. A partir de mayo más del 5% de brotes ocupados
	Araña roja ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Examinar 2 hojas por árbol (parte interior y parte exterior del árbol) en un mínimo de 25 árboles por parcela	Más del 50% de hojas ocupadas por arañas o huevos, y menos del 20% de hojas ocupadas por ácaros fitoseidos
Verano	Pulgón verde ( <i>Aphis pomi</i> )	Observación de brotes	Más del 25% de brotes ocupados
	Carpocapsa ( <i>Cydia pomonella</i> )	Trampas de feromonas	2-3 adultos por trampa y semana en 1º generación. 1-2 adultos por trampa y semana en 2º y 3º generación
	Araña roja ( <i>Panonychus ulmi</i> )	Muestreo de 50 hojas por parcela, del tercio central de las brindillas del árbol	Más del 60% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 20% con ácaros depredadores o parasitoides, o bien más del 90% de hojas con huevos o formas móviles y menos del 40% de ácaros depredadores o parasitoides
	Piojo de San José ( <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> )	Observación de ramas y de fruta	Presencia
Durante todo el período vegetativo	Moteado ( <i>Venturia inaequalis</i> )	Seguimiento de las condiciones climáticas	Tratar en el momento de la infección primaria. Proteger la parcela mediante fungicidas. Renovar la protección cuando se haya terminado el plazo de persistencia de fungicida o se haya lavado el de contacto por lluvias de más de 12 mm, siempre que el riesgo de infección sea medio-alto
	Oidio ( <i>Podosphaera leucotricha</i> )	Observación de síntomas en órganos afectados	Evaluar el nivel de órganos afectados en función de la edad de la plantación y condiciones climáticas

Además, el RTE exige que los métodos de control natural, cultural o biológico sean prioritarios a la lucha química.

La aplicación de productos de defensa sanitaria sólo se hará en los casos que esté justificada según el nivel de riesgo o los umbrales de tolerancia. Se utilizarán los productos más respetuosos para las personas, la fauna auxiliar y el medio ambiente, de acuerdo con la relación que figura en las Tablas 3.25., 3.26., 3.27. y 3.28.

En la Tabla 3.30. se muestra el calendario previsible de tratamientos de la plantación frutal en proyecto.

**Tabla 3.30. Calendario previsible de tratamientos de la plantación frutal en proyecto.**

Plaga o enfermedad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Araña roja												
Carpocapsa												
Mosca de la fruta												
Piojo de San José												
Pulgones												
Moteado												
Oídio												
Fuego bacteriano												

En la Tabla 3.31. se especifica el compuesto fitosanitario elegido para cada plaga o enfermedad.

**Tabla 3.31. Formulado elegido para cada plaga o enfermedad, con la dosis, especificaciones necesarias y plazo de seguridad (PS) en días.**

Plaga o enfermedad	Formulado	Dosis	Especificaciones	PS
Araña roja	Abamectina 3,37% [EC] + aceite de parafina 83% (CAS 8042-47-5) [EC]	0,04 % 0,25 %	Aplicar a caída de pétalos	28
	Fenproxiato 5% [SC]	0,1 %	Aplicar contra formas móviles	7
Carpocapsa	E,E-8,10-Dodecadien-1-OL 12,36% [VP]	300-400 difusores/ha	Difusor de feromonas de confusión sexual. Colocarlo en el tercio superior de la copa de los árboles antes del vuelo de la primera generación	NP
Mosca de la fruta	Lufenuron 3% [RB]	12-24 trampas/ha	Cebo de acción esterilizante. Instalar las trampas a tresbolillo, a una altura de 1,5 m en el lado sur del árbol, antes de la primera generación	NP
Piojo de San José	Piriproxiifen 10% [EC]	0,0375 %	Efectuar una aplicación en prefloración	NP
Pulgones	Azadiractin 3,2% [EC]	0,025 %	Aplicar desde los primeros estadios de desarrollo de la plaga, repitiendo en caso de necesidad a intervalos de 7 días	3
	Fonicamid 50% [WG]	0,012 %	No efectuar más de 3 tratamientos por período vegetativo. Sin sobrepasar los 0,14 kg/ha por aplicación	21
	Imidacloprid 20% [SL]	0,05 %	Aplicar únicamente después de la floración	15
	Lamba cihalotrin 10% [CS]	0,01 %	Efectuar una aplicación por campaña sin superar los 30 mL/ha	3
Moteado	Dodina 40% [SC]	0,12 %	La primera aplicación puede dosificarse al 0,16-0,20 % para acción curativa dentro de las 48 horas desde el comienzo de la infección	15
	Mancozeb 50% [SC]	1,8 L/ha	Realizar como máximo 4 aplicaciones	NP
	Ziram 76% [WG]	0,25 %	-	28
Moteado y Fuego Bacteriano	Oxido cuproso 50% [WP]	0,3 %	Aplicar a caída de hojas	NP
Oídio	Bupirimato 25% [EC]	0,03 %	Tratar cuando se manifiesten los primeros ataques	15
	Miclobutanil 24% [EC]	0,02 %	Tratar cada 7-10 días y luego espaciarlo un poco más. Como máximo realizar 4 aplicaciones	28
	Penconazol 10% [EC]	0,03 %	Aplicar en las primeras fases de la enfermedad	14
Fuego bacteriano	Aureobasidium pullulans 25% [WG]	1,5 kg/ha	Producto biológico. Realizar 3 o 4 aplicaciones durante el periodo de floración	NP

Tipo de preparado: Concentrado Emulsionante (EC), Suspensión Concentrada (SC), Concentrado Soluble (SL), Difusor de Vapores (VP), Cebo listo para su uso (RB), Polvo Mojable (WP), Granulado dispersable en agua (WG) o Suspensión de Cápsulas (CS).

**Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)**

Los tratamientos fitosanitarios se van a realizar por pulverización. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad.

El encargado de la plantación va a realizar el seguimiento de las plagas y enfermedades y, en caso de ser necesario, será quien aplique los tratamientos (siempre siguiendo las recomendaciones de uso anteriormente expuestas).

## 1.7. DEFENSA CONTRA LAS HELADAS

En el periodo primaveral, la probabilidad de que en marzo se den heladas de intensidad  $-4,4^{\circ}\text{C}$  es del 30%, y en abril de  $-1,6^{\circ}\text{C}$  es del 17%, (ver Anejo 1: Condicionantes del medio físico). Las bajas temperaturas primaverales influyen negativamente sobre la producción final. Para paliar sus efectos, se va a instalar en la plantación un sistema de defensa antiheladas mediante ventiladores.

Las torres ventiladoras mezclan el aire más frío cercano a la superficie con el aire más caliente de la parte superior. Con este sistema se puede aumentar la temperatura del aire a nivel del suelo hasta 2 ó 3  $^{\circ}\text{C}$ , lo que en la parcela objeto del proyecto es suficiente para minimizar o anular los daños producidos por heladas tardías.

### 1.7.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS TORRES VENTILADORAS

El equipo de defensa contra las heladas consta de una torre metálica de 11 m de altura, en cuya cima se sitúa una gran hélice. La hélice tiene una longitud total de 6 m.

El eje de giro de la hélice se sitúa en una caja de engranajes con una inclinación de  $7^{\circ}$  hacia el suelo. Al mismo tiempo que se mueve la hélice su eje gira sobre un eje vertical, lo que le permite barrer un área circular de 3 ha.

El efecto sobre la temperatura disminuye al distanciarse de la torre, con lo que un solapamiento de las áreas de protección favorecerá la defensa contra las heladas. Teniendo en cuenta la forma de la parcela, en la plantación en proyecto se decide instalar 4 torres de ventilación.

El impulso de la hélice se realiza mediante el empleo de un motor diésel de 129 kW (173 CV) de potencia y un consumo de 16 L/h.

La velocidad de la hélice es de 590 rpm. El tiempo empleado por el ventilador en dar una vuelta sobre su eje es de 2,5 minutos.

### 1.7.2. PUESTA EN MARCHA Y PARADA DEL SISTEMA

Para poder llevar a cabo una defensa antiheladas efectiva es necesario disponer de elementos de control de la temperatura a tiempo real que permitan prever la evolución que van a sufrir las temperaturas.

El momento en el cual se debe comenzar la defensa contra las heladas se establece teniendo en cuenta el estado vegetativo de los árboles y la temperatura crítica de ese estado fenológico. De modo que, los ventiladores se van a poner en funcionamiento en el momento que la temperatura se encuentre unos 2 grados por encima de la crítica y siga en descenso.

En cuanto a la parada del sistema de defensa, no es aconsejable detenerlo hasta que se produzca la salida del sol y la humedad de las hojas se haya secado. Si la parada se realiza antes de que se cumplan estas condiciones, se puede producir un empeoramiento de la situación.

Las torres de ventilación van a disponer de un sistema de monitoreo de la temperatura ambiente que permite su puesta en marcha y parada.

## **1.8. ACLAREO**

El aclareo es una operación que consiste en eliminar una parte de las flores o frutos presentes en el árbol, cuando se encuentran en exceso. Su finalidad es conseguir una producción anual abundante, pero no excesiva, producir frutos con una buena calidad comercial y obtener producciones regulares a lo largo de los años.

Por lo general, es preferible realizar aclareo de frutos que de flores, ya que, cuando se efectúa el aclareo de flores, la formación de los frutos está aún pendiente de una serie de factores climáticos, especialmente de las heladas, lo que hace muy difícil predecir el grado de aclareo a aplicar.

El aclareo se puede realizar de forma manual, mecánicamente o utilizando productos químicos.

### **A. Aclareo manual**

El aclareo manual consiste simplemente en eliminar una serie de flores o frutos a mano. Este método es el más preciso pero, resulta en muchos casos impracticable, debido a la falta de mano de obra y, fundamentalmente, a su coste.

### **B. Aclareo mecánico**

El aclareo mecánico se puede realizar con una máquina de hilos insertados sobre un eje de rotación vertical.

La máquina de aclareo, accionada hidráulicamente, consiste en un eje vertical rotativo de velocidad variable entre 200 y 500 rpm, de 3 m de altura, que puede sostener hasta seis hileras de hilos de material plástico, de longitud 0,5 m y separados 5 cm entre ellos. El ángulo de giro puede modificarse para su adaptación a la inclinación de los planos de los árboles.

Este sistema de aclareo resulta poco aconsejable, dada la imprecisión en la intensidad del aclareo (a veces puede resultar excesivo) y la falta de selectividad en la caída de los frutos.

### **C. Aclareo químico**

Consiste en aplicar en pulverización sobre el árbol diversos productos, reguladores de crecimiento o compuestos químicos, que provocan selectivamente la caída de un cierto número de flores o de frutos, precisamente los más pequeños y retrasados. El manzano es una de las pocas especies en la que es viable esta técnica.

Para el aclareo se podrán utilizar los fitorreguladores de crecimiento autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del MAGRAMA y permitidos por el RTE de producción integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015, que se muestran en la Tabla 3.32.

**Tabla 3.32. Formulados de fitoreguladores de crecimiento que se pueden emplear en plantaciones de manzano para el aclareo.**

Sustancia activa	Composición	Formas de empleo
6-Benziladenina	6-Benziladenina 1,98 % [SL]	Aplicar cuando los frutos en madera vieja tengan un diámetro de 7-15 mm (15-21 días después de la plena floración), en tratamiento único
	6-Benziladenina 2,1 % [SL]	
Metamitrona	Metamitrona 15% [SG]	Efectuar 2 aplicaciones por campaña. La primera aplicación con frutos de 8-10 mm de diámetro, repitiendo la aplicación a los 4-8 días más tarde, con frutos de 12-14 mm de diámetro.
ANA	ANA 1% [SP]	Aplicar cuando los frutos en madera vieja tengan un diámetro de 7-15 mm (15-21 días después de la plena floración), en tratamiento único
	ANA 1% [WP]	
	ANA 8,5% (sal potásica) [SL]	

Tipo de preparado: Concentrado Soluble (SL), Gránulos Solubles en agua (SG), Polvo Soluble en agua (SP) o Polvo Mojable (WP)

**Fuente: Registro de Productos Fitosanitarios (MAGRAMA)**

La materia activa que se va a utilizar para el aclareo es Metramitrona. Se van a efectuar 2 aplicaciones, a finales de abril, la dosis mínima es de 1,1 kg/ha y el plazo de seguridad de 60 días. No obstante, en junio conviene hacer un repaso manual.

Los tratamientos los va a realizar el encargado de la plantación. Para ello, se va a utilizar la maquinaria propia de la explotación, un tractor de 70 CV y un pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500L de capacidad.

## 1.9. RECOLECCIÓN

La recolección debe llevarse a cabo en el momento óptimo y con la técnica más adecuada, para que la fruta no sufra daño y se preserve su calidad.

### 1.9.1. ÉPOCA DE RECOLECCIÓN

A la hora de determinar la época de recolección se persiguen dos intereses básicos, obtener una buena calidad gustativa de la fruta y permitir una buena conservación. En el estado óptimo de madurez se alcanzan ambos objetivos, ya que el contenido de azúcar es suficiente para que la calidad gustativa sea la adecuada, y la dureza es la necesaria para garantizar una buena y larga conservación.

Lo más aconsejable y práctico para determinar el estado óptimo de madurez de los frutos consiste en aplicar alguno de los siguientes índices:

#### A. “Edad de la fruta”

La edad de la fruta es el periodo que transcurre entre la plena floración (en manzano mediados de abril) y la madurez del fruto. En el grupo Gala la edad de la fruta es aproximadamente 130 días, en Golden 155 días y en Fuji 190 días.

#### B. Índices físicos: Color del fruto, dureza del fruto o coloración de las semillas

El color del fruto, consiste en determinar o establecer el estado de madurez en función del color de fondo del fruto. Para cada variedad y zona de cultivo deben emplearse unas tablas o tarjetas de colores específicas.

Por otro lado, se considera que el fruto ha alcanzado el estado de madurez cuando la dureza del mesocarpio presenta unos determinados valores, propios de cada variedad.

Los valores de dureza de la pulpa para determinar el inicio de recolección de las variedades de manzanas, en plantaciones de producción integrada, se muestran en la



Tabla 3.33. La dureza del mesocarpio se mide con un penetrómetro de 11mm de diámetro.

Otro método consiste en fijar el momento de recolección en función de la coloración de las semillas. Cada variedad requiere la utilización de tablas o tarjetas de colores específicos.

### C. Índices químicos: Contenido en azúcares

La concentración de azúcares solubles aumenta a lo largo del proceso de maduración del fruto. El contenido en azúcares del zumo o mosto, una vez extraído del fruto, se puede determinar por vía analítica o por vía óptica, mediante un refractómetro.

Los valores del contenido de azúcares para determinar el inicio de la recolección de las variedades de manzano, en plantaciones de producción integrada, se muestran en la Tabla 3.33. Valores obtenidos por refractometría.

**Tabla 3.33. Índices de maduración para determinar el inicio de recolección de las variedades de manzanas en plantaciones de producción integrada y establecidos por el Reglamento Técnico Específico de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015. La dureza de la pulpa está medida con un pistón de 11 mm de diámetro.**

Variedad	Penetromía (Libras/cm <sup>2</sup> )	Refractometría (°Brix)
Grupo Golden (conservación larga)	16-18	>14
Grupo Golden (conservación corta, máximo hasta febrero)	14-15	>12,5
Grupo Gala	16-18	>13
Fuji	15-17	>14

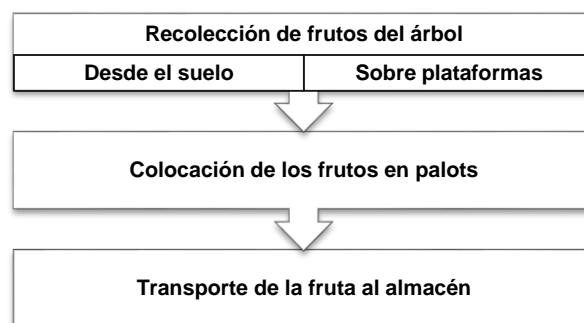
### D. Degustación y experiencia del fruticultor

No obstante, la época de recolección más habitual para las variedades de manzano que se van a establecer en la plantación en proyecto, son las siguientes:

- Gala Venus: Los frutos maduran entre mediados y finales de agosto
- Golden Crielaard: Madura a partir de mediados de septiembre
- Fuji Kiku Fubrax: Madura entre mediados y finales de octubre

#### 1.9.2. EJECUCIÓN DE LA RECOLECCIÓN

La recolección de las manzanas se va a realizar manualmente, de acuerdo al esquema de la Figura 3.7.



**Figura 3.7. Recolección manual de las manzanas.**

En frutales de pepita, la recolección manual, actualmente, es insustituible. Por ello, es la operación más costosa de la cadena de producción.

La recolección se va a realizar en 2 ó 3 pasadas, según variedades. Entre cada pasada habrá un intervalo de 5 - 6 días. La cosecha de cada variedad debe finalizar, aproximadamente, en 15 días. El RTE obliga a que la recolección se realice separando las diferentes variedades.

El número de operarios necesarios para realizar la recolección de la fruta se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$T \text{ (días)} = \frac{R \left( \frac{t}{ha} \right) * A}{r \left( \frac{t}{operario \text{ día}} \right) * n^{operarios}} \leq 15 \text{ días}$$

donde: T: Periodo de cosecha (días)  
R: Rendimiento productivo (t/ha), ver Tabla 3.12.  
A: Superficie a cosechar (ha)  
r: Rendimiento de la mano de obra (t/operario día)  
n: Número de operarios

En la plantación en proyecto la variedad Golden Crielaard ocupa el 50% de la superficie, 5,4 ha, la otra mitad la ocupan a partes iguales las variedades polinizadoras, Gala Venus y Fuji Kiku Fubrax.

El rendimiento de la mano de obra durante la recolección se estima que va a ser de 1,2 t por jornada, aproximadamente.

En la Tabla 3.34. se muestra la necesidad de mano de obra durante el periodo de recolección en cada etapa de vida de la plantación.

Toda la fruta que hay a una altura inferior a 2 metros se va a recolectar desde el suelo. La fruta que se encuentre a una altura superior a la citada, se recogerá desde un carro de cintas transportadoras, que sirve también para realizar la poda. Por cada carro habrá de 8 a 10 operarios.

Las manzanas se deben arrancar del árbol mediante una leve torsión-rotación, con el fin de separar los pedúnculos por su punto de inserción en las ramas. Cada manzana se cogerá con toda la mano para evitar magulladuras y sin presionarla ya que la presión ejercida con los dedos "marca" los frutos. Se debe conservar entero el pedúnculo del fruto para evitar heridas que pueden convertirse en focos de infección. Asimismo, el RTE prohíbe efectuar la recolección cuando los frutos estén mojados.

En la recolección hay que evitar, en todo momento, los golpes entre los propios frutos. Para ello, se van a utilizar unas bolsas tipo canguro que llevarán los recolectores. Estas bolsas son el doble de largas de lo que aparentan para acompañar a la fruta en su descarga al palot, minimizando los golpes.

Antes de iniciar la cosecha se van a distribuir los palots por las calles de la plantación. Los palots son cajones grandes de madera, que poseen una capacidad aproximada de 400 kg y unas dimensiones de 105x105x90 cm. Poseen doble fondo, lo que permite levantarlos con la pala del tractor, facilitando su manipulación.

El número de palots necesarios para realizar la recolección de la fruta se calcula del siguiente modo:

$$\text{Palot (ud)} = \frac{\text{cantidad de fruta a recolectar (t)}}{\text{carga de cada palot } \left( \frac{t}{\text{palot}} \right)}$$

En la Tabla 3.34. se muestra el número de palots necesarios durante el periodo de recolección en cada etapa de desarrollo de la plantación.

**Tabla 3.34. Necesidad de mano de obra y número de palots requeridos durante la recolección en cada etapa de crecimiento de la plantación.**

	Año	Rendimiento productivo (t/ha)	Golden (5,6 ha)		Gala y Fuji (≈2,6 ha)	
			nº operarios	nº palots	nº operarios	nº palots
Entrada en producción	3	11	4	149	2	75
	4	21	7	567	4	284
Media producción	5	28,5	9	770	5	385
	6	37	12	999	6	500
Plena producción	7 y siguientes	45	14	1.215	7	608

Los palots llenos se cargarán en camiones o remolques que los transportarán hasta la central hortofrutícola.

El RTE obliga a que la recolección, la conservación y el procesamiento de la fruta en los almacenes se efectúen de manera independiente, de modo que los lotes estén identificados en todo momento.

La duración de la conservación de los frutos se debe ajustar al sistema de conservación utilizado, a las características del fruto y a la evolución de los mismos.

Durante el periodo de recolección se van a tomar muestras para analizar la posible presencia de residuos fitosanitarios y garantizar que se han utilizado exclusivamente las materias activas incluidas en la estrategia de protección integrada, y que se cumple con los requisitos establecidos en la Legislación Española en relación con los Límites Máximos de Residuos.

### 1.9.3. CUADRO RESUMEN

En la Tabla 3.35. se muestra el calendario para la recolección de la fruta de la plantación en proyecto. También se especifica la maquinaria y la mano de obra necesaria.

**Tabla 3.35. Calendario para la recolección de la fruta de la plantación en proyecto. Especificación de la maquinaria y mano de obra (E: Encargado de la plantación y P: Peón) necesaria.**

Actividad	Maquinaria	Mano de obra				Época
		Año	E	P (Golden)	P (Gala y Fuji)	
Recolección (a partir del 3º año)	Tractor 70 CV + elevador de horquillas frontal + carro de recolección de cintas transportadoras	3º	1	3	1	Gala Venus: mediados de agosto a principios de septiembre
		4º	1	6	3	
		5º	1	8	4	Golden Crielaard: mediados de septiembre a primeros de octubre Fuji Kiku Fubrax: mediados de octubre a principios de noviembre
		6º	1	11	5	
		7º y siguientes	1	13	6	

## **2. NECESIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO**

### **2.1. MAQUINARIA**

#### **2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA**

Para llevar a cabo las tareas del proceso productivo se van a necesitar diferentes máquinas.

Las labores de preparación del terreno, para el establecimiento de la plantación en proyecto, que requieren aperos distintos a los utilizados posteriormente en el cultivo y mayores potencias se van a contratar a una empresa de servicios agrícolas. La maquinaria que se necesita para dichas labores es la siguiente:

- Tractores con una potencia disponible de 134,2 kW (180 CV) y de 111,9 kW (150 CV)
- Remolque bañera
- Remolque esparcidor de estiércol
- Arado de desfonde monosurco reversible
- Equipo de plantación

Asimismo, los aperos que demandan menor potencia (menos de 52,2 kW) pero sólo se van a utilizar una vez en la vida de la plantación se opta por alquilarlos en el momento que se necesiten. Dichos aperos son los siguientes:

- Cultivador
- Abonadora centrífuga
- Remolque pequeño

El resto de la maquinaria, necesaria para realizar las labores de mantenimiento de la plantación en proyecto, se va a comprar. Dicha maquinaria es la siguiente:

- Tractor con una potencia disponible de 52,2 kW (70 CV)
- Pulverizador hidráulico
- Pulverizador hidroneumático
- Segadora-desbrozadora
- Trituradora de restos de poda
- Carro de cintas transportadoras
- Elevador de horquillas frontal para el tractor

#### **2.1.1.1. Requerimientos de la maquinaria**

En cualquier explotación, el punto de partida es la correcta selección de los tractores. Dado que en la explotación solo va a haber un tractor, este debe ser versátil.

Si se tiene en cuenta la potencia, disponer de un exceso supone mayor inversión y un bajo aprovechamiento de la potencia nominal. En cambio, un tractor pequeño puede imposibilitar el empleo de máquinas exigentes en potencia y comprometer la realización de las labores al ritmo y en el tiempo debido.

En consecuencia, la potencia del motor del tractor deberá ser suficiente para poder realizar la labor más gravosa. Para determinar dicha potencia primero se debe calcular la potencia requerida por cada equipo de trabajo.

A continuación, se muestra el cálculo de la potencia requerida por cada apero.

## A. Cultivador

La potencia requerida se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P_r = \frac{(N_b + N_r)}{0,9}$$

donde:  $P_r$ : Potencia requerida (kW/m)  
 $N_b$ : Potencia a la barra (kW)  
 $N_r$ : Potencia de rodadura (kW)

Se considera que el tractor trabaja al 90 % de su potencia nominal.

La potencia a la barra se calcula con la siguiente fórmula:

$$N_b = T * v$$

donde:  $N_b$ : Potencia a la barra (kW)  
 $T$ : Esfuerzo de tracción (N ó kg)  
 $v$ : Velocidad de trabajo (m/s), ver Tabla 3.42.

La fuerza de tracción necesaria para utilizar aperos de labranza se calcula del siguiente modo:

$$T = S * \mu$$

donde:  $T$ : Esfuerzo de tracción (N)  
 $S$ : Sección de labor (m<sup>2</sup>)  
 $\mu$ : Coeficiente de labranza (N/m<sup>2</sup>)

La sección de labor se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = a * p$$

donde:  $S$ : Sección de labor (m<sup>2</sup>)  
 $a$ : Ancho de trabajo (m), ver Tabla 3.42.  
 $p$ : Profundidad de trabajo (m)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$S_{\text{cultivador}} = 3 * 0,15 = 0,45 \text{ m}^2$$

La sección de labor del cultivador es de 0,45 m<sup>2</sup>.

En la Tabla 3.36. se muestran los valores medios de resistencia específica para cada tipo de suelo.

**Tabla 3.36. Valores medios de resistencia específica para cada tipo de suelo.**

Tipo de suelo	Arenoso ligero	Medio	Arcilloso pesado
Resistencia específica (kPa)	20-30	30-40	40-70

El coeficiente de labranza para suelos franco-arenosos es de 30.000 N/m<sup>2</sup>.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$T_{\text{cultivador}} = 30.000 \text{ N/m}^2 * 0,45 \text{ m}^2 = 13.500 \text{ N}$$

El esfuerzo de tracción del cultivador es de 13.500 N.

En consecuencia, la potencia a la barra es la siguiente:

$$N_b_{\text{cultivador}} = 13.500 \text{ (N)} * 1,94 \text{ (m/s)} * 10^{-3} = 26,19 \text{ kW}$$

La potencia a la barra del cultivador es de 26,19 kW.

En segundo lugar, la potencia de rodadura se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$N_r = R_R * v * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right)} \right)$$

donde:  $N_r$ : Potencia de rodadura (kW)  
 $R_R$ : Resistencia a la rodadura (kg)  
 $v$ : Velocidad de trabajo (m/s), ver Tabla 3.42.

La resistencia a la rodadura ( $R_R$ ) es la principal fuerza que se opone al movimiento de un equipo sobre una superficie plana.  $R_R$  es proporcional al peso total del vehículo y se calcula del siguiente modo:

$$R_R = W * f_R$$

donde:  $R_R$ : Resistencia a la rodadura (kg)  
 $W$ : Peso del vehículo sobre las ruedas (kg)  
 $f_R$ : Coeficiente de resistencia a la rodadura

El caso de que el tractor lleve un implemento de tiro montado sobre ruedas hace que la resistencia al rodado afecte a ambos.

En la Tabla 3.37. se muestran los valores del coeficiente de resistencia a la rodadura para cada tipo de suelo.

**Tabla 3.37. Valores del coeficiente de rodadura para cada tipo de suelo.**

Tipo de suelo	Coeficiente de resistencia a la rodadura ( $C_r$ )	Tipo de suelo	Coeficiente de resistencia a la rodadura ( $C_r$ )
Carretera en buen estado	0,02-0,04	Rastrojo seco	0,08-0,10
Camino de tierra afirmado	0,03-0,05	Tierra labrada	0,10-0,20
Camino de tierra	0,04-0,06	Arena y suelo muy suelto	0,15-0,30
Suelo baldío	0,06-0,10		

Para el cultivador el peso que soportan las ruedas es igual al peso del tractor, 3.500 kg, y el coeficiente de resistencia a la rodadura, en suelos baldíos, es de 0,08, aplicando la fórmula se obtiene:

$$R_{R \text{ cultivador}} = 3.500 \text{ kg} * 0,08 = 280,0 \text{ kg}$$

La resistencia a la rodadura del cultivador es de 280 kg.

En consecuencia, la potencia de rodadura es la siguiente:

$$N_r \text{ cultivador} = 280 \text{ (kg)} * 1,94 \text{ (m/s)} * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right)} \right) = 5,33 \text{ kW}$$

La potencia de rodadura del cultivador es de 5,33 kW.

No obstante, se va a establecer un margen de seguridad del 20% para evitar que el tractor tenga que trabajar en condiciones de régimen máximo y se va a considerar que las pérdidas de potencia entre el motor y la toma de fuerza son del 10%. De modo que, la potencia requerida mayorada ( $P_{r-aj}$ ) del equipo es la siguiente:

$$P_{r-aj \text{ cultivador}} = 37,82 \text{ kW (50,71 CV)}$$

La potencia de requerida del cultivador es de 37,82 kW.

## B. Pulverizador hidráulico, pulverizador hidroneumático, segadora, abonadora y trituradora de restos de poda

La potencia requerida por el resto de equipos de trabajo se determina del mismo modo que para el cultivador. Teniendo en cuenta que, el esfuerzo de tracción necesario para mover los aperos se calcula del siguiente modo:

$$T = W * f_T$$

donde: T: Esfuerzo de tracción (kg)  
W: Peso que soportan las ruedas (kg)  
f<sub>T</sub>: Factor de tracción

El peso del conjunto es igual al peso del tractor + tara del equipo + carga máxima autorizada.

En la Tabla 3.38. se muestran los valores del factor de tracción para neumáticos en diferentes tipos de terreno.

Tabla 3.38. Factor de tracción (f<sub>T</sub>) para neumáticos en diferentes tipos de terreno.

Tipos de terreno	Factor de tracción (f <sub>T</sub> )	Tipos de terreno	Factor de tracción (f <sub>T</sub> )
Hormigón o asfalto	0,90	Camino de grava suelta	0,36
Arcilla seca	0,55	Nieve compacta	0,20
Arcilla húmeda	0,45	Hielo	0,12
Arcilla con huellas de rodada	0,40	Tierra firme	0,55
Mena seca	0,20	Tierra suelta	0,45
Mena húmeda	0,40	Carbón apilado	0,45
Canteras	0,65		

El factor de tracción en suelo de tierra firme es de 0,55.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$T_{p. \text{hidráulico}} = (3.500 + 200 + 600) \text{ kg} * 0,55 = 2.365,0 \text{ kg}$$

$$T_{p. \text{hidroneumático}} = 3.500 * 0,55 = 1.925,0 \text{ kg}$$

$$T_{\text{segadora}} = (3.500 + 350) \text{ kg} * 0,55 = 2.117,5 \text{ kg}$$

$$T_{\text{abonadora}} = (3.500 + 100 + 500) \text{ kg} * 0,55 = 2.255,0 \text{ kg}$$

$$T_{\text{trituradora}} = (3.500 + 590) \text{ kg} * 0,55 = 2.249,5 \text{ kg}$$

El esfuerzo de tracción del pulverizador hidráulico es de 2.365 kg, del pulverizador hidroneumático 1.925 kg, de la segadora 2.117,5 kg, de la abonadora 2.255 kg y de la trituradora 2.249,5 kg.

En consecuencia, la potencia a la barra para cada apero es la siguiente:

$$N_{b \text{ p. hidráulico}} = 2.365 \text{ (kg)} * 1,11 \text{ (m/s)} * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ (kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2)}} \right) = 25,74 \text{ kW}$$

$$N_{b \text{ p. hidroneumático}} = 1.925 \text{ (kg)} * 1,11 \text{ (m/s)} * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ (kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2)}} \right) = 20,95 \text{ kW}$$

$$N_{b \text{ segadora}} = 2.117,5 \text{ (kg)} * 1,67 \text{ (m/s)} * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ (kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2)}} \right) = 34,68 \text{ kW}$$

$$N_{b \text{ abonadora}} = 2.255 \text{ (kg)} * 1,67 \text{ (m/s)} * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \text{ (kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2)}} \right) = 36,93 \text{ kW}$$

$$N_b \text{ trituradora} = 2.249,5(\text{kg}) * 0,83 (\text{m/s}) * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 (\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) = 18,31 \text{ kW}$$

La potencia a la barra del pulverizador hidráulico 25,74 kW, del pulverizador hidroneumático 20,95 kW, de la segadora 34,68 kW, de la abonadora 36,93 kW y de la trituradora 18,31 kW

Por otra parte, para los pulverizadores, la segadora y la abonadora el coeficiente de resistencia a la rodadura, en caminos de tierra firme, es de 0,03.

Aplicando la fórmula de cálculo de la resistencia a la rodadura se obtiene:

$$R_{R \text{ p. hidráulico}} = 4.300 \text{ kg} * 0,03 = 129,0 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ p. hidroneumático}} = 3.500 \text{ kg} * 0,03 = 105,0 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ segadora}} = 3.850 \text{ kg} * 0,03 = 115,5 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ abonadora}} = 4.100 \text{ kg} * 0,03 = 123,0 \text{ kg}$$

$$R_{R \text{ trituradora}} = 4.090 \text{ kg} * 0,03 = 122,7 \text{ kg}$$

La resistencia a la rodadura del pulverizador hidráulico es de 129 kg, del pulverizador hidroneumático 105 kg, de la segadora de 115,5 kg, de la abonadora 123 kg y de la trituradora 122,7 kg.

En consecuencia, la potencia de rodadura para cada apero es la siguiente:

$$N_{r \text{ p. hidráulico}} = 129 (\text{kg}) * 1,11 (\text{m/s}) * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 (\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) = 1,40 \text{ kW}$$

$$N_{r \text{ p. hidroneumático}} = 105 (\text{kg}) * 1,11 (\text{m/s}) * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 (\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) = 1,14 \text{ kW}$$

$$N_{r \text{ segadora}} = 115,5 (\text{kg}) * 1,67 (\text{m/s}) * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 (\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) = 1,89 \text{ kW}$$

$$N_{r \text{ abonadora}} = 123 (\text{kg}) * 1,67 (\text{m/s}) * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 (\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) = 2,01 \text{ kW}$$

$$N_{r \text{ trituradora}} = 122,7 (\text{kg}) * 0,83 (\text{m/s}) * \left( \frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 (\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) = 1,00 \text{ kW}$$

La potencia de rodadura del pulverizador hidráulico 1,4 kW, del pulverizador hidroneumático 1,14 kW, de la segadora 1,89 kW, de la abonadora 2,01 kW y de la trituradora 1 kW.

Por consiguiente, aplicando la fórmula de cálculo de la potencia requerida se obtiene:

$$P_{r \text{ p. hidráulico}} = \frac{(25,74 + 1,40) \text{ kW}}{0,9} = 30,16 \text{ kW}$$

$$P_{r \text{ p. hidroneumático}} = \frac{(20,95 + 1,14) \text{ kW}}{0,9} = 24,54 \text{ kW}$$

$$P_{r \text{ segadora}} = \frac{(34,68 + 1,89) \text{ kW}}{0,9} = 40,63 \text{ kW}$$

$$P_{r \text{ abonadora}} = \frac{(36,93 + 2,01) \text{ kW}}{0,9} = 43,27 \text{ kW}$$

$$P_{r \text{ trituradora}} = \frac{(18,31 + 1,00) \text{ kW}}{0,9} = 19,23 \text{ kW}$$

No obstante, al aplicar el margen de seguridad del 20% para evitar que el tractor tenga que trabajar en condiciones de régimen máximo y considerar que las pérdidas de potencia entre el motor y la toma de fuerza son del 10%, la potencia requerida mayorada ( $P_{r-aj}$ ) de cada equipo es la siguiente:

$$P_{r-aj \text{ p. hidráulico}} = 32,57 \text{ kW (43,67 CV)}$$

$$P_{r-aj \text{ p. hidroneumático}} = 26,50 \text{ kW (35,53 CV)}$$



$$P_{r-aj \text{ segadora}} = 43,88 \text{ kW (58,84 CV)}$$

$$P_{r-aj \text{ abonadora}} = 46,73 \text{ kW (62,66 CV)}$$

$$P_{r-aj \text{ trituradora}} = 20,77 \text{ kW (27,85 CV)}$$

La potencia requerida del pulverizador hidráulico 32,57 kW, del pulverizador hidroneumático 26,50 kW, de la segadora 43,88 kW, de la abonadora 46,73 kW y de la trituradora 20,77 kW.

En consecuencia, se decide que la potencia del motor del tractor sea de 52,2 kW (70 CV), suficiente para utilizar todos los aperos que se van a comprar y alquilar.

Por último, para comprobar si el tractor elegido se adapta a las condiciones del proyecto, se va a evaluar el esfuerzo tractor necesario para realizar la labor más gravosa con los siguientes pasos:

#### A. Tracción disponible ( $T_D$ ) o fuerza que un motor puede transmitir al suelo

El tractor dispone de una potencia para desplazarse producida por el motor que se aplica en las ruedas motrices mediante la transmisión. Al esfuerzo, producido por el motor y la transmisión, se denomina tracción disponible ( $T_D$ ) o esfuerzo de tracción a la rueda.

La tracción disponible se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_D = \frac{P * R_{to.transmisión}}{v}$$

donde:  $T_D$ : Tracción disponible (kg)

P: Potencia del tractor (kW)

v: Velocidad (m/s)

El rendimiento de la transmisión es la relación entre la potencia que llega al eje motriz y la potencia del motor. Los valores más comunes de rendimiento se encuentran entre el 70% y el 85%.

Siendo la potencia del tractor de 52,2 kW (70 CV), el rendimiento de la transmisión del 70% y la velocidad a la que se mueve la abonadora dentro de la finca de 8 km/h (2,22 m/s), aplicando la fórmula se obtiene:

$$T_D \text{ (kg)} = \frac{52,20 \text{ (kW)} * 0,70}{2,22 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) * \left(\frac{9,806215 * 10^{-3} \text{ kW}}{1 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}\right)}\right)} = 1.678,47 \text{ kg}$$

La tracción disponible del tractor es de 1.678,47 kg.

#### B. Tracción utilizable ( $T_U$ )

El tractor en función de su peso dispone de una fuerza determinada que se llama tracción utilizable ( $T_U$ ). Esta tracción, que es útil para empujar o tirar del vehículo, depende del porcentaje de peso que gravita sobre las ruedas motrices y de las superficies en contacto.

La tracción utilizable es independiente de la potencia del motor y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_U = W_D * f_T$$

donde:  $T_U$ : Tracción utilizable (kg)

$W_D$ : Peso que soportan las ruedas (kg)

$f_T$ : Factor de tracción (%), ver Tabla 3.38.

Siendo el peso del tractor de 3.500 kg y el factor de tracción en suelo de tierra firme de 0,55, aplicando la fórmula se obtiene:

$$T_U = 3.500 * 0,55 = 1.925,0 \text{ kg}$$

La tracción utilizable del tractor es de 1.925 kg.

### C. Balance entre $T_D$ y $T_U$

- Si  $T_D \gg T_U$ : Se produce el deslizamiento, las ruedas patinan y la máquina avanza menos o incluso puede llegar a detenerse
- Si  $T_D \ll T_U$ : Hay adherencia entre las ruedas y el suelo y el vehículo avanza correctamente

De nada sirve que una máquina tenga un grupo propulsor muy potente (que desarrolla mucha tracción disponible), si no tiene el peso suficiente para conseguir un esfuerzo tractor (tracción utilizable).

De modo que,  $T_D < T_U$  y  $T_U - R_R > T_D$  ( $1.925 - 123 > 1.678,47$ ), luego existe adherencia entre las ruedas y el suelo y el vehículo avanza. El tractor elegido se adapta bien a los requerimientos de la plantación en proyecto y no es necesario reemplazarlo.

Por otra parte, en los tractores utilizados en cultivos leñosos también hay que tener en cuenta otros aspectos como la maniobrabilidad para trabajar en marcos estrechos o el disponer de marchas súper cortas para realizar ciertas operaciones como el triturado de restos de poda.

#### 2.1.2. PROGRAMA DE TRABAJOS

El programa de trabajos de una explotación se establece a partir de los siguientes parámetros:

- El calendario de labores: Establece, de forma aproximada, la época y período en los que hay que hacer cada labor del cultivo.
- El tiempo disponible: Tiempo que se puede dedicar a cada labor. Se calcula en base a los meses, días y sobre todo la climatología.
- La programación del equipo: Depende del tiempo de trabajo total de la maquinaria seleccionada.

En la Figura 3.8. se muestran los parámetros de los que depende el plan de empresa de la plantación en proyecto.

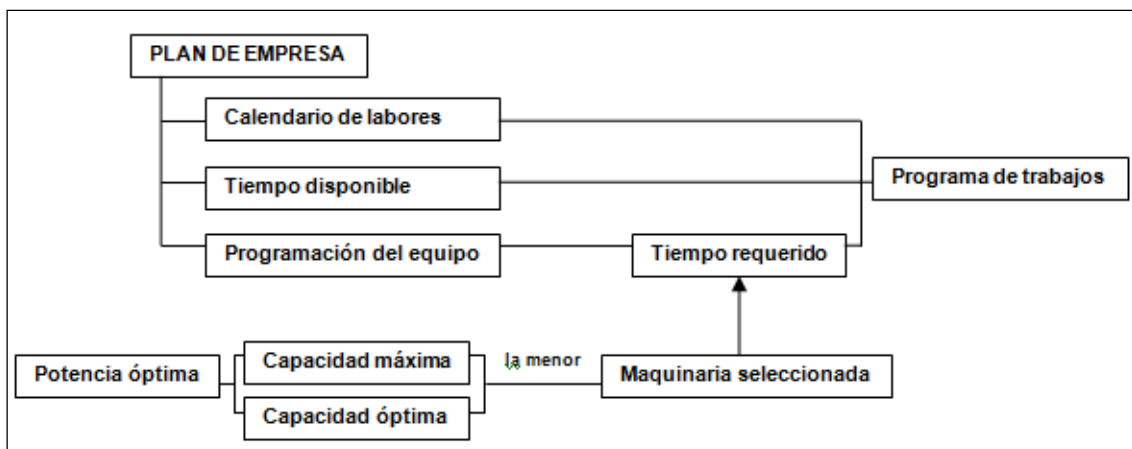


Figura 3.8. Parámetros de los que depende el programa de trabajos de una empresa y la selección de su maquinaria.

### 2.1.2.1. Calendario de labores

Las labores de cultivo que requiere la plantación en proyecto deben realizarse de acuerdo a lo establecido y siguiendo un orden. Su ejecución no debe limitarse a las fechas indicadas en las Tablas 3.1. y 3.39. puesto que esas fechas son orientativas.

El calendario de actividades del año 0 y del año 1 se muestra en la Tabla 3.1. El año 0 es el año de preparación del terreno y el siguiente es el de plantación de los árboles.

En la Tabla 3.39. se muestra el cronograma de labores de la plantación en proyecto. En cada ciclo de cultivo (enero-diciembre) son 8 los puntos a considerar: la poda, el riego, el mantenimiento del suelo, la fertilización, la defensa fitosanitaria, la defensa contra las heladas, el aclareo y la recolección.

**Tabla 3.39. Calendario de labores anual. Especificación de la maquinaria necesaria para cada labor.**

Año	Actividad	Maquinaria	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1º al 4º	Poda de formación	Tijeras manuales + carro de cintas transportadoras	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3º y sigut.	Poda de fructificación	Tijeras neumáticas + carro de cintas transportadoras	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Triturado restos de poda	Tractor 70 CV + trituradora		■										
Todos	* Riego	Sistema riego por goteo					■	■	■	■	■	■	■	■
Todos	Fertilización orgánica	Tractor 70 CV + p. hidráulico			■									
3º año	Abonado de la cubierta	Tractor 70 CV + abonadora			■									
4º y sigut.	*Aportar macro elementos	Sistema de riego por goteo					■	■	■	■	■	■	■	■
4º y sigut.	*Aportar micro elementos						■	■	■	■	■	■	■	■
1º y 2º año	Aplicación herbicida en calles	Tractor 70 CV + p. hidráulico			■									
3º año	Controlar dicotiledóneas	Tractor 70 CV + p. hidráulico			■									
3º y sigut.	Segar cubierta	Tractor 70 CV + segadora						■			■			
3º y sigut.	Aplicación de herbicidas en las líneas	Tractor 70 CV + p. hidráulico			■						■			
Todos	Control fitosanitario	Tractor 70 CV + p. hidroneumático			■	■	■	■	■	■	■		■	
3º y sigut.	* Defensa contra las heladas	Ventiladores				■	■							
3º y sigut.	Aclareo de frutos	Tractor 70 CV + p. hidroneumático				■								
3º y sigut.	Recolección Gala	Tractor 70 CV + carro de cintas transportadoras									■	■		
3º y sigut.	Recolección Golden											■	■	
3º y sigut.	Recolección Fuji												■	■

\*Actividades automatizadas cuyo control es realizado por el encargado de la plantación.

### 2.1.2.2. Tiempo disponible

El tiempo disponible para realizar cada labor se establece teniendo en cuenta el periodo más desfavorable, es decir, el más corto. La maquinaria seleccionada tendrá que ser capaz de realizar la labor en dicho periodo de tiempo.

El tiempo disponible se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Tiempo disponible (h)} = \text{días hábiles} * \text{jornada laboral}$$

Los días hábiles se calculan en base a los días festivos, días con incidencias extraordinarias y días de lluvia (la probabilidad de que el día de lluvia sea festivo es del 15%).

$$d_h = d_n - [d_f + d_{ll} + d_i - d_{ll-f}]$$

donde:  $d_h$ : días hábiles

$d_n$ : días naturales del mes

$d_f$ : días festivos y vacaciones (marzo y agosto)

$d_{ll}$ : días de lluvia

$d_{ll-f}$ : días de lluvia y festivo

La jornada laboral se establece de acuerdo al tiempo requerido para realizar la recolección porque, en plena producción, es la actividad que más tiempo requiere.

La jornada laboral se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento recolección: } 2.083 \frac{\text{árboles}}{\text{ha}} * 8 \frac{\text{min}}{\text{árbol}} = 277,73 \frac{\text{h}}{\text{ha}}$$

$$\text{Tiempo de Trabajo Total (TT): } 277,73 \frac{\text{h}}{\text{ha}} * 5,4 \text{ ha cultivadas} = 1.499,74 \text{ h}$$

$$\text{TT por operario y día: } \frac{1.499,74 \text{ h}}{15 \text{ días cosecha} * 14 \text{ operarios}} = 7,14 \frac{\text{h}}{\text{día operario}}$$

No obstante, al tiempo total de ejecución del trabajo hay que añadir el tiempo de preparación del trabajo y el tiempo de reposo del operario. Por ello, se establece que la jornada laboral sea de 8 h.

En la Tabla 3.40. se muestra el tiempo disponible al mes para realizar las labores. También, se muestran los datos a partir de los cuales se ha calculado.

**Tabla 3.40. Tiempo disponible calculado a partir de la jornada laboral de 8h y el número de días hábiles ( $d_h$ ). Donde,  $d_n$  son los días naturales del mes,  $d_f$  días festivos y vacaciones,  $d_{ll}$  días de lluvia,  $d_i$  días de incidencias extraordinarias y  $d_{ll-f}$  días de lluvia y festivo.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$d_n$	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$d_f$	6	4	14	5	6	4	4	14	2	1	4	10
$d_{ll}$	12	8	8	11	12	7	4	5	8	14	11	10
$d_i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$d_{ll-f}$	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2
$d_h$	14	16	9	15	14	19	23	12	20	17	16	12
<b>Tiempo disponible (h)</b>	112	128	72	120	112	152	184	96	160	136	128	96

### 2.1.2.3. Tiempo requerido

El tiempo requerido o tiempo de trabajo total (TT) que lleva hacer cada labor se calcula con los siguientes pasos:

#### A. Capacidad de Trabajo Teórica (CTT):

$$CTT = \frac{a \cdot v}{10}$$

donde: CTT: Capacidad de Trabajo Teórica (ha/h)  
a: Anchura del apero (m), ver Tabla 3.43.  
v: Velocidad (km/h), ver Tabla 3.43.

#### B. Capacidad de Trabajo Real (CTR):

$$CTR = CTT \cdot \varepsilon$$

donde: CTR: Capacidad de Trabajo Real (ha/h)  
CTT: Capacidad de Trabajo Teórica (ha/h)  
 $\varepsilon$ : Eficiencia, eficacia o rendimiento efectivo (%)

La eficiencia es la relación entre el tiempo efectivo y el tiempo operativo de trabajo.

El tiempo efectivo, es el necesario para ejecutar la labor en la parcela. Incluye sólo el tiempo en el que la máquina se está desplazando y trabajando.

El tiempo operativo es el tiempo de trabajo en el lugar del trabajo. Incluye el tiempo efectivo, más el tiempo de preparación para el trabajo, el tiempo de detenciones durante el trabajo y el tiempo de trabajo en vacío (cabeceras, giros...).

#### C. Tiempo de Trabajo Real (TTR):

Se calcula como la inversa de la CTR y se expresa en h/ha.

#### D. Tiempo de Trabajo Total (TT):

$$TT = TTR \cdot 10,8 \text{ ha cultivadas}$$

donde: TT: Tiempo de Trabajo Total (h)  
TTR: Tiempo de Trabajo Real (h/ha)

El tiempo de trabajo total o tiempo requerido (TT) varía en función de la maquinaria seleccionada. La maquinaria se elige comparando la capacidad máxima con la capacidad óptima y quedándose con la menor de las dos (ver Figura 3.8.).

La capacidad o anchura óptima de trabajo (ver Tabla 3.41) se establece teniendo en cuenta la anchura de las calles (4 m) y la anchura de la cubierta vegetal (3 m).

La capacidad o anchura máxima del apero (ver Tabla 3.41.) se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$a_{\text{máx}} = \frac{P_{\text{máx}}}{P_u}$$

donde:  $a_{\text{máx}}$ : Anchura máxima del apero (m)  
 $P_{\text{máx}}$ : Potencia disponible (kW)  
 $P_u$ : Potencia unitaria (kW/m)

La potencia disponible del tractor de la explotación es de 52,2 kW (70 CV).

La potencia unitaria o potencia requerida por metro lineal de cada equipo se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P_u = \frac{P_{r-aj}}{a}$$

donde:  $P_u$ : Potencia unitaria (kW/m)  
 $P_{r-aj}$ : Potencia requerida mayorada (kW)  
 $a$ : Anchura del apero (m)

La anchura del apero se obtiene comparando varios catálogos comerciales.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$P_{u \text{ cultivador}} = \frac{37,82 \text{ kW}}{3 \text{ m}} = 12,61 \text{ kW/m}$$

$$P_{u \text{ p. hidráulico}} = \frac{32,57 \text{ kW}}{10 \text{ m}} = 3,26 \text{ kW/m}$$

$$P_{u \text{ p. hidroneumático}} = \frac{26,50 \text{ kW}}{4 \text{ m}} = 6,63 \text{ kW/m}$$

$$P_{u \text{ segadora}} = \frac{43,88 \text{ kW}}{3 \text{ m}} = 14,63 \text{ kW/m}$$

$$P_{u \text{ abonadora}} = \frac{46,73 \text{ kW}}{14 \text{ m}} = 3,34 \text{ kW/m}$$

$$P_{u \text{ trituradora}} = \frac{20,77 \text{ kW}}{1,6 \text{ m}} = 12,98 \text{ kW/m}$$

La potencia unitaria del cultivador es 12,61 kW/m, la del pulverizador hidráulico 3,26 kW/m, la del pulverizador hidroneumático 6,63 kW/m, la de la segadora 14,63 kW, la de la abonadora 3,34 kW y la de la trituradora 12,98 kW/m

Por último, la capacidad o anchura máxima, óptima y seleccionada de los equipos agrícolas se muestra en la Tabla 3.41. También, se describe la maquinaria seleccionada para la explotación y se muestra la potencia requerida total.

**Tabla 3.41. Potencia requerida por metro lineal y capacidad máxima, óptima y seleccionada (la menor) de cada equipo. Descripción de los equipos seleccionados.**

Equipo	C. máxima (m)	C. óptima (m)	C. seleccionada (m)	Descripción	Potencia requerida (kW)
Cultivador	4,14	3,0	3,0	Cultivador con 13 brazos en dos líneas.	37,83
Pulverizador hidráulico	16,01	4,0	4,0	Pulverizador hidráulico suspendido, con una cuba de 600 L de capacidad, al que se le pueden acoplar lanzas individuales a cada extremo para la aplicación de herbicidas bajo la línea de los árboles o rejas para inyectar el abono en el suelo	13,04
Pulverizador hidroneumático	7,87	4,0	4,0	Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500L de capacidad.	26,52
Segadora	3,57	3,0	3,0	Segadora de cuchillas suspendida.	43,89
Abonadora	15,63	12,0	12,0	Abonadora centrífuga suspendida con una tolva de 500 kg.	40,08
Trituradora	4,02	1,5	1,5	Trituradora de restos de poda con 16 martillos.	19,47

La potencia disponible del tractor (52,20 kW) es suficiente para utilizar los aperos que se van a comprar y alquilar.

Una vez seleccionada la maquinaria se va a calcular el tiempo requerido o tiempo de trabajo total (ver Figura 3.8.).

En la Tabla 3.42. se muestran los datos de velocidad, anchura de trabajo y eficiencia de cada equipo seleccionado (propio o alquilado) a partir de los cuales se calculan CTT, CTR, TTR y TT, tal como se indicó anteriormente.

Tabla 3.42. Datos de velocidad, anchura y eficiencia de cada apero para calcular la Capacidad de Trabajo Teórica (CTT), la Capacidad de Trabajo Real (CTR), el Tiempo de Trabajo Real (TTR) y el Tiempo de Trabajo Total (TT).

Equipo	v (km/h)	anchura (m)	eficiencia	CTT (ha/h)	CTR (ha/h)	TTR (h/ha)	TT (h)
Cultivador	7	3,0	0,75	2,10	1,56	0,64	6,91
Pulverizador hidráulico	4	4,0	0,50	1,60	0,80	1,25	13,50
Pulverizador hidroneumático	4	4,0	0,45	1,60	0,72	1,39	15,01
Segadora	6	3,0	0,75	1,80	1,35	0,74	7,99
Abonadora	6	12,0	0,85	7,20	6,12	0,16	1,73
Trituradora de restos de poda	3	1,5	0,70	0,45	0,32	3,13	33,80
Arado de desfonde	5	1,2	0,65	0,60	0,39	2,56	27,65

Por otra parte, el rendimiento del equipo de plantación, el remolque esparcidor de estiércol, el carro de recolección de cintas transportadoras o el compresor, depende de otros factores como la densidad de plantación, el número de operarios, el rendimiento de los operarios, etc. Por ello, el tiempo requerido para realizar las actividades en las que son necesarios dichos aperos se va a calcular por separado.

a) Tiempo requerido para la plantación:

El rendimiento de la máquina plantadora se calcula, dividiendo la distancia que avanza la máquina en una hora (velocidad de plantación, 1 km/h) entre la separación de los árboles en la línea, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento (árboles/h)} = \frac{v \left( \frac{\text{m}}{\text{h}} \right)}{\text{distancia} \left( \frac{\text{m}}{\text{árboles}} \right)} = \frac{1.000 \frac{\text{m}}{\text{h}}}{1,2 \left( \frac{\text{m}}{\text{árboles}} \right)} = 833 \frac{\text{árboles}}{\text{h}}$$

El rendimiento del equipo de plantación es de 833 árboles por hora.

La capacidad de trabajo teórica (CTT) se calcula del siguiente modo:

$$\text{CTT (ha/h)} = \frac{\text{rendimiento}}{\text{densidad}} = \frac{833 \frac{\text{árboles}}{\text{h}}}{2.083 \frac{\text{árboles}}{\text{ha}}} = 0,40 \text{ ha/h}$$

La CTT es de 0,4 h/ha.

Sin embargo, la eficiencia del equipo de plantación es del 65% porque hay muchos tiempos muertos (colocación de plántones y abastecimiento de estos). En consecuencia, la capacidad de trabajo real (CTR) es la siguiente:

$$\text{CTR (ha/h)} = \text{CTT} * \varepsilon = 0,40 \text{ ha/h} * 0,65 = 0,26 \text{ ha/h}$$

La CTR es de 0,26 ha/h.

Aplicando las fórmulas de determinación del tiempo de trabajo real (TTR) y tiempo de trabajo total (TT) se obtiene:

$$\text{TTR (h/ha)} = \frac{1}{\text{CTR}} = \frac{1}{0,26 \frac{\text{ha}}{\text{h}}} = 3,85 \text{ h/ha}$$

$$\text{TT (h)} = 3,85 \text{ h/ha} * 10,80 \text{ ha} = 41,58 \text{ h}$$

El tiempo requerido para la plantación de los árboles es de 41,58 h.

Previamente, el marqueo lo van a realizar 2 operarios en, aproximadamente, 5 horas, la recepción y acondicionamiento de los plántones 2 operarios en un día, la

revisión de plantas 2 personas en 2 días y la reposición de marras una cuadrilla de 4 peones en 2 días.

Por otra parte, el carro de recolección de cintas transportadoras es utilizado durante la poda y la recolección.

El carro tiene elevación hidráulica hasta una altura de 1,7 m, elevadores delanteros y traseros para la carga y descarga de palots y un compresor con 6 tomas para poder utilizar las tijeras neumáticas de poda. El propulsor del carro es un motor de 12 kW (16 CV) que permite alcanzar una velocidad de 5 km/h.

El rendimiento de las actividades de recolección de la fruta y de poda depende del tiempo que se dedique a cada árbol y del número de operarios que trabajen esos días.

b) Tiempo requerido para la recolección:

El tiempo requerido para la cosecha es de 120 h (15 días de trabajo, 8 h de jornada laboral). Para finalizar la recolección en ese tiempo, el número de operarios irá aumentando a medida que se va desarrollando el árbol y aumenta la producción (ver Tabla 3.34.).

c) Tiempo requerido para la poda:

La poda va a ser realizada por una cuadrilla de 6 peones especializados (el compresor tiene 6 tomas para conectar las tijeras neumáticas). El tiempo dedicado a cada árbol se estima que va a ser de 1,5 min.

En consecuencia, el tiempo de trabajo total es el siguiente:

$$TT (h) = \frac{\text{densidad} * \text{tiempo poda}}{\text{n}^\circ \text{ operarios} * \epsilon} = \frac{2.083 \left(\frac{\text{árboles}}{\text{ha}}\right) * 10,8 \text{ ha} * 0,025 \left(\frac{\text{h}}{\text{árbol}}\right)}{6 \text{ operarios} * 0,95} = 98,67 \text{ h}$$

El tiempo requerido para realizar la poda de fructificación es de 98,67 h. La eficiencia durante la poda se supone del 95% porque se ha tenido en cuenta el tiempo dedicado a cada ejemplar.

El tiempo requerido para realizar la poda de formación en el primer año se considera el 25% del necesario para realizar la poda de fructificación, el segundo año el 35%, el tercer año el 50% y el cuarto año el 70%.

La poda de plantación va a ser realizada por una cuadrilla de 4 operarios en máximo 2 días.

d) Tiempo requerido para esparcir el estiércol:

El tiempo requerido para estercolar la parcela donde se va a ubicar la plantación en proyecto incluye el tiempo de carga y descarga del remolque esparcidor.

El tiempo que se tarda en cargar el remolque se calcula del siguiente modo:

$$t_c (h) = \frac{\text{carga del remolque (t)}}{\text{rendimiento cargando} \left(\frac{\text{t}}{\text{h}}\right)} = \frac{12 \text{ (t)}}{72 \left(\frac{\text{t}}{\text{h}}\right)} = 0,17 \text{ h}$$

El remolque esparcidor se va a cargar en, aproximadamente, 10 minutos.

El tiempo que se tarda en descargar el remolque se calcula del siguiente modo:

$$t_d (h) = \frac{\text{longitud del remolque (m)}}{\text{velocidad cadena} \left(\frac{\text{m}}{\text{min}}\right)} = \frac{4,8 \text{ (m)}}{0,2 \left(\frac{\text{m}}{\text{min}}\right)} = 0,4 \text{ h}$$

El remolque esparcidor se va a descargar en 24 minutos.

Por consiguiente, el tiempo requerido para distribuir el abono en la parcela se determina de acuerdo con la siguiente expresión:



$$TT (h) = \frac{(t_c + t_d) * \text{cantidad de estiércol a esparcir (t)}}{\text{carga del remolque (t)} * \epsilon} = \frac{(0,17+0,4)h * 95,79 \frac{t}{ha} * 10,8 ha}{12 t * 0,9} = 54,60 h$$

Esparcir el estiércol en la parcela requiere 54,60h de trabajo.

La eficiencia de esta actividad se supone del 90% porque se ha tenido en cuenta el tiempo de carga y descarga del remolque.

Previamente, el estiércol se va a transportar desde la explotación de ovino hasta la parcela objeto del proyecto en un remolque basculante.

El número total de viajes que hay que realizar para llevar todo el estiércol a la parcela se va a determinar del siguiente modo:

$$n^{\circ} \text{ viajes} = \frac{\text{cantidad de estiércol a esparcir (t)}}{\text{carga del remolque (t)}} = \frac{95,79 \frac{t}{ha} * 10,8 ha}{15t} = 69 \text{ viajes}$$

En total hay que realizar 69 viajes para llevar todo el estiércol necesario.

Teniendo en cuenta que, cargar el remolque supone 15 minutos y la descarga, aproximadamente, 3 minutos, el tiempo requerido para transportar el estiércol se obtiene del siguiente modo:

$$TT (h) = \frac{n^{\circ} \text{ viajes} * (t_c + t_d)}{\epsilon} = \frac{69 \text{ viajes} * (0,17 + 0,05) \frac{h}{\text{viaje}}}{0,9} = 16,87 h$$

El tiempo de trabajo total para transportar el estiércol desde la ganadería hasta la parcela donde se va a ubicar el proyecto es de 16,87 h.

En la Tabla 3.43. se muestran CTT, CTR, TTR y TT del equipo de plantación, el remolque esparcidor de estiércol, el carro de recolección de cintas transportadoras y el compresor.

**Tabla 3.43. Capacidad de Trabajo Teórica (CTT), la Capacidad de Trabajo Real (CTR), el Tiempo de Trabajo Real (TTR) y el Tiempo de Trabajo Total (TT).**

Equipo		eficiencia	CTT (ha/h)	CTR (ha/h)	TTR (h/ha)	TT (h)
<b>Equipo de plantación</b>		0,65	0,40	0,26	3,85	41,58
<b>Carro de recolección de cintas transportadoras</b>	Poda (compresor)	1º año (25 %)	0,46	0,44	2,28	24,67
		2º año (35 %)	0,33	0,31	3,20	34,53
		3º año (50 %)	0,23	0,22	4,57	49,34
		4º año (70 %)	0,17	0,16	6,40	69,07
		5º año y siguientes	0,12	0,11	9,14	98,67
	Recolección	0,95*	0,09	0,09	11,11	120,00
<b>Remolque esparcidor de estiércol</b>		0,90	0,22	0,20	5,06	54,60
<b>Remolque bañera</b>		0,90	0,71	0,64	1,56	16,87

\*Eficiencia del 95% porque se ha tenido en cuenta el rendimiento de la mano de obra.

#### 2.1.2.4. Programación del equipo

La programación del equipo depende del tiempo de trabajo total de la maquinaria seleccionada. No obstante, conviene mayorarlo un 10% porque en el tiempo requerido no se considera el tiempo de preparación de la maquinaria en el lugar de resguardo ni el tiempo de traslado hasta la parcela.

En la Tabla 3.44. se muestra el tiempo de trabajo total “ajustado” (TT<sub>aj</sub>) de cada equipo.

**Tabla 3.44. Programación del equipo de trabajo. Tiempo de trabajo total (TT) y tiempo de trabajo total mayorado (TT<sub>aj</sub>).**

Equipo	TT (h)	TT <sub>aj</sub> (h)	Equipo	TT (h)	TT <sub>aj</sub> (h)
Cultivador	6,91	7,60	Equipo de plantación	41,58	45,74
Pulverizador hidráulico	13,50	14,85	Remolque para la reposición de marras	16,00	17,60
Pulverizador hidroneumático	15,01	16,51	Carro de recolección de cintas transportadoras y compresor para la poda de fructificación	98,67	108,54
Segadora	7,99	8,79	Carro de recolección de cintas transportadoras para la recolección	120,00	132,00
Abonadora	1,73	1,90	Remolque esparcidor	54,60	60,06
Trituradora de restos de poda	33,80	37,18	Remolque bañera	16,87	18,56
Arado de desfonde	27,65	30,42			

### 2.1.2.5. Programa de trabajos

Una vez que se conoce el calendario de labores, el tiempo disponible y el tiempo requerido para realizar cada labor se puede establecer el programa de trabajos (ver Figura 3.8.).

En la Tabla 3.45. se muestra el programa de trabajos de los años 0 y 1.

**Tabla 3.45. Programa de trabajos durante el periodo de establecimiento de la plantación. Las horas de trabajo sombreadas en un tono más claro son realizadas por empresas agrícolas ajenas a la plantación. Unidades expresadas en horas.**

Actividad	Año 0				Año 1				
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Carga y transporte de estiércol	53,89								
Esparcir estiércol		78,14							
Desfonde			30,42						
Compra, recepción y acondicionamiento de plántones					8,00				
Pase de cultivador (2 pases)					15,20				
Marqueo						5,00			
Plantación						45,74			
Riego de plantación						-			
Revisión plantas							16,00		
Poda de plantación							16,00		
Reposición de marras									17,60
<b>Tiempo requerido</b>	0	0	0	0	23	5	32	0	18
<b>Tiempo disponible</b>	160	136	128	96	112	128	72	120	112
<b>Diferencia</b>	160	136	128	96	89	123	40	120	94

Las actividades que se van a realizar durante el periodo de establecimiento de la plantación las llevan a cabo empresas agrícolas ajenas a la explotación. De modo que, el tiempo de trabajo total de los empleados de la explotación va a ser de 78 h, unos 10 días laborales repartidos entre enero, febrero, marzo y mayo.

En las Tablas 3.46., 3.47.,3.48.,3.49. y 3.50. se muestran los programas de trabajos para cada ciclo de cultivo de la plantación en proyecto.

**Tabla 3.46. Programa de trabajos del primer ciclo de cultivo (año 2) de la plantación en proyecto. Unidades expresadas en horas.**

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Poda de formación	27,14			27,14								
*Riego					-	-	-	-	-			
Fertilización orgánica			14,85									
Aplicación herbicida en las calles			14,85									
Control fitosanitario (14 tratamientos aprox.)			16,51	33,02	49,53	49,53	49,53	16,51				16,51
<b>Tiempo requerido</b>	9	9	46	40	56	56	56	17	0	0	17	9
<b>Tiempo disponible</b>	112	128	72	120	112	152	184	96	160	136	128	96
<b>Diferencia</b>	103	119	26	80	56	96	128	79	160	136	111	87

\*Actividades automatizas

**Tabla 3.47. Programa de trabajos del segundo ciclo de cultivo (año 3) de la plantación en proyecto. Unidades expresadas en horas.**

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Poda de formación	37,99			37,99								
*Riego					-	-	-	-	-			
Fertilización orgánica			14,85									
Aplicación herbicida en las calles			14,85									
Control fitosanitario (14 tratamientos aprox.)			16,51	33,02	49,53	49,53	49,53	16,51				16,51
<b>Tiempo requerido</b>	13	13	46	43	59	59	59	17	0	0	17	13
<b>Tiempo disponible</b>	112	128	72	120	112	152	184	96	160	136	128	96
<b>Diferencia</b>	99	115	26	77	53	93	125	79	160	136	111	83

\*Actividades automatizas

**Tabla 3.48. Programa de trabajos del tercer ciclo de cultivo (año 4) de la plantación en proyecto. Unidades expresadas en horas.**

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Poda de formación y fructificación	54,27			54,27								
Triturado restos de poda		18,59										
*Riego					-	-	-	-	-			
Fertilización orgánica			14,85									
Abonado de la cubierta			1,90									
Controlar dicotiledóneas			14,85									
Segar cubierta			8,79			8,79			8,79			
Aplicación herbicidas en las líneas			14,85			14,85			14,85			
Control fitosanitario (14 tratamientos aprox.)			16,51	33,02	49,53	49,53	49,53	16,51			16,51	
*Defensa contra las heladas				-	-							
Aclareo de frutos				16,51								
Recolección Gala								132,00				
Recolección Golden									132,00			
Recolección Fuji										132,00		
<b>Tiempo requerido</b>	18	37	72	63	63	87	63	83	156	132	83	18
<b>Tiempo disponible</b>	112	128	72	120	112	152	184	96	160	136	128	96
<b>Diferencia</b>	94	91	0	57	49	65	121	13	4	4	45	78

\*Actividades automatizas

**Tabla 3.49. Programa de trabajos del cuarto ciclo de cultivo (año 5) de la plantación en proyecto. Unidades expresadas en horas.**

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Poda de formación y fructificación	75,98			75,98								
Triturado restos de poda		26,03										
*Riego y fertirrigación					-	-	-	-	-			
Fertilización orgánica			14,85									
Segar cubierta			8,79			8,79			8,79			
Aplicación herbicidas en las líneas			14,85			14,85			14,85			
Control fitosanitario (14 tratamientos aprox.)			16,51	33,02	49,53	49,53	49,53	16,51			16,51	
*Defensa contra las heladas				-	-							
Aclareo de frutos				16,51								
Recolección Gala								132,00				
Recolección Golden									132,00			
Recolección Fuji										132,00		
<b>Tiempo requerido</b>	25	52	55	69	69	92	69	83	156	132	83	25
<b>Tiempo disponible</b>	112	128	72	120	112	152	184	96	160	136	128	96
<b>Diferencia</b>	87	76	17	51	43	60	115	13	4	4	45	71

\*Actividades automatizas

**Tabla 3.50. Programa de trabajos del quinto ciclo y siguientes (año 6 y siguientes) de la plantación en proyecto. Unidades expresadas en horas.**

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Poda de fructificación	108,54											
Triturado restos de poda		37,18										
*Riego y fertirrigación					-	-	-	-	-			
Fertilización orgánica			14,85									
Segar cubierta			8,79			8,79			8,79			
Aplicación herbicidas en las líneas			14,85			14,85			14,85			
Control fitosanitario (14 tratamientos aprox.)			16,51	33,02	49,53	49,53	49,53	16,51			16,51	
*Defensa contra las heladas				-	-							
Aclareo de frutos				16,51								
Recolección Gala								132,00				
Recolección Golden									132,00			
Recolección Fuji										132,00		
<b>Tiempo requerido</b>	36	73	55	50	50	73	50	83	156	132	83	36
<b>Tiempo disponible</b>	112	128	72	120	112	152	184	96	160	136	128	96
<b>Diferencia</b>	76	55	17	70	62	79	134	13	4	4	45	60

\*Actividades automatizadas

El tiempo disponible es suficiente para realizar todas las tareas programadas para la plantación en proyecto.

## 2.2. CONSUMO DE CARBURANTE Y LUBRICANTE

### 2.2.1. CARBURANTE

El tractor y el carro de recolección de cintas transportadoras, para el funcionamiento del motor, utilizan como carburante el gasoil agrícola.

El gasto de combustible depende del régimen motor al que se consigue una potencia concreta.

El consumo medio en carburantes se calcula con la siguiente fórmula:

$$Ch_m \text{ (L/h)} = Ce \frac{P}{E_f}$$

donde:  $Ch_m$ : Consumo horario medio de carburantes (L/h)

P: Potencia nominal del motor (kW)

Ce: Consumo específico (g/kW h)

$E_f$ : Peso específico del gasoil (g/L)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Ch_m \text{ tractor} = 220 * \left(\frac{52,2}{840}\right) = 13,67 \text{ L/h}$$

$$Ch_m \text{ carro} = 152 * \left(\frac{12}{840}\right) = 2,17 \text{ L/h}$$

El consumo horario medio del tractor en carburantes es de 13,67 L/h y el del carro de recolección de cintas transportadoras de 2,17 L/h.

## 2.2.2. LUBRICANTE

La norma ASAE D497.2, permite conocer el consumo medio en aceite de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Cl_m \text{ (L/h)} = (0,00059 * P_{TDF}) + 0,02169$$

donde:  $Cl_m$ : Consumo horario medio de lubricantes (L/h)

$P_{TDF}$ : Potencia en la toma de fuerza (kW)

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Cl_{m \text{ tractor}} \text{ (L/h)} = (0,00059 * 52,2) + 0,02169 = 0,052 \text{ L/h}$$

$$Cl_{m \text{ carro}} \text{ (L/h)} = (0,00059 * 12) + 0,02169 = 0,029 \text{ L/h}$$

El consumo horario medio del tractor en lubricantes es de 52 mL/h y el del carro de recolección de cintas transportadoras de 29 mL/h.

En la Tabla 3.51. se muestra el consumo de carburante y lubricante del tractor y del carro de cintas transportadoras en cada labor realizada en la plantación en proyecto.

**Tabla 3.51. Consumo de carburante y lubricante del tractor y del carro de cintas transportadoras en función de la actividad realizada y el tiempo de trabajo total (TT).**

Actividad	TT (h)	Carburante (L)		Lubricantes (L)	
		Tractor	Carro	Tractor	Carro
Pase de cultivador	7,60	103,89	-	0,40	-
Reposición marras	17,60	240,59	-	0,92	-
Poda de formación y poda fructificación (a partir del 3º año)	1º año: 27,14	-	58,88	-	0,79
	2º año: 37,99	-	82,44	-	1,10
	3º año: 54,27	-	117,77	-	1,57
	4º año: 75,98	-	164,87	-	2,20
Poda de fructificación	108,54	-	235,53	-	3,15
Triturado restos de poda	3º año: 18,59	254,13	-	0,97	-
	4º año: 26,03	355,83	-	1,35	-
	5º año y sigut.: 37,18	508,25	-	1,93	-
Fertilización orgánica	14,85	203,00	-	0,77	-
Abonado cubierta	1,90	25,97	-	0,10	-
Aplicación herbicida en calles	14,85	203,00	-	0,77	-
Controlar dicotiledóneas	14,85	203,00	-	0,77	-
Segar cubierta	8,79	120,16	-	0,46	-
Aplicación de herbicidas en las líneas	14,85	203,00	-	0,77	-
Control fitosanitario	16,51	225,69	-	0,86	-
Aclareo de frutos	16,51	225,69	-	0,86	-
Recolección	132,00	180,44	286,44	0,69	3,83

\*El tiempo que se usa el tractor durante la recolección se estima que es el 10% del tiempo de trabajo total.

En la Tabla 3.52. se muestra el consumo de carburantes mensual y anual expresado en litros.

Tabla 3.52 Consumo de carburantes y lubricantes mensual y anual. Unidades expresadas en litros.

CARBURANTES	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual	
	1	208				241									449
	2	20	20	632	466	917	917	917	226				226	20	4.361
	3	27	27	632	472	923	923	923	226				226	27	4.406
	4	39	293	981	707	932	1.255	932	459	790	467	459	39		7.353
	5	55	411	658	718	944	1.267	944	459	790	467	459	55		7.227
	6 y sigt	79	587	658	677	903	1.226	903	459	790	467	459	79		7.287

LUBRICANTES	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual	
	1	0,8				0,9									1,7
	2	0,3	0,3	2,4	1,9	3,6	3,6	3,6	0,9				0,9	0,3	17,8
	3	0,4	0,4	2,4	2,0	3,7	3,7	3,7	0,9				0,9	0,4	18,5
	4	0,5	1,5	3,7	3,0	3,8	5,1	3,8	3,1	5,7	4,5	3,1	0,5		38,3
	5	0,7	2,1	2,5	3,1	4,0	5,2	4,0	3,1	5,7	4,5	3,1	0,7		38,7
	6 y sigt	1,0	3,0	2,5	2,6	3,4	4,7	3,4	3,1	5,7	4,5	3,1	1,0		38,0

## 2.3. MANO DE OBRA

La mano de obra es uno de los costes más importantes del proyecto. Existen dos tipos de mano de obra:

- Mano de obra fija: El promotor es el único empleado fijo de la explotación. Organiza y dirige la mano de obra eventual, asegurándose de que las operaciones se efectúan de acuerdo a lo establecido
- Mano de obra eventual: La necesidad de mano de obra eventual, varía en función de las labores a realizar, la época y el año del cultivo. Los operarios requeridos pueden ser cualificados o no cualificados

En la Tabla 3.53. se muestra el tipo de mano de obra necesaria en la plantación en proyecto.

Tabla 3.53. Mano de obra necesaria (E: Encargado, T: Tractorista, Pe: Peón especializado y P: Peón).

Año	ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN			JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC			
	E	T	Pe	E	T	Pe	E	T	P	E	T	Pe	E	T	Pe	E	T	Pe	P	E	T	Pe	E	T	P	E	T	P	E	T	Pe						
0																																					
1	1		1	1	1		1		3	1			1		4	1				1					1			1			1			1			
2	1		5	1		5	1			1		5	1		5	1			5	1		5	1			1			1			1			1		5
3	1		5	1		5	1			1		5	1		5	1			5	1		5	1			3-1	1		3-1	1		3-1	1		3-1	1	5
4	1		5	1		5	1			1		5	1		5	1			5	1		5	1			6-3	1		6-3	1		6-3	1		6-3	1	5
5	1		5	1		5	1			1		1			1				1			1				8-4	1		8-4	1		8-4	1		8-4	1	5
6	1		5	1		5	1			1		1			1				1			1				11-5	1		11-5	1		11-5	1		11-5	1	5
7 y sigt	1		5	1		5	1			1		1			1				1			1				13-6	1		13-6	1		13-6	1		13-6	1	5

\*Mano de obra para la recolección de (Golden) - (Gala y Fuji)

### 3. DEFINICIÓN Y SATISFACCIÓN DE NECESIDADES

Por último, se muestran los cuadros de definición y satisfacción de necesidades en cada uno de los años de vida de la plantación.

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra	TT (h)	Materias primas	Observaciones
Carga y transporte de estiércol	Mediados septiembre	Tractor 180 CV + remolque bañera	1 Tractorista	53,89	-	-
Esparcir estiércol	Finales octubre	Tractor 150 CV + remolque esparcidor		78,14	1.037 t de estiércol ovino	-
Desfonde	Primeros noviembre	Tractor 180 CV + arado de desfonde		30,42	-	Profundidad 80 cm

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra			TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubricantes (L)	Observaciones
			E	T	P					
Compra, recepción y acondicionamiento de plantones	Finales enero	-	1		1	22.974 plantones	-	-	-	-
Pase de cultivador	Finales enero	Tractor 70 CV + cultivador	1			15,20	207,78	0,80		2 Pases cruzados, profundidad 10 cm
Marqueo	Primeros febrero	Jalones y cuerda	1		1	5,00	-	-	-	-
Plantación	Febrero	Tractor 180 CV + equipo de plantación		1		45,74	-	Labor contratada		Plantación a raíz desnuda
Riego de plantación	Finales febrero	Sistema de riego por goteo	1			-	-	-	-	Salvo precipitaciones abundantes
Revisión de plantas	Primeros marzo	-	1		1	16,00	-	-	-	-
Podas de plantación	Mediados marzo	Tijeras de poda manuales	1		3	16,00	-	-	-	-
Reposición de marra	Finales mayo-principios junio	Tractor 70 CV+ remolque 2 palas royeras y 2 azadas			4	17,60	-	240,59	0,92	-



Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra		TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubricantes (L)	Observaciones
			E	Pe					
<b>AÑO 2</b>									
Poda de formación	diciembre-febrero y abril-julio	Tijeras manuales + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5	27,14 (cada periodo de poda)	-	58,88	0,79	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1		238,28	10.723 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1		14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	Inyectar el abono en el suelo
Aplicación herbicida en las calles	Finales marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1		14,85	21,6 L Oxifluorfen 24% [EC]	203,00	0,77	-
*Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1		16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,86	14 tratamientos aproximadamente

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra		TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubricantes (L)	Observaciones
			E	Pe					
<b>AÑO 3</b>									
Poda de formación	diciembre-febrero y abril-julio	Tijeras manuales + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5	37,99 (cada periodo de poda)	-	82,44	1,10	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1		333,59	15.012 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1		14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	Inyectar el abono en el suelo
Aplicación herbicida en las calles	Finales marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1		14,85	21,6 L Oxifluorfen 24% [EC]	203,00	0,77	-
Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1		16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,86	14 tratamientos aproximadamente

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra			TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubricantes (L)	Observaciones
			E	Pe	P					
Poda de formación y fructificación	diciembre-febrero y abril-julio	Tijeras neumáticas + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5		54,27 (cada periodo de poda)	-	117,77	1,57	-
Triturado restos de poda	Finales febrero	Tractor 70 CV + trituradora de restos de poda	1			18,59	-	254,13	0,97	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			476,55	21.445 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	Injectar el abono en el suelo
Abonado de la cubierta	Mediados marzo	Tractor 70 CV + abonadora	1			1,90	1.426 kg Nitrato amónico 26%	25,97	0,10	-
Control dicotiledóneas	marzo-abril	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85	5,4 L Isoxaben 50% [SC]	203,00	0,77	-
Segar cubierta	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + segadora	1			8,79 (cada corte)	-	120,16	0,46	3 cortes
Aplicación herbicidas en las líneas	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85 (aplicación)	10,8 L Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	203,00	0,77	3 aplicaciones
Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,86	14 tratamientos aproximadamente
Defensa contra las heladas	abril-mayo	4 torres de ventilación	1			-	-	-	-	-
Aclareo de frutos	Finales abril	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (aplicación)	11,88 kg Metamitrona 15% [SG]	-	-	Realizar 2 aplicaciones. En junio conviene hacer un repaso manual.
Recolección Gala	Mediados agosto - primeros de septiembre	Tractor 70 CV + elevador de horquilla frontal +	1	1		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Golden	Mediados septiembre - primeros de octubre	carro de recolección de cintas transportadoras	1	3		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Fuji	Mediados octubre - principios de noviembre		1	1		132,00	-	466,88	4,52	-

ANO 4

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra			TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubrificantes (L)	Observaciones
			E	Pe	P					
Poda de formación y fructificación	diciembre-febrero y abril-julio	Tijeras neumáticas + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5		75,98 (cada periodo de poda)	-	164,87	2,20	-
Triturado restos de poda	Finales febrero	Tractor 70 CV + trituradora de restos de poda	1			26,03	-	355,83	1,35	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			667,17	30.023 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertirrigación macroelementos	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			-	536 L de solución 7-21-7	-	-	Ver en Tabla 3.19. la dosis diaria
Fertirrigación microelementos	mayo-junio	Sistema de riego por goteo	1			-	2.679 L de solución 5-0-20	-	-	4 aplicaciones
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	Inyectar el abono en el suelo
Segar cubierta	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + segadora	1			8,79 (cada corte)	-	120,16	0,46	-
Aplicación herbicidas en las líneas	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85 (aplicación)	10,8 L Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	203,00	0,77	-
Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,86	14 tratamientos aproximadamente
Defensa contra las heladas	abril-mayo	4 torres de ventilación	1			-	-	-	-	-
Aclareo de frutos	Finales abril	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (aplicación)	11,88 kg Metamitrona 15% [SG]	-	-	Realizar 2 aplicaciones. En junio conviene hacer un repaso manual
Recolección Gala	Mediados agosto a primeros de septiembre	Tractor 70 CV + elevador de horquilla frontal + carro de recolección de cintas transportadoras	1	3		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Golden	Mediados septiembre - primeros de octubre		1	6		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Fuji	Mediados octubre - principios de noviembre		1	3		132,00	-	466,88	4,52	-

ANOS

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra			TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubricantes (L)	Observaciones
			E	Pe	P					
Poda de fructificación	diciembre-febrero	Tijeras neumáticas + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5		108,54	-	235,53	3,15	-
Triturado restos de poda	Finales febrero	Tractor 70 CV + trituradora de restos de poda	1			37,18	-	508,25	1,93	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			953,10	42.890 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertirrigación macroelementos	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			-	727 L de solución 7-21-7 3.632 L de solución 5-0-20 109 L de solución N-25	-	-	Ver en Tabla 3.19. la dosis diaria
Fertirrigación microelementos	mayo-junio	Sistema de riego por goteo	1			-	54 L solución N-P con oligoelementos	-	-	4 aplicaciones
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	inyectar el abono en el suelo
Segar cubierta	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + segadora	1			8,79 (cada corte)	-	120,16	0,46	-
Aplicación herbicidas en las líneas	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85 (aplicación)	10,8 L Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	203,00	0,77	-
Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,86	14 tratamientos aproximadamente
Defensa contra las heladas	abril-mayo	4 torres de ventilación	1			-	-	-	-	-
Aclareo de frutos	Finales abril	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	11,88 kg Metamitrona 15% [SG]	-	-	Realizar 2 aplicaciones. En junio conviene hacer un repaso manual
Recolección Gala	Mediados agosto - primeros de septiembre	Tractor 70 CV + elevador de horquilla frontal + carro de recolección de cintas transportadoras	1	4		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Golden	Mediados septiembre - primeros de octubre		1	8		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Fuji	Mediados octubre - principios de noviembre		1	4		132,00	-	466,88	4,52	-

ANO 6

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra			TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubricantes (L)	Observaciones
			E	Pe	P					
Poda de fructificación	diciembre-febrero	Tijeras neumáticas + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5		108,54	-	235,53	3,15	-
Triturado restos de poda	Finales febrero	Tractor 70 CV + trituradora de restos de poda	1			37,18	-	508,25	1,93	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			953,10	42.890 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertirrigación macroelementos	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			-	937 L de solución 7-21-7 4.715 L de solución 5-0-20 482 L de solución N-25	-	-	Ver en Tabla 3.19. la dosis diaria
Fertirrigación microelementos	mayo-junio	Sistema de riego por goteo	1			-	54 L solución N-P con oligoelementos	-	-	4 aplicaciones
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	Inyectar el abono en el suelo
Segar cubierta	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + segadora	1			8,79 (cada corte)	-	120,16	0,46	-
Aplicación herbicidas en las líneas	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85 (aplicación)	10,8 L Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	203,00	0,77	-
Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,66	14 tratamientos aproximadamente
Defensa contra las heladas	abril-mayo	4 torres de ventilación	1			-	-	-	-	-
Aclareo de frutos	Finales abril	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	11,88 kg Metamitrona 15% [SG]	-	-	Realizar 2 aplicaciones. En junio conviene hacer un repaso manual
Recolección Gala	Mediados agosto - primeros de septiembre	Tractor 70 CV + elevador de horquilla frontal +	1	5		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Golden	Mediados septiembre - primeros de octubre	carro de recolección de cintas transportadoras	1	11		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Fuji	Mediados octubre - principios de noviembre		1	5		132,00	-	466,88	4,52	-

ANO 7

Actividad	Época	Maquinaria	Mano de obra			TT (h)	Materias primas	Carburantes (L)	Lubrificantes (L)	Observaciones
			E	Pe	P					
Poda de fructificación	diciembre-febrero	Tijeras neumáticas + carro de recolección de cintas transportadoras	1	5		108,54	-	235,53	3,15	-
Triturado restos de poda	Finales febrero	Tractor 70 CV + trituradora de restos de poda	1			37,18	-	508,25	1,93	-
Riego	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			953,10	42.890 m <sup>3</sup> de agua	-	-	Frecuencia de riego diaria
Fertirrigación macroelementos	mayo-septiembre	Sistema de riego por goteo	1			1.148 L de solución 7-21-7	-	-	-	Ver en Tabla 3.19. la dosis diaria
						5.746 L de solución 5-0-20				
						835 L de solución N-25				
Fertirrigación microelementos	mayo-junio	Sistema de riego por goteo	1			-	-	-	4 aplicaciones	
Fertilización orgánica	Mediados marzo	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85	1.404 kg compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	203,00	0,77	inyectar el abono en el suelo
Segar cubierta	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + segadora	1			8,79 (cada corte)	-	120,16	0,46	-
Aplicación herbicidas en las líneas	marzo, junio y septiembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidráulico	1			14,85 (aplicación)	10,8 L Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	203,00	0,77	-
Control fitosanitario	marzo-agosto y noviembre	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	Ver cuadro "control fitosanitario"	225,69	0,86	14 tratamientos aproximadamente
Defensa contra las heladas	abril-mayo	4 torres de ventilación	1			-	-	-	-	-
Aclareo de frutos	Finales abril	Tractor 70 CV + pulverizador hidroneumático	1			16,51 (tratamiento)	11,88 kg Metamitrona 15% [SG]	-	-	Realizar 2 aplicaciones. En junio conviene hacer un repaso manual
Recolección Gala	Mediados agosto - primeros de septiembre	Tractor 70 CV + elevador de horquilla frontal + carro de recolección de cintas transportadoras	1	6		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Golden	Mediados septiembre - primeros de octubre		1	13		132,00	-	466,88	4,52	-
Recolección Fuji	Mediados octubre - principios de noviembre		1	6		132,00	-	466,88	4,52	-

ANO 8 Y SIGUIENTES

CONTROL FITOSANITARIO			
Plaga o enfermedad	Época de tratamiento	Formulado y dosis	Especificaciones
Araña roja	Finales abril y mediados de julio	16,2 L Abamectina 3,37% [EC] + 101,3 L aceite de parafina 83% (CAS 8042-47-5) [EC]	Aplicar a caída de pétalos
Carpocapsa	Principios mayo	7,6 L Fenpiroximato 5% [SC]	Aplicar contra formas móviles (700 L/ha de caldo)
Mosca de la fruta	Mediados agosto	3,240 difusores de E.E-8, 10-Dodecadien-1-OL 12,36%	Difusor de feromonas de confusión sexual. Colocar en el tercio superior de la copa de los árboles antes del vuelo de la primera generación
Piojo de San José	Últimos de marzo	130 trampas de Lufenuron 3%	Cebo de acción esterilizante. Instalar las trampas a tresbolillo, a una altura de 1,5 m en el lado sur del árbol, antes de la primera generación
Pulgones	Primeros de abril-últimos de junio	3 L Pinproxiifen 10% [EC]	Efectuar una aplicación en prefloración (700 L/ha de caldo)
		1,9 L Azadiractin 3,2% [EC]	Aplicar desde los primeros estadios de desarrollo de la plaga, repitiendo en caso de necesidad a intervalos de 7 días (700 L/ha de caldo)
		1,5 kg Flonicamid 50% [WG]	No efectuar más de 3 tratamientos por período vegetativo
Moteado	Últimos de marzo-últimos julio y últimos noviembre	3,8 L Imidacloprid 20 % [SL]	Aplicar únicamente después de la floración (700 L/ha de caldo)
		3,2 L Lambda cihalotrin 10 % [CS]	Efectuar una aplicación por campaña
		12 L Dodina 40% [SC]	Dentro de las 48 horas desde el comienzo de la infección (700 L/ha de caldo)
		19,4 L Mancozeb 50% [SC]	Realizar como máximo 4 aplicaciones (700 L/ha de caldo)
Oídio	Primeros abril-últimos julio	18,9 L Ziram 76% [WG]	
		32,4 L Oxido cuproso 50% [WP]	Aplicar a caída de hojas (1.000 L/ha de caldo)
		2,3 L Bupirinato 25% [EC]	Tratar cuando se manifiesten los primeros ataques (700 L/ha de caldo)
		1,5 L Miclobutanil 24% [EC]	Tratar cada 7-10 días y luego espaciarlo un poco más. Como máximo realizar 4 aplicaciones (700 L/ha de caldo)
		2,3 L Penconazol 10% [EC]	Aplicar en las primeras fases de la enfermedad (700 L/ha de caldo)

# MEMORIA

## Anejo 4: Ingeniería de las obras



## Índice del anejo 4: Ingeniería de las obras

<b>1. Riego: Diseño hidráulico</b> .....	1
<b>1.1. Emisores o goteros</b> .....	1
1.1.1. Características .....	1
1.1.2. Tolerancia de caudales y de presiones en la subunidad de riego con emisores autocompensantes .....	2
<b>1.2. Red de distribución de tuberías</b> .....	2
1.2.1. Materiales .....	4
1.2.2. Tuberías laterales .....	4
1.2.2.1. <u>Materiales</u> .....	4
1.2.2.2. <u>Diseño de laterales alimentados por un extremo</u> .....	5
1.2.2.3. <u>Cálculo de laterales alimentados por un extremo con emisores autocompensantes</u> .....	9
1.2.2.4. <u>Cuadro resumen</u> .....	16
1.2.3. Sistema de conducción y abastecimiento de agua .....	16
1.2.3.1. <u>Materiales</u> .....	16
1.2.3.2. <u>Tuberías primarias</u> .....	17
1.2.3.2.1. Diseño .....	17
1.2.3.2.2. Cálculo .....	28
1.2.3.2.3. Cuadro resumen .....	35
1.2.3.3. <u>Tuberías secundarias</u> .....	35
1.2.3.3.1. Diseño .....	37
1.2.3.3.2. Cálculo .....	41
1.2.3.3.3. Cuadro resumen .....	43
<b>1.3. Cabezal de riego</b> .....	43
1.3.1. Filtros de arena .....	44
1.3.2. Equipo de fertirrigación .....	45
1.3.3. Filtros de malla .....	47
1.3.4. Contador.....	48
1.3.5. Dispositivos de control .....	49
<b>1.4. Dimensionamiento de la red de bombeo</b> .....	49
1.4.1. Tubería de impulsión y complementos .....	49
1.4.2. Tubería de aspiración .....	52

1.4.3. Grupo de bombeo .....	52
<b>1.5. Resumen .....</b>	<b>55</b>
<b>2. Ingeniería de las edificaciones .....</b>	<b>57</b>
<b>2.1. Emplazamiento .....</b>	<b>57</b>
<b>2.2. Descripción del edificio .....</b>	<b>57</b>
<b>2.3. Características de los materiales a utilizar .....</b>	<b>59</b>
2.3.1. Ensayos a realizar .....	61
<b>2.4. Métodos de cálculo .....</b>	<b>61</b>
<b>2.5. Cálculos .....</b>	<b>62</b>
2.5.1. Estructura .....	62
2.5.1.1. <u>Esquema estructural</u> .....	63
2.5.1.2. <u>Establecimiento de las acciones</u> .....	64
2.5.1.3. <u>Hipótesis de carga</u> .....	65
2.5.1.3.1. Datos de cargas .....	66
2.5.1.3.2. Combinación de hipótesis .....	67
2.5.1.4. <u>Esfuerzos</u> .....	67
2.5.1.5. <u>Comprobación</u> .....	69
2.5.1.5.1. Dinteles y pilares .....	69
2.5.1.5.2. Correas .....	71
2.5.2. Cimentación .....	72
2.5.2.1. <u>Datos generales</u> .....	72
2.5.2.2. <u>Placas de anclaje</u> .....	73
2.5.2.3. <u>Zapatas</u> .....	74
<b>2.6. Resumen .....</b>	<b>77</b>
<b>3. Instalación eléctrica .....</b>	<b>78</b>
<b>3.1. Necesidades de iluminación .....</b>	<b>78</b>
3.1.1. Iluminación natural .....	78
3.2.1. Iluminación artificial .....	78
3.2.1.1. <u>Necesidades de potencia para la iluminación</u> .....	81
<b>3.2. Necesidades para fuerza .....</b>	<b>81</b>

<b>3.3. Necesidades totales de potencia</b> .....	81
<b>3.4. Componentes de la instalación eléctrica</b> .....	82
3.4.1. Cálculo de las líneas de distribución .....	83
3.4.2. Puesta a tierra .....	89
<b>4. <u>Espaldera</u></b> .....	91
<b>5. <u>Torres de ventilación</u></b> .....	94
<b>6. <u>Infraestructuras</u></b> .....	95

## **1. RIEGO: DISEÑO HIDRÁULICO**

El diseño hidráulico permite determinar los componentes, dimensiones de la red y funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado (Anejo 3: Ingeniería del proceso productivo).

La instalación de riego por goteo consta de las siguientes partes:

- A. Emisores o goteros:** Elementos de aplicación del agua a la planta.
- B. Red de distribución:** Sistemas de tuberías que conducen el agua.
- C. Cabezal de riego:** Elementos que controlan las características del agua.
- D. Grupo de bombeo:** Sistema que proporciona el agua necesaria para la red.
- E. Dispositivos de control:** Elementos encargados de regular el funcionamiento del sistema (válvulas, reguladores, manómetros...).

A continuación se van a evaluar cada uno de los componentes del sistema de riego por goteo por separado.

### **1.1. EMISORES O GOTEROS**

#### **1.1.1. CARACTERÍSTICAS**

Los emisores o goteros son los dispositivos encargados de verter el agua al suelo en forma de gotas continuadas.

Los emisores elegidos, en función de la regulación del caudal, son autocompensantes (exponente de descarga 0,1). El caudal descargado, 2 L/h, se desliga de la presión de funcionamiento, manteniéndose constante para el rango dado de presiones que fija el fabricante. Son más caros, pero permiten grandes longitudes de laterales.

El intervalo de presiones de autocompensación es de 1,0 a 3,5 bar. La autorregulación se consigue mediante una pieza móvil y flexible de caucho que se deforma bajo el efecto de la presión, disminuyendo la sección de paso del agua y limitando así el caudal.

La categoría del emisor es A, según la norma UNE 68-075-86, porque tiene un coeficiente de variación (CV) menor del 5%. La posible variación entre el caudal real que al final descarga el gotero respecto al nominal que aparece en sus características técnicas es del 3,19%.

Además, los emisores elegidos tienen un sistema antidrenante que evita la descarga de la tubería después del riego, reduce el caudal máximo al comienzo del riego disminuyendo la aparición de fenómenos de cavitación y economiza el diseño de la instalación por reducción de los coeficientes de seguridad en el dimensionado de los equipos de filtración, dosificación, etc.

Los emisores se van a instalar sobre la tubería en un orificio practicado previamente en la misma. Son autolimpiantes y distribuyen el agua por una sola salida (orificio de salida de 1,5 mm, riesgo bajo de obstrucción).

### 1.1.2. TOLERANCIA DE CAUDALES Y DE PRESIONES EN LA SUBUNIDAD DE RIEGO CON EMISORES AUTOCOMPENSANTES

La uniformidad de distribución en la subunidad de riego con emisores autocompensantes no dependerá prácticamente de la variación de presiones dentro de ella y sólo del coeficiente de variación de fabricación del emisor y del número de emisores de los que recibe agua cada árbol.

Por ello, conocidos ambos parámetros, se podrá determinar el coeficiente potencial de uniformidad de distribución que puede alcanzarse en la subunidad mediante la siguiente ecuación:

$$CU_p = 100 \left( 1 - \frac{1,27 CV}{\sqrt{n}} \right)$$

donde:  $CU_p$ : Coeficiente potencial de uniformidad de distribución (%)

$CV$ : Coeficiente de variación de fabricación del emisor (‰)

$n$ : Número de emisores de los que recibe agua cada planta

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$CU_p = 100 \left( 1 - \frac{1,27 * 0,0319}{\sqrt{2}} \right) = 97,14\%$$

La uniformidad de distribución en la subunidad de riego es del 97,14%, que si se compara con la que se quería conseguir, 85%, permite determinar que la calidad del emisor elegido es suficiente.

El fabricante del emisor indica cual es la presión mínima a partir de la cual el emisor funciona como autocompensante, 1 bar, y se considera que dentro de la subunidad de riego no es conveniente sobrepasar la presión de 2,5 bar para evitar daños en las tuberías laterales que tienen esa presión de trabajo y en las conexiones de éstas con la tubería terciaria que pueden llegar a desconectarse a presiones mayores.

Por todo ello, la diferencia máxima de presiones que puede tolerarse dentro de la subunidad de riego (DH) vendrá determinada por ambos límites, tal como se muestra a continuación:

$$DH = 2,5 - 1 = 1,5 \text{ bar}$$

La diferencia de presiones máxima tolerada en la subunidad de riego será de 1,5 bar (15,3 mca). El intervalo de presiones en la subunidad € [1,0 - 2,5] bar.

En terreno horizontal o de pequeña pendiente, a nivel orientativo, la tolerancia de presiones en los laterales (Dh) será la siguiente:

$$Dh = \frac{1}{2} DH = \frac{1}{2} 1,5 = 0,75 \text{ bar}$$

La tolerancia de presiones en el lateral será de 0,75 bar (7,65 mca).

## 1.2. RED DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS

La red de distribución de la plantación en proyecto está formada por los siguientes tipos de tuberías:

**A. Tubería secundaria:** Tubería que conduce el agua desde el cabezal hasta las unidades de riego y dentro de la unidad de riego, abastece las distintas subunidades.

**B. Tubería primaria:** Dentro de una subunidad de riego es la tubería que alimenta a las tuberías laterales.

**C. Tubería lateral o portagoteros:** Tubería que lleva conectada los emisores.

Se entiende por unidad de riego la fracción de terreno que es regada a partir de la tubería secundaria, es decir, a partir de un mismo punto donde se controla o regula la presión de entrada de agua mediante un regulador de presión o válvula.

En la plantación en proyecto va haber 2 unidades de riego, cada una de ellas consta de 2 subunidades, las cuales vienen determinadas por una tubería primaria y un regulador de presión.

El conjunto de subunidades de riego que se riegan simultáneamente desde el mismo punto se llama turno, sector o unidad operacional de riego. En el diseño agronómico se determinó que habría 2 turnos de riego, por lo que se van a regar 2 subunidades a la vez.

En la Figura 4.1. se muestra el esquema de la red de distribución de la instalación de riego por goteo de la plantación en proyecto.

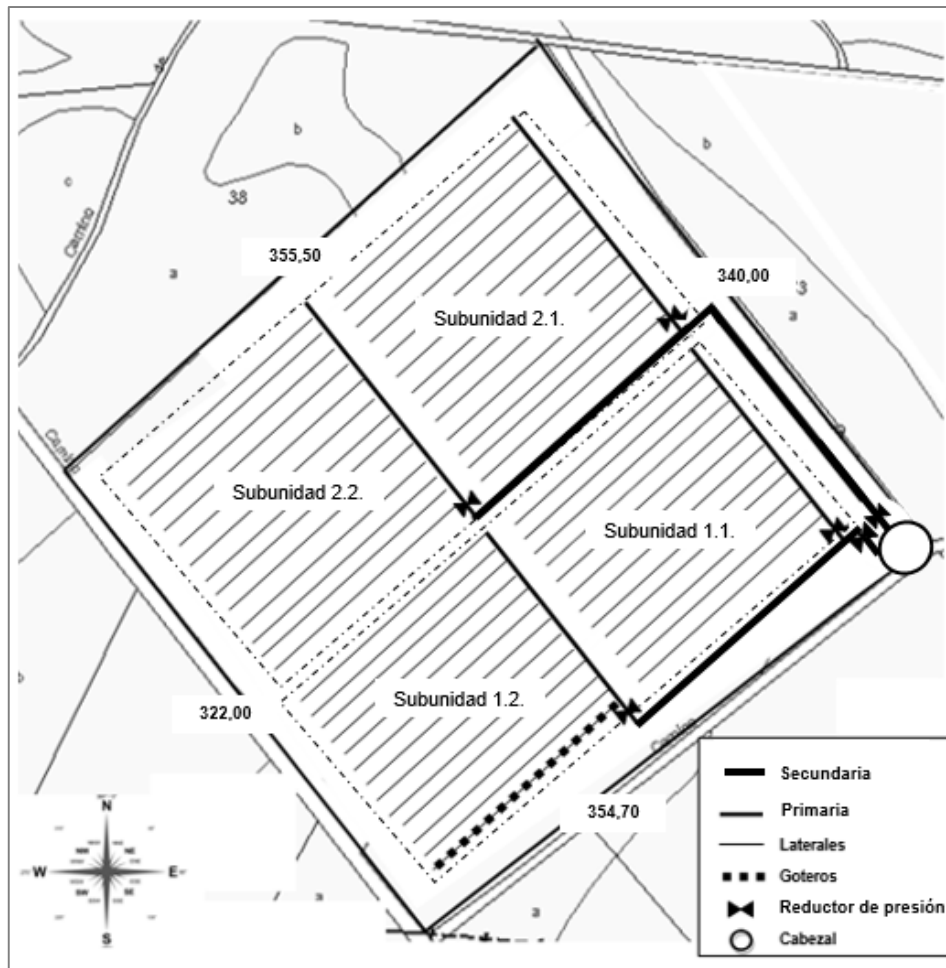


Figura 4.1. Esquema de la red de distribución del sistema de riego por goteo en proyecto.

En el trazado de la red de distribución se ha intentado que las subunidades de riego cubran aproximadamente la misma superficie. De esta forma, el caudal necesario en cada una de ellas será similar.

En la Tabla 4.1. se muestran las características principales de cada subunidad de riego de la instalación en proyecto.

**Tabla 4.1. Características principales de las subunidades de riego de la instalación en proyecto.**

Subunidad	Sector 1		Sector 2		
	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	
Nº laterales	40	39	40	40	Total: 159 laterales
Longitud lateral (m)	170,4	169,2	170,4	170,4 (23 laterales)	
				169,2 (17 laterales)	
Nº emisores/lateral	284	282	284	284 (23 laterales)	
				282 (17 laterales)	
Nº emisores	11.360	10.998	11.360	11.326	Total: 45.044 emisores
Nº árboles/lateral	142	141	142	142 (23 laterales)	
				141 (17 laterales)	
Nº árboles	5.680	5.499	5.680	5.663	Total: 22.522 árboles
Superficie regada (ha)	2,73	2,64	2,73	2,72	Total: 10,82 ha

### 1.2.1. MATERIALES

Dado que las presiones de trabajo en las instalaciones de riego por goteo no son muy elevadas, tanto para las líneas de distribución principales como para las secundarias, se van a utilizar tuberías de material plástico por su economía y facilidad de instalación. En concreto, se van a utilizar tuberías de policloruro de vinilo (PVC) para diámetros comprendidos entre 300 y 50 mm y de polietileno (PE) para diámetros menores de 50 mm.

Toda tubería de plástico deberá llevar marcado sobre su superficie la marca comercial, la normativa a la que hace referencia, la identificación del material del que está fabricada (PVC, PE, etc.), su presión nominal de diseño y su diámetro nominal.

### 1.2.2. TUBERÍAS LATERALES

#### 1.2.2.1. Materiales

Para los ramales portagoteros se van a emplear tuberías flexibles de polietileno de baja densidad polimerizado (PE-32) con objeto de proteger a la tubería de la radiación solar y los rigores de la intemperie, dado que estos ramales discurrirán aéreos sobre la superficie del terreno.

Las normas UNE que rigen las tuberías de polietileno son la UNE 53-367-90 y la UNE 53-131-90. En ellas hay que distinguir los siguientes conceptos:

- Diámetro Nominal: Diámetro que teóricamente coincide con el diámetro exterior.
- Presión Nominal: Presión a la que el fabricante recomienda que trabaje la conducción y según la cual se clasifican y timbran las conducciones. En este sentido, la norma UNE establece presiones nominales de trabajo de 4 bar, 6 bar y 10 bar.
- Espesor nominal: Espesor de la pared del tubo.

En la Tabla 4.2. se muestran las dimensiones más comunes para los tubos de polietileno de baja densidad (PE-32) empleados para los laterales de las instalaciones de riego por goteo.

Tabla 4.2. Tubos de polietileno de baja densidad empleados para ramales de riego por goteo.

Diámetro nominal (mm)	12	16	18	20
Diámetro interior (mm)	10,0	13,6	15,5	17,4
Espesor (mm)	1,0	1,2	1,25	1,3
Presión nominal (MPa)	0,5	0,5	0,4	0,4

Fuente: J. Rodrigo López, Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER)

La tubería comercial elegida tendrá el diámetro inmediatamente superior al diámetro mínimo exigido por las condiciones del proyecto.

### 1.2.2.2. Diseño de laterales alimentados por un extremo

El diseño consiste en obtener la longitud máxima del lateral que cumpla con una determinada tolerancia de presiones, en función de su diámetro interior, el caudal medio del emisor y su pérdida de carga en la conexión, la separación entre emisores y el terreno sobre el que se asienta la tubería cuya pendiente es uniforme.

La longitud máxima del lateral se va a determinar con los siguientes pasos:

#### A. Régimen hidráulico

En conducciones cerradas, según el número de Reynolds (Re), el régimen hidráulico puede ser:

- Laminar:  $Re < 2.000$
- Incertidumbre:  $2.000 < Re < 4.000$
- Turbulento:  $Re > 4.000$

El número de Reynolds se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{D_i \cdot v}{\vartheta}$$

donde: Re: Número de Reynolds, adimensional

Di: Diámetro interior de la tubería (m)

v: Velocidad media del agua en la tubería (m/s)

$\vartheta$ : Coeficiente de viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s)

La elección del diámetro de las tuberías que conforman la instalación de riego se debe realizar con el objetivo de limitar en lo posible las pérdidas de carga originadas por el rozamiento del flujo de agua con las paredes interiores de la tubería, a la vez que se garantiza que llegue el caudal previsto a todos los emisores que conforman la instalación.

La ecuación de continuidad relaciona la velocidad del agua por el interior de la tubería con el caudal del siguiente modo:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_i^2}$$

donde: v: Velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)

Q: Caudal volumétrico o flujo de agua que circula por la tubería (m<sup>3</sup>/s)

A: Área de la sección interna de la tubería ( $\frac{\pi \cdot D_i^2}{4}$ ), siendo Di el diámetro interior de la tubería (m)



Como criterio de buena práctica se recomienda que la velocidad que alcance el flujo de agua por el interior de la tubería de conducción se encuentre en el rango de 0,3 a 3 m/s.

Velocidades superiores a los 3 m/s darán lugar a problemas de arrastres, ruidos y fenómenos abrasivos en las paredes interiores que afectarían a la durabilidad de la tubería, mientras que velocidades inferiores a los 0,3 m/s podrían ocasionar problemas de sedimentación de partículas y residuos debida a la escasa velocidad de movimiento del agua.

El caudal que circula al principio del lateral se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q = N * q$$

donde: Q: Caudal que circula por el lateral (L/h)

N: Número de emisores que hay en el lateral

q: Caudal nominal de emisión de cada gotero, 2 L/h

El número de emisores que hay en un lateral varía en función de la longitud de la tubería y se calcula del siguiente modo:

$$N = \frac{\text{long}}{\text{Se}}$$

donde: N: Número de emisores que hay en la tubería lateral

long: longitud de la tubería lateral (m)

Se: Separación entre emisores (m)

Para el dimensionamiento de la red de riego se tiene en cuenta el caso más desfavorable, cuando la longitud del lateral es máxima.

Por último, la viscosidad cinemática del agua se obtiene a partir de su temperatura mediante la siguiente ecuación:

$$\nu = \frac{1,8 * 10^{-6}}{1 + 0.03620862 T + 0,00015909 T^2} = \frac{1,8 * 10^{-6}}{1 + 0.03620862 * 20 + 0,00015909 * 20^2} = 1,01 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

La viscosidad cinemática del agua a 20 °C de temperatura es de 1,01\*10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s.

## B. Gradiente de pérdida de carga del lateral

Para el cálculo del gradiente de pérdida de carga de una tubería se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach que es la siguiente:

$$J = 100 f \frac{v^2}{D_i * 2g}$$

donde: J: Gradiente de pérdida de carga del lateral debido al rozamiento (m/100m)

f: Factor de rozamiento del diagrama de Moody o coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach

D<sub>i</sub>: Diámetro interior de la tubería (m)

v: Velocidad media del agua en la tubería (m/s)

g: Aceleración debida a la gravedad, 9,80665 m/s<sup>2</sup>

El coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach se va a calcular mediante las siguientes fórmulas:

- Si  $Re \leq 2.100$  aplicar ecuación de Poiseuille:  $f = \frac{64}{Re}$
- Si  $Re > 2.100$  aplicar ecuación de Colebrook-White:  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log\left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 * D_i}\right)$

En donde k es la rugosidad absoluta, en mm (se toma 0,002 para el PE y 0,02 para el PVC).

- Si las tuberías son suficientemente lisas en su interior, rugosidad absoluta despreciable, y  $3.000 < Re < 10^5$  aplicar ecuación de Blasius:  $f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$

En el diseño de laterales se va a aplicar la aproximación de Blasius para la determinación del coeficiente de fricción de la ecuación de Darcy-Weisbach.

Mientras que, en el cálculo de laterales se va a utilizar Darcy-Weisbach con Colebrook-White para obtener resultados más complejos y exactos del lateral dimensionado.

### C. Gradiente de pérdida de carga del lateral con emisores

El gradiente de pérdida de carga del lateral con emisores se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$J_e = J \frac{S_e + f_e}{S_e}$$

donde:  $J_e$ : Gradiente de pérdida de carga del lateral con emisores (m/100m)

$J$ : Gradiente de pérdida de carga del lateral (m/100m)

$S_e$ : Separación constante entre emisores en la tubería (m)

$f_e$ : Pérdida de carga en la conexión del emisor (m)

La conexión del emisor al lateral produce una pérdida de carga que es expresada en forma de longitud equivalente de tubería. Para una conexión en derivación (el emisor va anclado en la tubería) la longitud equivalente, en función del diámetro nominal del lateral, es la que se muestra en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Pérdida de carga en la conexión del emisor expresada en longitud equivalente (m).

Diámetro nominal (mm)	12	16	18	20
Longitud equivalente (m)	0,25	0,16	0,14	0,12

Fuente: Jose Luis Fuentes Yagüe, MAGRAMA

### D. Pérdida de carga

La pérdida de carga en el lateral se calcula del siguiente modo:

$$h_f = J_e F \frac{\text{long}}{100} = J * F \frac{(S_e + f_e) * N}{100}$$

donde:  $h_f$ : Pérdida de carga en el lateral (mca)

$J$ : Gradiente de pérdida de carga del lateral (m/100m)

$S_e$ : Separación constante entre emisores en la tubería (m)

$f_e$ : Pérdida de carga en la conexión del emisor (m)

$N$ : Número de emisores que hay en el lateral

$J_e$ : Gradiente de pérdida de carga del lateral con emisores (m/100m)

long: Longitud de la tubería lateral (m)

$F$ : Coeficiente de Christiansen

El coeficiente de reducción de Christiansen se utiliza para compensar la descarga a lo largo de la tubería. El valor del coeficiente, considerando que la distancia desde la toma al primer emisor es igual a la separación entre emisores, se determina con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^N i^m}{N^{2,75}}$$

donde: F: Coeficiente de reducción de Christiansen

N: Número de emisores

m: Exponente del caudal de la fórmula de Darcy-Weisbach

Para riego localizado el exponente del caudal de la fórmula de Darcy-Weisbach es 1,75.

En la Tabla 4.4. se muestra el valor del factor de Christiansen en función del número de emisores.

**Tabla 4.4. Factor de Christiansen (F) en función del número de emisores (N) y del exponente del caudal de la fórmula de Darcy-Weisbach (m=1,75), considerando además, que la distancia desde la toma al primer emisor es igual a la separación entre emisores.**

N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F
1	1,000	9	0,421	17	0,394	25	0,384	33	0,379	49-50	0,374	99-103	0,369
2	0,649	10	0,415	18	0,392	26	0,383	34-36	0,378	51-56	0,373	104-129	0,368
3	0,546	11	0,410	19	0,390	27	0,382	37-38	0,377	57-63	0,372	130-175	0,367
4	0,498	12	0,406	20	0,389	28	0,382	39	0,377	64	0,371	176-210	0,366
5	0,469	13	0,403	21	0,388	29	0,381	40-42	0,376	65-73	0,371	211-269	0,366
6	0,451	14	0,400	22	0,387	30-31	0,380	43-46	0,375	74-85	0,370	270-350	0,365
7	0,438	15	0,398	23	0,386	32	0,379	47-48	0,374	86-98	0,369	351-1.000	0,364
8	0,428	16	0,395	24	0,385								

## E. Diferencia máxima de presiones

La ecuación de Bernoulli para una línea de corriente permite determinar la diferencia máxima de presiones que se produce en el lateral según la siguiente expresión:

$$Dh_l = h_f + DE_l$$

donde: Dh<sub>l</sub>: Diferencia máxima de presiones en el lateral (mca)

h<sub>f</sub>: Pérdida de carga en el lateral (mca)

DE<sub>l</sub>: Desnivel entre los extremos del lateral (mca)

La pendiente del terreno es uniforme, por lo que el desnivel o diferencia de cota entre los extremos de la tubería, se determina en función de su longitud con la siguiente expresión:

$$DE_l = s * \text{long}$$

donde: DE<sub>l</sub>: Desnivel entre los extremos del lateral (m)

s: Pendiente del lateral (‰)

long: Longitud de la tubería lateral (m)

En el sentido de los laterales, la pendiente es uniforme y positiva (1%), el agua circula en contrapendiente.

## F. Longitud máxima del lateral

La longitud máxima para un lateral se va a obtener por tanteos sucesivos, hasta encontrar la longitud del lateral en el que la diferencia máxima de presiones que se produzca en él (Dh<sub>l</sub>) sea lo más próxima posible a la tolerada (Dh), 7,65 mca. El

resultado incluye el número de emisores que pueden disponerse sobre el lateral sin sobrepasar esa tolerancia.

En la Tabla 4.5. se muestran los resultados obtenidos del diseño de laterales alimentados por un extremo, en función del diámetro del tubo elegido para la instalación del proyecto.

**Tabla 4.5. Resultados obtenidos en el diseño de laterales alimentados por un extremo, en función del diámetro del tubo elegido.**

Parámetro	Variable	Und.	Resultados			
Diámetro nominal	-	mm	12,0	16,0	18,0	20,0
Diámetro interior	Di	mm	10,0	13,6	15,5	17,4
Longitud máxima tubería	long	m	83,4	142,8	177,0	214,2
Velocidad	v	m/s	0,98322387	0,91019984	0,86855282	0,83407928
Caudal nominal emisor	q	L/h	2	2	2	2
Caudal a la entrada del lateral	Q	L/h	278	476	590	714
Separación emisores	Se	m	0,6	0,6	0,6	0,6
Número de emisores en el lateral	N	-	139	238	295	357
Número de Reynolds	Re	-	9.735	12.256	13.329	14.369
Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach con Blasius	f	-	0,03181298	0,03003299	0,02940935	0,02886212
Gradiente de pérdida de carga del lateral	J	m/100m	15,6804484	9,3278690	7,2978602	5,8835985
Pérdida de carga en la conexión con el emisor	fe	m	0,25	0,16	0,14	0,12
Gradiente de pérdida de carga del lateral con emisores	Je	m/100m	22,2139686	11,8153007	9,0006943	7,0603182
Coeficiente de Christiansen	F	-	0,367	0,367	0,365	0,364
Pérdida de carga en el lateral	h <sub>f</sub>	mca	6,799	6,192	5,815	5,505
Desnivel entre los extremos del lateral	DE <sub>i</sub>	m	0,834	1,428	1,770	2,142
Diferencia máxima de presiones	Dh <sub>i</sub>	mca	7,633	7,620	7,585	7,647
Diferencia máxima de presiones tolerada	Dh	mca	7,650	7,650	7,650	7,650

La tubería comercial elegida debe tener una longitud máxima efectiva inmediatamente superior a la longitud exigida por las condiciones del proyecto.

Por las dimensiones y la topografía de la parcela y por la distribución de las subunidades de riego (ver Figura 4.1.) los laterales de la instalación del proyecto van a tener una longitud de 170,4 o 169,2 m (número par de emisores).

En consecuencia, el tubo de polietileno de baja densidad que se va a utilizar para las tuberías portagoteros tendrá un diámetro nominal de 18 mm.

### **1.2.2.3. Cálculo de laterales alimentados por un extremo con emisores autocompensantes**

Definido un lateral alimentado por un extremo los cálculos se realizan para cada uno de los tramos delimitados por los emisores. Procediendo de este modo, se determina el caudal y la presión en los puntos de conexión de cada emisor, comenzando por el más alejado de la toma. Por último, se obtienen el caudal y la presión a la entrada del lateral, para que el caudal medio de los emisores sea el requerido.

## A. Caudal en cada tramo

Partiendo del final cerrado del lateral, se determina el caudal que pasa por cada tramo en función del requerido para cada emisor, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$qt_{(i)} = \sum_{i=1}^N q_{(i)}$$

donde:  $qt_{(i)}$ : Caudal que circula por el tramo  $i$ , igual al acumulado (L/h)  
 $q_{(i)}$ : Caudal proporcionado por el emisor o caudal nominal, 2 L/h  
 $N$ : Número de emisores dispuestos después de ese tramo hasta el final cerrado del lateral, en el sentido de circulación del agua

## B. Presión en cada emisor

El cálculo del lateral se hace partiendo del emisor más alejado de la toma o del punto de alimentación del lateral, al que se da el número 1. El número de tramos en que se divide el lateral es igual al número de emisores, teniendo todos los tramos igual longitud por ser la separación entre emisores constante.

La presión de trabajo para un emisor  $i$  se calcula en función de la presión determinada para el emisor contiguo  $i-1$ , corregida por las pérdidas de carga producidas en el tramo  $i-1$  y en la conexión del emisor y el desnivel, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$h_{(i)} = h_{(i-1)} + h_{f(i-1)} + DE_{(i-1)}$$

donde:  $h_{(i)}$ : Presión de trabajo para el emisor  $i$  (mca)  
 $h_{(i-1)}$ : Presión de trabajo para el emisor  $i-1$  (mca)  
 $h_{f(i-1)}$ : Pérdida de carga en el tramo  $i-1$  (mca)  
 $DE_{(i-1)}$ : Desnivel entre los extremos del tramo  $i-1$

Excepto para el emisor 1, para el cual la presión de trabajo se hará igual a la mínima dada por el fabricante para que el emisor funcione como autocompensante.

$$h_{(1)} = h_{\min} = 10,2 \text{ mca}$$

La pérdida de carga del tramo  $i$  entre dos emisores contiguos se calculada de la siguiente forma:

$$h_{f(i)} = J_{(i)} \frac{(Se_{(i)} + fe)}{100}$$

donde:  $h_{f(i)}$ : Pérdidas de carga en el tramo  $i$  (mca)  
 $J_{(i)}$ : Gradiente de pérdida de carga para el caudal nominal del emisor y el diámetro interior del tramo (m/100m)  
 $fe$ : Pérdida de carga en la conexión del emisor, 0,14 m  
 $Se_{(i)}$ : Separación entre los emisores que delimitan el tramo o longitud del tramo, 0,6 m

Las pérdidas de carga para cada tramo son calculadas en función del caudal que circula por él (caudal proporcionado por el emisor o caudal nominal, 2L/h), utilizando Darcy-Weisbach con Colebrook-White.

Los efectos del desnivel del terreno se consideran por separado para cada tramo mediante la siguiente ecuación:

$$DEI_{(i)} = s_{(i)} * Se_{(i)}$$

donde:  $DEI_{(i)}$ : Desnivel entre los extremos del tramo  $i$  (m)

$s_{(i)}$ : Pendiente del terreno en el tramo  $i$  (‰)

$Se_{(i)}$ : Separación entre los emisores que delimitan el tramo o longitud del tramo (m)

Como la pendiente del terreno es uniforme (1‰), el desnivel o diferencia de cota entre los extremos de cada tramo de la tubería es constante.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$DEI_{(i)} = 0,01 * 0,60 \text{ m} = 6 * 10^{-3} \text{ m}$$

El desnivel entre los extremos del tramo  $i$  es igual a 6 mm.

En la Tabla 4.6. se muestra el cálculo por tramos del lateral de máxima longitud de la plantación en proyecto (170,4 m).

Los emisores se han ordenado partiendo del final cerrado del lateral, correspondiendo al ordinal superior el emisor más próximo a la entrada del agua en el lateral. Procediendo de este modo, se determina la presión de trabajo en cada emisor y las pérdidas de carga en el tramo y en la conexión del emisor.

**Tabla 4.6. Cálculo de laterales alimentados por un extremo con emisores autocompensantes. Emisor (i), caudal (qt) y presión de trabajo en cada emisor (h) y pérdida de carga en el tramo (i-1) y en la conexión del emisor (h<sub>f</sub>).**

i	qt <sub>(i)</sub> (L/h)	h <sub>(i)</sub> (mca)	h <sub>f(i-1)</sub> (mca)	i	qt <sub>(i)</sub> (L/h)	h <sub>(i)</sub> (mca)	h <sub>f(i-1)</sub> (mca)	i	qt <sub>(i)</sub> (L/h)	h <sub>(i)</sub> (mca)	h <sub>f(i-1)</sub> (mca)	i	qt <sub>(i)</sub> (L/h)	h <sub>(i)</sub> (mca)	h <sub>f(i-1)</sub> (mca)
1	2	10,2000	0,0000	73	146	10,7524	0,0048	145	290	11,8763	0,0154	217	434	13,9455	0,0310
2	4	10,2060	0,0001	74	148	10,7632	0,0049	146	292	11,8977	0,0156	218	436	13,9825	0,0313
3	6	10,2121	0,0001	75	150	10,7741	0,0050	147	294	11,9193	0,0158	219	438	14,0198	0,0315
4	8	10,2182	0,0001	76	152	10,7851	0,0051	148	296	11,9411	0,0160	220	440	14,0573	0,0318
5	10	10,2243	0,0001	77	154	10,7962	0,0052	149	298	11,9631	0,0162	221	442	14,0951	0,0320
6	12	10,2304	0,0002	78	156	10,8074	0,0053	150	300	11,9853	0,0164	222	444	14,1331	0,0323
7	14	10,2366	0,0002	79	158	10,8187	0,0055	151	302	12,0077	0,0166	223	446	14,1714	0,0326
8	16	10,2428	0,0002	80	160	10,8302	0,0056	152	304	12,0303	0,0167	224	448	14,2100	0,0328
9	18	10,2490	0,0003	81	162	10,8418	0,0057	153	306	12,0530	0,0169	225	450	14,2488	0,0331
10	20	10,2553	0,0003	82	164	10,8535	0,0058	154	308	12,0759	0,0171	226	452	14,2879	0,0333
11	22	10,2616	0,0003	83	166	10,8653	0,0059	155	310	12,0990	0,0173	227	454	14,3272	0,0336
12	24	10,2679	0,0004	84	168	10,8772	0,0061	156	312	12,1223	0,0175	228	456	14,3668	0,0338
13	26	10,2743	0,0004	85	170	10,8893	0,0062	157	314	12,1458	0,0177	229	458	14,4066	0,0341
14	28	10,2807	0,0004	86	172	10,9015	0,0063	158	316	12,1695	0,0179	230	460	14,4467	0,0343
15	30	10,2871	0,0004	87	174	10,9138	0,0064	159	318	12,1934	0,0181	231	462	14,4870	0,0346
16	32	10,2935	0,0005	88	176	10,9262	0,0066	160	320	12,2175	0,0183	232	464	14,5276	0,0349
17	34	10,3000	0,0005	89	178	10,9388	0,0067	161	322	12,2418	0,0185	233	466	14,5685	0,0351
18	36	10,3065	0,0005	90	180	10,9515	0,0068	162	324	12,2663	0,0187	234	468	14,6096	0,0354
19	38	10,3130	0,0006	91	182	10,9643	0,0069	163	326	12,2910	0,0189	235	470	14,6510	0,0357
20	40	10,3196	0,0006	92	184	10,9772	0,0071	164	328	12,3159	0,0191	236	472	14,6927	0,0359
21	42	10,3262	0,0006	93	186	10,9903	0,0072	165	330	12,3410	0,0193	237	474	14,7346	0,0362
22	44	10,3328	0,0007	94	188	11,0035	0,0073	166	332	12,3663	0,0195	238	476	14,7768	0,0365
23	46	10,3395	0,0007	95	190	11,0168	0,0075	167	334	12,3918	0,0197	239	478	14,8193	0,0367

**Tabla 4.6. (Cont.) Cálculo de laterales alimentados por un extremo con emisores autocompensantes. Emisor (i), caudal (qt) y presión de trabajo en cada emisor (h) y pérdida de carga en el tramo (i-1) y en la conexión del emisor (h<sub>f</sub>).**

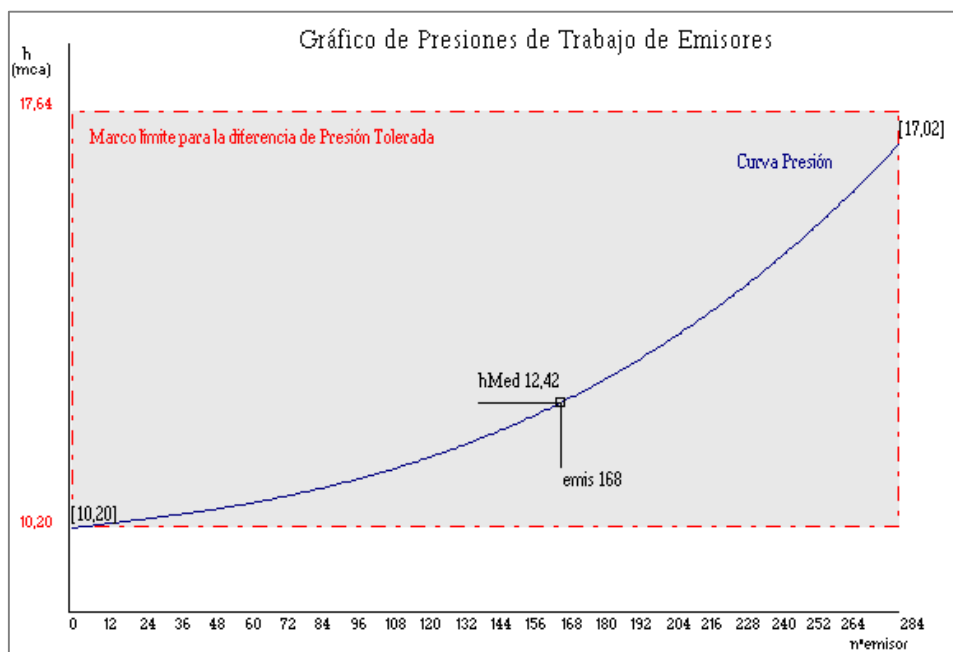
i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)
24	48	10,3462	0,0007	96	192	11,0303	0,0076	168	336	12,4175	0,0199	240	480	14,8620	0,0370
25	50	10,3529	0,0007	97	194	11,0439	0,0077	169	338	12,4434	0,0201	241	482	14,9050	0,0373
26	52	10,3596	0,0008	98	196	11,0576	0,0079	170	340	12,4695	0,0203	242	484	14,9483	0,0375
27	54	10,3664	0,0008	99	198	11,0715	0,0080	171	342	12,4958	0,0205	243	486	14,9918	0,0378
28	56	10,3732	0,0008	100	200	11,0855	0,0082	172	344	12,5223	0,0207	244	488	15,0356	0,0381
29	58	10,3800	0,0009	101	202	11,0997	0,0083	173	346	12,5490	0,0209	245	490	15,0797	0,0383
30	60	10,3869	0,0009	102	204	11,1140	0,0084	174	348	12,5759	0,0212	246	492	15,1240	0,0386
31	62	10,3938	0,0009	103	206	11,1284	0,0086	175	350	12,6031	0,0214	247	494	15,1686	0,0389
32	64	10,4007	0,0010	104	208	11,1430	0,0087	176	352	12,6305	0,0216	248	496	15,2135	0,0392
33	66	10,4077	0,0010	105	210	11,1577	0,0089	177	354	12,6581	0,0218	249	498	15,2587	0,0394
34	68	10,4147	0,0010	106	212	11,1726	0,0090	178	356	12,6859	0,0220	250	500	15,3041	0,0397
35	70	10,4217	0,0010	107	214	11,1876	0,0092	179	358	12,7139	0,0222	251	502	15,3498	0,0400
36	72	10,4287	0,0011	108	216	11,2028	0,0093	180	360	12,7421	0,0224	252	504	15,3958	0,0403
37	74	10,4358	0,0011	109	218	11,2181	0,0095	181	362	12,7705	0,0227	253	506	15,4421	0,0406
38	76	10,4429	0,0011	110	220	11,2336	0,0096	182	364	12,7992	0,0229	254	508	15,4887	0,0408
39	78	10,4500	0,0012	111	222	11,2492	0,0098	183	366	12,8281	0,0231	255	510	15,5355	0,0411
40	80	10,4572	0,0012	112	224	11,2650	0,0099	184	368	12,8572	0,0233	256	512	15,5826	0,0414
41	82	10,4644	0,0012	113	226	11,2809	0,0101	185	370	12,8865	0,0235	257	514	15,6300	0,0417
42	84	10,4716	0,0013	114	228	11,2970	0,0102	186	372	12,9160	0,0238	258	516	15,6777	0,0420
43	86	10,4789	0,0013	115	230	11,3132	0,0104	187	374	12,9458	0,0240	259	518	15,7257	0,0422
44	88	10,4862	0,0013	116	232	11,3296	0,0105	188	376	12,9758	0,0242	260	520	15,7739	0,0425
45	90	10,4935	0,0013	117	234	11,3461	0,0107	189	378	13,0060	0,0244	261	522	15,8224	0,0428
46	92	10,5008	0,0014	118	236	11,3628	0,0108	190	380	13,0364	0,0246	262	524	15,8712	0,0431
47	94	10,5082	0,0023	119	238	11,3796	0,0111	191	382	13,0670	0,0249	263	526	15,9203	0,0434
48	96	10,5165	0,0023	120	240	11,3967	0,0112	192	384	13,0979	0,0251	264	528	15,9697	0,0437
49	98	10,5248	0,0024	121	242	11,4139	0,0114	193	386	13,1290	0,0253	265	530	16,0194	0,0440
50	100	10,5332	0,0025	122	244	11,4313	0,0116	194	388	13,1603	0,0256	266	532	16,0694	0,0443
51	102	10,5417	0,0026	123	246	11,4489	0,0117	195	390	13,1919	0,0258	267	534	16,1197	0,0446
52	104	10,5503	0,0027	124	248	11,4666	0,0119	196	392	13,2237	0,0260	268	536	16,1703	0,0448
53	106	10,5590	0,0028	125	250	11,4845	0,0120	197	394	13,2557	0,0262	269	538	16,2211	0,0451
54	108	10,5678	0,0029	126	252	11,5025	0,0121	198	396	13,2879	0,0265	270	540	16,2722	0,0454
55	110	10,5767	0,0030	127	254	11,5206	0,0123	199	398	13,3204	0,0267	271	542	16,3236	0,0457
56	112	10,5857	0,0030	128	256	11,5389	0,0125	200	400	13,3531	0,0269	272	544	16,3753	0,0460
57	114	10,5947	0,0031	129	258	11,5574	0,0126	201	402	13,3860	0,0272	273	546	16,4273	0,0463
58	116	10,6038	0,0032	130	260	11,5760	0,0128	202	404	13,4192	0,0274	274	548	16,4796	0,0466
59	118	10,6130	0,0033	131	262	11,5948	0,0130	203	406	13,4526	0,0276	275	550	16,5322	0,0469
60	120	10,6223	0,0034	132	264	11,6138	0,0131	204	408	13,4862	0,0279	276	552	16,5851	0,0472
61	122	10,6317	0,0035	133	266	11,6329	0,0133	205	410	13,5201	0,0281	277	554	16,6383	0,0475
62	124	10,6412	0,0036	134	268	11,6522	0,0135	206	412	13,5542	0,0284	278	556	16,6918	0,0478
63	126	10,6508	0,0037	135	270	11,6717	0,0137	207	414	13,5886	0,0286	279	558	16,7456	0,0481

**Tabla 4.6. (Cont.) Cálculo de laterales alimentados por un extremo con emisores autocompensantes. Emisor (i), caudal (qt) y presión de trabajo en cada emisor (h) y pérdida de carga en el tramo (i-1) y en la conexión del emisor (h<sub>f</sub>).**

i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f<sup>(i-1)</sup></sub> (mca)	i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f<sup>(i-1)</sup></sub> (mca)	i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f<sup>(i-1)</sup></sub> (mca)	i	qt <sup>(i)</sup> (L/h)	h <sup>(i)</sup> (mca)	h <sub>f<sup>(i-1)</sup></sub> (mca)
64	128	10,6605	0,0038	136	272	11,6914	0,0138	208	416	13,6232	0,0288	280	560	16,7997	0,0484
65	130	10,6703	0,0039	137	274	11,7112	0,0140	209	418	13,6580	0,0291	281	562	16,8541	0,0487
66	132	10,6802	0,0040	138	276	11,7312	0,0142	210	420	13,6931	0,0293	282	564	16,9088	0,0490
67	134	10,6902	0,0041	139	278	11,7514	0,0144	211	422	13,7284	0,0296	283	566	16,9638	0,0493
68	136	10,7003	0,0042	140	280	11,7718	0,0145	212	424	13,7640	0,0298	284	568	17,0191	0,0496
69	138	10,7105	0,0043	141	282	11,7923	0,0147	213	426	13,7998	0,0301	<b>Total</b>		<b>5,1707</b>	
70	140	10,7208	0,0044	142	284	11,8130	0,0149	214	428	13,8359	0,0303				
71	142	10,7312	0,0045	143	286	11,8339	0,0151	215	430	13,8722	0,0305				
72	144	10,7417	0,0047	144	288	11,8550	0,0153	216	432	13,9087	0,0308				

En la Figura 4.2. se muestra un gráfico de presiones de trabajo de los emisores a lo largo del lateral de máxima longitud de la instalación en proyecto (170,4 m). En él se indican la presión de trabajo del emisor más próximo a la entrada, la del emisor con presión más próxima a la media obtenida para todos los emisores del lateral y la presión mínima de trabajo o presión del final cerrado del lateral.

En el gráfico de presiones puede verse un recuadro que define gráficamente los límites de tolerancia, de tal modo que la curva de presión de los laterales del proyecto estará dentro de ese marco siempre que no se supere la tolerancia de presiones calculada para el lateral (7,65 mca).



**Figura 4.2. Curva de presión de trabajo de los emisores del lateral de máxima longitud del proyecto (170,4 m). Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.**



### C. Caudal de entrada

El caudal requerido a la entrada del lateral será el acumulado calculado para el tramo N, delimitado por la toma y el emisor más cercano a ella, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$q_l = \sum_{i=1}^N q_{(i)}$$

donde:  $q_l$ : Caudal de entrada (L/h)

$q_{(i)}$ : Caudal proporcionado por el emisor o caudal nominal, 2 L/h

N: Emisor más próximo a la toma

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$q_{l(170,4\text{ m})} = \sum_{i=1}^{284} 2 = 568 \text{ L}$$

$$q_{l(169,2\text{ m})} = \sum_{i=1}^{282} 2 = 564 \text{ L}$$

Los laterales con una longitud de 170,4 m requieren un caudal a la entrada de 568 L y los laterales de 169,2 m, de 564 L.

### D. Presión de entrada

La presión requerida a la entrada del lateral será la calculada para el emisor más próximo a la toma, el N, corregida en la cantidad que corresponda a la pérdida de carga y al desnivel del tramo que va desde la toma a ese emisor, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$h_l = h_{(N)} + h_{f(N)} + DE_{l(N)}$$

donde:  $h_l$ : Presión requerida a la entrada del lateral (mca)

$h_{(N)}$ : Presión de trabajo para el emisor N (mca)

$h_{f(N)}$ : Pérdida de carga desde la toma al emisor más próximo (mca)

$DE_{l(N)}$ : Diferencia de cota entre la toma y el emisor más próximo a ésta

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$h_{l(170,4\text{ m})} = 17,0191 + 0,0496 + 0,006 = 17,0747 \text{ mca}$$

$$h_{l(169,2\text{ m})} = 16,9088 + 0,0490 + 0,006 = 16,9638 \text{ mca}$$

Los laterales con una longitud de 170,4 m requieren una presión a la entrada de 17,0747 mca y los laterales de 169,2 m, de 16,9638 mca.

Por último, se va a calcular la diferencia máxima de presiones que se produce en el lateral ( $Dh_l$ ) para poderla comparar con la tolerada ( $Dh$ ).

### E. Diferencia máxima de presiones

La diferencia máxima de presiones en el lateral se calcula aplicando Bernoulli o directamente obteniendo la diferencia entre la presión de entrada y la mínima de la manera siguiente:

$$Dh_l = h_f + DE_l = h_l - h_{\min}$$

donde:  $Dh_l$ : Diferencia máxima de presiones en el lateral (mca)

$h_f$ : Pérdida de carga en el lateral (mca)

$DE_l$ : Desnivel entre los extremos del lateral (m)

$h_l$ : Presión requerida a la entrada del lateral (mca)

$h_{\min}$ : Presión mínima en el lateral, 10,2 mca

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Dh_{l(170,4\text{ m})} = 5,1707 + 1,704 = 17,0747 - 10,2000 = 6,8747 \text{ mca}$$

$$Dh_{l(169,2\text{ m})} = 5,0718 + 1,692 = 16,9638 - 10,2000 = 6,7638 \text{ mca}$$

Los laterales con una longitud de 170,4 m tendrán una diferencia máxima de presiones de 6,8747 mca y los laterales de 169,2 m, de 6,7638 mca.

Por consiguiente, como la diferencia máxima de presiones en los laterales es menor a la tolerada (7,65 mca), el diseño de la tubería es correcto.

En la Figura 4.3. se muestra la curva de fricción adimensionada y transformada, mediante el cambio adecuado de escala, en la línea de niveles piezométricos de la tubería del lateral de máxima longitud del proyecto (170,4 m). Sobre el mismo gráfico se pueden leer las diferencias de presión que se producen en el lateral, desde el punto de presión mínima a la toma ( $Dh_l$ ) y al final cerrado ( $Dh_c = h_{(1)} - h_{\min}$ ).

La rasante de la tubería coincide con la del terreno porque el lateral se coloca sobre este. El punto de cabecera del perfil del terreno coincide con el punto de alimentación del lateral.

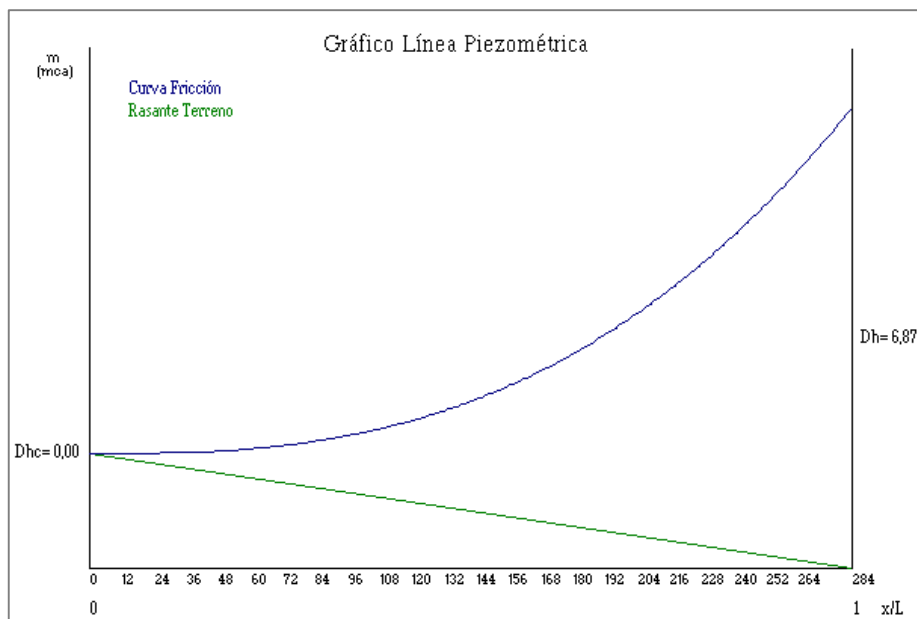


Figura 4.3. Curva de fricción y rasante del terreno del lateral de máxima longitud del proyecto (170,4 m). Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

En la Figura 4.4. se muestran las ordenadas absolutas que definen la línea piezométrica del lateral de máxima longitud del proyecto (170,4 m). Por tanto, la presión media de la tubería ( $h_a$ ) será la distancia vertical entre el punto de cota media del terreno ( $Y_{\text{terr}}$ ) y la ordenada media de la línea piezométrica ( $Y_{\text{fric}}$ ).



En la Tabla 4.8. se muestran las características principales de los tubos de PVC con diámetros comerciales más comunes.

**Tabla 4.8. Características de los tubos de PVC más comunes para riego y uso agrícola.**

Diámetro nominal (mm)	32	40	50	63	75	90	110
Diámetro interior (mm)	28,4	36,4	46,4	59,2	70,6	84,6	103,6
Espesor (mm)	1,8	1,8	1,8	1,9	2,2	2,7	3,2
Presión nominal (MPa)	1,0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63

Fuente: J. Rodrigo López, Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER)

La tubería comercial elegida tendrá el diámetro inmediatamente superior al diámetro mínimo exigido por las condiciones del proyecto.

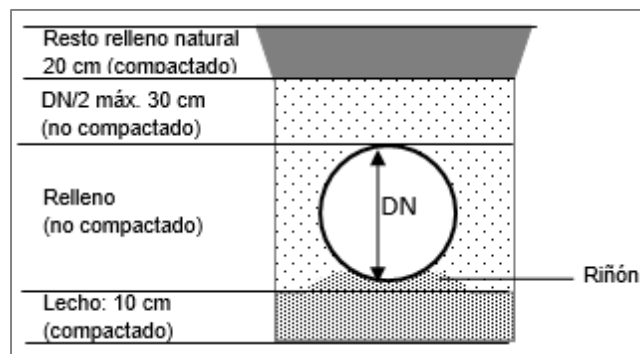
La norma UNE que rige los tubos de policloruro de vinilo es la UNE 53-112-88.

Las tuberías de PVC deben ser enterradas para protegerlas del sol y las inclemencias atmosféricas. Las profundidades mínimas recomendadas, según el diámetro de la tubería son las siguientes:

- 50 cm para diámetros comprendidos entre 50 y 75 mm
- 65 cm para diámetros comprendidos entre 75 y 100 mm
- 80 cm para diámetros mayores de 110 mm

El fondo de la zanja se rellena con una cama de 10 cm de árido 6/12 mm machaqueo compactado y se recubre la tubería con una capa de máximo 30 cm de árido no compactado. Luego, se alcanza el nivel del suelo rellenando la zanja con una capa de 20 cm de tierra compactada.

En la Figura 4.5. se muestra el esquema de la zanja donde se van a colocar las tuberías de PVC de la instalación de riego en proyecto.



**Figura 4.5. Detalle de la zanja de las tuberías de conducción y abastecimiento de la instalación de riego en proyecto.**

### 1.2.3.2. Tuberías primarias

#### 1.2.3.2.1. Diseño

El diseño de las tuberías primarias consiste en definir los diámetros y longitudes de cada uno de los tramos que las conforman, según los laterales que van a alimentar, su material y tolerancia de presiones.

El proceso que se detalla a continuación permite el diseño y cálculo de primarias con hasta 4 diámetros distintos en la misma tubería, número máximo recomendado.

La tubería primaria se divide en N tramos, tantos como laterales, delimitado cada uno de ellos por los puntos donde se conectan a la primaria dos laterales adyacentes, excepto el tramo N que queda delimitado por la conexión del lateral N y la toma. Todos los tramos tienen igual longitud por ser la separación entre laterales constante (4 m). El lateral 1 corresponde al más alejado de la toma y está situado en el final cerrado de la primaria.

A efectos de cálculo, se consideran N+1 puntos definidos a lo largo de la primaria, el primero identificado con índice 0, es el del punto de conexión de lateral 1 y el de índice N-1 el del lateral más próximo a la toma, correspondiendo la posición con índice N al punto de alimentación de la primaria. De este modo, el punto de conexión de un lateral i ( $1 \leq i \leq N$ ), queda definido por el punto de índice i-1.

A continuación, se muestra el proceso del diseño de la tubería primaria de cada subunidad de riego de la instalación en proyecto (ver Figura 4.1. y Tabla 4.1.):

a) Sector 1:

a. *Subunidad 1.1.*

La subunidad de riego 1.1. de la plantación en proyecto es rectangular, tiene 40 laterales iguales de 170,4 m de longitud (284 emisores).

El diseño de la tubería primaria requiere los siguientes pasos:

**A. Determinación de la curvas de fricción de cada diámetro comercial**

Los puntos de la curva de fricción que corresponde a cada uno de los diámetros comerciales, de PVC y presión nominal 0,63 MPa, seleccionados para la tubería primaria, vendrán definidos por la abscisa  $LX_{(i)}$  y la ordenada  $Yf_{(i)}$ .

Al final cerrado de la tubería le corresponde el origen de referencia,  $LX_{(0)} = 0$ ;  $Yf_{(0)} = 0$ . Para los restantes puntos, la abscisa será igual a la distancia desde cualquier punto de la tubería hasta su final cerrado y la ordenada de fricción se calculará acumulando las pérdidas de carga, calculadas para los tramos comprendidos entre el origen y el punto.

La ordenada de la curva de fricción se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Yf_{(i)} = \sum_{i=1}^i H_{f(i)}$$

donde:  $Yf_{(i)}$ : Ordenada de la curva de fricción en el punto i, donde se localiza la conexión del lateral i+1

$H_{f(i)}$ : Pérdidas de carga en el tramo i de la primaria (mca)

A cada serie de N+1 puntos que configuran una curva de fricción, obtenida para cada uno de los diámetros comerciales, se ajusta por mínimo cuadrados una curva potencial del siguiente tipo:

$$Yf_{\text{ajustada}} = K_d * LX^B$$

donde:  $Yf_{\text{ajustada}}$ : Ordenadas de la curva de fricción ajustada

$K_d$  y  $B$ : Parámetros del ajuste

$LX$ : Abscisa desde el final cerrado de la primaria

También se obtiene el coeficiente de determinación,  $R^2$ , para poder juzgar la bondad del ajuste que suele dar un valor superior a 0,95.

En la Tabla 4.9. se muestran los puntos definidos de la curva de fricción ajustada de cada diámetro comercial considerado.

**Tabla 4.9. Ordenadas ( $Y_f$  ajustada) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción ajustada que corresponde a cada uno de los diámetros comerciales seleccionados para la tubería primaria. Parámetros del ajuste ( $K_d$  y B).**

Diámetro interior (mm)		28,4	36,4	46,4	59,2	70,6	84,6	103,6
i	LX (i)	Kd:	Kd:	Kd:	Kd:	Kd:	Kd:	Kd:
		2,5613E-4	8,1849E-5	2,6600E-5	8,4822E-6	3,7750E-6	1,6419E-6	5,2371E-7
		B: 2,65513	B: 2,63281	B: 2,61349	B: 2,59689	B: 2,58651	B: 2,57703	B: 2,61465
		$Y_f$ ajustada (i)						
0	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	4	0,0102	0,0031	0,0010	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000
2	8	0,0640	0,0195	0,0061	0,0019	0,0008	0,0003	0,0001
3	12	0,1879	0,0568	0,0176	0,0054	0,0023	0,0010	0,0003
4	16	0,4032	0,1211	0,0373	0,0114	0,0049	0,0021	0,0007
5	20	0,7292	0,2180	0,0669	0,0203	0,0088	0,0037	0,0013
6	24	1,1833	0,3522	0,1077	0,0326	0,0140	0,0059	0,0021
7	28	1,7818	0,5286	0,1611	0,0486	0,0209	0,0088	0,0032
8	32	2,5400	0,7513	0,2283	0,0687	0,0295	0,0124	0,0045
9	36	3,4725	1,0244	0,3106	0,0933	0,0400	0,0168	0,0061
10	40	4,5934	1,3519	0,4091	0,1227	0,0526	0,0221	0,0081
11	44	5,9162	1,7374	0,5248	0,1572	0,0673	0,0282	0,0104
12	48	7,4537	2,1848	0,6589	0,1970	0,0842	0,0353	0,0130
13	52	9,2188	2,6973	0,8122	0,2425	0,1036	0,0434	0,0161
14	56	11,2235	3,2784	0,9857	0,2940	0,1255	0,0525	0,0195
15	60	13,4798	3,9314	1,1805	0,3517	0,1500	0,0628	0,0234
16	64	15,9994	4,6595	1,3974	0,4159	0,1773	0,0741	0,0276
17	68	18,7936	5,4659	1,6373	0,4868	0,2074	0,0867	0,0324
18	72	21,8736	6,3536	1,9011	0,5647	0,2404	0,1004	0,0376
19	76	25,2502	7,3255	2,1896	0,6498	0,2765	0,1154	0,0433
20	80	28,9342	8,3847	2,5037	0,7424	0,3157	0,1317	0,0495
21	84	32,9361	9,5340	2,8442	0,8427	0,3582	0,1494	0,0563
22	88	37,2662	10,7762	3,2119	0,9509	0,4040	0,1684	0,0636
23	92	41,9346	12,1142	3,6076	1,0672	0,4532	0,1888	0,0714
24	96	46,9514	13,5505	4,0321	1,1919	0,5059	0,2107	0,0798
25	100	52,3264	15,0881	4,4860	1,3252	0,5623	0,2341	0,0888
26	104	58,0692	16,7293	4,9702	1,4673	0,6223	0,2590	0,0984
27	108	64,1896	18,4770	5,4855	1,6184	0,6861	0,2855	0,1086
28	112	70,6970	20,3336	6,0324	1,7787	0,7538	0,3135	0,1194
29	116	77,6005	22,3018	6,6118	1,9484	0,8254	0,3432	0,1309
30	120	84,9096	24,3839	7,2244	2,1277	0,9010	0,3745	0,1430
31	124	92,6333	26,5824	7,8708	2,3168	0,9808	0,4075	0,1558
32	128	100,7806	28,8999	8,5517	2,5159	1,0647	0,4423	0,1693
33	132	109,3604	31,3387	9,2679	2,7252	1,1529	0,4788	0,1835

**Tabla 4.9. (Cont.) Ordenadas ( $Y_f$  ajustada) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción ajustada que corresponde a cada uno de los diámetros comerciales seleccionados para la tubería primaria. Parámetros del ajuste ( $K_d$  y B).**

Diámetro interior (mm)		28,4	36,4	46,4	59,2	70,6	84,6	103,6
i	LX <sub>(i)</sub>	Kd: 2,5613E-4	Kd: 8,1849E-5	Kd: 2,6600E-5	Kd: 8,4822E-6	Kd: 3,7750E-6	Kd: 1,6419E-6	Kd: 5,2371E-7
		B: 2,65513	B: 2,63281	B: 2,61349	B: 2,59689	B: 2,58651	B: 2,57703	B: 2,61465
		$Y_f$ ajustada (i)						
34	136	118,3814	33,9013	10,0199	2,9449	1,2455	0,5171	0,1984
35	140	127,8525	36,5899	10,8085	3,1752	1,3425	0,5572	0,2140
36	144	137,7823	39,4069	11,6343	3,4162	1,4439	0,5991	0,2304
37	148	148,1793	42,3546	12,4980	3,6681	1,5500	0,6429	0,2475
38	152	159,0519	45,4353	13,4001	3,9311	1,6606	0,6887	0,2654
39	156	170,4085	48,6512	14,3414	4,2054	1,7761	0,7364	0,2840
40	<b>160</b>	182,2576	52,0047	15,3224	4,4912	1,8962	0,7860	0,3035
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9979	0,9980	0,9981	0,9981	0,9981	0,9982	0,9995

## B. Validación del diámetro mayor de la terciaria

Una vez obtenidas las 7 curvas correspondientes a los 7 diámetros que pueden usarse en la tubería primaria, como si esta estuviera conformada solo por uno de estos diámetros, se trata de determinar el diámetro mayor de la primaria.

Se comienza por la curva de fricción ajustada que corresponde al diámetro menor de las 7 obtenidas en el paso anterior, trasladándola hacia arriba una distancia tal que en el punto L, de alimentación de la primaria, coincida con el desnivel más la tolerancia de presiones en la primaria, del modo siguiente:

$$TR = DHMA + |S| * L - K_{d(i)} * L^{B(i)}$$

donde: TR: Traslación

DHMA: Tolerancia de presiones en la primaria

S: Pendiente del terreno (‰)

L: Longitud de la primaria

$K_{d(i)}$  y  $B_{(i)}$ : Parámetros de ajuste correspondientes a la curva de fricción del diámetro i, ver Tabla 4.9.

La tolerancia de presiones en la primaria se calcula del siguiente modo:

$$DHMA = DH - Dh_i$$

donde: DHMA: Tolerancia de presiones en la primaria

DH: Tolerancia de presiones en la subunidad de riego

$Dh_i$ : Diferencia máxima de presiones en los laterales, ver Tabla 4.7.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$DHMA = 15,30 - 6,8747 = 8,4253 \text{ mca}$$

La diferencia máxima de presiones tolerada en la terciaria es de 8,4253 mca.

La pendiente del terreno es uniforme y negativa (-0,7%), a favor del sentido de circulación del agua.

La tubería primaria de la subunidad de riego 1.1. alimenta a 40 laterales, como la separación entre laterales es constante e igual a 4 m, la longitud de la tubería es de 160 m.

Aplicando la fórmula de traslación, para cada diámetro se obtiene:

$$TR_{(28,4 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 2,5613 * 10^{-4} * 160^{2,65513} = -172,7123$$

$$TR_{(36,4 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 8,1849 * 10^{-5} * 160^{2,63281} = -42,4594$$

$$TR_{(46,4 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 2,6600 * 10^{-5} * 160^{2,61349} = -5,7771$$

$$TR_{(59,2 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 8,4822 * 10^{-6} * 160^{2,59689} = 5,0541$$

$$TR_{(70,6 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 3,7750 * 10^{-6} * 160^{2,58651} = 7,6491$$

$$TR_{(84,6 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 1,6419 * 10^{-6} * 160^{2,57703} = 8,7593$$

$$TR_{(103,6 \text{ mm})} = 8,4253 + |-0,007| * 160 - 5,2371 * 10^{-7} * 160^{2,61465} = 9,2418$$

La curva de fricción así trasladada tendrá la siguiente ecuación:

$$Y_f \text{ trasladada} = TR + K_{d(i)} * LX^{B(i)}$$

donde:  $Y_f \text{ trasladada}$ : Ordenadas de la curva de fricción trasladada

TR: Traslación

$K_{d(i)}$  y  $B(i)$ : Parámetros de ajuste correspondientes a la curva de fricción del diámetro i, ver Tabla 4.9.

LX: Abscisa desde el final cerrado de la primaria

La rasante del terreno se determinada de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Y_{\text{terreno}} = S * LX$$

donde:  $Y_{\text{terreno}}$ : Ordenadas de la rasante del terreno

S: Pendiente del terreno (‰)

LX: Abscisa desde el final cerrado de la primaria

El diámetro seleccionado será el menor de la escala comercial en el que se cumpla en todos los puntos de su curva de fricción que:  $Y_f \text{ trasladada} \geq Y_{\text{te}}$

En la Tabla 4.10. se muestran los puntos definidos de la curva de fricción trasladada y de la rasante del terreno de cada diámetro comercial considerado. En sombreado se muestra cuando se cumple la condición ( $Y_f \text{ trasladada} \geq Y_{\text{terreno}}$ ).

**Tabla 4.10. Ordenadas de la curva de fricción trasladada ( $Y_f \text{ trssladada}$ ), ordenadas de la rasante del terreno ( $Y_{\text{terreno}}$ ) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva que corresponde a cada uno de los diámetros seleccionados para la tubería primaria. En sombreado se muestra cuando ( $Y_f \text{ trssladada} \geq Y_{\text{terreno}}$ ).**

Diámetro interior (mm)			28,4	36,4	46,4	59,2	Diámetro interior (mm)			28,4	36,4	46,4	59,2
i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>terreno (i)</sub>	Y <sub>f trasladada (i)</sub>				i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>terreno (i)</sub>	Y <sub>f trasladada (i)</sub>			
0	0	0,000	-172,7123	-42,4594	-5,7771	5,0541	20	80	0,560	-143,7781	-34,0747	-3,2734	5,7965
1	4	0,028	-172,7021	-42,4563	-5,7761	5,0544	21	84	0,588	-139,7762	-32,9254	-2,9329	5,8968
2	8	0,056	-172,6483	-42,4399	-5,7710	5,0560	22	88	0,616	-135,4461	-31,6832	-2,5652	6,0050
3	12	0,084	-172,5244	-42,4026	-5,7595	5,0595	23	92	0,644	-130,7777	-30,3452	-2,1695	6,1213
4	16	0,112	-172,3091	-42,3383	-5,7398	5,0655	24	96	0,672	-125,7609	-28,9089	-1,7450	6,2460
5	20	0,140	-171,9831	-42,2414	-5,7102	5,0744	25	100	0,700	-120,3859	-27,3713	-1,2911	6,3793
6	24	0,168	-171,5290	-42,1072	-5,6694	5,0867	26	104	0,728	-114,6431	-25,7301	-0,8069	6,5214
7	28	0,196	-170,9305	-41,9308	-5,6160	5,1027	27	108	0,756	-108,5227	-23,9824	-0,2916	6,6725



**Tabla 4.10. (Cont.) Ordenadas de la curva de fricción trasladada ( $Y_f$  trasladada), ordenadas de la rasante del terreno ( $Y_{\text{terreno}}$ ) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva que corresponde a cada uno de los diámetros seleccionados para la tubería primaria. En sombreado se muestra cuando ( $Y_f$  trasladada  $\geq Y_{\text{terreno}}$ ).**

Diámetro interior (mm)		28,4	36,4	46,4	59,2	Diámetro interior (mm)		28,4	36,4	46,4	59,2		
i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>terreno (i)</sub>	Y <sub>f trasladada (i)</sub>				i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>terreno (i)</sub>	Y <sub>f trasladada (i)</sub>			
8	32	0,224	-170,1723	-41,7081	-5,5488	5,1228	28	112	0,784	-102,0153	-22,1258	0,2553	6,8328
9	36	0,252	-169,2398	-41,4350	-5,4665	5,1474	29	116	0,812	-95,1118	-20,1576	0,8347	7,0025
10	40	0,280	-168,1189	-41,1075	-5,3680	5,1768	30	120	0,840	-87,8027	-18,0755	1,4473	7,1818
11	44	0,308	-166,7961	-40,7220	-5,2523	5,2113	31	124	0,868	-80,0790	-15,8770	2,0937	7,3709
12	48	0,336	-165,2586	-40,2746	-5,1182	5,2511	32	128	0,896	-71,9317	-13,5595	2,7746	7,5700
13	52	0,364	-163,4935	-39,7621	-4,9649	5,2966	33	132	0,924	-63,3519	-11,1207	3,4908	7,7793
14	56	0,392	-161,4888	-39,1810	-4,7914	5,3481	34	136	0,952	-54,3309	-8,5581	4,2428	7,9990
15	60	0,420	-159,2325	-38,5280	-4,5966	5,4058	35	140	0,980	-44,8598	-5,8695	5,0314	8,2293
16	64	0,448	-156,7129	-37,7999	-4,3797	5,4700	36	144	1,008	-34,9300	-3,0525	5,8572	8,4703
17	68	0,476	-153,9187	-36,9935	-4,1398	5,5409	37	148	1,036	-24,5330	-0,1048	6,7209	8,7222
18	72	0,504	-150,8387	-36,1058	-3,8760	5,6188	38	152	1,064	-13,6604	2,9759	7,6230	8,9852
19	76	0,532	-147,4621	-35,1339	-3,5875	5,7039	39	156	1,092	-2,3038	6,1918	8,5643	9,2595
							40	160	1,120	9,5453	9,5453	9,5453	9,5453

El diámetro mayor de la primaria será de 63 mm (diámetro interior 59,2 mm). La traslación de su curva de fricción es de 5,0541 mca.

### C. Traslación de los restantes diámetros

Una vez determinado el diámetro mayor de la primaria se definirán los siguientes de la escala comercial hasta un máximo de tres más. Para ello se deben trasladar las curvas de fricción hacia arriba hasta hacerlas tangentes a una recta que sea paralela al terreno (línea que se ha utilizado para validar el diámetro mayor).

Recordando la ecuación de la recta paralela al terreno y su pendiente son las siguientes:

$$Y_{\text{terreno}} = S * LX, \quad \text{tg}\alpha = S$$

La ecuación de la curva de fricción trasladada del diámetro i es la siguiente:

$$Y_{f \text{ trasladada}} = TR + K_{d(i)} * LX^{B(i)}$$

La tangente a esta curva en el punto LX<sub>1</sub> será la siguiente:

$$Y_{f \text{ trasladada}}' = K_{d(i)} * B(i) * LX_1^{B(i)-1}$$

Igualando las ecuaciones se obtiene la siguiente fórmula de la pendiente:

$$S = K_{d(i)} * B(i) * LX_1^{B(i)-1}$$

Despejando de la ecuación anterior la abscisa en del punto 1 se obtiene:

$$LX_1 = \left( \frac{S}{K_{d(i)} * B(i)} \right)^{\frac{1}{B(i)-1}}$$

Sustituyendo en la ecuación de la curva de fricción trasladada, se obtiene finalmente la ecuación de cálculo de la traslación:

$$TR = S * \left( \frac{S}{K_{d(i)} * B(i)} \right)^{\frac{1}{B(i)-1}} - K_{d(i)} \left( \frac{S}{K_{d(i)} * B(i)} \right)^{\frac{B(i)}{B(i)-1}}$$

La traslación de las curvas de fricción que corresponden a los diámetros consecutivos en la escala comercial, hasta un máximo de 3, inferiores al determinado como diámetro mayor, es la siguiente:

$$TR_{(28,4 \text{ mm})} = 0,007 * \left( \frac{0,007}{2,5613 * 10^{-4} * 2,65513} \right)^{\frac{1}{2,65513-1}} - 2,5613 * 10^{-4} \left( \frac{0,007}{2,5613 * 10^{-4} * 2,65513} \right)^{\frac{2,65513}{2,65513-1}} = 0,0178 \text{ mca}$$

$$TR_{(36,4 \text{ mm})} = 0,007 * \left( \frac{0,007}{8,1849 * 10^{-5} * 2,63281} \right)^{\frac{1}{2,63281-1}} - 8,1849 * 10^{-5} \left( \frac{0,007}{8,1849 * 10^{-5} * 2,63281} \right)^{\frac{2,63281}{2,63281-1}} = 0,0366 \text{ mca}$$

$$TR_{(46,4 \text{ mm})} = 0,007 * \left( \frac{0,007}{2,6600 * 10^{-5} * 2,61349} \right)^{\frac{1}{2,61349-1}} - 2,6600 * 10^{-5} \left( \frac{0,007}{2,6600 * 10^{-5} * 2,61349} \right)^{\frac{2,61349}{2,61349-1}} = 0,0753 \text{ mca}$$

En la Tabla 4.11. se muestran los puntos definidos de las curvas de fricción trasladadas de los diámetros siguientes de la escala comercial que van a conformar la primaria (la curva del diámetro mayor de la primaria se muestra en la Tabla 4.10.).

**Tabla 4.11. Ordenadas (Y<sub>f trasladada</sub>) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción trasladada que corresponde a cada uno de los diámetros siguientes en la escala comercial seleccionados para la tubería primaria.**

Diámetro Interior (mm)	28,4	36,4	46,4	
i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>f trasladada</sub> (i)		
0	0	0,0178	0,0366	0,0753
1	4	0,0280	0,0397	0,0763
2	8	0,0818	0,0561	0,0814
3	12	0,2057	0,0934	0,0929
4	16	0,4210	0,1577	0,1126
5	20	0,7470	0,2546	0,1422
6	24	1,2011	0,3888	0,1830
7	28	1,7996	0,5652	0,2364
8	32	2,5578	0,7879	0,3036
9	36	3,4903	1,0610	0,3859
10	40	4,6112	1,3885	0,4844
11	44	5,9340	1,7740	0,6001
12	48	7,4715	2,2214	0,7342
13	52	9,2366	2,7339	0,8875

Diámetro Interior (mm)	28,4	36,4	46,4	
i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>f trasladada</sub> (i)		
14	56	11,2413	3,3150	1,0610
15	60	13,4976	3,9680	1,2558
16	64	16,0172	4,6961	1,4727
17	68	18,8114	5,5025	1,7126
18	72	21,8914	6,3902	1,9764
19	76	25,2680	7,3621	2,2649
20	80	28,9520	8,4213	2,5790
21	84	32,9539	9,5706	2,9195
22	88	37,2840	10,8128	3,2872
23	92	41,9524	12,1508	3,6829
24	96	46,9692	13,5871	4,1074
25	100	52,3442	15,1247	4,5613
26	104	58,0870	16,7659	5,0455
27	108	64,2074	18,5136	5,5608

Diámetro Interior (mm)	28,4	36,4	46,4	
i	LX <sub>(i)</sub>	Y <sub>f trasladada</sub> (i)		
28	112	70,7148	20,3702	6,1077
29	116	77,6183	22,3384	6,6871
30	120	84,9274	24,4205	7,2997
31	124	92,6511	26,6190	7,9461
32	128	100,7984	28,9365	8,6270
33	132	109,3782	31,3753	9,3432
34	136	118,3992	33,9379	10,0952
35	140	127,8703	36,6265	10,8838
36	144	137,8001	39,4435	11,7096
37	148	148,1971	42,3912	12,5733
38	152	159,0697	45,4719	13,4754
39	156	170,4263	48,6878	14,4167
40	160	182,2754	52,0413	15,3977

## D. Determinación de los puntos de cambio de diámetro

Una vez determinadas las curvas de fricción trasladadas de los diámetros que van a conformar la primaria, se deben calcular los puntos de corte de estas curvas que serán aquellos en los que se produzcan los cambios de diámetro. Para ello, partiendo de la ecuación correspondiente al diámetro mayor, se obtendrá el punto de corte con el diámetro que le sigue y así sucesivamente hasta hallarlos todos, como máximo habrá 3 puntos de corte.

Recordando la ecuación de la curva de fricción trasladada del diámetro mayor (i) será:

$$Y_{f \text{ trasladada}} = TR_{(i)} + K_{d(i)} * LX^{B(i)}$$

La correspondiente al diámetro siguiente (i-1) será:

$$Y_{f \text{ trasladada}} = TR_{(i-1)} + K_{d(i-1)} * LX^{B(i-1)}$$

Igualando ambas ecuaciones se encuentra el punto de corte:

$$TR_{(i)} + K_{d(i)} * LX^{B(i)} = TR_{(i-1)} + K_{d(i-1)} * LX^{B(i-1)}$$

Debiendo ser  $0 \leq LX \leq L$ .

Los puntos de cambio de diámetro definidos en la tubería primaria de la instalación en proyecto son los siguientes:

- $LX_3 = 118,93$  m, cambio de diámetro 63 a 50 mm
- $LX_2 = 11,95$  m, cambio de diámetro 50 a 40 mm
- $LX_1 = 5,79$  m, cambio de diámetro 40 a 32 mm

En la Figura 4.6. se muestra las curvas de fricción trasladadas de los 4 diámetros elegidos dentro de la escala comercial. Sobre el gráfico se indican los puntos de intersección de cada curva de fricción con la trasladada que corresponda con el diámetro inmediato inferior.

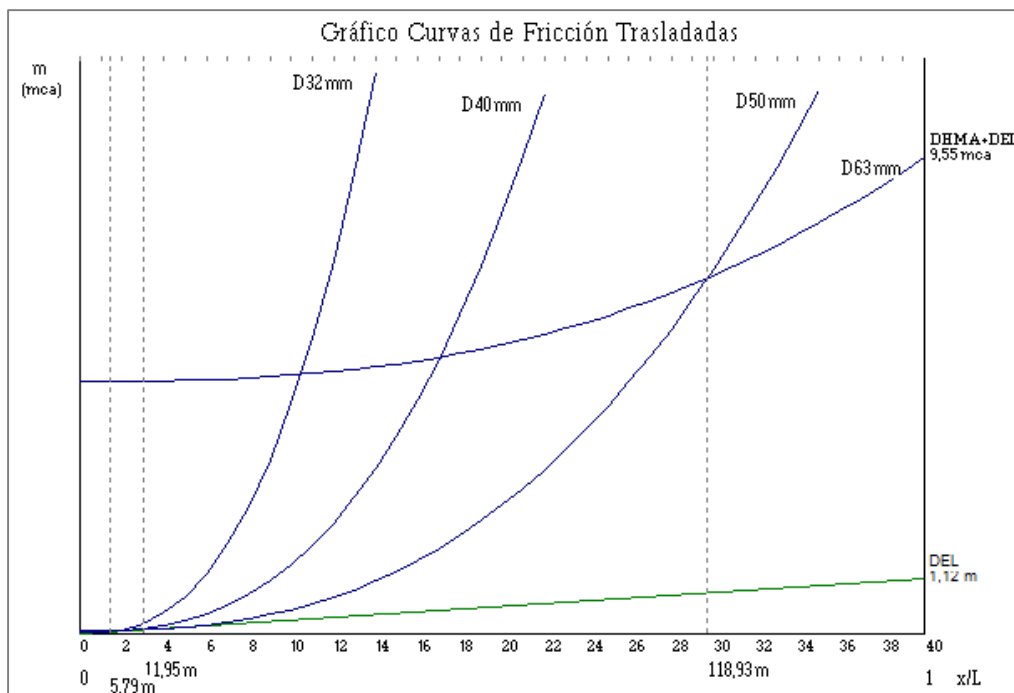


Figura 4.6. Curvas de fricción trasladadas y rasante del terreno. Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

## E. Localización de las reducciones de diámetro

Es necesario ajustar los puntos de cambio de diámetro para situarlos a continuación de la salida del primer lateral que se encuentre aguas abajo del punto obtenido. La localización definitiva de las reducciones de diámetro en la primaria es la siguiente (ver Figura 4.7.):

- $LX'_3 = 116$  cambio de diámetro 63 a 50 mm
- $LX'_2 = 8$  cambio de diámetro 50 a 40 mm
- $LX'_1 = 4$  cambio de diámetro 40 a 32 mm

#### F. Determinación de la longitud de tubería primaria que corresponden a cada diámetro

El proceso de diseño de la primaria se termina definiendo el tramo de tubería que corresponden a cada diámetro (ver Figura 4.7.). La longitud de cada tramo será igual a la distancia entre los puntos de corte ajustados. Dichas longitudes son las siguientes:

- Longitud tubería de diámetro 63 mm: 44 m
- Longitud tubería de diámetro 50 mm: 108 m
- Longitud tubería de diámetro 40 mm: 4 m
- Longitud tubería de diámetro 32 mm: 4 m

En la Tabla 4.12. se muestran las ordenadas relativas ( $Y_f$  primaria) y las abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción de la tubería primaria definida. En sombreado se muestran los puntos de cambio de diámetro.

**Tabla 4.12. Ordenadas relativas ( $Y_f$  primaria) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción de la tubería primaria. En sombreado se muestran los puntos de cambio de diámetro.**

i	LX <sup>(i)</sup>	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	i	LX <sup>(i)</sup>	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	i	LX <sup>(i)</sup>	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)
0	0	28,4	0,0178	14	56	46,4	1,0610	28	112	46,4	6,1077
1	4	28,4-36,4	0,0397	15	60		1,2558	29	116	46,4-59,2	7,0025
2	8	36,4-46,4	0,0814	16	64		1,4727	30	120	59,2	7,1818
3	12	46,4	0,0929	17	68		1,7126	31	124		7,3709
4	16		0,1126	18	72		1,9764	32	128		7,5700
5	20		0,1422	19	76		2,2649	33	132		7,7793
6	24		0,1830	20	80		2,5790	34	136		7,9990
7	28		0,2364	21	84		2,9195	35	140		8,2293
8	32		0,3036	22	88		3,2872	36	144		8,4703
9	36		0,3859	23	92		3,6829	37	148		8,7222
10	40		0,4844	24	96		4,1074	38	152		8,9852
11	44		0,6001	25	100		4,5613	39	156		9,2595
12	48		0,7342	26	104		5,0455	40	160	9,5453	DHMA + DE <sub>i</sub>
13	52		0,8875	27	108	5,5608					

En la Figura 4.7. se muestra la línea piezométrica de la tubería terciaria con la localización definitiva de las reducciones de diámetro.

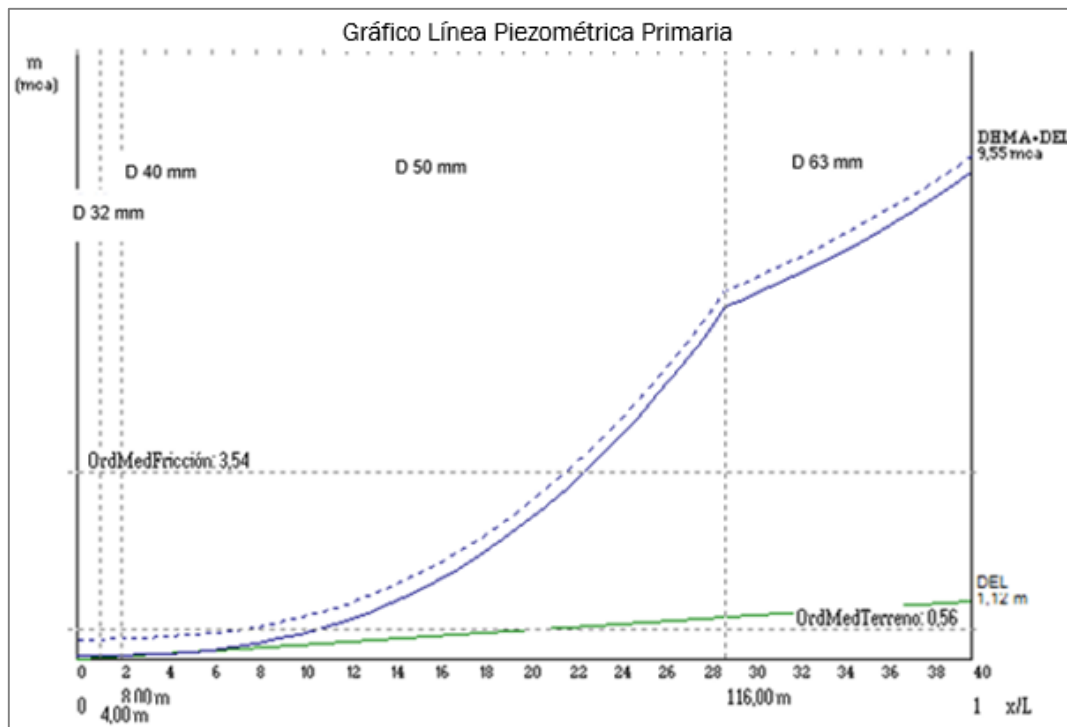


Figura 4.7. Tubería terciaria de la subunidad rectangular 2.1., con 40 lateral y pendiente - 0,7%. Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

a. Subunidad 1.2.

La subunidad de riego 1.2. de la plantación en proyecto es rectangular, tiene 39 laterales iguales de 169,2 m de longitud (282 emisores).

En la Tabla 4.13. se muestran las ordenadas relativas ( $Y_f$  primaria) y las abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción de la tubería primaria. En sombreado se muestran los puntos de cambio de diámetro.

Tabla 4.13. Ordenadas relativas ( $Y_f$  primaria) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción de la tubería primaria. En sombreado se muestran los puntos de cambio de diámetro.

i	LX (i)	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	i	LX (i)	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	i	LX (i)	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	
0	0	28,4	0,0179	13	52	46,4	0,8761	26	104	46,4	4,9601	
1	4	28,4-36,4	0,0399	14	56		1,0468	27	108		5,4657	
2	8	36,4	0,0562	15	60		1,2383	28	112		6,0023	
3	12	36,4-46,4	0,0933	16	64		1,4516	29	116		6,5707	
4	16	46,4	0,1128	17	68		1,6874	30	120		7,1715	
5	20		0,1420	18	72		1,9466	31	124		46,4-59,2	7,7760
6	24		0,1823	19	76		2,2301	32	128		59,2	7,9713
7	28		0,2350	20	80		2,5387	33	132			8,1766
8	32		0,3013	21	84		2,8731	34	136			8,3920
9	36		0,3824	22	88		3,2342	35	140			8,6178
10	40		0,4794	23	92		3,6227	36	144			8,8541
11	44		0,5933	24	96		4,0394	37	148			9,1011
12	48		0,7252	25	100	4,4849	38	152	9,3590			
							39	156	9,6279	DHMA+DEI		

Las longitudes de tubería primaria que corresponden a cada diámetro son las siguientes:

- Longitud tubería de diámetro 63 mm: 36 m
- Longitud tubería de diámetro 50 mm: 108 m
- Longitud tubería de diámetro 40 mm: 8 m
- Longitud tubería de diámetro 32 mm: 4 m

b) Sector 2:

a. *Subunidad 2.1.*

La subunidad de riego 2.1. de la plantación en proyecto es rectangular, tiene 40 laterales iguales de 170,4 m de longitud (284 emisores). Por tanto, la subunidad 2.1. es igual a la subunidad 1.1. evaluada anteriormente.

b. *Subunidad 2.2.*

En la Figura 4.8. se muestra que la subunidad de riego 2.2. de la plantación en proyecto tiene 40 laterales, 23 de los cuales tienen una longitud de 170,4 m y los otros 17 laterales tienen una longitud de 169,2 m.

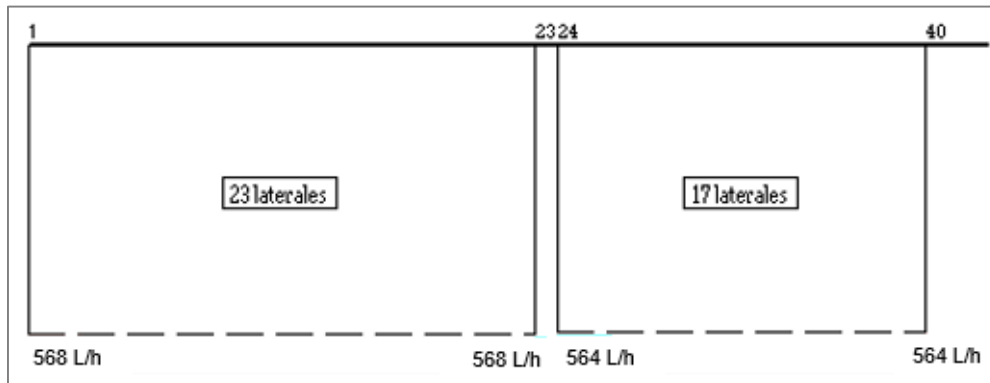


Figura 4.8. Esquema de la subunidad de riego 2.2. de la instalación en proyecto. Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

En la Tabla 4.14. se muestran las ordenadas relativas ( $Y_{f \text{ primaria}}$ ) y las abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción de la tubería primaria. En sombreado se muestran los puntos de cambio de diámetro.

**Tabla 4.14. Ordenadas relativas ( $Y_f$  primaria) y abscisas (LX) de cada punto (i) de la curva de fricción de la tubería primaria de la subunidad 2.2.. En sombreado se muestran los puntos de cambio de diámetro.**

i	LX <sub>(i)</sub>	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	i	LX <sub>(i)</sub>	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)	i	LX <sub>(i)</sub>	Diámetro interior (mm)	$Y_f$ primaria (i)
0	0	28,4	0,0178	14	56	46,4	1,0605	28	112	46,4	6,1017
1	4	28,4-36,4	0,0398	15	60		1,2551	29	116		6,6804
2	8	36,4-46,4	0,0814	16	64		1,4718	30	120	46,4-59,2	7,1855
3	12	46,4	0,0929	17	68		1,7115	31	124	59,2	7,3743
4	16		0,1126	18	72		1,9751	32	128		7,5732
5	20		0,1422	19	76		2,2633	33	132		7,7822
6	24		0,1830	20	80		2,5771	34	136		8,0016
7	28		0,2364	21	84		2,9173	35	140		8,2315
8	32		0,3036	22	88		3,2846	36	144		8,4722
9	36		0,3859	23	92		3,6798	37	148		8,7237
10	40		0,4843	24	96		4,1038	38	152		8,9864
11	44		0,6000	25	100		4,5572	39	156		9,2603
12	48		0,7339	26	104		5,0409	40	160		9,5456
13	52	0,8871	27	108	5,5555						

Las longitudes de tubería primaria que corresponden a cada diámetro son las siguientes:

- Longitud tubería de diámetro 63 mm: 44 m
- Longitud tubería de diámetro 50 mm: 108 m
- Longitud tubería de diámetro 40 mm: 4 m
- Longitud tubería de diámetro 32 mm: 4 m

Por último, al realizar la comparación entre el coste de la pieza de reducción de diámetro y el ahorro que supone el sustituir un diámetro por otro menor se determina que, la longitud de 4 m admitida como mínima de cualquier diámetro no es adecuada.

En consecuencia, las tuberías primarias de la instalación proyecto van a estar conformadas solo por un diámetro nominal de 63 mm.

### 1.2.3.2.2. Cálculo

Los cálculos de las tuberías primarias se realizan para cada uno de los tramos delimitados por las piezas de conexión de los laterales. Se determinan caudales para cada tramo y presiones en los puntos de conexión de cada lateral, comenzando por el más alejado de la toma o del punto de alimentación de la primaria. Por último, se obtienen la presión y caudal requeridos a la entrada de la primaria, para que el caudal medio del conjunto de emisores de la subunidad sea igual al requerido.

#### A. Caudal en cada tramo

Partiendo del final cerrado de la tubería, se determina el caudal que pasa por cada tramo en función del requerido para cada lateral, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{(i)} = \sum_{i=1}^N q_{l(i)}$$

donde:  $Q_{(i)}$ : Caudal que circula por el tramo i, igual al acumulado (L/h)

$q_{l(i)}$ : Caudal requerido para el lateral i (L/h)

N: Número de laterales dispuestos después de ese tramo hasta el final cerrado de la primaria, en el sentido de circulación del agua

## B. Presión en los puntos de conexión de cada lateral

La presión de trabajo en el punto de conexión del lateral i se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$H_{(i)} = H_{(i-1)} + H_{f(i-1)} + DEt_{(i-1)}$$

donde:  $H_{(i)}$ : Presión de trabajo para el punto i (mca)

$H_{(i-1)}$ : Presión de trabajo para el punto i-1 (mca)

$H_{f(i-1)}$ : Pérdida de carga en el tramo i-1 (mca)

$DEt_{(i-1)}$ : Desnivel entre los extremos del tramo i-1

Excepto para el punto 0, para el cual la presión de trabajo será la siguiente:

$$H_{(0)} = h_i - \sum_{i=1}^{min-1} (H_{f(i)} + DEt_{(i)})$$

donde:  $H_{(0)}$ : Presión de trabajo para el punto 0 (mca)

$h_i$ : Presión requerida a la entrada del lateral

min-1: Punto de conexión del lateral i con presión mínima, (donde la pérdida de carga empieza a ser mayor que el desnivel)

$H_{f(i)}$ : Pérdida de carga en el tramo i (mca)

$DEt_{(i)}$ : Desnivel entre los extremos del tramo i

La pérdida de carga en un tramo i de la tubería primaria entre dos laterales contiguos se determina mediante la siguiente ecuación:

$$H_{f(i)} = J_{(i)} \frac{(Sl_{(i)} + Fe)}{100}$$

donde:  $H_{f(i)}$ : Pérdidas de carga en el tramo i de la primaria (mca)

$J_{(i)}$ : Gradiente de pérdida de carga (m/100m)

$Fe$ : Pérdida de carga en la conexión del lateral (m de longitud equivalente), ver Tabla 4.15.

$Sl_{(i)}$ : Separación entre las conexiones de los laterales que delimitan el tramo o longitud del tramo, 4 m

El gradiente de pérdida de carga es calculado para cada tramo, en función del caudal que circula por él ( $Q_{(i)}$ ), utilizando Darcy-Weisbach con Colebrook-White para obtener mayor precisión.

La conexión del lateral a la primaria produce una pérdida de carga, en función del diámetro nominal de la primaria, que es expresada en forma de longitud equivalente de tubería, tal como se muestra en la Tabla 4.15.

**Tabla 4.15. Pérdida de carga en la conexión del lateral expresada en longitud equivalente (m), en función del diámetro nominal de la primaria.**

Diámetro nominal (mm)	32	40	50	63	75	90	110
Pérdida de carga en conexiones (m) PVC 0,63 MPa	0,15	0,145	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: RiegoLoc 2002

Los efectos del desnivel del terreno se consideran por separado para cada tramo mediante la siguiente ecuación:



$$DEt_{(i)} = st_{(i)} * Sl_{(i)}$$

donde:  $DEt_{(i)}$ : Desnivel entre los extremos del tramo i (m)

$st_{(i)}$ : Pendiente del terreno en el tramo i (‰)

$Sl_{(i)}$ : Separación entre las conexiones de los laterales que delimitan el tramo o longitud del tramo, 4 m

La pendiente del terreno en la orientación de la tubería primaria es uniforme y negativa (-0,7%), a favor del sentido de circulación del agua.

Por tanto, como la pendiente es uniforme, el desnivel o diferencia de cota entre los extremos de cada tramo de la tubería primaria es constante.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$DEt_{(i)} = - 0,007 * 4 \text{ m} = - 0,028 \text{ m}$$

El desnivel entre los extremos del tramo i de la tubería primaria es igual a -28 mm.

### C. Caudal de entrada

El caudal requerido a la entrada de la primaria será el acumulado calculado para el tramo N, delimitado por la toma y el lateral más cercano a ella, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q_l = \sum_{i=1}^N Q_{(i)}$$

donde:  $Q_l$ : Caudal de entrada (L/h)

$Q_{(i)}$ : Caudal que circula por el tramo i

N: Lateral más próximo a la toma

### D. Presión de entrada

La presión requerida a la entrada de la primaria será la calculada para el lateral más próximo a la toma, el N, corregida en la cantidad que corresponda a la pérdida de carga y al desnivel del tramo que va desde la toma a ese lateral, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$H_l = H_{(N)} + H_{f(N)} + DEt_{(N)}$$

donde:  $H_l$ : Presión requerida a la entrada del lateral (mca)

$H_{(N)}$ : Presión de trabajo para el lateral N (mca)

$H_{f(N)}$ : Pérdida de carga desde la toma al lateral más próximo (mca)

$DEt_{(N)}$ : Diferencia de cota entre la toma y el lateral más próximo a ésta

Por último, se determina la diferencia máxima de presiones que se produce en la primaria ( $DHMA_t$ ) para poder compararla con la tolerada ( $DHMA$ ).

### E. Diferencia máxima de presiones

La diferencia máxima de presiones en la primaria se calcula aplicando Bernoulli o directamente obteniendo la diferencia entre la presión de entrada y la mínima, de la manera siguiente:

$$DHMA_t = H_f + DE_t + DHMA_c = H_l - H_{\min}$$

donde:  $DHMA_t$ : Diferencia máxima de presiones en la primaria (mca)

$H_f$ : Pérdida de carga en la primaria (mca)

$DE_t$ : Desnivel entre los extremos de la tubería primaria (m)

$DHMA_c$ : Diferencia de presiones desde el final (mca)

$H_i$ : Presión requerida a la entrada de la primaria (mca)  
 $H_{\min}$ : Presión mínima en la primaria (mca)

Cuando la pendiente del terreno es negativa ( $st < 0$ ) y menor que el gradiente de pérdida de carga para la primaria con laterales ( $|st| < JI$ ) la diferencia de presiones en el final cerrado de la tubería primaria se calcula del siguiente modo:

$$DHMA_c = \frac{\text{long}}{100} (1-F) |st|^{1,57} (JI)^{-0,57}$$

donde:  $DHMA_c$ : Diferencia de presiones desde el final (mca)

long: Longitud de la primaria (m)

F: Coeficiente de Christiansen, ver Tabla 4.4.

st: Pendiente del terreno sobre el que se asienta la primaria,  
-0,007 ‰

JI: Gradiente de pérdida de carga para la primaria con laterales (mca)

A continuación, se detalla el cálculo de la primaria de cada una de las subunidades de riego de la instalación en proyecto (ver Tabla 4.16, 4.17. y 4.18.).

Los laterales se han ordenado partiendo del final cerrado de la primaria, correspondiendo al ordinal superior al lateral más próximo a la toma de agua en la primaria. Procediendo de este modo, se determina el caudal y la presión de trabajo en cada lateral y las pérdidas de carga en el tramo y en la conexión del lateral.

a) Sector 1:

a. *Subunidad 1.1.*

En la Tabla 4.16. se muestra el cálculo por tramos de la tubería primaria de la subunidad 1.1. En sombreado se indican la presión de trabajo mínima, media y máxima obtenida para todos los laterales de la subunidad.

**Tabla 4.16. Caudal (Q) y presión de trabajo (H) en cada lateral (i) y pérdida de carga ( $H_f$ ) en cada tramo (i-1) de la tubería primaria de la subunidad de riego 1.1. de la instalación de riego en proyecto. En sombreado se indican la presión de trabajo mínima, media y máxima en la conexión de los laterales.**

i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)
1	568	17,2334	0,0003	15	8.520	17,1354	0,0577	29	16.472	18,2282	0,1697
2	1.136	17,2057	0,0016	16	9.088	17,1651	0,0642	30	17.040	18,3699	0,1793
3	1.704	17,1793	0,0035	17	9.656	17,2013	0,0709	31	17.608	18,5212	0,1891
4	2.272	17,1548	0,0060	18	10.224	17,2442	0,0779	32	18.176	18,6823	0,1991
5	2.840	17,1328	0,0089	19	10.792	17,2941	0,0851	33	18.744	18,8534	0,2093
6	3.408	17,1137	0,0123	20	11.360	17,3512	0,0926	34	19.312	19,0347	0,2197
7	3.976	17,0980	0,0160	21	11.928	17,4158	0,1003	35	19.880	19,2264	0,2302
8	4.544	17,0860	0,0201	22	12.496	17,4881	0,1082	36	20.448	19,4286	0,2410
9	5.112	17,0781	0,0246	23	13.064	17,5683	0,1164	37	21.016	19,6416	0,2519
10	5.680	17,0747	0,0294	24	13.632	17,6567	0,1247	38	21.584	19,8655	0,2630
11	6.248	17,0761	0,0345	25	14.200	17,7534	0,1333	39	22.152	20,1005	0,2743
12	6.816	17,0826	0,0398	26	14.768	17,8587	0,1421	40	22.720	20,3468	0,2858
13	7.384	17,0944	0,0455	27	15.336	17,9728	0,1511			<b>Total</b>	<b>4,4912</b>
14	7.952	17,1119	0,0515	28	15.904	18,0959	0,1603				

En la subunidad de riego 1.1. el caudal requerido a la entrada de la tubería primaria es el siguiente:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^{40} 568 = 22.720 \text{ L/h}$$

El caudal necesario a la entrada de la primaria es de 22.720 L/h.

Por otra parte, aplicando la fórmula de cálculo de la presión necesaria a la entrada de la tubería se obtiene:

$$H_1 = 20,3468 + 0,2858 - 0,028 = 20,6046 \text{ mca}$$

La presión requerida a la entrada de la primaria es de 20,6046 mca.

La diferencia máxima de presiones es la siguiente:

$$DHMA_t = 4,4912 - 1,120 + 0,1587 = 20,6046 - 17,0747 = 3,5299 \text{ mca}$$

La diferencia máxima de presiones en la primaria es de 3,5299 mca, menor a la tolerada, 8,4253 mca. Por consiguiente, el diseño de la tubería es correcto.

En la Figura 4.9. se muestra la curva de fricción adimensionada y transformada en la línea de niveles piezométricos de la tubería primaria de la subunidad 1.1. Sobre el mismo gráfico se pueden leer las diferencias de presión que se producen en la tubería, desde el punto de presión mínima a la toma ( $DHMA_t$ ) y al final cerrado ( $DHMA_c$ ).

La rasante de la tubería coincide con la del terreno porque la tubería primaria se coloca sobre este enterrada 50 cm (ver Figura 4.5.). El punto de cabecera del perfil del terreno coincide con el punto de alimentación de la primaria.

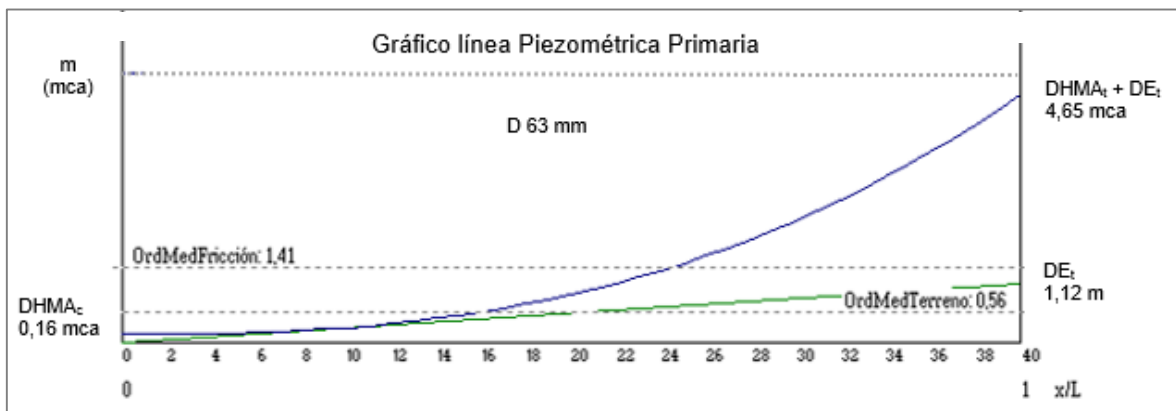


Figura 4.9. Línea de niveles piezométricos y rasante del terreno de la tubería primaria de la subunidad 1.1. de la instalación de riego en proyecto. Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

En la Figura 4.10. se muestran las ordenadas absolutas que definen la línea piezométrica de la primaria de la subunidad 1.1. Por tanto, la presión media de la tubería (HA) será la distancia vertical entre el punto de cota media del terreno (Y<sub>terr</sub>) y la ordenada media de la línea piezométrica (Y<sub>fric</sub>).

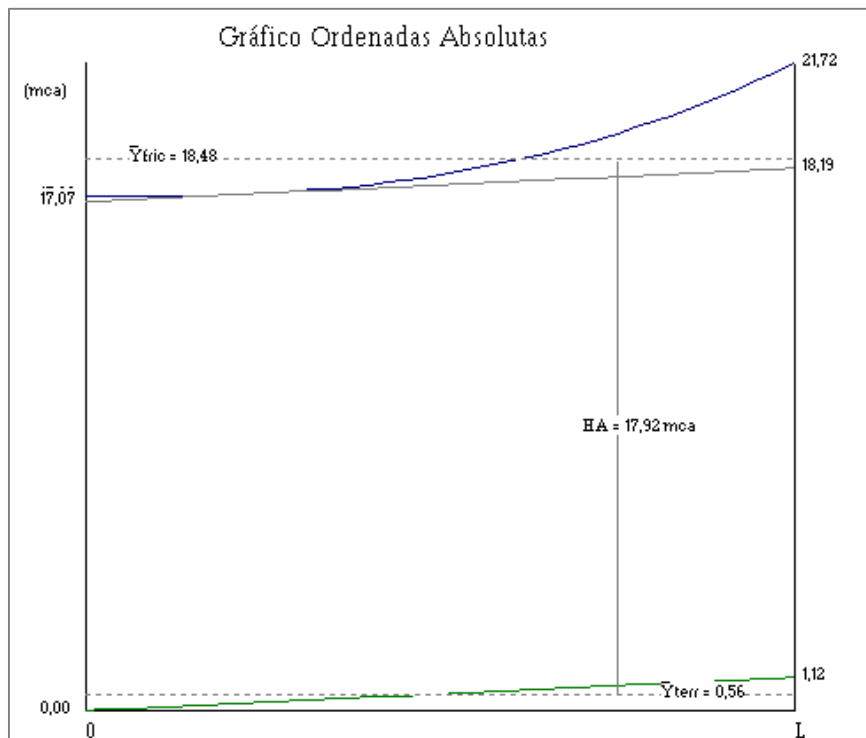


Figura 4.10. Línea de niveles piezométricos (ordenadas absolutas) de la tubería primaria de la subunidad de riego 1.1. Gráfico obtenido con el programa RiegoLoc2002.

a. Subunidad 1.2.

En la Tabla 4.17. se muestra el cálculo por tramos de la tubería primaria de la subunidad 1.2. En sombreado se indican la presión de trabajo mínima, media y máxima obtenida para todos los laterales de la subunidad.

Tabla 4.17. Caudal (Q) y presión de trabajo (H) en cada lateral (i) y pérdida de carga (H<sub>f</sub>) en cada tramo (i-1) de la tubería primaria de la subunidad de riego 1.2. de la instalación de riego en proyecto. En sombreado se indican la presión de trabajo mínima, media y máxima en la conexión de los laterales.

i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)
1	564	17,1237	0,0003	14	7.896	16,9986	0,0506	27	15.228	17,8380	0,1483
2	1.128	17,0960	0,0016	15	8.460	17,0212	0,0567	28	15.792	17,9583	0,1573
3	1.692	17,0696	0,0035	16	9.024	17,0499	0,0631	29	16.356	18,0876	0,1665
4	2.256	17,0451	0,0059	17	9.588	17,0850	0,0697	30	16.920	18,2261	0,1759
5	2.820	17,0230	0,0088	18	10.152	17,1267	0,0766	31	17.484	18,3740	0,1855
6	3.384	17,0038	0,0121	19	10.716	17,1753	0,0837	32	18.048	18,5315	0,1953
7	3.948	16,9879	0,0158	20	11.280	17,2310	0,0910	33	18.612	18,6988	0,2053
8	4.512	16,9757	0,0199	21	11.844	17,2940	0,0985	34	19.176	18,8761	0,2154
9	5.076	16,9676	0,0242	22	12.408	17,3645	0,1063	35	19.740	19,0635	0,2258
10	5.640	16,9638	0,0289	23	12.972	17,4428	0,1143	36	20.304	19,2613	0,2363
11	6.204	16,9647	0,0339	24	13.536	17,5291	0,1225	37	20.868	19,4696	0,2470
12	6.768	16,9706	0,0392	25	14.100	17,6236	0,1309	38	21.432	19,6886	0,2579
13	7.332	16,9818	0,0448	26	14.664	17,7265	0,1395	39	21.996	19,9185	0,2689
									<b>Total</b>	<b>4,1277</b>	

En la subunidad de riego 1.2. el caudal requerido a la entrada de la tubería primaria es el siguiente:

$$Q_l = \sum_{i=1}^{39} 564 = 21.996 \text{ L/h}$$

El caudal necesario a la entrada de la primaria es de 21.996 L/h.

Por otra parte, aplicando la fórmula de cálculo de la presión necesaria a la entrada de la tubería se obtiene:

$$H_l = 19,9185 + 0,2689 - 0,028 = 20,1594 \text{ mca}$$

La presión requerida a la entrada de la primaria es de 20,1594 mca.

La diferencia máxima de presiones es la siguiente:

$$DHMA_t = 4,1277 - 1,092 + 0,1599 = 20,1594 - 16,9638 = 3,1956 \text{ mca}$$

La diferencia máxima de presiones en la primaria es de 3,1956 mca, menor a la tolerada, 8,5362 mca. Por consiguiente, el diseño de la tubería es correcto.

b) Sector 2:

a. *Subunidad 2.1.*

La subunidad 2.1. es igual a la subunidad 1.1. evaluada anteriormente.

b. *Subunidad 2.2.*

En la Tabla 4.18. se muestra el cálculo por tramos de la tubería primaria de la subunidad 2.2. En sombreado se indican la presión de trabajo mínima, media y máxima obtenida para todos los laterales de la subunidad.

**Tabla 4.18. Caudal (Q) y presión de trabajo (H) en cada lateral (i) y pérdida de carga (H<sub>f</sub>) en cada tramo (i-1) de la tubería primaria de la subunidad de riego 2.2. de la instalación de riego en proyecto. En sombreado se indican la presión de trabajo mínima, media y máxima en la conexión de los laterales.**

i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)	i	Q <sup>(i)</sup> (L/h)	H <sup>(i)</sup> (mca)	H <sub>f</sub> <sup>(i-1)</sup> (mca)
1	568	17,2307	0,0030	15	8.520	17,1352	0,0576	29	16.448	18,2261	0,1695
2	1.136	17,2057	0,0016	16	9.088	17,1648	0,0641	30	17.012	18,3676	0,1791
3	1.704	17,1793	0,0035	17	9.656	17,2009	0,0708	31	17.576	18,5187	0,1889
4	2.272	17,1548	0,0060	18	10.224	17,2437	0,0778	32	18.140	18,6796	0,1988
5	2.840	17,1328	0,0089	19	10.792	17,2935	0,0850	33	18.704	18,8504	0,2090
6	3.408	17,1137	0,0123	20	11.360	17,3505	0,0925	34	19.268	19,0314	0,2194
7	3.976	17,0980	0,0160	21	11.928	17,4150	0,1002	35	19.832	19,2228	0,2299
8	4.544	17,0860	0,0201	22	12.496	17,4872	0,1081	36	20.396	19,4247	0,2406
9	5.112	17,0781	0,0246	23	13.064	17,5673	0,1162	37	20.960	19,6373	0,2516
10	5.680	17,0747	0,0294	24	13.628	17,6555	0,1246	38	21.524	19,8609	0,2627
11	6.248	17,0761	0,0344	25	14.192	17,7521	0,1331	39	22.088	20,0956	0,2739
12	6.816	17,0825	0,0398	26	14.756	17,8572	0,1419	40	22.652	20,3415	0,2854
13	7.384	17,0943	0,0455	27	15.320	17,9711	0,1509			<b>Total</b>	<b>4,4882</b>
14	7.952	17,1118	0,0514	28	15.884	18,0940	0,1601				

En la subunidad de riego 2.2. el caudal requerido a la entrada de la tubería primaria es el siguiente:

$$Q_l = \sum_{i=1}^{23} 568 + \sum_{i=24}^{40} 564 = 22.652 \text{ L/h}$$

El caudal necesario a la entrada de la primaria es de 22.652 L/h.

Por otra parte, aplicando la fórmula de cálculo de la presión necesaria a la entrada de la tubería se obtiene:

$$H_l = 20,3415 + 0,2854 - 0,028 = 20,5989 \text{ mca}$$

La presión requerida a la entrada de la primaria es de 20,5989 mca.

La diferencia máxima de presiones en la primaria es la siguiente:

$$DHMA_t = 4,4882 - 1,120 + 0,1560 = 20,5989 - 17,0747 = 3,5242 \text{ mca}$$

La diferencia máxima de presiones en la primaria es de 3,5242 mca, menor a la tolerada, 8,4253 mca. Por consiguiente, el diseño de la tubería es correcto.

### 1.2.3.2.3. Cuadro resumen

Las tuberías primarias de la instalación en proyecto van a ser de PVC, diámetro nominal 63 mm y presión nominal 0,63 MPa.

La pendiente del terreno, en el sentido que se van a colocar las primarias, es de - 0,7%.

En la Tabla 4.19. se muestra las características principales de la tubería primaria que se van a utilizar en cada subunidad de riego de la instalación en proyecto.

**Tabla 4.19. Características principales de la tubería primaria de cada subunidad de riego de la instalación en proyecto.**

Subunidad	Variable	Sector 1		Sector 2	
		1.1.	1.2.	2.1.	2.2.
Longitud terciaria (m)	long	160	156	160	160
Nº laterales a los que alimenta	N	40	39	40	40
Longitud lateral (m)	long	170,4	169,2	170,4	170,4 (23 laterales)
					169,2 (17 laterales)
Caudal entrada (L/h)	Q <sub>l</sub>	22.720	21.996	22.720	22.652
Presión entrada (mca)	H <sub>l</sub>	20,6046	20,1594	20,6046	20,5989
Presión mínima (mca)	H <sub>min</sub>	17,0747	16,9638	17,0747	17,0747
Presión media (mca)	HA	17,9231	17,7215	17,9231	17,9187
Pérdida de carga total (mca)	H <sub>f</sub>	4,4912	4,1277	4,4912	4,4882
Desnivel entre los extremos de la primaria (m)	DE <sub>t</sub>	-1,120	-1,092	-1,120	-1,120
Diferencia máxima de presiones (mca)	DHMA <sub>t</sub>	3,5299	3,1956	3,5299	3,5242
Diferencia máxima de presiones tolerada (mca)	DHMA	8,4253	8,5362	8,4253	8,4253

### 1.2.3.3. Tuberías secundarias

En la instalación de riego de la plantación en proyecto va haber 2 tuberías secundarias para abastecer cada sector de riego. En la Figura 4.11. se muestra el esquema de la secundaria.

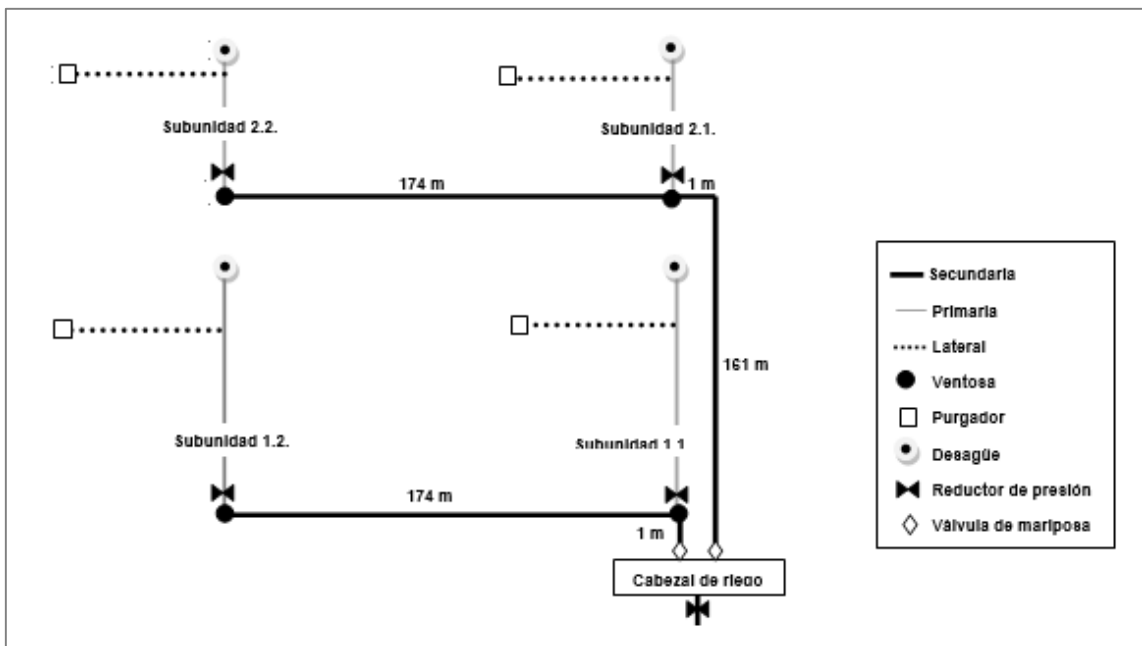


Figura 4.11. Esquema de la tubería secundaria de la instalación de riego en proyecto.

En la red de distribución de la instalación de riego en proyecto se van a instalar los siguientes dispositivos de control:

#### A. Válvulas

Se va a instalar una electroválvula de mariposa (1/4 vuelta) al inicio de cada tubería secundaria para abrir o cerrar cada sector de riego de forma automática, por medio de la orden del programador de riego.

Las electroválvulas son válvulas controladas por corriente eléctrica a través de un solenoide capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica.

El cable eléctrico que se va a utilizar es de baja tensión (24 V) y con un aislamiento específico para poder enterrarlo directamente con la tubería de conducción sin necesidad de entubarlo.

Se van a instalar 2 conductores, uno distinto para cada electroválvula, y uno común para las dos. Puesto que, la distancia del programador a la electroválvula es muy pequeña, bastará con conductores de 0,75 mm<sup>2</sup> de sección.

#### B. Reductores de presión

Se va a colocar una válvula reductora de presión, al inicio de cada subunidad y tras el grupo de bombeo, para aminorar la presión hidrostática a niveles adecuados.

Los limitadores de presión deben permitir suspender su funcionamiento cuando se requieran grandes presiones para limpiar los ramales.

#### C. Ventosas y purgadores

Se van a instalar válvulas automáticas de venteo (“ventosas”) para eliminar el aire existente en la conducción.

En concreto, en los puntos más elevados de la red de distribución (puntos de alimentación de las tuberías primarias) se va a colocar una ventosa de gran orificio

para facilitar el llenado o vaciado de la red y al final de los laterales se va a situar un purgador para eliminar las pequeñas burbujas de aire.

#### **D. Desagües**

En los puntos más bajos de la red (final cerrado de las tuberías primarias) se va a colocar un desagüe sin salida natural para vaciar y limpiar las tuberías al final de la campaña. Para la apertura y cierre se va a colocar una válvula mariposa.

##### **1.2.3.3.1. Diseño**

El diseño consiste en obtener el diámetro interior de la tubería secundaria que cumpla con una determinada tolerancia de presiones, en función de su longitud, el caudal de cada primaria y su pérdida de carga en la conexión, el codo de 90° y los dispositivos de control y el terreno sobre el que se asienta la tubería cuya pendiente es uniforme.

El material de la tubería secundaria va a ser PVC con una presión nominal de 0,63 MPa (ver Tabla 4.8.).

Para la determinación del diámetro de la secundaria se van a seguir los mismos pasos que en el diseño de laterales. No obstante, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías secundarias no se ha de aplicar el coeficiente reductor de Christiansen porque no hay reducción uniforme de caudal.
- La conexión de la primaria a la secundaria, el reductor de presión, la ventosa, la electroválvula, el codo de 90° (ver Figura 4.8.) y las reducciones de diámetro producen una pérdida de carga que es expresada en forma de longitud equivalente de tubería.

La pérdida de carga en la conexión de la primaria a la secundaria es nula (ver Tabla 4.15.) En el resto de accesorios de la tubería, la pérdida de carga se obtiene a partir de la Figura 4.12.



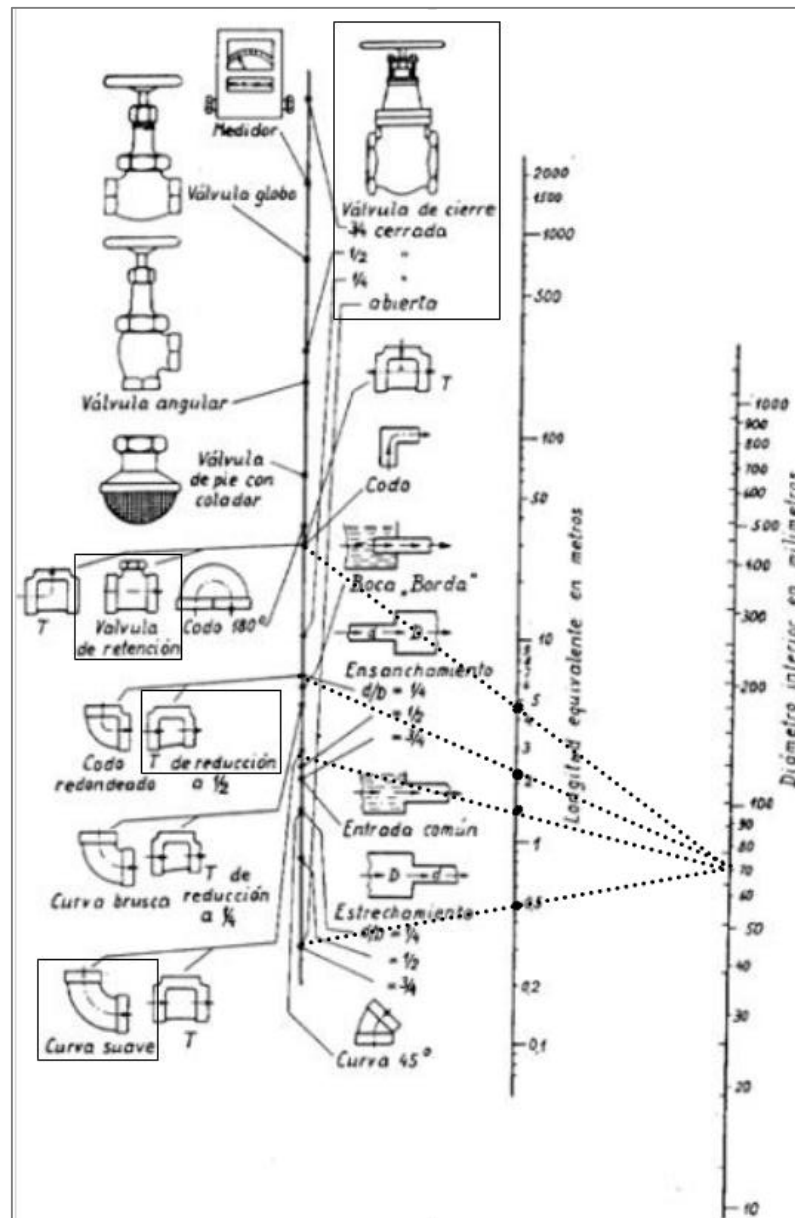


Figura 4.12. Pérdida de carga en accesorios de tubería para agua. Representación de los datos necesarios para tuberías con un diámetro interior de 70,6 mm.

Fuente: Gould Pumps USA.

En la Tabla 4.20. se marcan con una X los accesorios que hay en cada tramo de las tuberías secundarias de la instalación de riego en proyecto. La pérdida de carga que produce cada accesorio depende de su diámetro interior.

**Tabla 4.20. Marcados con una X los accesorios que tiene cada tramo de las tuberías secundarias de la plantación en proyecto. La pérdida de carga que provoca cada accesorio depende de su diámetro interior (Di) y es expresada en longitud equivalente de tubería.**

Accesorio	Pérdida de carga (m)			Sector 1		Sector 2	
	Di 59,2 mm	Di 70,6 mm	Di 84,6 mm	Cabezal - Subunidad 1.1.	Subunidad 1.1. - 1.2.	Cabezal - Subunidad 2.1.	Subunidad 2.1. - 2.2.
Ventosa	0,00	0,00	<b>0,00</b>	X		X	X
Reductor de presión	4,00	4,50	<b>5,20</b>	X	X	X	X
Electroválvula	0,45	0,50	<b>0,60</b>	X		X	
Codo de 90° (curva suave)	1,40	1,50	<b>1,80</b>	X		X	
Ensanchamiento	2,00	2,20	<b>2,50</b>			X	

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del diseño de secundarias alimentadas por un extremo, en función del diámetro del tubo elegido.

Recordar que, la tubería comercial elegida debe tener una longitud máxima efectiva inmediatamente superior a la longitud exigida por las condiciones del proyecto. En las tablas de resultados (ver Tabla 4.21., 4.22. y 4.23.) aparece sombreado cuando se cumple esa condición.

En la Tabla 4.21. se muestran los resultados del diseño de secundarias en función del diámetro interior de 59,2 mm elegido para el tubo.

**Tabla 4.21. Resultados obtenidos en el diseño de secundarias alimentadas por un extremo, en función del diámetro de tubo elegido.**

		Tubería secundaria	Sector 1		Sector 2	
		Tramo	Cabezal - Subunidad 1.1.	Subunidad 1.1. - 1.2.	Cabezal - Subunidad 2.1.	Subunidad 2.1. - 2.2.
Diámetro interior (mm)	59,2	Caudal (L/h)	44.716	21.996	45.372	22.652
		Velocidad (m/s)	4,51260325	2,21976968	4,57880478	2,28597121
		Número de Reynolds	264.501	130.109	268.381	133.990
		Coefficiente de fricción de Darcy-Weisbach con Colebrook-White	0,017	0,019	0,017	0,019
		Gradiente de pérdida de carga de la secundaria (m/100m)	29,81472769	8,06300731	30,69593022	8,55111481
		Pérdida de carga singular (m)	5,85	4,00	5,85	4,00
		Longitud máxima (m)	46	165	45	156
		Pérdida de carga mca	15,4589	13,6265	15,6089	13,6818
		Pendiente (%)	- 0,7	1	- 0,7	1
		Desnivel entre los extremos (m)	-0,322	1,650	-0,315	1,560
		Diferencia máxima de presiones (mca)	15,1369	15,2765	15,2939	15,2418
		Diferencia máxima de presiones tolerada en la subunidad (mca)	15,3000	15,3000	15,3000	15,3000
		Longitud real (m)	1	174	162	174

El tramo de tubería secundaria que une el cabezal de riego con la subunidad 1.1. debería tener un diámetro nominal de 63 mm. Sin embargo, no se admite una longitud de distinto diámetro tan pequeña.

En consecuencia, en la tubería secundaria del sector 1 no habrá reducciones de diámetro.

En la Tabla 4.22. se muestran los resultados del diseño de secundarias en función del diámetro interior de 70,6 mm elegido para el tubo.

**Tabla 4.22. Resultados obtenidos en el diseño de secundarias alimentadas por un extremo, en función del diámetro de tubo elegido.**

Tubería secundaria		Sector 1		Sector 2		
		Cabezal - Subunidad 1.1.	Subunidad 1.1. - 1.2.	Cabezal - Subunidad 2.1.	Subunidad 2.1. - 2.2.	
Diámetro interior (mm)	70,6	Caudal (L/h)	44.716	21.996	45.372	22.652
		Velocidad (m/s)	3,17293491	1,56078085	3,21948302	1,60732896
		Número de Reynolds	221.791	109.100	225.045	112.354
		Coefficiente de fricción de Darcy-Weisbach con Colebrook-White	0,017	0,019	0,017	0,019
		Gradiente de pérdida de carga de la secundaria (m/100m)	12,35992614	3,34258209	12,72523547	3,54493083
		Pérdida de carga singular (m)	6,50	4,50	6,50	4,50
		Longitud máxima (m)	124	348	120	333
		Pérdida de carga (mca)	16,1297	11,7826	16,0974	11,9641
		Pendiente (%)	-0,7	1	-0,7	1
		Desnivel entre los extremos (m)	-0,868	3,480	-0,840	3,330
		Diferencia máxima de presiones (mca)	15,2617	15,2626	15,2574	15,2941
		Diferencia máxima de presiones tolerada en la subunidad (mca)	15,3000	15,3000	15,3000	15,3000
		Longitud real (m)	1	175	162	174

La tubería secundaria del sector 1 y el tramo de la secundaria que une las subunidades del sector 2 tendrán un diámetro nominal de 75 mm.

Por consiguiente, en la tubería secundaria del sector 2 habrá un estrechamiento de diámetro (aumentan las pérdidas de carga singulares).

En la Tabla 4.23. se muestran los resultados del diseño del tramo de la secundaria que une el cabezal con la subunidad 2.1. en función del diámetro interior de 84,6 mm elegido para el tubo.

**Tabla 4.23. Resultados obtenidos en el diseño del tramo de la secundaria que une el cabezal con la subunidad 2.1., en función del diámetro de tubo elegido.**

		Tubería secundaria	Sector 2
		Tramo	Cabezal - Subunidad 2.1.
Diámetro interior (mm)	84,6	Caudal (L/h)	45.372
		Velocidad (m/s)	2,24209916
		Número de Reynolds	187.804
		Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach con Colebrook-White	0,017
		Gradiente de pérdida de carga de la secundaria (m/100m)	5,15035918
		Pérdida de carga singular (m)	10,10
		Longitud máxima (m)	332
		Pérdida de carga (mca)	17,6194
		Pendiente (%)	- 0,7
		Desnivel entre los extremos (m)	-2,324
		Diferencia máxima de presiones (mca)	15,2954
		Diferencia máxima de presiones tolerada en la subunidad (mca)	15,3000
		Longitud real (m)	162

El tramo de la secundaria del sector 2 que une el cabezal de riego con la subunidad 2.1. tendrá un diámetro nominal de 90 mm.

#### 1.2.3.3.2. Cálculo

Los cálculos de las tuberías secundarias se realizan para cada uno de los tramos delimitados por las piezas de conexión de las primarias o accesorios de la tuberías. Se determinan caudales para cada tramo y presiones en los puntos de conexión de cada primaria o accesorio, comenzando por el más alejado del cabezal de riego. Por último, se obtienen la presión y caudal requeridos a la entrada de la secundaria, para que el caudal medio del conjunto de emisores de la subunidad sea igual al requerido.

#### A. Caudal en cada tramo

Empezando por el final cerrado, el caudal que pasa por cada tramo de la secundaria ( $Q_s^{(i)}$ ) es igual al acumulado requerido a la entrada de cada primaria (ver Tabla 4.19.).

#### B. Presión en los puntos de conexión de cada primaria

La presión de trabajo en el punto de conexión de la primaria  $i$  ( $H_{\text{secundaria}}^{(i)}$ ) se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$H_{\text{secundaria}}^{(i)} = H_{\text{secundaria}}^{(i-1)} + H_{f \text{ secundaria}}^{(i-1)} + DES_{(i-1)}$$

donde:  $H_{\text{secundaria}}^{(i)}$ : Presión de trabajo para el punto  $i$  (mca)  
 $H_{\text{secundaria}}^{(i-1)}$ : Presión de trabajo para el punto  $i-1$  (mca)  
 $H_{f \text{ secundaria}}^{(i-1)}$ : Pérdida de carga en el tramo  $i-1$  (mca)  
 $DES_{(i-1)}$ : Densivel entre los extremos del tramo  $i-1$

Excepto para el punto 0, para el cual la presión de trabajo será la requerida para la primaria (ver Tabla 4.19.).

En la Tabla 4.24. se muestra el cálculo por tramos de la tubería secundaria de cada sector de riego.

Los puntos de conexión de las primarias y/o los accesorios se han ordenado partiendo del final cerrado de la secundaria, correspondiendo al ordinal superior a la primaria o accesorio más próximo a la entrada de agua en la secundaria. Procediendo de este modo, se determina el caudal y la presión de trabajo en cada punto y las pérdidas de carga en el tramo.

**Tabla 4.24. Caudal ( $Q_s$ ) y presión de trabajo ( $H_{\text{secundaria}}$ ) en cada punto ( $i$ ) de las tuberías secundarias y pérdida de carga ( $H_f$  secundaria) y desnivel (DEs) en cada tramo ( $i-1$ ) de las secundarias de la instalación de riego en proyecto.**

Tubería secundaria Sector 1					Tubería secundaria Sector 2				
$i$	$Q_s$ ( $i$ ) (L/h)	$H_{\text{secundaria}}$ ( $i$ ) (mca)	$H_f$ secundaria ( $i-1$ ) (mca)	DEs ( $i-1$ ) (m)	$i$	$Q_s$ ( $i$ ) (L/h)	$H_{\text{secundaria}}$ ( $i$ ) (mca)	$H_f$ secundaria ( $i-1$ ) (mca)	DEs ( $i-1$ ) (m)
1	21.996	20,1594	5,9665	1,740	1	22.652	20,5989	6,3632	1,740
2	44.716	27,8659	0,9270	-0,007	2	45.372	28,7021	0,5717	0,010
		<b>Total</b>	<b>6,8935</b>		3	45.372	29,2838	8,8123	-1,127
							<b>Total</b>	<b>15,7471</b>	

### C. Caudal de entrada

El caudal requerido a la entrada de la secundaria ( $Q_{\text{l secundaria}}$ ) será el acumulado calculado para el tramo delimitado por la toma y la primaria más cercana a ella.

a) Secundaria del sector 1

$$Q_{\text{l secundaria}} = Q_{(1)} = 44.716 \text{ L/h}$$

b) Secundaria del sector 2

$$Q_{\text{l secundaria}} = Q_{(2)} = 45.372 \text{ L/h}$$

El caudal necesario a la entrada de la secundaria en el sector 1 es de 44.716 L/h y en el sector 2 de 45.372 L/h.

### D. Presión de entrada

La presión requerida a la entrada de la secundaria ( $H_{\text{l secundaria}}$ ) será la calculada para la primaria más próxima a la toma corregida en la cantidad que corresponda de pérdida de carga y al desnivel del tramo que va desde la toma a esa primaria.

a) Secundaria del sector 1

$$H_{\text{l secundaria}} = 27,8659 + 0,9270 - 0,007 = 28,7859 \text{ mca}$$

b) Secundaria del sector 2

$$H_{\text{l secundaria}} = 29,2838 + 8,8123 - 1,127 = 36,9691 \text{ mca}$$

La presión requerida a la entrada de la secundaria en el sector 1 es de 28,7859 mca y en el sector 2 de 36,9691 mca.

### E. Diferencia máxima de presiones

La diferencia máxima de presiones en la secundaria se calcula directamente obteniendo la diferencia entre la presión de entrada y la mínima, de la manera siguiente:

$$DHs = H_{I \text{ secundaria}} - H_{s \text{ mín}}$$

donde: DHs: Diferencia máxima de presiones en la secundaria (mca)

$H_{I \text{ secundaria}}$ : Presión requerida a la entrada de la secundaria (mca)

$H_{s \text{ mín}}$ : Presión mínima en la secundaria (mca)

a) Secundaria del sector 1

$$DHs = 28,7859 - 20,1594 = 8,6265 \text{ mca}$$

b) Secundaria del sector 2

$$DHs = 36,9691 - 20,5989 = 16,3702 \text{ mca}$$

La diferencia máxima de presiones en la secundaria del sector 1 es de 8,6265 mca y la del sector 2 de 16,3702.

### 1.2.3.3.3. Cuadro resumen

Las tuberías secundarias de la instalación en proyecto van a ser de PVC y presión nominal 0,63 MPa. En la Tabla 4.25. se muestra las características principales de la tubería secundaria que se van a utilizar en cada sector de riego.

**Tabla 4.25. Características principales de la tubería secundaria de cada sector de riego de la instalación en proyecto.**

	Tubería secundaria	Sector 1	Sector 2
	Longitud secundaria (m)	175	336
Longitud tubería de cada diámetro (m)	Tubo de 75 mm	175	174
	Tubo de 90 mm	-	162
Localización reducciones (distancia desde final cerrado, m)	Ensanchamiento de 75 mm a 90 mm	-	174
	Caudal de entrada (L/h)	44.716	45.372
	Presión de entrada (mca)	28,7859	36,9691
	Presión mínima (mca)	20,1594	20,5989
	Diferencia máxima de presiones (mca)	8,6265	16,3702
	Pérdida de carga (mca)	6,8935	15,7471

## 1.3. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego de la instalación en proyecto se va a situar al principio de las tuberías secundarias y consta de los siguientes elementos:

- A. Filtros de arena:** Su misión es retener las partículas minerales y orgánicas que pueda contener el agua y que pudieran obstruir los goteros
- B. Equipo de fertirrigación:** El fertilizante se inyecta después de los filtros de arena para evitar crear en ellos un ambiente rico en nutrientes que favorezca el desarrollo de algunos microorganismos
- C. Filtros de malla:** Filtran la arena arrastrada por el agua y las impurezas, precipitados, etc. que puedan contener o provocar los fertilizantes
- D. Contador de agua:** Es el último elemento del cabezal para que no se vea afectado por la impurezas del agua
- E. Dispositivos de control**

En la Figura 4.13. se muestra el esquema del cabezal de riego que se va a instalar en la plantación proyecto.

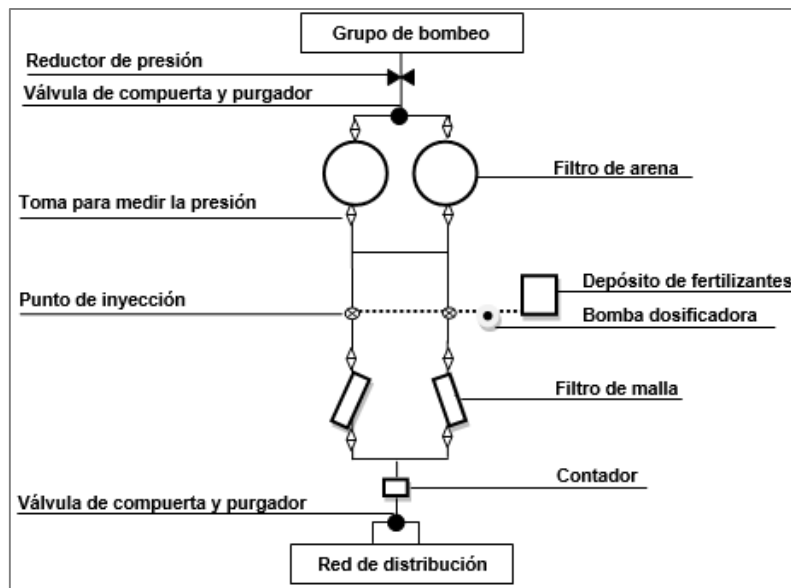


Figura 4.13. Detalle del cabezal de riego.

El diseño del cabezal de riego se hace teniendo en cuenta el caso más desfavorable, el riego en el sector 2 (ver Tabla 4.25.).

A continuación se van a evaluar cada uno de los componentes del cabezal de riego por separado.

### 1.3.1. FILTROS DE ARENA

Los filtros de arena son tanques de poliéster en cuyo interior hay una gruesa capa de arena. El agua entra por la tubería superior del tanque, se distribuye en el interior mediante un deflector, se mezcla con la arena y sale filtrado por la tubería inferior.

En la Tabla 4.26. se muestran las características técnicas y dimensiones de los filtros de arena más comunes para uso agrícola. En sombreado se especifica el tipo de filtro que se ajusta mejor a las condiciones del proyecto.

Tabla 4.26. Características técnicas y dimensiones de los filtros de arena más comunes. En sombreado se especifica el filtro que se va a utilizar en la instalación en proyecto.

Modelo	Características técnicas				Dimensiones				
	Superficie Filtrado (m <sup>2</sup> )	Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Presión máxima (bar)	Arena (kg)	Conexión A	B (mm)	C (mm)	D (mm)	
1 1/2"	0,20	16	8	100	Rosca H 3/2"	500	250	750	
2"	0,46	30	8	225	Rosca H 2"	750	550	1.300	
3"	0,72	50	8	500	Brida 3"	950	545	1.495	
4"	1,15	75	8	800	Brida 4"	1.200	525	1.725	
6"	1,55	100	6	2.000	Brida 6"	1.400	600	2.000	

Los filtros de arena de la instalación en proyecto van a ser de 4" (100 mm) y van a tener las siguientes características:

- Caudal nominal: 50 m<sup>3</sup>/h

El caudal máximo a filtrar es de 45,372 m<sup>3</sup>/h, (ver Tabla 4.25.).

- Superficie filtrante: 1,15 m<sup>2</sup>

La superficie filtrante se calcula en función del caudal a filtrar, incrementado en un 20 % en concepto de margen de seguridad. La velocidad media del agua en el interior del depósito no debe superar los 60 m/h. De modo que, la superficie filtrante será la siguiente:

$$\text{Superficie filtrante} \geq \frac{45,372 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,2}{60 \frac{\text{m}}{\text{h}}} = 0,91 \text{ m}^2$$

La superficie filtrante de los filtros de arena debe ser mayor o igual a 0,91 m<sup>2</sup>.

- Cantidad de arena: El filtro necesita 800 kg de arena. La granulometría de la arena (granítica o silíceas) debe ser aproximadamente la séptima parte del diámetro del orificio de salida de los goteros, 214 micras.
- Pérdida de carga: Cuando los filtros de arena están limpios provocan una pérdida de carga del orden de 1-2 mca. A medida que se van colmatando, la pérdida de carga puede aumentar hasta los 5 mca.
- Limpieza: La limpieza se va a realizar cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro sea de 4 mca.

Se van a colocar dos filtros de arena en paralelo para efectuar la limpieza de uno con el agua filtrada por el otro, cambiando el sentido de flujo en el sistema. Las tuberías de entrada de los filtros llevarán una derivación para eliminar el agua sucia durante la limpieza.

La tubería que conecta los dos filtros de arena (ver Figura 4.13.) será de PVC, diámetro nominal 40 mm y presión nominal 0,63 MPa (ver Tabla 4.8.).

### 1.3.2. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Los abonos líquidos necesarios para fertilizar los manzanos se vierten en un depósito de polietileno, resistente a la corrosión, de paredes lisas y fácilmente limpiable. En su interior, el depósito tiene un agitador con turbina para obtener una disolución homogénea y evitar precipitados en el fondo.

Las dimensiones del depósito dependen de la cantidad máxima de fertilizantes a aportar (ver Anejo 3: Ingeniería del proceso productivo). A partir del séptimo año, en el periodo de crecimiento vegetativo y maduración del fruto, la cantidad de fertilizante a inyectar en cada riego es la siguiente:

- Solución 7-21-7: 8,0 L
- Solución 5-0-20: 61,3 L
- Solución N-25: 0,0 L

La cantidad máxima de fertilizante a aportar en cada riego será de 69,3 L. Por lo que, se decide instalar un depósito de 100 L de capacidad de polietileno de alta densidad (ver Figura 4.14.).

Por otra parte, una bomba dosificadora va a aspirar el abono del depósito e inyectarlo en la red de distribución.



Teniendo en cuenta que, las dosis de fertilizantes pasan de ser mínimas en los primeros años del cultivo de manzano a ser relativamente altas a partir del séptimo año, se debe elegir una bomba dosificadora que trabaje con un rango de caudales que se ajuste a dichas necesidades.

La tasa de inyección se determina con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{K}{t_{\text{diario}} * 0,8}$$

donde: Q: Caudal inyectado (L/h)

K: Cantidad de abono a aportar (L), (ver Tabla 3.19.)

$t_{\text{diario}}$ : Tiempo de riego diario (h), (ver Tabla 3.9.)

0,8: Relación entre el tiempo de abonado y tiempo de riego

Tras la inyección de los abonos, es necesario dejar circular el agua un tiempo para expulsar el fertilizante del sistema de riego y evitar precipitaciones en el interior de las tuberías y goteros. Por ello, se considera una relación entre el tiempo de abonado y tiempo de riego de 0,8.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$Q_{4^{\circ} \text{ año (mínima)}} = \frac{(3,5 + 5,8)}{6,30 * 0,8} = 1,8 \text{ L/h}$$

$$Q_{7^{\circ} \text{ año y más (máxima)}} = \frac{(8 + 61,3)}{4,98 * 0,8} = 17,4 \text{ L/h}$$

El dosificador deberá trabajar en un intervalo de caudales de 1,8 a 17,4 L/h.

En consecuencia, se elige una bomba dosificadora electromagnética de membrana con una tasa de inyección de 0,5 a 20 L/h (ver Figura 4.14.).

La bomba inyectora es accionada por un motor de baja potencia, 2 CV, alimentado por una corriente monofásica de 230 V. Su regulación es manual a través de un potenciómetro y la presión máxima de trabajo es de 10 bar. La puesta en marcha y parada del sistema inyector se regula desde el programador de riego.

En la Figura 4.14. se muestra el esquema del equipo de fertirrigación que se va a instalar en la plantación en proyecto.

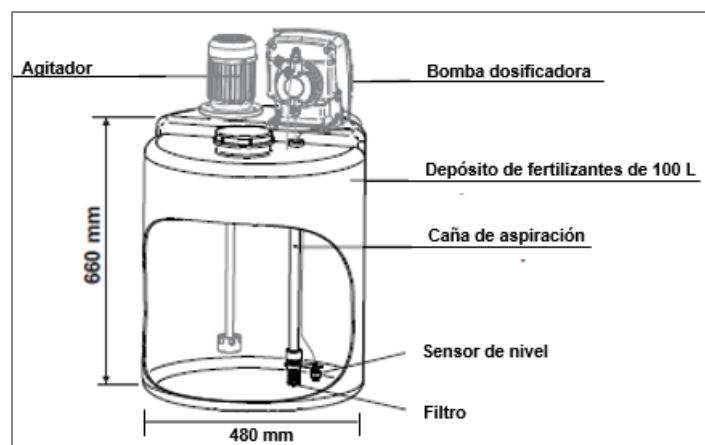


Figura 4.14. Detalle del equipo de fertirrigación.

La tubería que conecta el tanque fertilizante con la bomba dosificadora y las tuberías de impulsión (ver Figura 4.13.) será de PE-32, diámetro nominal 12 mm y presión nominal 0,5 MPa (ver Tabla 4.2.). Su longitud será de 1,9 m.

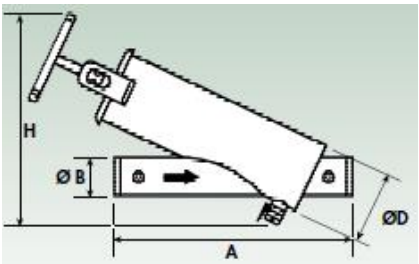
### 1.3.3. FILTROS DE MALLA

El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cartucho de malla y se filtra a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y posteriormente a la conducción de salida. Las partículas quedan en la cara interior del cartucho de malla.

En la Tabla 4.27. se muestran las características técnicas y dimensiones de los filtros de malla más comunes para uso agrícola. En sombreado se especifica el tipo de filtro que se ajusta mejor a las condiciones del proyecto.

**Tabla 4.27. Características técnicas y dimensiones de los filtros de malla en Y más comunes. En sombreado se especifica el filtro que se va a utilizar en la instalación en proyecto.**

Modelo	Características técnicas			Dimensiones			
	Superficie filtrado (m <sup>2</sup> )	Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Peso (kg)	Conexión	A (mm)	H (mm)	D (mm)
1"	0,028	7	5,5	1" Rosca	250	320	4"
1 1/2"	0,028	15	7,0	1 1/2" Rosca	340	370	4"
2"	0,052	30	15,0	2" Rosca	470	460	6"
3"	0,078	40	27,0	3" Brida	555	520	6"
4"	0,144	80	42,0	4" Brida	685	620	8"
6"	0,280	180	72,0	6" Brida	890	680	12"
8"	0,350	300	91,0	8" Brida	1.100	780	12"



Los filtros de malla de la instalación en proyecto van a ser de 4" (100 mm) y van a tener las siguientes características:

- Caudal nominal: 80 m<sup>3</sup>/h

El caudal máximo a filtrar es de 45,372 m<sup>3</sup>/h, (ver Tabla 4.25.)

- Superficie filtrante: 0,144 m<sup>2</sup>

La superficie de la malla se calcula en función del caudal a filtrar, incrementando en un 20 % en concepto de margen de seguridad. La velocidad del agua recomendada en el interior del filtro es de 1.440 m/h (0,4 m/s) y para este caso, el caudal por cada m<sup>2</sup> de área de filtro es de 446 m<sup>3</sup>/h (según Pizarro). De modo que, la superficie filtrante de los filtros de malla será la siguiente:

$$\text{Superficie filtrante} \geq \frac{45,372 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1,2}{446 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0,12 \text{ m}^2$$

La superficie filtrante de los filtros de malla debe ser de al menos 0,12 m<sup>2</sup>.

- Tamaño de los orificios (número de mesh): La calidad del filtrado depende de la apertura de la malla.

En la Tabla 4.28. se muestra la relación entre el diámetro del emisor (mm) y el diámetro del orificio de la malla y su número de mesh (número de tamiz).

**Tabla 4.28. Relación entre el diámetro del emisor, diámetro del orificio de la malla y número de mesh, según Pizarro.**

<b>Diámetro del gotero (mm)</b>	1,50	1,25	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60
<b>Diámetro del orificio de malla (micras)</b>	214	178	143	128	114	100	86
<b>Número de mesh</b>	65	80	115	115	150	170	200

El tamaño de los orificios de la malla de acero debe ser aproximadamente la séptima parte del diámetro de paso del gotero.

De modo que,  $1/7 * 1,5 \text{ mm} = 214 \text{ micras}$ , el número de mesh en los filtros de arena va ser de 65.

- Pérdida de carga: Cuando los filtros de malla están limpios la pérdida de carga es del orden de 1-3 mca. A medida que se van colmatando, la pérdida de carga puede aumentar hasta los 6 mca
- Limpieza: La limpieza se va a realizar cuando la pérdida de carga en los filtros sea de 5 mca. La operación de limpieza se realiza de forma manual sacando el filtro y lavándolo con agua a presión

#### 1.3.4. CONTADOR

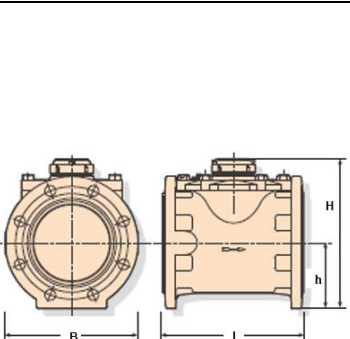
En el cabezal de riego de la instalación en proyecto se va a colocar una válvula hidráulica con medidor Woltmann “contador” para medir el caudal instantáneo y total.

Este tipo de contadores tienen en su interior un molinete, cuyo eje es perpendicular a la tubería y gira en función de la velocidad del agua. El giro del molinete se transmite a un dial, a través de un tren de ejes y engranajes, contabilizándose el caudal de la instalación.

En la Tabla 4.28. se muestran las características técnicas y dimensiones de los contadores Woltmann más comunes para uso agrícola. En sombreado se especifica el tipo de filtro que se ajusta mejor a las condiciones del proyecto.

**Tabla 4.28. Características técnicas y dimensiones de los contadores Woltmann más comunes. En sombreado se especifica el filtro que se va a utilizar en la instalación en proyecto.**

Modelo	Características técnicas		Dimensiones			
	Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Peso (kg)	L (mm)	B (mm)	H (mm)	h (mm)
2"	15	12	200	165	214	70
2 1/2"	25	13	200	185	228	84
3"	40	15,5	230	200	234	90
4"	60	19	250	200	250	106
6"	150	35	300	283	310	130
8"	250	47	350	340	338	158
10"	400	75	450	406	438	258
12"	600	95	500	460	465	330



El contador de la instalación en proyecto va a ser de 4" (100 mm), con un caudal nominal de 60 m<sup>3</sup>/h.

Antes y después del contador se debe colocar un tramo estabilizador de tubería con la misma sección que el contador. La longitud debe ser de 50 cm aguas arriba y de 20 cm aguas abajo para 2"- 6".

#### 1.3.5. DISPOSITIVOS DE CONTROL

En el cabezal de riego de la instalación en proyecto se van a instalar los siguientes dispositivos de control (ver Figura 4.13.):

## A. Válvulas

Al principio y final del cabezal se van a colocar 2 válvulas de compuerta (múltiples vueltas), con el fin de establecer puntos de corte del paso del agua en caso de avería.

En las tuberías de retrolavado e inyección de fertilizantes se va a colocar una válvula de bola (1/4 de vuelta) para apertura o cierre total de cada tramo.

## B. Ventosas

Hay que colocar purgadores para eliminar las pequeñas burbujas de aire sobre las válvulas de compuerta, a la salida del grupo de bombeo y al comienzo de las tuberías de conducción, y en los filtros de arena, malla y el depósito de fertilizantes.

## C. Manómetros

En la tubería de entrada y en la de salida de cada filtro va haber una toma para medir la presión con un manómetro con pincho y determinar el momento de realizar la limpieza de los filtros.

## D. Programador

La automatización del riego comprende las siguientes operaciones:

- Apertura y cierre automático de las válvulas
- Programación y ejecución del riego y la fertirrigación

El programador controla la apertura y cierre de electroválvulas y el arranque y parada de los motores, a las horas señaladas para cada riego. El programa de riego se va a actualizar semanalmente.

No obstante, se debe tener capacidad de actuación sobre las válvulas de forma manual, en el caso de que se produjera alguna avería en la automatización.

A cada una de las salidas o circuitos sobre los que puede actuar el automatismo se denomina estación. El programador consta de 4 estaciones:

- 1 salida para parada y puesta en marcha de la instalación
- 2 salidas para el riego (una para cada electroválvula)
- 1 salida para la fertirrigación

El programador se alimenta mediante dos pilas alcalinas de 9 V.

## 1.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE BOMBEO

### 1.4.1. TUBERÍA DE IMPULSIÓN Y COMPLEMENTOS

El diseño de la tubería de impulsión se hace teniendo en cuenta el caso más desfavorable, el riego en el sector 2 (ver Tabla 4.25.).

En consecuencia, la tubería de impulsión será de PVC, de diámetro nominal 90 mm y presión nominal 0,63 MPa.

En la Figura 4.15. se muestra el esquema de la tubería de impulsión con sus accesorios y los dispositivos de control y elementos del cabezal de riego.

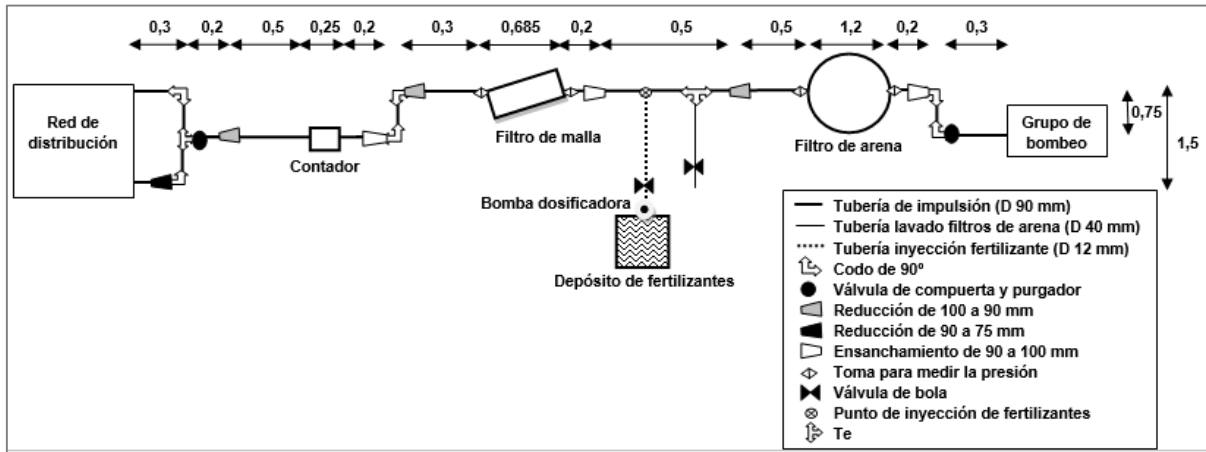


Figura 4.15. Detalle de la tubería de impulsión con sus accesorios y los dispositivos de control y elementos del cabezal de riego.

La longitud de la tubería de impulsión, de acuerdo con la Figura 4.15., será de 7,2 m.

Definida la tubería de impulsión alimentada por un extremo, los cálculos se realizan para el tramo delimitado por la red de distribución y el grupo de bombeo. Procediendo de este modo, se determina la presión a la entrada de la tubería para que el caudal medio de los emisores sea el requerido.

La presión requerida a la entrada de la tubería de impulsión será la calculada para la secundaria del sector 2 (caso más desfavorable) corregida en la cantidad que corresponda a las pérdidas de carga y el desnivel del tramo que va desde la toma a la tubería secundaria, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$H_{I \text{ impulsión}} = H_{I \text{ secundaria}} + H_f \text{ cabezal} + DE_{\text{cabezal}}$$

donde:  $H_{I \text{ impulsión}}$ : Presión requerida a la entrada de la tubería de impulsión (mca)

$H_{I \text{ secundaria}}$ : Presión de trabajo para la secundaria (mca), ver Tabla 4.25.

$H_f \text{ cabezal}$ : Pérdida de carga en el tramo desde el grupo de bombeo a la red de distribución (mca)

$DE_{\text{cabezal}}$ : Diferencia de cota en el tramo desde el grupo de bombeo a la red de distribución (m)

No hay desnivel entre los extremos de la tubería de impulsión ( $DE_{\text{cabezal}} = 0$ ).

Las pérdidas de carga en el tramo que va desde el grupo de bombeo a las tuberías secundarias se calculan de acuerdo con la siguiente expresión:

$$H_f \text{ cabezal} = J (\text{long} + fe_{\text{cabezal}})$$

donde:  $H_f \text{ cabezal}$ : Pérdida de carga en el tramo desde el grupo de bombeo a la red de distribución (mca)

J: Gradiente de pérdida de carga de la tubería de impulsión

long: Longitud de la tubería de impulsión (m)

$fe_{\text{cabezal}}$ : Pérdida de carga singular en la tubería de impulsión (m de longitud equivalente)

Recordando, el gradiente de pérdida de carga de la tubería se determina aplicando Darcy-Weisbach con Colebrook-White, del modo siguiente:

$$J = f \frac{v^2}{D_i \cdot 2g}$$

donde: J: Gradiente de pérdida de carga de la tubería de impulsión debido al rozamiento

f: Factor de rozamiento del diagrama de Moody o coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach

$D_i$ : Diámetro interior de la tubería, 0,0846 m

v: Velocidad media del agua en la tubería (m/s) (función del flujo de agua de la tubería, 45.372 L/h)

g: Aceleración debida a la gravedad, 9,80665 m/s<sup>2</sup>

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$J = 0,017 \frac{2,24209916^2}{0,0846 \cdot 2 \cdot 9,80665} = 0,05150359$$

El gradiente de pérdida de carga de la tubería de impulsión es de 0,05150359.

Los dispositivos de control y elementos del cabezal de riego y los accesorios de la tubería de impulsión producen una pérdida de carga que es expresada en forma de longitud equivalente (ver Figura 4.12.), tal como se muestra en la Tabla 4.29.

**Tabla 4.29. Pérdida de carga provocada por cada elemento y dispositivo de control del cabezal de riego y por los accesorios de la tubería de impulsión. La pérdida de carga es expresada en longitud equivalente de tubería.**

		Pérdida de carga por pieza (m/pieza)	nº piezas	Pérdida de carga total (m)
Accesorios	Codo 90º	5,0	6	30,0
	Te	5,0	2	10,0
	Reducción 90 a 75 mm	2,5	1	2,5
	Reducción 100 a 90 mm	2,8	3	8,4
	Ensanchamiento 90 a 100 mm	2,5	3	7,5
Dispositivos de control	Válvula de compuerta abierta	0,6	2	1,2
	Válvula de bola	2,6	2	5,2
Elementos del cabezal	Contador	2,0	1	1,0
	Filtro de malla	5,0	1	5,0
	Filtro de arena	4,0	1	4,0
	Equipo de fertirrigación	3,0	1	2,0
<b>Pérdida de carga singular en la tubería de impulsión (m)</b>				<b>76,8</b>

La pérdida de carga singular de la tubería de impulsión es de 76,8 m de longitud equivalente.

De modo que, la pérdida de carga en el tramo desde el grupo de bombeo a la red de distribución es la siguiente:

$$H_{f \text{ cabezal}} = 0,05150359 (7,2 + 76,8) = 4,3263 \text{ mca}$$

La pérdida de carga en el sistema de impulsión es de 4,3263 mca.

En consecuencia, la presión requerida a la entrada de la tubería de impulsión es la siguiente:

$$H_{I \text{ impulsión}} = 36,9691 + 4,3263 + 0,00 = 41,2954 \text{ mca}$$

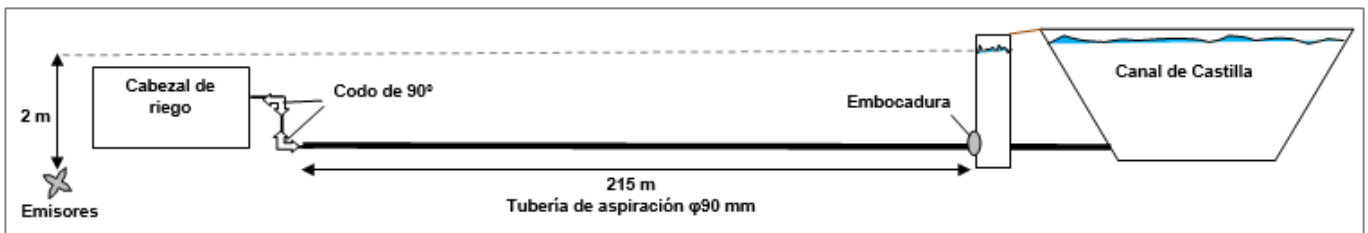
La presión requerida a la entrada de la tubería de impulsión es de 41,2954 mca.

#### 1.4.2. TUBERÍA DE ASPIRACIÓN

El diseño de la tubería de aspiración se hace teniendo en cuenta el caso más desfavorable, el riego en el sector 2 (ver Tabla 4.25.).

En la Figura 4.16. se muestra el esquema de la tubería de aspiración.

Figura 4.16. Detalle de la tubería de aspiración.



La longitud de la tubería de aspiración, de acuerdo con la Figura 4.16., será de 215 m.

De modo que, de acuerdo con la Tabla 4.23., la tubería de aspiración será de PVC, de diámetro nominal 90 mm y presión nominal 0,63 MPa. Dicha tubería existe en la actualidad.

Las pérdidas de carga en el tramo que va desde el canal de Castilla al grupo de bombeo se calculan de acuerdo con la siguiente expresión:

$$H_{f \text{ aspiración}} = J * \text{long} * 1,05$$

donde:  $H_{f \text{ aspiración}}$ : Pérdida de carga en el tramo desde el Canal de Castilla al grupo de bombeo (mca)

J: Gradiente de pérdida de carga de la tubería de aspiración, 0,05150359 (gradiente de la tubería de impulsión)

long: Longitud de la tubería de aspiración, 215 m

1,05: Pérdida de carga singular en la tubería de aspiración (embocadura y 2 codos de 90°) se estima del 5%

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$H_{f \text{ aspiración}} = 0,05150359 * 215 * 1,05 = 11,6275 \text{ mca}$$

La pérdida de carga en la tubería de aspiración es de 11,6275 mca.

#### 1.4.3. GRUPO DE BOMBEO

El cálculo del grupo de bombeo se realiza teniendo en cuenta el caso más desfavorable, el riego en el sector 2, donde es necesario un caudal de 45.372 L/h (ver Tabla 4.25.).

La potencia de la bomba se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P \geq \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta \cdot \delta}$$

donde: Potencia de la bomba (CV)

Q: Caudal (L/s)

H<sub>m</sub>: Altura manométrica (m)

δ: Rendimiento del motor, 0,7

η: Rendimiento de la bomba, 0,7

La altura manométrica es igual a la suma de los siguientes conceptos:

$$H = H_g + \Delta H_t + h$$

donde: H: Altura manométrica (m)

H<sub>g</sub>: Altura geométrica de elevación (m)

ΔH<sub>t</sub>: Pérdidas de carga totales (mca)

h: Presión de trabajo del “elemento hidráulico final” (mca), ver Tabla 4.25.

La toma de agua está 2 metros por encima de los emisores (H<sub>g</sub> = -2 m).

Las pérdidas de carga totales son igual a las pérdidas de carga en la tubería de aspiración más las pérdidas de carga en el cabezal de riego (hasta su salida, donde existe un “elemento hidráulico final” que es todo el riego por goteo de la plantación de manzanos).

La presión de trabajo del “elemento hidráulico final” hace referencia a la presión requerida a la entrada de la red de distribución.

De modo que, aplicando la fórmula se obtiene:

$$H = -2 + (4,3263 + 11,6275) + 36,9691 = 50,9229 \text{ mca}$$

La altura manométrica o presión que debe suministrar el grupo de bombeo es de 50,9229 mca. No obstante, se va a incrementar en un 5% en concepto de margen de seguridad.

En consecuencia, la potencia del grupo de bombeo va a ser la siguiente:

$$P \geq \frac{\frac{45.372}{3.600} * 50,9229 * 1.05}{75 * 0,7 * 0,7} = 18,3 \text{ CV}$$

La potencia de la bomba de riego debe ser mayor o igual 18,3 CV.

El tipo de bomba que se va a utilizar en la instalación en proyecto, según el principio de funcionamiento, es una bomba rotodinámica o turbobomba (la energía mecánica se transforma en energía cinética y de presión).

Tanto la bomba como el motor quedarán fuera del agua.

Por consiguiente, la bomba que se va a instalar en la plantación en proyecto va a ser centrífuga y horizontal.

En la Figura 4.17. se muestran las características técnicas de las bombas rotodinámicas horizontales más comunes para uso agrícola. Con un círculo se señala el tipo de bomba que se ajusta mejor a las condiciones del proyecto.



KW	CV	m3/h l/min	0	6	12	18	21	24	27	30	36	42	48	54	60	72	84	96
			0	100	200	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
2	3		25	25,3	25,3	20,2	18,5	15										
1,5	2		22,5	22	20,2	16	13											
2,2	3		27,2	26,8	25,2	21,4	18,5	14,8										
3	4		36,5	35,5	34,2	31,5	28,5	25,5	20,5									
4	5,5		41	41	40,5	37,5	34,5	30,7	25,5									
4	5,5		47,5	47	45	40	36	31										
5,5	7,5		55	55	53,5	50	47	43										
7,5	10		68	67,5	66	62,5	59	56	52									
11	15		69	68,5	68	66	64	61,5	57									
15	20		91	90,5	90	87,5	85,5	82,5	78,5	73								
18,5	25		101,5	101,5	100,5	98	96	93,5	90,3	85								
4	5,5		26		26	26	26	25,2	25	24	23	21,5	19	17				
3	4		30		26	25	24	23,5	22,5	21	19	15						
4	5,5		35,4		32	32	31,5	30	29	28	27	23,8						
5,5	7,5		41,5		41,5	41	40,5	40	39	38,5	36	32						
5,5	7,5		40		38,8	37	36	35	33	31	22							
7,5	10		55,5		56	53,5	52,5	51	50	47,5	44							
11	15		66		66,3	65	64,5	63	62	61	56	51						
11	15		58		58	56,5	56	55	54	52	50	43						
15	20		71		71,5	71,5	71	70,8	70	69,8	69	61,5	54,7	44				
22	30		97		97	97	97	97	95	94	91	88	83	77	65			
2,2	3		16				15,1	15	14,7	14,3	14	13,2	13	11,9	10,7			
3	4		18,6				18,3	18,1	18	17,9	17,8	17,3	16,4	15,6	14,4	11,4		
4	5,5		23,2				22,9	22,8	22,7	22,6	22,5	22	21,3	20,9	20	18		
5,5	7,5		26,5				26,5	26,5	26,5	26,5	26	25,6	24,9	24,4	23,5	22	19,4	16,8
5,5	7,5		29				29	28,5	28	27,8	27,5	27	26	25	23			
7,5	10		38				37,1	36,9	36,7	36,5	36,1	35,4	34,9	33,9	32,5	29		
11	15		43				42,7	42,6	42,5	42,4	42	41,5	41	40	38	36,5	33	
11	15		53,5				53,4	53,2	53	52,5	52	50	48	46	44	35		
15	20		62				61,7	61,5	61	60,5	60	59	57	55	52,5	45		
18,5	25		65				65	64,5	64,2	64	63,5	62	60,5	58,5	57	50	40	
22	30		80				80	80	80	78,8	77,7	76,1	74,5	72,7	70,5	65,2		
30	40		101				101	101	101	101	100,8	100,7	100	99	98	90	78	70

Figura 4.17. Características técnicas de las bombas centrífugas horizontales más comunes. Con un círculo se señala la bomba que se va a utilizar en la instalación en proyecto.

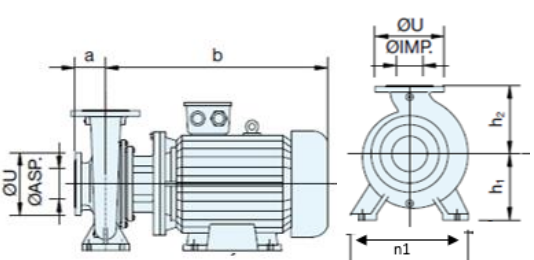
La bomba rotodinámica horizontal de la instalación en proyecto va a tener las siguientes características:

- Potencia del motor: 15 kW (motor alimentado por una corriente trifásica de 400V)
- Altura de elevación máxima: 57 mca
- Caudal nominal: 48 m<sup>3</sup>/h

Por último, en la Tabla 4.30. se muestran las dimensiones del grupo de bombeo elegido para la instalación en proyecto.

Tabla 4.30. Dimensiones de la bomba centrífuga horizontal elegida para la plantación en proyecto. Material de la bomba, polipropileno (PP).

Dimensiones (mm)				
a	b	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>
100	727	160	180	265
Aspiración		Impulsión		Peso (kg)
D interior	DN (mm)	D interior	DN (mm)	
65 mm (2 1/2")	185	50 mm (2")	165	172



## 1.5. RESUMEN

A continuación se muestra el resumen del diseño hidráulico de la instalación de riego en proyecto.

**A. Goteros:** Autocompensantes. Caudal nominal 2 L/h.

**B. Red de distribución:**

a) Laterales: PE-32, diámetro nominal 18 mm y presión nominal 0,4 MPa.

Nº laterales	Nº emisores/lateral	Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
103	284	170,4	568	17,0747	5,1707
56	282	169,2	564	16,9638	5,0718

b) Primarias: PVC, diámetro nominal 63 mm y presión nominal 0,63 MPa.

		Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
Sector 1	Subunidad 1.1.	160	22.720	20,6046	4,4912
	Subunidad 1.2.	156	21.996	20,1594	4,1277
Sector 2	Subunidad 2.1.	160	22.720	20,6046	4,4912
	Subunidad 2.2.	160	22.652	20,5989	4,4882

c) Secundarias: PVC, diámetro nominal 75 y 90 mm y presión nominal 0,63 MPa

	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
Sector 1	174	75	44.716	28,7859	6,8935
Sector 2	336	75 (174 m), 90 (162 m)	45.372	36,9691	15,7471

**C. Cabezal de riego:**

a) Filtros de arena: Diámetro 4" y caudal nominal 75 m<sup>3</sup>/h.

b) Equipo de fertirrigación: Depósito de 100 L y bomba dosificadora electromagnética de 2 CV de potencia.

c) Filtro de malla: Diámetro 4" y caudal nominal 80 m<sup>3</sup>/h.

d) Contador: Diámetro 4" y caudal nominal 60 m<sup>3</sup>/h.

e) Programador: Programador electrónico de 4 estaciones.

**D. Red de bombeo:**

a) Tubería de impulsión: PVC, diámetro nominal 90 mm y presión nominal 0,63 MPa.

Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
7,2	45.372	41,2954	4,3263

b) Tubería de aspiración: PVC, diámetro nominal 90 mm y presión nominal 0,63 MPa.

Longitud (m)	Caudal entrada (L/h)	Presión entrada (mca)	Pérdidas de carga (mca)
215	45.372	41,2954	11,6275

- c) Bomba rotodinámica horizontal: Altura manométrica 57 mca, caudal nominal 48 m<sup>3</sup>/h y potencia del motor 15 kW.

**E. Dispositivos de control:**

Los dispositivos de control necesarios en la instalación de riego en proyecto son los siguientes:

- a) Ventosas de orificio grande: 4, a la entrada de las tuberías primarias.
- b) Purgadores: 159, al final de los laterales, 2, en filtros de arena, 2, en filtros de malla y uno en el equipo de fertirrigación.
- c) Desagües: 4, válvulas de mariposa colocadas al final de las tuberías primarias.
- d) Reductores de presión: 4, a la entrada de las tuberías primarias
- e) Electroválvulas: 2, a la entrada de las secundarias.
- f) Manómetro: 1
- g) Válvula de compuerta + purgador: 2, a la entrada y salida del cabezal de riego.

## 2. INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES

En la plantación en proyecto se decide construir una caseta de riego, con el objetivo de albergar y proteger los elementos del cabezal de riego y del grupo de bombeo.

### 2.1. EMPLAZAMIENTO

La construcción de la caseta de riego se va a realizar en la parcela nº 35 del polígono nº 2 del término municipal de Autillo de Campos (Palencia).

La parcela está situada en Suelo Rústico Común, con una pendiente media del 1% en la zona que se pretende construir. La edificación se va a situar a una distancia de 1.200 m del casco urbano de Abarca de Campos, y a 355 m de la Carretera P-941.

El acceso se realiza desde la Carretera P-941 de Abarca de Campos - Castromocho, situada al S-W de la parcela.

Las coordenadas de la zona en la que se va a ubicar la edificación son (ETRS 89, HUSO UTM 30):

X: 347.137,43  
Y: 4.659.195,03

### 2.2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La caseta de riego que se va a construir tendrá una superficie útil de 28 m<sup>2</sup>. Las principales características del edificio son:

- Luz: 4,0 m
- Longitud: 7,0 m
- Altura a alero: 2,5 m
- Altura a cumbre: 2,8 m
- Pendiente del faldón: 7,5%
- Número de vanos: 1
- Luz del vano: 7,0 m

A continuación, se van a describir los elementos constructivos del edificio:

#### A. Cimentación

La cimentación de la caseta de riego en proyecto va a consistir en zapatas aisladas, de 0,6x0,6x0,6 m, en la base de los pilares.

Las zapatas de cimentación se van a ejecutar del siguiente modo:

a) Hormigón de limpieza (HL-150/B/20):

Desde el firme considerado hasta la parte inferior de la armadura, aproximadamente 10 cm, se va a colocar hormigón de limpieza. Esta capa de HL va a facilitar la posterior colocación del armado.

El hormigón de limpieza que se va a utilizar en la obra tendrá consistencia blanda (B), tamaño máximo de árido 20 mm y una dosificación mínima de cemento de 150 kg/m<sup>3</sup>.

El tipo de cemento que se va a utilizar en toda la obra (CEM I/32,5 N) es cemento portland (CEM I), de clase resistente 32,5 y resistencia inicial normal (N).

b) Hormigón armado (HA):

El canto útil de la zapata se va a rellenar con hormigón armado.

La ejecución del hormigón, disposición de armaduras, ensayos de control, vibrado, etc. se ajustará estrictamente a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

a. *Hormigón* (HA-25/P/40/IIa):

El hormigón que se va a utilizar en las zapatas tendrá 25 N/mm<sup>2</sup> de resistencia característica a los 28 días, consistencia plástica (P) y tamaño máximo de árido de 40 mm.

En HA la dosificación de cemento mínima va a ser de 275 kg/m<sup>3</sup> y la máxima de 500 kg/m<sup>3</sup>.

b. *Armado* (Ferralla armada 4φ6 c/20 B-500S)

El armado de las zapatas va a consistir en ferralla armada elaborada a partir de barras (B) de acero corrugado soldable (S), de límite elástico 500 N/mm<sup>2</sup> y diámetro 6 mm.

El corte de las barras se ajustará a los planos del proyecto.

El atado de las barras se hará con soldadura (soldeo a solapo con cordones longitudinales). Las barras se van a disponer formando una retícula de 20x20 cm.

El doblado de las barras en forma de patilla ( $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ ) va a garantizar una adecuada adherencia mecánica.

En anclaje se hará con pernos de acero corrugado (B-500S), de diámetro 16 mm.

## B. Solera

El interior de la caseta se va a pavimentar con una losa de hormigón armado.

La solera va a ser un único paño de 7x4 m y 15 cm de espesor y se va a ejecutar del siguiente modo:

a) Capa de zahorra compactada:

Una capa de zahorra compactada de 20 cm de espesor y tamaño de áridos 40 mm va a ser la base de la solera.

b) Hormigón armado (HA):

a. *Hormigón* (HA-20/B/20/I)

El hormigón que se va a utilizar en la solera tendrá 20 N/mm<sup>2</sup> de resistencia característica, consistencia blanda (B), tamaño máximo de árido de 20 mm y una dosificación de cemento mínima de 275 kg/m<sup>3</sup>.

b. *Armado* (ME 200x200 S φ6-6 3.000x2.200 B-500S)

Para el armado de la solera se va a utilizar malla electrosoldada (ME) compuesta por barras de acero corrugado B-500S de diámetro 6 mm.

En la malla electrosoldada la separación entre los ejes de las barras longitudinales y transversales será de 20 cm y las dimensiones de los paneles de 3x2,2 m.

## C. Estructura

El sistema estructural de la caseta de riego se compone de 2 pórticos metálicos empotrados y correas metálicas de acero laminado en perfiles de las series IPE (dinteles y correas) y HEB (pilares).

a) Pórticos:

La caseta de riego va a estar formada por 2 pórticos con pilares empotrados en su base y el resto de nudos libres. Los pórticos tendrán una luz de 4,0 m e irán dispuestos a una distancia de 7,0 m entre sí.

Los perfiles elegidos (Norma EA-95) para los dinteles serán IPE-80 y para los pilares HEB-100.

Cada pilar va a estar unido a su zapata de cimentación por medio de una placa base de 200x200x20 mm de acero laminado.

b) Correas:

La separación máxima entre correas va a ser de 1m.

El perfil laminado elegido para las correas es el IPE-80.

El acero laminado y conformado (paneles) que se va a utilizar en el proyecto es de clase S-275-JR. Dicho material se ajusta a lo establecido en la norma UNE EN 10025 (productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), a lo que hace referencia el DB-SE-A.

#### **D. Cubierta**

La cubierta del edificio proyectado va a ser a un agua, con una inclinación del 7,5 %.

Para la cubierta se va a utilizar panel tipo sándwich con doble chapa metálica prelacada de 0,6 mm y alma de poliuretano extrusionado de 50 mm de grosor.

#### **E. Cerramiento**

El cerramiento del edificio estará formado por muros de ladrillo perforado de dimensiones (24x12x9)cm.

La dosificación del mortero recomendada para muros sin carga es 1:8 (añadir 1 de aglomerante por cada 8 de arena), con una dosificación de cemento mínima de 200 kg/m<sup>3</sup>.

#### **F. Cerrajería**

En la fachada N-E de la caseta se va a colocar la puerta de acceso de 1,5x2 m, de doble hoja y de aluminio anodizado. También, se va a instalar una ventana de aluminio anodizado de 2,8x1,0 m de doble hoja.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR**

En las Tablas 4.31., 4.32., 4.33., 4.34. y 4.35. se muestran los materiales a utilizar con las características que los definen, los niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad.

## A. Hormigón armado

### a) Hormigón

**Tabla 4.31. Características del hormigón utilizado.**

Designación	Cimentación		Solera
	HL-150/B/20	HA-25/P/40/Ila	HA-20/B/20/I
Resistencia característica a los 28 días (N/mm <sup>2</sup> )	-	25	20
Tipo de cemento (RC-08)	CEM I/32,5 N		
Cantidad mínima de cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	275 (máxima 500)	
Tamaño máximo del árido (mm)	20	40	20
Clase general de exposición (designación)	Ila	Ila	I
Asiento en el cono de Abrams (cm) (método para medir la consistencia o docilidad del hormigón, UNE 83313:90)	6 a 9	3 a 5	6 a 9
Consistencia del hormigón	Blanda (B)	Plástica (P)	Blanda (B)
Forma de compactación	Vibrado a apisonado	Vibrado energético en obra	Vibrado a apisonado
Nivel de control previsto	Estadístico		
Coefficiente de minoración	1,5		
Resistencia de cálculo del hormigón (N/mm <sup>2</sup> )	16,70		

### b) Acero en barras

**Tabla 4.32. Características del acero en barras utilizado.**

	Ferralla Armada y Malla Electrosoldada
Designación	B-500 S
Clase de acero	Soldable
Límite elástico, fy (N/mm <sup>2</sup> )	500
Carga unitaria de rotura, fs (N/mm <sup>2</sup> )	550
Coefficiente de minoración (relación fs/fy)	1,1
Nivel de control previsto	Normal

## B. Aceros laminados y conformados

**Tabla 4.33. Características del acero laminado y conformado.**

	Acero en perfiles y paneles
Designación	S 275 JR
Clase de acero	Soldable
Tensión de límite elástico, fy (N/mm <sup>2</sup> )	275
Tensión de rotura, fu (N/mm <sup>2</sup> )	410
Coefficiente de minoración (relación fu/fy)	1,5
Nivel de control previsto	Normal

## C. Muros de cerramiento

Tabla 4.34. Características de los muros de cerramiento del edificio.

	Muros de cerramiento
Material	Ladrillo perforado
Dimensiones (cm)	24x12x9
Dosificación del mortero	1:8
Cantidad mínima de aglomerante (kg/m <sup>3</sup> )	200
Resistencia del mortero (kg/cm <sup>2</sup> )	50

## D. Uniones entre elementos

Tabla 4.35. Uniones entre elementos.

		Toda la obra
Designación	Soldadura	Soldeo a solapo con cordones longitudinales
	*Tornillos ordinarios y calibrados	A-4t
	*Tornillos de alta resistencia	A-10t
	Pernos de anclaje	B-500S

\*El número que designa el acero es indicativo de su resistencia a tracción.

### 2.3.1. ENSAYOS A REALIZAR

#### A. Hormigón Armado

En el hormigón y el acero utilizado se van a realizar los ensayos pertinentes de acuerdo con los niveles de control previstos y lo indicado en la norma EHE-08, capítulo XVI, artículo 85 y siguientes.

#### B. Aceros estructurales

En el acero empleado para el sistema estructural se van hacer los ensayos pertinentes de acuerdo con lo indicado en el capítulo XII del CTE SE-A.

## 2.4. MÉTODOS DE CÁLCULO

Según el DB-SE del CTE, a la hora de dimensionar una estructura es necesario asegurarse de que ésta mantiene su resistencia y estabilidad frente a ciertas acciones que resultan previsibles, y así mismo que, ante situaciones extraordinarias, no se produzcan consecuencias desproporcionadas.

El método de cálculo que se va a aplicar es de los Estados Límite. Este método consiste en asegurarse de que el efecto ponderado (mayorado) de las acciones que actúan sobre la estructura es inferior a la resistencia (minorada) de ésta, de manera que la respuesta de dicha estructura se mantenga dentro de unos determinados límites llamados Estados Límite Últimos y Estados Límite de Servicio.

La denominación de Estados Límite Últimos (ELU) engloba todos aquellos que producen una puesta fuera de servicio de la estructura, por pérdida de equilibrio, por colapso o por rotura de la misma o de una parte de ella. Como ELU deben considerarse los debidos a:



- Agotamiento: Fallo por deformaciones plásticas excesivas o por rotura de una o varias secciones.
- Equilibrio: Pérdida de equilibrio de la estructura o parte de ella, considerada como un sólido rígido (vuelco, deslizamiento, etc.).
- Fatiga: Fallo por acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.
- Pandeo: Es la inestabilidad de parte o total de la estructura
- Anclaje: La pérdida de anclaje provoca el fallo del elemento estructural.

Por otra parte, se incluyen bajo la denominación de Estados Límite de Servicio (ELS) todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad, de durabilidad o de aspecto requeridos. Los más importantes son los siguientes:

- Deformación: Se alcanza un excesivo movimiento en el elemento (flecha, giro, etc.)
- Fisuración: La abertura de las fisuras de una pieza supera un límite establecido.
- Vibraciones: Se producen en la estructura vibraciones indeseables.

Basándose en estos aspectos, el dimensionamiento de los diferentes elementos estructurales de la caseta de riego en proyecto se ha realizado con el software informático Metalpla\_Xe.

El programa realiza un análisis de Primer Orden. Esto significa que, el cálculo de la estructura se realiza por hipótesis de cálculo independientes combinándolas después, dado que es válida la ley de superposición.

Respecto a los elementos estructurales metálicos el programa actúa de acuerdo a lo establecido en el DB SE-A del CTE.

En las cimentaciones Metalpla calcula conforme a lo dispuesto en el DB SE-C del CTE y a la EHE-08.

## **2.5. CÁLCULOS**

### **2.5.1. ESTRUCTURA**

El cálculo de una estructura básicamente consiste en comprobar que se cumplen las condiciones de equilibrio de esfuerzos y de compatibilidad de deformaciones. El cálculo se va a dividir en las siguientes etapas:

- I. Establecimiento del esquema estructural, que es una simplificación de la realidad.
- II. Consideración de todas las acciones actuantes en la estructura.
- III. Determinación de las hipótesis de carga, con todas las combinaciones posibles de las acciones compatibles entre sí.
- IV. Cálculo de los esfuerzos, análisis estructural
- V. Cálculo de las secciones mediante comprobación

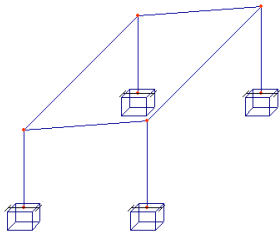
El análisis de esfuerzos se efectuará siguiendo las hipótesis habituales de la Resistencia de Materiales, considerando las deformaciones producidas por momentos flectores y esfuerzos axiales.

Tras la determinación de esfuerzos, Metalpla procede a comprobar tensiones o a seleccionarlas automáticamente de acuerdo con la Norma CTE. Esta selección se realiza mediante un proceso iterativo de cálculo, en el que cada vez que emplea nuevos perfiles, repite el cálculo de esfuerzos, hasta que logra optimizar la estructura.

### 2.5.1.1. Esquema estructural

En la Tabla 4.36. se detallan las dimensiones de la estructura de la caseta de riego en proyecto.

Tabla 4.36. Dimensiones de la caseta de riego en proyecto.

	<p>Nº de vanos de la estructura: 1 Luz del vano: 7,0 m Nº de alturas de la estructura: 1 Altura mínima de las paredes laterales: 2,5 m Altura máxima de las paredes laterales: 2,8 m Nº de pórticos: 2 Luz del pórtico: 4,0 m</p>
---	---

En la estructura se distinguen las siguientes partes:

#### A. Nudos

Los límites de la estructura están definidos por nudos. De cada nudo se tiene la siguiente información:

- Número del nudo

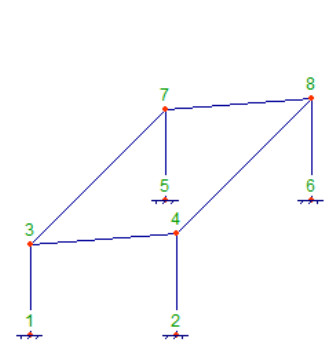
El criterio de numeración para los nudos consiste en numerar correlativamente los que pertenecen al mismo dintel comenzando por el inferior izquierdo, que forma la línea de cimentación, al que se le asigna el número 1 y de abajo hacia arriba.

- Coordenada X: Abscisa del nudo referida a los ejes generales (m)
- Coordenada Y: Ordenada del nudo referida a los ejes generales (m)
- Tipo de coacción del nudo:



En la Tabla 4.37. se muestran las características de cada nudo de la estructura de la caseta.

Tabla 4.37. Características de los nudos de la estructura.

	NUDO	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
	1	0	0	0	Empotramiento
	2	4	0	0	Empotramiento
	3	0	2,5	0	Nudo libre
	4	4	2,8	0	Nudo libre
	5	0	0	-7	Empotramiento
	6	4	0	-7	Empotramiento
	7	0	2,5	-7	Nudo libre
	8	4	2,8	-7	Nudo libre

## B. Barras

Las características constructivas de las barras de la estructura son las siguientes:

- Número de la barra

Para la numeración de las barras se enumeran primero las columnas de izquierda a derecha y de abajo a arriba y después las vigas con el mismo criterio.

- Nudo de menor numeración de la barra
- Nudo de mayor numeración de la barra
- Clase de barra:
  - o Pilar: Se tiene en cuenta el pandeo
  - o Viga: No se tiene en cuenta el pandeo, salvo el vuelco lateral
- Tipo de sección:
  - o El tipo de sección para todos los pilares será HEB
  - o El tipo de sección para todas las vigas (principales y de atado) será I PE
- Tamaño: Tamaño del perfil asociado a la barra (mm)
- Modelo de las barras:
  - o Teniendo en cuenta el tipo de enlaces extremos: Barras sin articular
  - o Teniendo en cuenta el tipo de refuerzo en ambos extremos: Barras de sección constante

En la Tabla 4.38. se muestran las características de cada barra de la estructura de la caseta.

Tabla 4.38. Características de las barras de la estructura.

	BARRA	Nudo menor	Nudo mayor	Clase	Sección	Tamaño
	1	1	3	Pilar	HEB	100
	2	2	4	Pilar	HEB	100
	3	3	4	Viga	IPE	80
	4	5	7	Pilar	HEB	100
	5	6	8	Pilar	HEB	100
	6	7	8	Viga	IPE	80
	7	3	7	Viga	IPE	80
	8	4	8	Viga	IPE	80

### 2.5.1.2. Establecimiento de las acciones

En el capítulo III de la instrucción EHE-08 se estudian las acciones a considerar en el proyecto de una estructura o elemento estructural. Dichas acciones se pueden clasificar por su variación en el tiempo en los siguientes grupos:

**A. Acciones permanentes:** Acciones que actúan en todo instante, con posición y magnitud constante.

Las acciones permanentes consideradas en el cálculo de la estructura son las debidas al peso propio de la estructura:

- Carga permanente cubierta: 0,15 kN/m<sup>2</sup>

La carga permanente en correas, dinteles y pilares depende del tipo de sección y el tamaño del perfil:

- Correas IPE-80: 0,06 kN/m
- Dinteles IPE-80: 0,06 kN/m
- Pilares HEB-100: 0,204 kN/m

**B. Acciones variables:** Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura.

Se consideran como acciones variables, la sobrecarga de uso, la nieve y el viento (no se tienen en cuenta las acciones térmicas debido a las pequeñas dimensiones de la caseta).

a) Sobrecarga de uso

Según el Código Técnico (DB SE-AE) en cubiertas ligeras sobre correas y accesibles únicamente para conservación se establece la siguiente sobrecarga de uso:

- Carga uniforme: 0,4 kN/m<sup>2</sup> (proyección horizontal de la superficie de la cubierta)
- Carga concentrada: 1 kN

b) Nieve

Respecto a la nieve, la caseta de riego en proyecto va a estar ubicada dentro de la zona de clima invernal 3 (según CTE DB SE-AE), a 840 m sobre el nivel del mar. Por ello, la carga de nieve va a ser la siguiente:

- Carga de nieve: 0,54 kN/m<sup>2</sup> (proyección horizontal de la superficie de la cubierta)

c) Viento

Respecto al viento, la caseta de riego en proyecto va a estar ubicada dentro de la zona eólica B (según CTE DB SE-AE) con un valor medio de la velocidad del viento de 27 m/s. Además, el entorno presenta una grado de aspereza II (terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia). Por ello, la carga de viento va a ser la siguiente:

- Viento de mayor presión: 0,1 kN/m<sup>2</sup>/cubierta
- Viento de mayor succión: 0,4 kN/m<sup>2</sup>/cubierta

**C. Acciones accidentales:** Son aquellas cuya posibilidad de actuación es pequeña pero de gran importancia. En este grupo se incluyen las acciones debidas a impactos, explosiones, etc. Los efectos sísmicos pueden considerarse de este tipo.

De acuerdo a la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, por el uso y la situación del edificio, no se van a considerar las acciones sísmicas.

### 2.5.1.3. Hipótesis de carga

En la Tabla 4.39. se muestran las diferentes hipótesis básicas de cálculo y la categoría de la edificación, de acuerdo a lo dispuesto en el DB SE-AE del Código Técnico de la Edificación.

**Tabla 4.39. Hipótesis básicas de cálculo y categoría de la edificación (CTE SE-AE).**

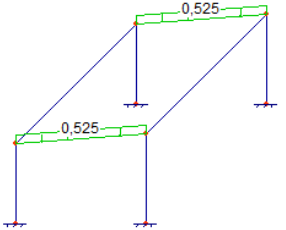
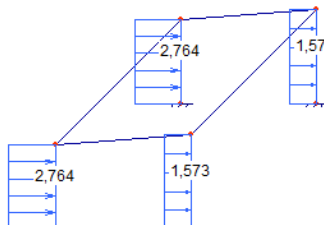
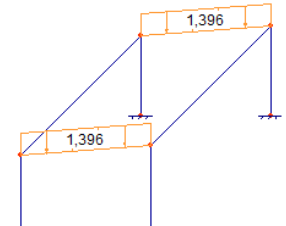
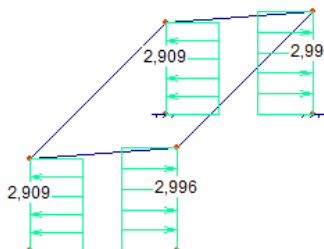
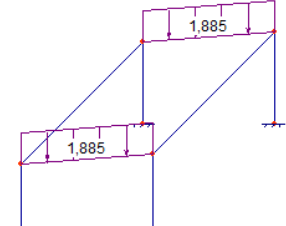
Hipótesis	Descripción	Categoría
1	Permanente	Permanente
2	Mantenimiento	G: Cubiertas accesibles para mantenimiento
3	Nieve	Nieve: Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar
4	Viento transversal	Cargas en edificación
5	Viento longitudinal	Cargas en edificación

### 2.5.1.3.1. Datos de cargas

El programa de cálculo genera automáticamente las cargas del edificio, según el CTE, a partir de los datos suministrados.

En la Tabla 4.40. se muestran las cargas del edificio y el número de hipótesis básica correspondiente a la carga.

Tabla 4.40. Cargas de la caseta de riego (kN).

 <p>Carga permanente Hipótesis de carga 1</p>	 <p>Carga de viento transversal Hipótesis de carga 4</p>
 <p>Carga mantenimiento Hipótesis de carga 2</p>	 <p>Carga de viento longitudinal Hipótesis de carga 5</p>
 <p>Carga de nieve Hipótesis de carga 3</p>	

El programa determina que en los nudos no hay datos de cargas.

Por otra parte, los datos de cargas en las barras los proporciona del siguiente modo:

- Barra: Número de la barra en la que se aplica la carga
- Hipótesis de carga: Número de hipótesis básica correspondiente a la carga
- Eje de referencia de carga: Eje general
- Tipo de carga: Carga uniformemente repartida
- Componente X: Componente de la carga según el eje general X (t o kN)
- Componente Y: Componente de la carga según el eje general Y (t o kN)

En la Tabla 4.41. se muestran los datos de cargas en las barras.

Tabla 4.41. Datos de cargas en las barras de la caseta de riego (kN).

Barra	Hipótesis de carga	Comp. X	Comp. Y	Barra	Hipótesis de carga	Comp. X	Comp. Y
6	1	0	-0,525	3	1	0	-0,525
6	2	0	-1,396	3	2	0	-1,396
6	3	0	-1,885	3	3	0	-1,885
4	4	2,764	0	1	4	2,764	0
4	5	-2,909	0	1	5	-2,909	0
5	4	1,573	0	2	4	1,573	0
5	5	2,996	0	2	5	2,996	0

### 2.5.1.3.2. Combinación de hipótesis

Una combinación de hipótesis es un conjunto de acciones compatibles que se considerarán actuando simultáneamente para una comprobación determinada.

Cada combinación va a estar formada por las acciones permanentes, una acción variable determinante y una o varias acciones variables concomitantes. Cualquiera de las acciones variables puede ser determinante.

El programa genera internamente las combinaciones y sus coeficientes respectivos en base a la información que le ha sido suministrada.

En la Tabla 4.42. se muestran los coeficientes de ponderación que afectan a las hipótesis básicas de carga, obtenidos en base a la categoría de la edificación según las recomendaciones del CTE.

Tabla 4.42. Combinación de hipótesis.

COMBINACIÓN	Hipótesis de carga					COMBINACIÓN	Hipótesis de carga				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	1,35	1,5	0	0	0	5	1,35	1,5	0,75	0,9	0,9
2	1,35	0	1,5	0	0	6	1,35	0	1,5	0,9	0,9
3	1,35	0	0	1,5	0	7	1,35	0	0,75	1,5	0,9
4	1,35	0	0	0	1,5	8	1,35	0	0,75	0,9	1,5

### 2.5.1.4. Esfuerzos

En la Tabla 4.43. se muestran los esfuerzos en los extremos de las barras. Unidades en kN y mkN.

Tabla 4.43. Esfuerzos en los extremos de las barras (kN y mkN). En sombreado se muestra el número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada.

BARRA 1							BARRA 4						
Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento		Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento	
			y	z	y	z				y	z	y	z
1	1	-6,97	1,95	-0,19	-0,16	-1,46	1	5	-6,97	1,95	0,19	0,16	-1,46
	3	-6,26	1,95	0,19	0,31	-3,40		7	-6,26	1,95	-0,19	-0,31	-3,40
2	1	-8,47	2,44	-0,19	-0,16	-1,83	2	5	-8,47	2,44	0,19	0,16	-1,83
	3	-7,76	2,44	0,19	0,31	-4,26		7	-7,76	2,44	-0,19	-0,31	-4,26
3	1	-1,59	-9,54	-0,19	-0,16	9,56	3	5	-1,59	-9,54	0,19	0,16	9,56
	3	-0,88	0,83	0,19	0,31	1,33		7	-0,88	0,83	-0,19	-0,31	1,33
4	1	-2,25	6,85	-0,19	-0,16	-3,00	4	5	-2,25	6,85	0,19	0,16	-3,00
	3	-1,54	-4,06	0,19	0,31	-0,49		7	-1,54	-4,06	-0,19	-0,31	-0,49
5	1	-8,94	0,62	-0,19	-0,16	2,26	5	5	-8,94	0,62	0,19	0,16	2,26
	3	-8,23	0,29	0,19	0,31	-3,40		7	-8,23	0,29	-0,19	-0,31	-3,40
6	1	-7,55	0,17	-0,19	-0,16	2,60	6	5	-7,55	0,17	0,19	0,16	2,60
	3	-6,84	-0,16	0,19	0,31	-2,61		7	-6,84	-0,16	-0,19	-0,31	-2,61
7	1	-4,22	-4,81	-0,19	-0,16	7,30	7	5	-4,22	-4,81	0,19	0,16	7,30
	3	-3,51	-0,99	0,19	0,31	-0,04		7	-3,51	-0,99	-0,19	-0,31	-0,04
8	1	-4,49	1,74	-0,19	-0,16	2,28	8	5	-4,49	1,74	0,19	0,16	2,28
	3	-3,78	-2,95	0,19	0,31	-0,77		7	-3,78	-2,95	-0,19	-0,31	-0,77
BARRA 2							BARRA 5						
Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento		Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento	
			y	z	y	z				y	z	y	z
1	2	-6,82	-1,95	-0,17	-0,15	1,93	1	6	-6,82	-1,95	0,17	0,15	1,93
	4	-6,02	-1,95	0,17	0,31	3,52		8	-6,02	-1,95	-0,17	-0,31	3,52
2	2	-8,26	-2,44	-0,17	-0,15	2,42	2	6	-8,26	-2,44	0,17	0,15	2,42
	4	-7,46	-2,44	0,17	0,31	4,40		8	-7,46	-2,44	-0,17	-0,31	4,40
3	2	-3,79	-7,43	-0,17	-0,15	8,40	3	6	-3,79	-7,43	0,17	0,15	8,40
	4	-3,00	-0,83	0,17	0,31	3,17		8	-3,00	-0,83	-0,17	-0,31	3,17
4	2	-3,13	-8,52	-0,17	-0,15	5,39	4	6	-3,13	-8,52	0,17	0,15	5,39
	4	-2,34	4,06	0,17	0,31	0,86		8	-2,34	4,06	-0,17	-0,31	0,86
5	2	-10,51	-11,81	-0,17	-0,15	10,49	5	6	-10,51	-11,81	0,17	0,15	10,49
	4	-9,71	-0,29	0,17	0,31	6,45		8	-9,71	-0,29	-0,17	-0,31	6,45
6	2	-9,17	-11,35	-0,17	-0,15	10,04	6	6	-9,17	-11,35	0,17	0,15	10,04
	4	-8,38	0,16	0,17	0,31	5,63		8	-8,38	0,16	-0,17	-0,31	5,63
7	2	-6,83	-13,16	-0,17	-0,15	12,24	7	6	-6,83	-13,16	0,17	0,15	12,24
	4	-6,04	0,99	0,17	0,31	4,80		8	-6,04	0,99	-0,17	-0,31	4,80
8	2	-6,57	-13,60	-0,17	-0,15	11,04	8	6	-6,57	-13,60	0,17	0,15	11,04
	4	-5,77	2,95	0,17	0,31	3,87		8	-5,77	2,95	-0,17	-0,31	3,87

Tabla 4.43. (Cont.) Esfuerzos en los extremos de las barras (kN y mkN). En sombreado se muestra el número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada.

BARRA 3/BARRA 6						
Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento	
			y	z	y	z
1	3/7	-2,39	-5,80	0,00	0,00	3,40
	4/8	-1,51	5,86	0,00	0,00	-3,52
2	3/7	-2,99	-7,26	0,00	0,00	4,26
	4/8	-1,89	7,33	0,00	0,00	-4,40
3	3/7	-0,87	-0,52	0,00	0,00	-1,33
	4/8	-0,62	2,76	0,00	0,00	-3,17
4	3/7	3,95	-1,55	0,00	0,00	0,49
	4/8	4,20	1,74	0,00	0,00	-0,86
5	3/7	-0,89	-7,90	0,00	0,00	3,40
	4/8	0,41	9,42	0,00	0,00	-6,45
6	3/7	-0,33	-6,54	0,00	0,00	2,61
	4/8	0,76	8,05	0,00	0,00	-5,63
7	3/7	0,75	-0,33	0,00	0,00	0,04
	4/8	1,42	5,65	0,00	0,00	-4,80
8	3/7	2,68	-3,70	0,00	0,00	0,77
	4/8	3,35	5,24	0,00	0,00	-3,87

BARRA 7						
Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento	
			y	z	y	z
Todas	3	-0,19	0,29	0,00	0,00	-0,31
	7	-0,19	-0,29	0,00	0,00	0,31

BARRA 8						
Combinación	Nudo	Axil	Cortante		Momento	
			y	z	y	z
Todas	4	-0,17	0,29	0,00	0,00	-0,31
	8	-0,17	-0,29	0,00	0,00	0,31

### 2.5.1.5. Comprobación

#### 2.5.1.5.1. Dinteles y pilares

La comprobación de la estructura se efectúa según la norma EA-95.

#### BARRA 1 y BARRA 4

I HEB 100

Material: Acero S-275,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Agotamiento por plastificación [Ec. 6.11 DB-SE-A](#)

$$i(3) = 1,587 / 680,952 + 9,561 / 27,29 + 0,156 / 13,095 = 0,36$$

Sección: 0 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación pandeo eje z-z  $\lambda_z = 60 \beta_z = 0,70$  [Ec. 6.51 DB-SE-A](#)

$$i(7) = 4,221 / (0,788 \times 680,952) + 1,004 \times 0,602 \times 7,299 / 27,29 + 0,6 \times 1,019 \times 0,4 \times 0,314 / 13,095 = 0,16$$

Sección: 20 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación pandeo eje y-y  $\lambda_y = 99 \beta_y = 0,70$  [Ec. 6.52 o 6.53 DB-SE-A](#)

$$i(7) = 4,221 / (0,465 \times 680,952) + 0,6 \times 1,004 \times 0,602 \times 7,299 / 27,29 + 1,019 \times 0,4 \times 0,314 / 13,095 = 0,11$$

Sección: 20 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1



### Comprobación cortante para el eje principal 'y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo: 9,537 kN Tensión cortante máxima: 11 N/mm<sup>2</sup>

$$i(3) = 10,60 / 151,21 = 0,07$$

Sección: 0 / 20

Aprovechamiento para la mayor tensión normal de la barra: 37%

(n): n- Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada.

## **BARRA 2 y BARRA 5**

I HEB 100

Material: Acero S-275,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Agotamiento por plastificación **Ec. 6.11 DB-SE-A**

$$i(\text{Combinación 7}) = 6,831 / 680,952 + 12,245 / 27,29 + 0,155 / 13,095 = 0,47$$

Sección: 0 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación pandeo eje z-z  $\lambda_z = 60 \beta_z = 0,70$  **Ec. 6.51 DB-SE-A**

$$i(\text{Combinación 7}) = 6,831 / (0,74 \times 680,952) + 1,008 \times 0,458 \times 12,245 / 27,29 + 0,6 \times 1,035 \times 0,4 \times 0,311 / 13,095 = 0,21$$

Sección: 20 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación pandeo eje y-y  $\lambda_y = 99 \beta_y = 0,70$  **Ec. 6.52 o 6.53 DB-SE-A**

$$i(\text{Combinación 7}) = 6,831 / (0,401 \times 680,952) + 0,6 \times 1,008 \times 0,458 \times 12,245 / 27,29 + 1,035 \times 0,4 \times 0,311 / 13,095 = 0,14$$

Sección: 20 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación cortante para el eje principal 'y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo: 13,6 kN Tensión cortante máxima: 15 N/mm<sup>2</sup>

$$i(\text{Combinación 8}) = 15,11 / 151,21 = 0,10$$

Sección: 0 / 20

Aprovechamiento para la mayor tensión normal de la barra: 48%

## **BARRA 3 y BARRA 6**

IPE 80

Material: Acero S-275,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Agotamiento por plastificación **Ec. 6.11 DB-SE-A**

$$i(\text{Combinación 5}) = 0,412 / 269,762 + 6,451 / 10,319 + 0 / 2,252 = 0,63$$

Sección: 20 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación cortante para el eje principal 'y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo: 9,419 kN Tensión cortante máxima: 19 N/mm<sup>2</sup>

$$i(\text{Combinación 5}) = 18,61 / 151,21 = 0,12$$

Sección: 20 / 20

Aprovechamiento para la mayor tensión normal de la barra: 63%

### **BARRA 7**

IPE 80

Material: Acero S-275,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Agotamiento por plastificación **Ec. 6.11 DB-SE-A**

$$i(\text{Combinación 1}) = 0,188 / 200,095 + 0,314 / 6,076 + 0 / 1,44 = 0,05$$

Sección: 0 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación cortante para el eje principal 'y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo: 0,292 kN Tensión cortante máxima: 1 N/mm<sup>2</sup>

$$i(\text{Combinación 1}) = 0,82 / 151,21 = 0,01$$

Sección: 0 / 20

Aprovechamiento para la mayor tensión normal de la barra: 6%

### **BARRA 8**

IPE 80

Material: Acero S-275,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Agotamiento por plastificación **Ec. 6.11 DB-SE-A**

$$i(\text{Combinación 1}) = 0,166 / 200,095 + 0,311 / 6,076 + 0 / 1,44 = 0,05$$

Sección: 0 / 20 Clasificación: Z=1 Y=1

Comprobación cortante para el eje principal 'y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo: 0,292 kN Tensión cortante máxima: 1 N/mm<sup>2</sup>

$$i(\text{Combinación 1}) = 0,82 / 151,21 = 0,01$$

Sección: 0 / 20

Aprovechamiento para la mayor tensión normal de la barra: 6%

Por consiguiente, todas las barras cumplen con la norma. El tipo de sección y el tamaño del perfil elegido para los pilares y dinteles de la construcción en proyecto son adecuados.

#### **2.5.1.5.2. Correas**

- Características de las correas:

Material correas: Acero S-275

Sección: IPE 80

Separación correas: 1 m.

Posición correas: Normal al faldón

Numero tirantillas por vano: sujeta

- Datos de cargas en correas:

Carga permanente: 0,15 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración permanente

Carga mantenimiento: 0,4 kN/m<sup>2</sup>/Proyección horizontal. Duración corta

Carga nieve: 0,54 kN/m<sup>2</sup>/Proyección horizontal. Duración corta

Viento de mayor presión: 0,1 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta

Viento de mayor succión: 0,4 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta

Carga concentrada mantenimiento: 1 kN. Duración corta

- Comprobación:

$$\text{Tensión } (1) = 8.579.424,02 / 123.800 + 0 / 24.800 = 69,3 \text{ N/mm}^2$$

Índice = (69,3 / (275 / 1,05)) = 0,26 Este índice se corresponde con: Carga concentrada mantenimiento.

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica (1) = 16,53 mm (Admisible = 23,33 mm)

Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente (1) = 10,68 mm (Admisible = 23,33 mm)

(1) Corresponde a: Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento. Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante.

## 2.5.2. CIMENTACIÓN

El cálculo de la cimentación va a consistir en determinar la tensión del terreno en relación con las dimensiones de la zapata, el deslizamiento teniendo en cuenta las cargas que reciba ésta y la seguridad al vuelco en función de los momentos de las cargas estabilizadoras y desestabilizadoras. Posteriormente, se calcula la armadura de la zapata y se comprueba la resistencia del hormigón.

### 2.5.2.1. Datos generales

Hormigón	Resistencia característica (N/mm <sup>2</sup> ).....	25
	Coeficiente de minoración.....	1,5
Acero	Límite elástico característico (N/mm <sup>2</sup> ).....	500
	Coeficiente de minoración:.....	1,1
Terreno	Tensión admisible (N/mm <sup>2</sup> ).....	0,2
	Coeficiente de rozamiento zapata terreno....	0,8
Acciones	Coeficiente de mayoración.....	1,3
Vuelco	Coeficiente de seguridad.....	1
Deslizamiento	Coeficiente de seguridad.....	1

Las zapatas de cimentación se van a situar en los Nudos 1, 2, 5 y 6 de la estructura.

Las dimensiones de las zapatas (Hz, Ly, Lx) son las siguientes:

Lx: Largo de la zapata, 0,6 m.

Ly: Ancho de la zapata, 0,6 m (perpendicular a la dirección anterior)

Hz: Altura de la zapata, 0,6 m.

### 2.5.2.2. Placas de anclaje

- Dimensiones y características de las placas de anclaje:

Placa base	200 x 200 x 20 mm
Cartelas	100 x 200 x 10 mm
Anclajes principales	2 Ø 16 de 1000 mm en cada paramento
Anclajes transversales	2 Ø 16 de 1000 mm en cada paramento

- Comprobaciones:

#### NUDO 1 Y NUDO 5

o *Hormigón*

$$\sigma_{\text{hormigón}}(3) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 1 + 1 \times (.5 \times 0,2 - 0,04))) / (20 \times 0,2 (0,875 \times 20 - 4)) = 7,2 \text{ N/mm}^2$$

(Resistencia portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

o *Espesor placa base*

$$\sigma_{\text{acero placa}}(3) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 11942 / 2^2) = 179,1 \text{ N/mm}^2$$

(Límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

o *Anclaje*

Tracción máxima en anclajes (3) = 35,43 kN

Índice tracción rosca del anclaje (3) = 0,76

Longitud anclaje EC-3 = 410 mm (Tensión Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

o *Espesor de la cartela*

$$\sigma_{\text{flexión}}(3) = 54,3 \text{ N/mm}^2$$

(Límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

(n): Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada.

#### NUDO 2 Y NUDO 6

o *Hormigón*

$$\sigma_{\text{hormigón}}(7) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 1 + 6 \times (.5 \times 0,2 - 0,04))) / (20 \times 0,2 (0,875 \times 20 - 4)) = 9,5 \text{ N/mm}^2$$

(Resistencia Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

o *Espesor placa base*

$$\sigma_{\text{acero placa}}(7) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 14801 / 2^2) = 222 \text{ N/mm}^2$$

(Límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

o *Anclaje*

Tracción máxima en anclajes (7) = 43,91 kN

Índice tracción rosca del anclaje (7) = 0,94

Longitud anclaje EC-3 = 508 mm (Tensión Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

o *Espesor de la cartela*

$$\sigma_{\text{flexión}}(7) = 70,9 \text{ N/mm}^2$$

(Límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

(n): Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada.

### 2.5.2.3. Zapatas

#### NUDO 1 y NUDO 5

En la Figura 4.18. se muestran los datos de las zapatas de cimentación de los nudos 1 y 5.

#### DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

LY (m.)	LZ (m.)	HX (m.)	Lepy (m.)	Lepz (m.)	DepY (m.)
0,60	0,60	0,60	0,15	0,15	-0,15

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,15

COMBINACION :2

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
11,60	1,66	0,14	3,13	0,20

Nudo 5: RZz = -0,14 kN      Nudo 5: MYz = -0,20 kN

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,13	0,11	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,48	5,56

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-0,87	1,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-0,17	-0,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :4

Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
0,00	4,61	0,14	0,00	0,00

Nudo 5: RZz = -0,14 kN

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,00	0,00	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
0,00	0,00

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :8

Combinación más desfavorable para : cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
0,00	-0,86	0,14	0,00	0,00

Nudo 5: RZz = -0,14 kN

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,00	0,00	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
0,00	0,00

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 4.18. Resultados de los cálculos de las zapatas de cimentación de los nudos 1 y 5 de la caseta de riego en proyecto. Datos obtenidos con Metalpla\_Xe.

## NUDO 2 y NUDO 6

En la Figura 4.19. se muestran los datos de las zapatas de cimentación de los nudos 2 y 6.

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

LY (m.)	LZ (m.)	HX (m.)	Lepy (m.)	Lepz (m.)	DepY (m.)
0,60	0,60	0,60	0,15	0,15	-0,15

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,15

COMBINACION :2

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
11,47	-1,66	0,12	-1,80	0,19

Nudo 6: RZz = -0,12 kN      Nudo 6: MYz = -0,19 kN

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$						
0,07	0,00	0,00	0,06						
Nudo 6: datos al revés									
Seguridad a vuelco y deslizamiento									
CSV	CSD								
2,55	5,50								
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.									
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz	
0,14	-2,55	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )		
-0,15	-0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Nudo 6: datos al revés									
COMBINACION :4									
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento									
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata									
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)					
0,00	-5,72	0,12	0,00	0,00					
Nudo 6: RZz = -0,12 kN									
Tensiones del terreno en vértices de zapata									
$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$						
0,00	0,00	0,00	0,00						
Seguridad a vuelco y deslizamiento									
CSV	CSD								
0,00	0,00								
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.									
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
COMBINACION :8									
Combinación más desfavorable para : cortante maximo									
Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata									
RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)					
0,00	-11,57	0,12	0,00	0,00					
Nudo 6: RZz = -0,12 kN									
Tensiones del terreno en vértices de zapata									
$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$						
0,00	0,00	0,00	0,00						
Seguridad a vuelco y deslizamiento									
CSV	CSD								
0,00	0,00								
Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.									
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

**Figura 4.19. Resultados de los cálculos de las zapatas de cimentación de los nudos 2 y 6 de la caseta de riego en proyecto. Datos obtenidos con Metalpa\_Xe.**

Por consiguiente, las placas de anclaje y las zapatas de cimentación cumplen con la norma. El tipo de cimentación elegida para la caseta de riego en proyecto es adecuada.

## 2.6. RESUMEN

Las dimensiones de la caseta de riego en proyecto son las siguientes:

- Superficie útil: 28 m<sup>2</sup>
- Luz: 4,0 m
- Longitud: 7,0 m
- Altura a alero: 2,5 m
- Altura a cumbrera: 2,8 m

Las principales características de los elementos constructivos de la construcción son las siguientes:

- Cimentación: Zapatas aisladas (0,6x0,6x0x6) m
  - HL-150/B/20, e=10 cm
  - HA-25/P/40/IIa
  - CEM I/32,5 N
  - Ferralla armada 4φ6 c/20 B-500S
  - Placa base (200x200x20) mm
  - Cartelas (100x200x10) mm
  - Pernos de anclaje 4 φ16 B-500S
- Solera: Un único paño de 7x4 m
  - Capa de zahorra compactada, e=20 cm
  - HA-20/B/20/I
  - CEM I/32,5 N
  - ME 200x200 S φ6-6 3.000x2.200 B-500S
- Estructura: 2 pórticos metálicos empotrados separados 7 m
  - Dinteles: IPE-80
  - Pilares: HEB-100
  - Correas: IPE-80
  - Acero: S-275-JR
- Cubierta a un agua
  - Pendiente del faldón: 7,5%
  - Panel tipo sándwich: Doble chapa metálica prelacada de 0,6mm y alma de poliuretano extrusionado de 50 mm.
- Cerramiento
  - Muros de ladrillo perforado (24x12x9) cm
  - Mortero 1:8
  - CEM I/32,5 N



### 3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 3.1. NECESIDADES DE ILUMINACIÓN

Las dimensiones del recinto a iluminar son de 4x7 m.

##### 3.1.1. ILUMINACIÓN NATURAL

La superficie necesaria en ventanas para conseguir cubrir las necesidades de iluminación natural del edificio se determinan de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Sv = \left(\frac{E}{E_e}\right) \times \left[\frac{S}{(r \times R \times f)}\right]$$

donde: Sv : Superficie en ventanas (m<sup>2</sup>)

E: Intensidad lumínica necesaria en el local (lux)

E<sub>e</sub>: Intensidad lumínica exterior, 5.000 lux

S: Superficie de la dependencia a iluminar (m<sup>2</sup>)

r: Coeficiente del rendimiento de la dependencia, 0,6

R: Coeficiente de conservación de la ventana, 0,8

f: Factor dependiente de la existencia o no de edificaciones próxima, 0,5

La intensidad lumínica mínima necesaria para la actividad que se va a desarrollar en el recinto a iluminar es de 120 lux (Norma DIN 5035). La superficie de la dependencia a iluminar es de 28 m<sup>2</sup>.

Por lo que, la superficie en ventana será la siguiente:

$$Sv = \left(\frac{120}{5.000}\right) \times \left(\frac{28}{0,6 \times 0,8 \times 0,5}\right) = 2,8 \text{ m}^2$$

La superficie en ventanas de la caseta en proyecto debe ser de al menos 2,8 m<sup>2</sup>. Este valor incluye la superficie de lunas y la parte metálica de las ventanas (hojas, herrajes...).

En consecuencia, se decide instalar una única ventana de 2,8x1 m en la fachada N-E del edificio.

##### 3.1.2. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Las necesidades de iluminación artificial se van a calcular en los siguientes pasos:

###### A. Índice local (IL)

La influencia que tiene las dimensiones del local sobre el rendimiento de las luminarias viene dado por la siguiente expresión (válida para luminarias de emisión de flujo directas):

$$IL = \frac{(a \cdot b)}{h \cdot (a \cdot b)}$$

donde: IL: Índice local

a: Longitud, 7m

b: Luz, 4m

h: Distancia entre el plano de trabajo (0,85 m sobre el suelo) y el plano horizontal de la luminarias (m)

La altura del edificio varía de 2,5 m (altura a alero) a 2,8 m (altura a cumbre). Las luminarias se van a colocar colgadas del techo a una altura de 2,5 m.

Por lo que, el índice local es el siguiente:

$$IL = \frac{(7 \cdot 4)}{(2,50 - 0,85) \cdot (7 \cdot 4)} = 0,6$$

El índice local es de 0,6.

## B. Rendimiento de la iluminación (n)

El rendimiento de la iluminación (n) depende de los siguientes factores:

### a) Rendimiento de iluminación del local ( $n_R$ )

El rendimiento de iluminación del local ( $n_R$ ) depende del índice del local (0,6), de los valores de los factores de reflexión, para luz blanca, del techo, paredes, suelo y de la manera que se distribuye el flujo luminoso emitido por la luminaria (A3: directa-extensiva).

Los factores de reflexión, para luz blanca, en función del color o del material son los siguientes:

- Techo (panel tipo sándwich de color rojo claro): 0,5
- Paredes (ladrillo claro): 0,4
- Suelo (hormigón claro): 0,3

En la Figura 4.20. se muestra como se ha obtenido el valor del rendimiento de iluminación del local.

	Muy dirigida 1	Intensiva 2	Extensiva 3	Difusa 4													
<b>A</b> Directa																	
<b>B</b> Predominante-mente directa					Techo $Q_1$	0,8			0,5		0,8		0,5	0,3			
					Pared $Q_2$	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3		
					Suelo $Q_3$			0,3						0,1			
					Indice del local K												
<b>C</b> Uniforme					A 3	0,6	0,51	0,23	0,17	0,24	0,16	0,48	0,23	0,18	0,22	0,16	0,16
					0,8	0,65	0,36	0,27	0,38	0,28	0,61	0,34	0,28	0,34	0,28	0,26	0,26
					1	0,76	0,47	0,37	0,45	0,37	0,70	0,44	0,37	0,42	0,36	0,35	0,35
					1,25	0,87	0,57	0,48	0,54	0,46	0,80	0,55	0,47	0,52	0,45	0,44	0,44
					1,5	0,95	0,66	0,56	0,62	0,55	0,86	0,64	0,55	0,60	0,53	0,52	0,52
					2	1,05	0,79	0,69	0,75	0,67	0,94	0,75	0,68	0,72	0,66	0,64	0,64
<b>D</b> Predominante-mente indirecta					2,5	1,11	0,88	0,79	0,83	0,76	0,99	0,82	0,76	0,79	0,74	0,72	
					3	1,15	0,94	0,86	0,89	0,82	1,02	0,87	0,81	0,83	0,78	0,77	
					4	1,20	1,03	0,95	0,95	0,89	1,04	0,93	0,88	0,89	0,85	0,84	
<b>E</b> Indirecta					5	1,23	1,09	1,01	1,00	0,94	1,05	0,96	0,92	0,92	0,88	0,88	

Figura 4.20. Factores de los que depende el rendimiento del índice local de iluminación.

En consecuencia,  $n_R$ , valor tubulado, es igual a 0,24.

### b) Rendimiento de iluminación de la luminaria ( $n_L$ )

El rendimiento de iluminación de la luminaria ( $n_L$ ) depende de cuestiones como el diseño constructivo de la luminaria, la temperatura ambiente del local a iluminar... y es proporcionado por el fabricante.

Para la iluminación del local se van a utilizar lámparas fluorescentes de color blanco cálido, con 2 tubos de 18 W de potencia cada uno y que proporcionan un flujo luminoso de 3.500 lm. El rendimiento de este tipo de luminarias ( $n_L$ ) es de 0,85.

En consecuencia, el rendimiento de iluminación del local ( $n$ ) se determina utilizando la siguiente expresión:

$$n = n_R \times n_L = 0,24 \times 0,85 = 0,20$$

El rendimiento de la iluminación es de 0,20.

### C. Flujo luminoso necesario (F)

El flujo luminoso total que se precisa para efectuar la iluminación con un adecuado valor de iluminancia en el local se determina del modo siguiente:

$$F = \frac{(E * S)}{(n * f)}$$

donde: F: Flujo luminoso necesario (lm)

E: Intensidad lumínica necesaria en el local, 120 lux

S: Superficie a iluminar, 28 m<sup>2</sup>

n: Rendimiento de la iluminación, 0,20

f: Factor de conservación de la iluminación

Las condiciones del local son limpias y los trabajos que se van a realizar en él no van a levantar polvo, por lo que, se estima que el factor de conservación es de 0,8.

Por lo tanto, el flujo luminoso total es el siguiente:

$$F = \frac{(120 * 28)}{(0,20 * 0,8)} = 21.000 \text{ lm}$$

El flujo luminoso total que se precisa es de 21.000 lm.

### D. Número de puntos de luz

El número de puntos de luz o luminarias (N) se determina dividiendo el flujo total necesario para iluminar el local por el flujo luminoso nominal de las lámparas contenidas en cada una de las luminarias que se van a utilizar en la iluminación de dicho local.

El número de puntos de luz viene dado por la siguiente expresión:

$$N = \frac{F}{3.500} = \frac{21.000}{3.500} = 6$$

En la caseta de riego en proyecto se van a colocar 6 pantallas fluorescentes de 2 x 18 W.

### E. Distancia entre luminarias

La distancia entre luminarias (d) depende de la altura de las luminarias ( $h'$ ) sobre el plano de trabajo y del ángulo de abertura de emisión del haz de flujo luminoso de la luminaria.

La altura óptima de las luminarias sobre el plano de trabajo se calcula del siguiente modo:

$$h' = \frac{4}{5} h = \frac{4}{5} * (2,5 - 0,85) = 1,3 \text{ m}$$

donde:  $h'$ : Altura óptima de las luminarias (m)

h: Distancia entre el plano de trabajo y el plano horizontal de la luminarias (m)

La altura de las luminarias sobre el plano de trabajo debe ser de 1,3 m.

Las luminarias son de distribución extensiva (ángulo de abertura muy abierto) por lo que la distancia entre luminarias debe ser la siguiente:

$$d \leq 1,6 * h' = 1,6 * 1,3 = 2,1 \text{ m}$$

Para que la iluminación del local sea uniforme, la distancia entre dos puntos de luz consecutivos va a ser de 2 m.

En consecuencia, para la iluminación de la caseta en proyecto se van a colocar 2 filas de lámparas separadas 2m entre sí y 1m de los muros de cerramiento. Cada fila tendrá 3 luminarias.

### **3.2.1.1. Necesidades de potencia para la iluminación**

La potencia necesaria para satisfacer las necesidades de alumbrado es la siguiente:

$$\text{Potencia iluminación} = 6 \text{ lámparas} * (2*18) \frac{\text{W}}{\text{lámpara}} = 216 \text{ W}$$

La iluminación de la caseta requiere una potencia de 216 W.

## **3.2. NECESIDADES PARA FUERZA**

La potencia para fuerza requerida por los elementos del cabezal de riego es la siguiente:

- Motor impulsor de bomba (corriente trifásica).....15.000 W
- Inyector de fertilizante (c. monofásica)... .....1.500 W
- Electroválvulas para el riego por sectores (c. monofásica) .....400 W
- Tomas de corriente (c. monofásica) .....3.100 W

En la caseta en proyecto las necesidades totales de potencia para fuerza son de 20 kW.

## **3.3. NECESIDADES TOTALES DE POTENCIA**

Para el cálculo de la potencia total (P) que se precisa en la caseta de riego hay que tener en cuenta las necesidades de potencia para la iluminación y las necesidades de potencia para fuerza, dado que puede darse el caso de que todas las luminarias y tomas de fuerza se utilicen de manera conjunta al mismo tiempo.

Por lo tanto, las necesidades totales de potencia se calcula del siguiente modo:

$$P = (216 + 20.000) = 20.216 \text{ W}$$

Las necesidades de potencia del alumbrado y los elementos del cabezal de riego serán de 20,2 kW.

Considerando un factor de potencia  $\alpha=0.86$ , la potencia requerida ( $P_a$ ) que se obtiene es la siguiente:

$$P_a = \frac{P}{\alpha} = \frac{20,2 \text{ kW}}{0,86} = 23,5 \text{ kW}$$

En la instalación de luz de la caseta de riego en proyecto se requiere una potencia total de 23,5 kW.

### 3.4. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de la caseta de riego va a presentar el esquema general que se muestra en la Figura 4.21.

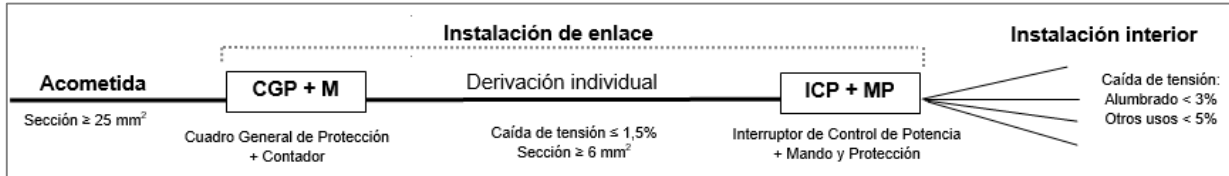


Figura 4.21. Esquema de la instalación eléctrica de la caseta de riego en proyecto.

Los componentes de la instalación eléctrica en proyecto son los siguientes:

#### A. Acometida

La acometida parte de la red de distribución perteneciente a la red pública y alimenta al Cuadro General de Protección.

#### B. Instalación de enlace

La instalación de enlace une la red de distribución de energía eléctrica con la instalación interior.

En la instalación de enlace se distinguen las siguientes partes:

a) CGP+M: Cuadro General de Protección (CGP) + Contador (M)

La instalación de enlace es para un solo usuario, de modo que el Cuadro General de Protección (CGP) y el equipo de medida (M) se van a instalar en el mismo lugar, careciendo, por tanto, de línea general de alimentación.

El CGP y el M se ubicarán sobre la fachada exterior del edificio a 1m del suelo.

Los elementos de protección instalados en el CGP son fusibles cortacircuitos.

b) Derivación individual:

La derivación individual es la parte de la instalación eléctrica que parte del equipo de medida y suministra energía al usuario.

c) ICP+MP: Interruptor de Control de Potencia (ICP) y Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP)

Los Dispositivos Generales de Mando y Protección (MP) se van a instalar en el punto de entrada de la derivación individual en una caja independiente junto con el Interruptor de Control de Potencia (ICP).

Los MP serán los siguientes:

- 1 Interruptor automático general (IAG) de corte omnipolar con elementos de protección contra sobre cargas y cortocircuitos.
- 1 Interruptor diferencial general (ID) para la protección contra contactos indirectos.
- 4 Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobre cargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la caseta.

#### C. Instalación interior

La instalación se va a subdividir en varios circuitos de forma que las perturbaciones originadas por averías que pueden producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de

protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les proceden.

En la instalación interior va haber 3 derivaciones o circuitos independientes:

- C1: Circuito destinado a alimentar los puntos de iluminación (6 puntos de luz)
- C2: Circuito para las tomas de corriente

Habrà 5 tomas de corriente (Base 16 A 2p+T) una por cada 6 m<sup>2</sup>, redondeando al entero superior.

- C3: Línea de fuerza para el motor de riego
- C4: Línea para el control de las electroválvulas y el inyector de fertilizantes

### 3.4.1. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

A continuación se va a evaluar cada línea por separado:

#### A. Líneas de la instalación interior

El dimensionamiento de las líneas de la instalación interior se va a realizar en los siguientes pasos:

##### a) Intensidad real

En circuitos de corriente monofásica la intensidad se determina con la siguiente ecuación:

$$I_{\text{real}} = \frac{P_M}{\cos\varphi * V}$$

donde:  $I_{\text{real}}$ : Intensidad real (A)  
 $P_M$ : Potencia necesaria mayorada (W)  
 $\cos\varphi$ : factor de línea o de circuito, 0,85  
 $V$ : Tensión de la línea, 230 V

La tensión nominal utilizada en las distribuciones de corriente alterna será de 230V entre fase y neutro.

A continuación se van a mostrar los resultados al aplicar la fórmula en cada circuito:

- C1: Iluminación

Para los receptores con lámparas, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas (ITC-BT-44).

$$I_{C1} = \frac{216 \text{ W} * 1,8}{0,85 * 230\text{V}} = 2,0 \text{ A}$$

La intensidad de corriente circulante en el C1 es de 2 A.

- C2: Circuito para las tomas de corriente (enchufes)

En la caseta habrá 5 tomas de corriente de 16 A 2p+T (2 puntos + Tierra).

- C4: Línea para el control de las electroválvulas y el motor de inyección de fertilizantes

$$I_{C4} = \frac{(400 + 1.500)\text{W}}{0,85 * 230\text{V}} = 9,7 \text{ A}$$

La intensidad de corriente circulante en el C4 es de 9,7 A.

En circuitos de corriente trifásica la intensidad se determina con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P_M}{\sqrt{3} * \cos\phi * V}$$

donde:  $I_{real}$ : Intensidad real (A)  
 $P_M$ : Potencia necesaria mayorada (W)  
 $\cos\phi$ : factor de línea o de circuito, 0,85  
 $V$ : Tensión de la línea, 400 V

- **C3**: Línea de fuerza para el motor de riego

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor (ITC-BT-47).

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$I = \frac{15.000 \text{ W} * 1,25}{\sqrt{3} * 0,85 * 400\text{V}} = 31,8 \text{ A}$$

La intensidad de corriente circulante en el C3 es de 31,8 A.

#### b) Intensidad de diseño

La intensidad de diseño se determina con la siguiente expresión:

$$I_{diseño} = \frac{I_{real}}{\text{coeficientes de corrección}}$$

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible (normas UNE) son los siguientes:

- *Factor de corrección por temperatura:*

En la Tabla 4.45. se muestran los factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible.

**Tabla 4.45. Factores de corrección por temperatura de la intensidad máxima admisible (normas UNE).**

Tipo de aislamiento	Temperatura														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57	-	-	-	-
XLPE	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Los cables de los circuitos 1,2 y 4 van a estar recubiertos por PVC, mientras que los cables del C3 van a tener una cubierta exterior de XLPE.

Para ambos materiales y una temperatura de 40°C, el factor de corrección es igual a 1.

- *Factor de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores:*

El método de disposición de los cables contiguos va a ser en una única capa sobre la pared sin empotrar. Para este tipo de disposición, en la Tabla 4.46. se muestra los factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores.

Tabla 4.46. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores.

Disposición cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores									Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Capa única sobre pared, suelo o superficie sin empotrar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70

En la instalación eléctrica van a estar en la misma bandeja los circuitos 1,2 y 4. En este caso, el factor de reducción será igual a 0,80.

Por otro lado, el circuito 3 se va a instalar en una bandeja independiente, de modo que, el factor de reducción será igual a 1,00.

En consecuencia, la intensidad de diseño en cada circuito va a ser la siguiente:

$$I_{\text{diseño C1}} = \frac{I_{C1}}{1 * 0,80} = \frac{2}{0,80} = 2,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño C2}} = \frac{I_{C2}}{1 * 0,80} = \frac{16,0}{0,80} = 20,0 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño C3}} = \frac{I_{C3}}{1 * 1} = 31,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño C4}} = \frac{I_{C4}}{1 * 0,80} = \frac{9,7}{0,80} = 12,1 \text{ A}$$

La intensidad de diseño en el C1 será de 2,5 A, en C2 de 20,0 A, en C3 de 31,8 A y en C4 de 12,1 A.

c) Sección del cable

La sección de los cables se van a obtener a partir de la Figura 4.22. en función del tipo de instalación de los cables, el tipo de aislamiento, el número de conductores y la intensidad máxima admisible, según la Norma UNE 60364 5 -52:2014.

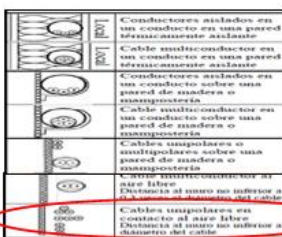
		Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																											
		PVC 3		PVC 2		XLPE 3		XLPE 2		XLPE 3		XLPE 2		XLPE 3		XLPE 2													
		A1	A2	B1	B2	C	E	F	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13		
	Sección mm <sup>2</sup>																												
	Cobre	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	
		2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34	36	36	38	40	44	44	44	-	
		4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	57	57	-	
		6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	60	63	65	68	72	78	78	78	-	
		10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	81	85	87	91	97	104	104	104	-	
		16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	108	110	115	122	135	146	146	146	-	
		25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	153	168	182	182	182	182	182	-	
		35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	199	208	214	223	243	262	282	282	-
		50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	237	246	254	274	293	314	335	357	-
		70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	303	314	323	343	359	401	430	458	-
		95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	368	385	391	409	460	493	523	523	-
		120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	424	441	449	478	531	565	599	617	-
		150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	487	504	512	542	607	641	675	675	-
	185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	553	570	578	618	693	727	727	727	-	
	240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	647	664	672	722	807	841	841	841	-	

Figura 4.22. Intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre a una temperatura ambiente de 40 °C según norma UNE 60364 5 -52:2014.



De acuerdo con las columnas 10a y 11 de intensidades máximas admisibles para cables unipolares con conductores de cobre sobre bandejas perforadas (modo de instalación tipo F) en la Tabla 4.47. se muestra la sección de los cables de cada circuito de la instalación eléctrica en proyecto.

**Tabla 4.47. Sección de los cables de los circuitos de la instalación eléctrica en proyecto, en función de la intensidad de diseño y la intensidad máxima admisible.**

Circuito	Intensidad de diseño (A)	Intensidad máxima admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )
C1: Iluminación	2,5	20,0	1,5
C2: Tomas de corriente	20,0	26,0	2,5
C3: Línea de fuerza	31,8	40,0	4,0
C4: Electroválvulas	12,1	20,0	1,5

Por otra parte, los conductores de protección van a tener una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase y puesto que están constituidos por el mismo metal, igual a:

- Sección conductores activos (S) ≤ 16 mm<sup>2</sup>.....Sección cond. Protección (S') = S
- 16 < S ≤ 35.....S'=16
- S > 35 .....S` = S/2

Puesto que la sección de las líneas de los circuitos es inferior a 16 mm<sup>2</sup>, la sección de los cables de protección será la misma que la de los cables de fase.

#### d) Caída de tensión

En corriente monofásica, la caída de tensión se va a calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{2 * \text{long} * I * \cos\phi}{\gamma * S}$$

donde: e: Caída de tensión (V)

long: Longitud (m)

I: Intensidad (A)

cosφ: factor de línea o de circuito, 0,85

S: Sección (mm<sup>2</sup>)

γ: Conductividad del cobre a 70°C (PVC), 47,6 m/Ωmm<sup>2</sup>

Mientras que, en corriente trifásica la caída de tensión se calcula del siguiente modo:

$$e = \frac{\sqrt{3} * \text{long} * I * \cos\phi}{\gamma * S}$$

donde: e: Caída de tensión (V)

long: Longitud (m)

I: Intensidad (A)

cosφ: factor de línea o de circuito, 0,85

S: Sección (mm<sup>2</sup>)

γ: Conductividad del cobre a 90°C (XLPE), 44 m/Ωmm<sup>2</sup>

Por último, se va a comprobar si la caída de tensión para los cables es admisible.

Para ello, la sección de los conductores activos (fase y neutro) se debe determinar considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar

simultáneamente, de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier otro punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.

En la Tabla 4.48. se muestra la caída de tensión de los cables de la instalación eléctrica en proyecto.

**Tabla 4.48. Caída de tensión en los cables de la instalación interior de la caseta en proyecto.**

Circuito	Intensidad máxima admisible (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
C1: Iluminación	20,0	1,5	20,0	9,5	4,1 > 3
C2: Tomas de corriente	26,0	2,5	12,0	4,5	2,0 < 5
C3: Línea de fuerza	40,0	4,0	6,0	2,0	0,5 < 5
C4: Electroválvulas	20,0	1,5	7,0	3,3	1,4 < 5

Por consiguiente, el cable dimensionado para el circuito de iluminación debe tener una sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> (caída de tensión del 2,5%) para que todos los cables sean admisibles para la instalación interior de la caseta de riego en proyecto.

El tipo de cable que se va a emplear en la instalación interior fija para los circuitos 1, 2 y 4 es el siguiente:

H07 VV-K 2G 2,5

donde: H: Cables según normas armonizadas  
07: tensión nominal 450/750 V  
V: Aislamiento y/o cubierta de PVC  
K: Forma del conductor. Flexible de un conductor (clase 5)  
Nº: Número de conductores aislados  
G: conductor de protección  
Nº: Sección nominal del conductor, 2,5 mm<sup>2</sup>

El tipo de cable trifásico que se va a utilizar para la línea de fuerza es el siguiente:

RV-K 0,6/1kV 2x4

donde: R: Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)  
V: Cubierta de separación de policloruro de vinilo (PVC)  
0,6/1kV: Tensión nominal asignada del cable  
Nºx: Número de conductores aislados, seguido del signo "x"  
Nº: Sección nominal del conductor, 4 mm<sup>2</sup>

Los conductores van a estar aislados en bandejas o soportes de bandejas (UNE-EN 61537).

La sección de la bandeja se va a determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$S_C = \frac{K(100+R)}{100} * \sum A$$

donde: S<sub>C</sub>: Sección de la canaleta (mm<sup>2</sup>)  
K: coeficiente igual a 1,2 para cables pequeños y 1,4 para cables de fuerza  
R: Espacio de reserva para posibles cables, 30 %  
A=π\*r<sup>2</sup> Secciones de los tubos a utilizar (según catálogo)

Aplicando la fórmula se obtiene:

- *Bandeja para los circuitos de alumbrado, enchufes y electroválvulas e inyector (C1, C2 y C4):*

$$S_C = \frac{1,2(100+30)}{100} * (3 * (\pi * 6,2^2)) = 565 \text{ mm}^2$$

La bandeja para los circuitos 1, 2 y 4 tendrá una sección mínima de 565 mm<sup>2</sup>.

- *Bandeja para el circuito de fuerza (C3):*

$$S_C = \frac{1,4(100+30)}{100} * (\pi * 9,5^2) = 516 \text{ mm}^2$$

La bandeja para el circuito C3 tendrá una sección mínima de 516 mm<sup>2</sup>.

Tras consultar en varios catálogos, las bandejas que mejor se adaptan a las condiciones del proyecto tendrán unas dimensiones de 15x50 mm y serán de chapa de acero galvanizado.

Por último, en la Figura 4.23. se muestra el esquema unifilar de la instalación interior de la caseta en proyecto.

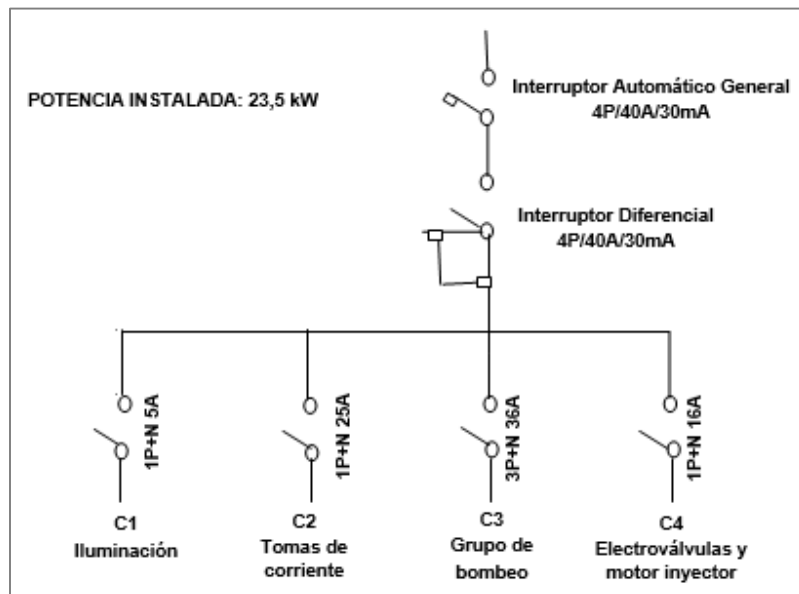


Figura 4.23. Esquema unifilar.

Añadir que, en la línea de fuerza se va a instalar un variador de velocidad para regular la frecuencia del voltaje aplicado al motor. De este modo, cuando el motor arranque se evita la saturación del flujo magnético por una elevación de la corriente.

## B. Derivación individual y acometida

Para la derivación individual y acometida se va a utilizar el mismo cable porque la derivación individual tiene una longitud muy pequeña y no merece la pena cambiar de sección.

El dimensionamiento del cable se va a realizar en los siguientes pasos:

### a) Intensidad real

En circuitos de corriente trifásica la intensidad se determina con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P_M}{\sqrt{3} * \cos\varphi * V}$$

donde:  $I_{real}$ : Intensidad real (A)  
 $P_M$ : Potencia necesaria mayorada (W)  
 $\cos\varphi$ : factor de línea o de circuito, 0,85  
 $V$ : Tensión de la línea, 400 V

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$I = \frac{23.500 \text{ W}}{\sqrt{3} * 0,85 * 400 \text{ V}} = 39,9 \text{ A}$$

La intensidad de corriente circulante por la acometida será de 39,9 A.

#### b) Sección

En corriente trifásica para el cálculo de la sección de los cables se debe utilizar la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} * Long * I * \cos\varphi}{\gamma * e}$$

donde:  $S$ : Sección ( $\text{mm}^2$ )  
 $e$ : Caída de tensión admisible del 1%, 4V  
 $long$ : Longitud, 117 m  
 $I$ : Intensidad, 39,9 A  
 $\cos\varphi$ : factor de línea o de circuito, 0,85  
 $\gamma$ : Conductividad del aluminio a 90°C (XLPE), 27,3  $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$S = \frac{\sqrt{3} * 117 * 39,9 * 0,85}{27,3 * 4} = 62,9 \text{ mm}^2$$

La sección del cable de la derivación individual y la acometida será mínimo de 63  $\text{mm}^2$ .

En redes subterráneas para distribución en baja tensión se va a utilizar el siguiente tipo de cable eléctrico (ITC-BT-06):

RZ 0,6/1 kV 2x70 Al

donde: R: Aislamiento XLPE  
 $Z$ : Cableado de los conductores en hélice visible  
Tensión: 0,6/1 kV  
 $N^\circ$ : Número de conductores, 2  
Sección: 70  $\text{mm}^2$   
Al: Naturaleza del material conductor, aluminio

El cable irá en tubos de plástico rojo de 160 mm de diámetro. Las dimensiones de la zanja donde irá alojado el tubo serán de 0,80 m de profundidad y 0,20 m de anchura. Los cables se dispondrán sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor y serán enterrados con la tierra extraída. Se colocarán 3 arquetas, una cada 40 m.

#### 3.4.2. PUESTA A TIERRA

En el cuadro de distribución de la caseta de riego se va a establecer una puesta a tierra (TT).

El número de picas necesarias para una instalación de puesta a tierra adecuada, en un edificio, se determina en la Figura 4.24., a partir de la naturaleza del

terreno y de la longitud en planta, de la conducción enterrada, en m, fijada en el diseño (norma IEP-5).

Naturaleza del terreno									Número de picas
Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silíceas			
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos		
25	34	28	67	54	134	162	400	0	
^	30	25	53	59	150	158	390	1	
^	25	^	50	46	126	154	392	2	
^	^	^	55	42	122	150	388	3	
			51	38	118	146	384	4	
			47	34	114	142	380	5	
			43	30	110	138	376	6	
			39	^	106	134	372	7	
			35	^	105	130	368	8	
			^	^	98	126	364	9	
				^	94	122	360	10	
				^	90	118	356	11	
				^	86	114	352	12	
				^	82	110	348	13	
				^	78	106	344	14	
				^	74	102	340	15	
				^	70	98	336	16	
				^	^	90	328	18	
						82	320	20	
						^	312	22	
						^	304	24	
						^	296	26	
						^	288	28	
						^	280	30	
						^	272	32	
						^	264	34	
						^	256	36	
						^	248	38	
						^	240	40	
						^	232	42	
						^	224	44	
						^	216	46	
						^	208	48	
						^	200	50	

Longitud en planta de la conducción enterrada, en m

Figura 4.24. Puesta a tierra de edificios (norma IEP-5).

En terreno franco-arenoso y para una longitud de anillo de 22 m (perímetro de la caseta) será necesario colocar una pica.

La pica será de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de largo. La línea de enlace con tierra (anillo) estará formada por un cable de sección 35 mm<sup>2</sup>.

## 4. ESPALDERA

En la plantación en proyecto se va a instalar una espaldera con los siguientes objetivos:

- Servir de apoyo y guía a los árboles en su formación.
- Sustentar al árbol en plena producción, puesto que los patrones elegidos aportan un anclaje débil.
- Mantener las tuberías laterales alejadas del suelo para facilitar el laboreo y evitar la rotura y obturación de los emisores.

El sistema de apoyo consta de las siguientes partes:

### A. Postes terminales y cables tensores

Los postes terminales van a estar colocados al principio y al final de cada fila de árboles.

Los postes son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  (norma EA-95) y 3,5 m de longitud.

Los postes van a ir anclados en un dado de hormigón los primeros 60 cm y con una inclinación de  $70^\circ$  respecto a la horizontal y en sentido contrario a las tensiones de los alambres. El dado de hormigón (HL-150/B/20) para el anclaje de los postes terminales tendrá unas dimensiones de 0,5x0,5x0,8 m.

El momento tensor producido por los alambres va a ser contrarrestado por 2 cables tensores de diámetro 7 mm.

Esos cables se van a colocar en el poste terminar a 1,50 y 2,30 m sobre el suelo y van a ir anclados en un dado de hormigón (HL-150/B/20) de dimensiones 0,4x0,5x0,5 m.

En la Tabla 4.49. se muestran la cantidad de postes terminales y cables tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

**Tabla 4.49. Materiales necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.**

	nº filas	nº postes terminales	Cables tensores (m)
<b>Sector 1</b>	79	158	727
<b>Sector 2</b>	80	160	736
<b>Total</b>	159	<b>318</b>	<b>1.463</b>

En el sistema de apoyo de la plantación proyecto van a ser necesarios 318 postes terminales.

### B. Postes intermedios

Los postes intermedios son perfiles huecos de acero B-275-JR de  $\phi 30 \times 2$  y 3,3 m de longitud.

Estos postes se van a clavar en el suelo verticalmente unos 75 cm. La separación entre postes contiguos va a ser de 15 m.

Los postes intermedios van a llevar los anclajes para la sujeción de los alambres a 3 alturas 0,70, 1,50 y 2,30 m.

En la Tabla 4.50. se muestran la cantidad de postes intermedios necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

**Tabla 4.50. Número de postes intermedios necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.**

	nº filas	nº postes/fila	nº postes intermedios
<b>Sector 1</b>	79	10	790
<b>Sector 2</b>	80	10	800
<b>Total</b>			<b>1.590</b>

En el sistema de apoyo de la plantación proyecto van a ser necesarios 1.590 postes intermedios.

Durante el montaje de la espaldera en primer lugar se colocarán los postes terminales y luego los intermedios.

### C. Alambres

Los alambres van a sujetar y entutorar la ramas de los árboles.

Los alambres serán de acero galvanizado y 3 mm de diámetro.

En la espaldera va a haber 3 pisos de alambre. El primero, situado a 70 cm del suelo, el segundo a 1,50 m y el tercero a 2,30 m. Sobre el primer alambre se va a sujetar la tubería portagotos.

Los extremos del alambre se sujetarán a los postes mediante tensores tipo carraca.

En la Tabla 4.51. se muestran los metros de alambre necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

**Tabla 4.51. Alambre necesario para la espaldera de la plantación en proyecto.**

	nº filas	longitud alambres (m)/fila	Alambre (m)
<b>Sector 1</b>	79	525	41.475
<b>Sector 2</b>	80	525	42.000
<b>Total</b>			<b>83.475</b>

En el sistema de apoyo de la plantación proyecto van a ser necesarios 83,5 km de alambre.

### D. Tensores

Los tensores se van a colocar en los postes terminales y en los intermedios para mantener los alambres tensos (3 tensores por poste).

En la Tabla 4.52. se muestran el número de tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.

**Tabla 4.52. Tensores necesarios para la espaldera de la plantación en proyecto.**

	nº postes	Tensores
<b>Sector 1</b>	948	2.844
<b>Sector 2</b>	960	2.880
<b>Total</b>		<b>5.724</b>

En el sistema de apoyo de la plantación proyecto van a ser necesarios 5.724 tensores.

La espaldera se va a instalar en la plantación en proyecto tras la plantación de los manzanos, a primeros de abril.



## 5. TORRES DE VENTILACIÓN

Para cada torre de ventilación se va a pavimentar una superficie de 22 m<sup>2</sup> (5,50 x 4,00) m. Alrededor de la solera se van a dejar 2,5 m libres para no entorpecer las labores del cultivo.

En consecuencia, se van a tener que retirar 8 árboles por torre.

A continuación, se van a describir los elementos constructivos de la base de sustentación de la torre ventiladora:

### A. Cimentación

La cimentación sobre la que se va a colocar la torre ventiladora va a consistir en una zapatas de 1,8x1,8x1,8 m.

La zapata de cimentación se va a ejecutar del siguiente modo:

a) Hormigón de limpieza (HL-150/B/20):

Desde el firme considerado hasta la parte inferior de la armadura, aproximadamente 10 cm, se va colocar hormigón de limpieza. Esta capa de HL va a facilitar la posterior colocación del armado.

b) Hormigón armado (HA):

El canto útil de la zapata se va a rellenar con hormigón armado.

La ejecución del hormigón, disposición de armaduras, ensayos de control, vibrado, etc. se ajustará estrictamente a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

a. *Hormigón*: HA-25/P/40/IIa

b. *Armado*: Ferralla armada 9  $\phi$ 6 c/20 B-500S

El armado de las zapatas va a consistir en ferralla armada elaborada a partir de 9 barras de diámetro 6 mm y longitud 1,7 m. Las barras se van a disponer formando una retícula de 20x20 cm.

La placa base de la zapata tiene como dimensiones (100x100x5) cm y estará anclada a la cimentación con 4 pernos de acero corrugado (B-500S), de diámetro 16 mm.

### B. Solera

La base sobre la que se va a colocar el motor diesel se va a pavimentar con una losa de hormigón armado.

La solera va a ser un único paño de 5,5x4,0 m y 15 cm de espesor y se va a ejecutar del siguiente modo:

c) Capa de zahorra compactada:

Una capa de zahorra compactada de 20 cm de espesor y tamaño de áridos 40 mm va a ser la base de la solera.

d) Hormigón armado (HA):

a. *Hormigón*: HA-20/B/20/I

b. *Armado*: ME 200x200 S  $\phi$ 6-6 3.000x2.200 B-500S

Las 4 torres de ventilación se deben instalar con suficiente antelación para poder realizar las pruebas necesarias y asegurar su correcto funcionamiento antes de que sea necesaria su puesta en marcha.

## **6. INFRAESTRUCTURAS**

Las parcelas objeto del proyecto lindan por el S-W con el camino vecinal a Castromocho, P-941, de donde parte la vía de acceso. A la finca se accede por el N-E donde se encuentra la caseta de riego y una zona habilitada para la carga y descarga y el aparcamiento de 455 m<sup>2</sup>.

En la plantación en proyecto se va a establecer un camino perimetral y una línea de paso perpendicular a las líneas de los árboles con el objetivo de facilitar la circulación y la maniobrabilidad de la maquinaria y aperos a la entrada y salida de cada una de las calles de árboles.

El camino perimetral va a tener una anchura mínima de 4,5 m (lados N-E y S-W de la parcela) y máxima de 5,5 m (lados S-E y N-W). La longitud del camino será de 1.372 m.

La calle de servicio que va a dividir la plantación a la mitad será de 4 m de anchura y 330 m de longitud.

Las infraestructuras se van a constituir de la siguiente manera:

- **Explicación:** Se retiran los 15 cm primeros del terreno y se extiende la tierra sobrante por la plantación.
- **Sub-base:** Se crea una capa de zahorra de 15 cm de espesor y se compacta y nivela con una motoniveladora.
- **Base:** Sobre la capa de zahorra se extiende otra capa de madacam de 10 cm de espesor y se compacta con una apisonadora a la vez que se riega con el tractor y el pulverizador de la explotación para formar así la capa de rodadura.

# MEMORIA

## Anejo 5: Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto

## **Índice del anejo 5: Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto**

<b>1. <u>Introducción</u></b> .....	1
<b>2. <u>Identificación de las actividades y estimación de tiempos</u></b> .....	1

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es establecer el programa de ejecución para determinar el tiempo mínimo necesario para realizar la obra y poner en marcha el proyecto. Para ello, se divide la obra en las distintas actividades a realizar por orden cronológico y se asigna un tiempo de realización aproximado a cada una de ellas.

La ejecución de las obra comenzará lo antes posible, tras conseguir los correspondientes permisos y licencias para su realización y elegir a los contratistas.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y ESTIMACIÓN DE TIEMPOS

En la Tabla 5.1. se muestra el tiempo de ejecución asignado para realizar cada actividad de acorde con el volumen y complejidad de la obra. Cada actividad se va a identificar con una letra y un número que indicarán el orden de realización.

Tabla 5.1. Identificación de actividades y estimación de tiempos de realización.

Identificación	Actividad	Duración (días)
<b>A</b>	<b>Construcción de la caseta de riego</b>	<b>11,0</b>
A1	Replanteo y retirada de tierra vegetal	0,5
A2	Excavación para formar las zapatas de cimentación	0,5
A3	Cimentación	0,5
A4	Montaje de la estructura	0,5
A5	Colocación de la cubierta	0,2
A6	Cerramiento exterior	2,0
A7	Relleno y extendido de zahorra y revestimiento	0,3
A8	Carpintería: colocación puerta y ventana	0,5
A9	Instalación eléctrica	3,0
A10	Instalación del cabezal de riego	3,0
<b>B</b>	<b>Instalación de riego</b>	<b>8,0</b>
B1	Planificación y replanteo	0,5
B2	Excavación para formar las zanjas para alojar las tuberías	1,0
B3	Colocación e instalación de tuberías, accesorios y dispositivos de control	5,0
B4	Relleno de zanjas	1,5
<b>C</b>	<b>Colocación de las torres de ventilación</b>	<b>7,0</b>
C1	Replanteo y retirada de tierra vegetal	0,5
C2	Excavación para formar la zapata de cimentación	0,5
C3	Cimentación	1,0
C4	Colocación de la torre de ventilación	4,0
C5	Relleno y extendido de zahorra y revestimiento	1,0
<b>D</b>	<b>Establecimiento de infraestructuras</b>	<b>7,0</b>
D1	Limpieza y compactación	3,0
D2	Pavimentación	4,0
<b>E</b>	<b>Instalación de la espaldera</b>	<b>14,0</b>
E1	Colocación de postes extremos e intermedios	7,0
E2	Colocación de alambres y tubería lateral	7,0

En la Figura 5.1. se muestra el programa establecido para la ejecución de las obras, suponiendo que las actividades comienzan a realizarse a primeros del mes de julio del año 0.

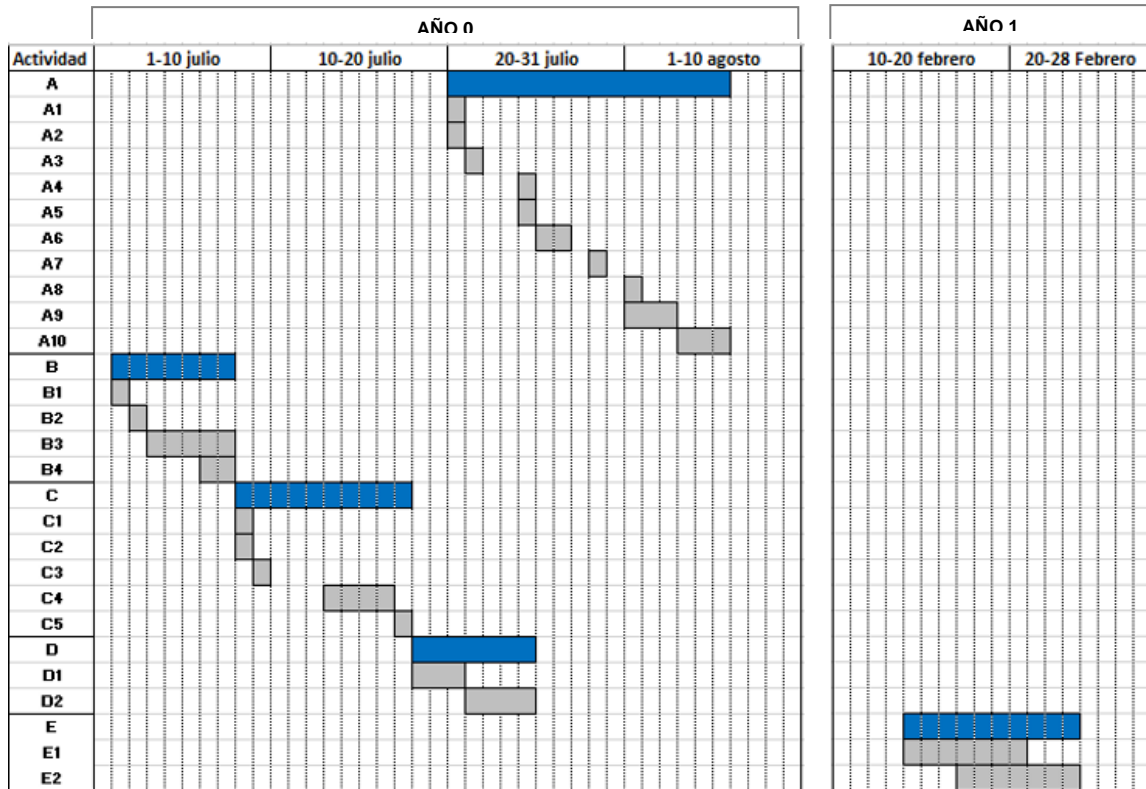


Figura 5.1. Programa de ejecución y puesta en marcha del proyecto.

La asignación de equipos y mano de obra necesaria para cada actividad están detallados en el Documento 5. Presupuesto.

Una vez finalizadas las obras se deberá comprobar el perfecto estado y funcionamiento de las distintas instalaciones y equipos de la explotación.

# MEMORIA

## Anejo 6: Evaluación económica

## Índice del anejo 6: Evaluación económica

1. <u>Introducción</u> .....	1
2. <u>Pago de inversión</u> .....	1
3. <u>Flujos de caja</u> .....	1
4. <u>Indicadores de rentabilidad</u> .....	9
5. <u>Análisis económico</u> .....	12



## 1. INTRODUCCIÓN

El promotor posee una finca de 11,86 ha en el término municipal de Autillo de Campos, provincia de Palencia, dedicada al cultivo de cereal. Hasta el momento presente la finca se encuentra en régimen de arrendamiento y el propietario desea transformarla, para su explotación directa, en una plantación de manzanos.

## 2. PAGO DE INVERSIÓN

El completo funcionamiento de la explotación requiere la construcción de una caseta de riego en el momento inicial y la adquisición de la maquinaria apropiada a medida que se vaya necesitando, lo que se prolongará hasta el 4º año (pago de inversión fraccionado).

En la Tabla 6.1. se muestran los desembolsos necesarios para conseguir que el proyecto comience a funcionar.

Tabla 6.1. Descomposición de los pagos de la inversión.

Concepto	Importe total (€)	Desembolsos				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Implantación del cultivo	67.880,36	<sup>(1)</sup> 9.260,35	<sup>(2)</sup> 58.620,01			
Maquinaria	57.125,00		<sup>(3)</sup> 25.500,00	<sup>(4)</sup> 22.880,00		<sup>(5)</sup> 8.745,00
Sistema de riego	42.565,54		42.565,54			
Caseta de riego	6.680,57	6.680,57				
Torres de ventilación	64.085,46		64.085,46			
Espaldera	24.019,68		24.019,68			
Infraestructuras	36.117,47		36.117,47			
Seguridad y Salud	466,89	466,89				
Beneficio industrial	17.936,46	17.936,46				
Gastos Generales	38.862,33	38.862,33				
Honorarios del proyecto	14.947,05	<sup>(6)</sup> 14.947,05				
IVA	77.844,23	77.844,23				
<b>Totales (€)</b>	<b>448.531,04</b>	<b>165.997,88</b>	<b>250.908,16</b>	<b>22.880,00</b>	<b>0,00</b>	<b>8.745,00</b>

<sup>(1)</sup> Preparación del suelo, <sup>(2)</sup> Plantación, <sup>(3)</sup> Tractor, <sup>(4)</sup> P.hidráulico, p.hidroneumático y carro de cintas transportadoras, <sup>(5)</sup> Equipo de poda, trituradora restos de poda, segadora y elevador horquillas y <sup>(6)</sup> Honorarios de redacción del proyecto, dirección de obra y coordinación de seguridad y salud.

## 3. FLUJOS DE CAJA

Los flujos de caja (R<sub>j</sub>) son la diferencia entre los cobros y los pagos generados por la inversión en un determinado año.

$$R_j = C_j - (P_j)$$

{

Cobros (C<sub>j</sub>)

Pagos (P<sub>j</sub>)

{ Ordinarios  
Extraordinarios

{ Ordinarios  
Extraordinarios

Los **cobros y pagos de carácter extraordinario** (ver Tabla 6.2.) se derivan de la renovación de los inmovilizados y se calculan de acuerdo con el año de adquisición y la vida útil de cada elemento.

La renovación de los inmovilizados genera un cobro igual a su valor residual ( $V_r$ ) y un pago igual a su valor inicial ( $V_0$ ). El valor de cada uno de ellos al final de la vida del proyecto ( $V_f$ ) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$V_f = V_0 - \left[ \frac{N(V_0 - V_r)}{n} \right]$$

donde:  $V_f$ : Valor final del inmovilizado en el año  $n$  de la plantación

$V_0$ : Valor de adquisición de la máquina

$V_r$ : Valor residual de la máquina (15%  $V_0$ )

$N$ : Número de años pasados desde la última reposición

$n$ : Años de vida útil de la máquina

La vida útil de la plantación de manzanos se supone de 25 años ( $n=25$ ). A partir de entonces la producción desciende hasta un punto en el cual los beneficios no superan los costes anuales de la explotación.

En la Tabla 6.2. se muestra la descomposición de los cobros y pagos extraordinarios de la plantación en proyecto.

**Tabla 6.2. Renovación de inmovilizados.**

Concepto	Valor de adquisición	Año de compra	Vida útil	Momento de reposición	Valor residual	Valor final
Tractor 70CV	25.500,00	1	15	15	3.825,00	11.050,00
Pulverizador hidráulico	3.280,00	2	10	11 y 21	492,00	2.164,80
Pulverizador hidroneumático	4.300,00	2	10	11 y 21	645,00	2.838,00
Segadora	3.250,00	4	10	13 y 23	487,50	2.697,50
Trituradora de restos de poda	4.100,00	4	10	13 y 23	615,00	3.403,00
Carro de cintas transportadoras	15.300,00	2	25	-	-	2.295,00
Equipo neumático de poda	445,00	4	10	13 y 23	66,75	369,35
Elevador horquillas frontal	950,00	4	25	-	-	142,50
Goteros	12.612,32	1	10	10 y 20	0,00	6.306,16
Red de riego, cabezal y red de bombeo	30.890,58	1	25	-	-	4.633,59
Caseta de riego	6.210,10	1	25	-	-	931,52
Torres de ventilación	64.085,46	1	25	-	-	9.612,82
Espaldera	24.019,68	1	25	-	-	3.602,95
Infraestructuras	36.117,47	1	25	-	-	5.417,62
						55.324,20

Por otra parte, la financiación del proyecto va a ser mixta (capital propio y ajeno) debido a que el promotor no dispone del capital necesario para autofinanciarlo.

El préstamo que el promotor va a pedir para financiar el proyecto hay que tenerlo en cuenta en los pagos extraordinarios.

El préstamo concedido, tras consultar varias entidades financieras, es de 250.000 €, con un tipo de interés del 6,95%, un periodo de carencia de 2 años y un sistema anual de devolución de cuotas constantes.

En la Tabla 6.3. se muestran las anualidades que debe pagar el promotor en concepto de préstamo.

**Tabla 6.3. Financiación ajena, anualidades del préstamo.**

Anualidades préstamo	1	17.375,00	3	41.785,85	5	41.785,85	7	41.785,85	9	41.785,85
	2	17.375,00	4	41.785,85	6	41.785,85	8	41.785,85	10	41.785,85

Por otra parte, los **cobros ordinarios** (ver Tabla 6.4.) se generan a partir de la venta de la manzana, aplicando un precio intermedio entre los percibidos en los últimos años por los productores.

En la Tabla 6.4. se muestra la variación del precio medio anual percibido por los productores de manzana en Castilla y León en el periodo 2004-2014. Las unidades se expresan en €/100kg.

**Tabla 6.4. Evolución del precio medio anual regional percibido por los productores de manzana, en €/100 kg. Periodo: 2004-2014.**

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Media
37,4	30,9	33,1	49,8	40,4	30,1	33,4	32,5	35,7	43,1	37,9	36,8

Fuente: Junta de Castilla y León, anuarios de estadística agraria.

En la Tabla 6.5. se muestran la descomposición de los cobros ordinarios de la plantación en proyecto.

**Tabla 6.5. Descomposición de los cobros ordinarios.**

Años	Concepto	Producción anual		Precio unitario	Total cobros
		t/ha	kg		
4	Venta de manzana	11,0	118.800	0,368 €/kg	43.718,40
5		21,0	226.800		83.462,40
6		28,5	307.800		113.270,40
7		37,0	399.600		147.052,80
8 - 25		45,0	486.000		178.848,00

En la Tabla 6.6. se muestran los **pagos ordinarios** que se originan cada año con la actividad productiva.

Tabla 6.6. Descomposición de los pagos ordinarios anuales.

AÑO 1				
	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
	Carburantes	449,00 L	0,48 €/L	215,52
	Lubricantes	1,70 L	5,40 €/L	9,18
				<b>224,70</b>
AÑO 2				
	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Fertilizante	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	2,28 €/kg	3.201,12
Productos fitosanitarios	Oxifluorfen 24% [EC]	21,60 L	15,28 €/L	330,05
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	271,40 h	10,00 €/h	2.714,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	4.361,00 L	0,48 €/L	2.093,28
	Lubricantes	17,80 L	5,40 €/L	96,12
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1.739,36
	Maquinaria (tractor)	1,00	290,00 €/año	290,00
				<b>32.403,84</b>
AÑO 3				
	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Fertilizante	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	1,44 €/kg	2.021,76
Productos fitosanitarios	Oxifluorfen 24% [EC]	21,60 L	15,28 €/L	330,05
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	379,90 h	10,00 €/h	3.799,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	4.406,00 L	0,48 €/L	2.114,88
	Lubricantes	18,50 L	5,40 €/L	99,90
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1.739,36
	Maquinaria (tractor, p.hidráulico, p.neumático y carro de cintas transportadoras)	1,00	807,60 €/año	807,60
				<b>32.852,46</b>

**Tabla 6.6. (Cont.) Descomposición de los pagos ordinarios anuales.**

		AÑO 4		
		Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
	Concepto			
Fertilizantes	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	1,44 €/kg	2.021,76
	Nitrato amónico 26%	1.426,00 kg	0,31 €/kg	437,78
Productos fitosanitarios	Isoxaben 50%[SC]	5,40 L	15,76 €/L	85,10
	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	10,80 L	4,18 €/L	45,14
	Metamitrona 15% [SG]	11,88 kg	34,00 €/kg	403,92
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	542,70 h	10,00 €/h	5.427,00
	Peón ordinario	660,00 h	9,00 €/h	5.940,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	7.353,00 L	0,48 €/L	3.529,44
	Lubricantes	38,30 L	5,40 €/L	206,82
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1.739,36
	Maquinaria (tractor, p.hidráulico, p.neumático y carro de cintas transportadoras)	1,00	807,60 €/año	807,60
				<b>42.583,85</b>

		AÑO 5		
		Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
	Concepto			
Productos fitosanitarios	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	1,44 €/kg	2.021,76
	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	10,80 L	4,18 €/L	45,14
	Metamitrona 15% [SG]	11,88 kg	34,00 €/kg	403,92
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Fertilizantes	Solución 7-21-7	536,00 L	0,73 €/L	391,28
	Solución 5-0-20	2.679,00 L	0,62 €/L	1.660,98
	NP con oligoelementos	54,00 L	2,30 €/L	124,20
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	759,80 h	10,00 €/h	7.598,00
	Peón ordinario	1.584,00	9,00 €/h	14.256,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	7.227,00 L	0,48 €/L	3.468,96
	Lubricantes	38,70 L	5,40 €/L	208,98
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1.739,36
	Maquinaria (tractor, p.hidráulico, p.neumático y carro de cintas transportadoras)	1,00	982,50 €/año	982,50
				<b>54.841,00</b>

Tabla 6.6. (Cont.) Descomposición de los pagos ordinarios anuales.

		AÑO 6		
	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Productos fitosanitarios	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	1,44 €/kg	2.021,76
	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	10,80 L	4,18 €/L	45,14
	Metamitrona 15% [SG]	11,88 kg	34,00 €/kg	403,92
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Fertilizantes	Solución 7-21-7	727,00 L	0,46 €/L	334,42
	Solución 5-0-20	3.632,00 L	0,42 €/L	1.525,44
	Solución N-25	109,00 L	0,35 €/L	38,15
	NP con oligoelementos	54,00 L	0,76 €/L	41,04
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	542,70 h	10,00 €/h	5.427,00
	Peón ordinario	2.112,00 h	9,00 €/h	19.008,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	7.287,00 L	0,48 €/L	3.497,76
	Lubricantes	38,00 L	5,40 €/L	205,20
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1.739,36
	Maquinaria (tractor, p.hidráulico, p.neumático y carro de cintas transportadoras)	1,00	982,50 €/año	982,50
				<b>57.209,61</b>

		AÑO 7		
	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Productos fitosanitarios	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	1,44 €/kg	2.021,76
	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	10,80 L	4,18 €/L	45,14
	Metamitrona 15% [SG]	11,88 kg	34,00 €/kg	403,92
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Fertilizantes	Solución 7-21-7	937,00 L	0,46 €/L	431,02
	Solución 5-0-20	4.715,00 L	0,42 €/L	1.980,30
	Solución N-25	482,00 L	0,35 €/L	168,70
	NP con oligoelementos	54,00 L	0,76 €/L	41,04
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	542,70 h	10,00 €/h	5.427,00
	Peón ordinario	2.772,00	9,00 €/h	24.948,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	7.287,00 L	0,48 €/L	3.497,76
	Lubricantes	38,00 L	5,40 €/L	205,20
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1.739,36
	Maquinaria (tractor, p.hidráulico, p.neumático y carro de cintas transportadoras)	1,00	982,50 €/año	982,50
				<b>63.831,62</b>

**Tabla 6.6. (Cont.) Descomposición de los pagos ordinarios anuales.**

AÑO 8 y siguientes				
	Concepto	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
Productos fitosanitarios	Compuesto sólido soluble de ácidos húmicos 81% y fúlvicos 4%	1.404,00 kg	1,44 €/kg	2.021,76
	Glifosato 40% (sal isopropilamina) [SL]	10,80 L	4,18 €/L	45,14
	Metamitrona 15% [SG]	11,88 kg	34,00 €/kg	403,92
	*Ver cuadro fitosanitarios			5.950,18
Fertilizantes	Solución 7-21-7	1.148,00 L	0,46 €/L	528,08
	Solución 5-0-20	5.746,00 L	0,42 €/L	2.413,32
	Solución N-25	835,00 L	0,35 €/L	292,25
	NP con oligoelementos	54,00 L	0,76 €/L	41,04
Mano de obra	Encargado de la plantación	1,00	15.000,00 €/año	15.000,00
	Peón especializado	542,70 h	10,00 €/h	5.427,00
	Peón ordinario	3.300,00	9,00 €/h	29.700,00
Energía eléctrica	Potencia contratada	24,20 kW	37,75 €/kW año	913,55
	Consumo	23,50 kW/h	0,093 €/kW h	2,19
	Carburantes	7.287,00 L	0,48 €/L	3.497,76
	Lubricantes	38,00 L	5,40 €/L	205,20
	Seguro tractor	1,00	74,00 €/año	74,00
Conservación y mantenimiento	Instalaciones	1,00	1.739,36 €/año	1739,36
	Maquinaria (tractor, p.hidráulico, p.neumático y carro de cintas transportadoras)	1,00	982,50 €/año	982,50
				<b>69.237,25</b>

*Productos fitosanitarios				
	Formulado	Consumo anual	Precio unitario	Total pagos
	Abamectina 3,37% [EC]	16,20 L	11,90 €/L	192,78
	Aceite de parafina 83% (CAS 8042-47-5) [EC]	101,30 L	6,35 €/L	643,26
	Fenpiroximato 5% [SC]	7,60 L	55,00 €/L	418,00
	Difusores de E,E-8,10-Dodecadien-1-OL 12,36%	3.240,00 Ud.	0,33 €/Ud	1.069,20
	Trampas de Lufenuron 3%	130,00 Ud.	0,56 €/Ud	72,80
	Piriproxifen 10% [EC]	3,00 L	23,32 €/L	69,96
	Azadiractin 3,2% [EC]	1,90 L	92,40 €/L	175,56
	Flonicamid 50% [WG]	1,50 kg	292,80 €/kg	439,20
	Imidacloprid 20% [SL]	3,80 L	19,13 €/L	72,69
	Lamba cihalotrin 10% [CS]	3,20 L	122,16 €/L	390,91
	Dodina 40% [SC]	12,00 L	64,00 €/L	768,00
	Mancozeb 50% [SC]	19,40 L	6,11 €/L	118,53
	Ziram 76% [WG]	18,90 L	42,20 €/L	797,58
	Oxido cuproso 50% [WP]	32,40 L	14,70 €/L	476,28
	Bupirimato 25% [EC]	2,30 L	42,41 €/L	97,54
	Miclobutanil 24% [EC]	1,50 L	18,29 €/L	27,44
	Penconazol 10% [EC]	2,30 L	52,37 €/L	120,45
				<b>5.950,18</b>

Con los datos de las Tablas 6.2., 6.3., 6.5. y 6.6. se establecen los **flujos de caja** para los 25 años de vida de la plantación, teniendo en cuenta el coste de oportunidad resultante de la desaparición de la renta actual, es decir, 210,00 €/ha de canon de arrendamiento menos 3,00 €/ha de contribución.

Flujo de caja actual:  $(210,00 - 3,00) \text{ €/ha} * 11,86 \text{ ha} = 2.455,02 \text{ €/año}$

En la Tabla 6.7. se muestra la estructura de los flujos de caja.

**Tabla 6.7. Estructura de los flujos de caja.**

Años	Cobros		Pagos		Flujos de caja		Δ flujos de caja
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios	Situación final (Cobros-Pagos)	Situación inicial	
1			224,70	17.375,00	-17.599,70	2.455,02	-20.054,72
2			32.403,84	17.375,00	-49.778,84	2.455,02	-52.233,86
3			32.852,46	41.785,85	-74.638,31	2.455,02	-77.093,33
4	43.718,40		42.583,85	41.785,85	-40.651,30	2.455,02	-43.106,32
5	83.462,40		54.841,00	41.785,85	-13.164,45	2.455,02	-15.619,47
6	113.270,40		57.209,61	41.785,85	14.274,94	2.455,02	11.819,92
7	147.052,80		63.831,62	41.785,85	41.435,33	2.455,02	38.980,31
8	178.848,00		69.237,25	41.785,85	67.824,90	2.455,02	65.369,88
9	178.848,00		69.237,25	41.785,85	67.824,90	2.455,02	65.369,88
10	178.848,00		69.237,25	54.398,17	55.212,58	2.455,02	52.757,56
11	178.848,00	1.137,00	69.237,25	7.580,00	103.167,75	2.455,02	100.712,73
12	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
13	178.848,00	1.169,25	69.237,25	7.795,00	102.985,00	2.455,02	100.529,98
14	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
15	178.848,00	3.825,00	69.237,25	25.500,00	87.935,75	2.455,02	85.480,73
16	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
17	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
18	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
19	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
20	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
21	178.848,00	1.137,00	69.237,25	7.580,00	103.167,75	2.455,02	100.712,73
22	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
23	178.848,00	1.169,25	69.237,25	7.795,00	102.985,00	2.455,02	100.529,98
24	178.848,00		69.237,25		109.610,75	2.455,02	107.155,73
25	178.848,00	51.148,14	69.237,25		160.758,89	2.455,02	158.303,87

No obstante, hay que tener en cuenta que sobre la rentabilidad del proyecto influye el tipo de inflación.

En la Tabla 6.8. se muestra la tasa de inflación, obtenida haciendo la media del valor del Índice de Precios de Consumo (IPC) en el periodo 2002-2015.

**Tabla 6.8. Variación del IPC en España en el periodo 2002-2015. En sombreado la tasa de inflación.**

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Tasa de inflación
3,5	3	3	3,4	3,5	2,8	4,1	-0,3	1,8	3,2	2,4	1,4	-0,2	-0,5	2,22

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

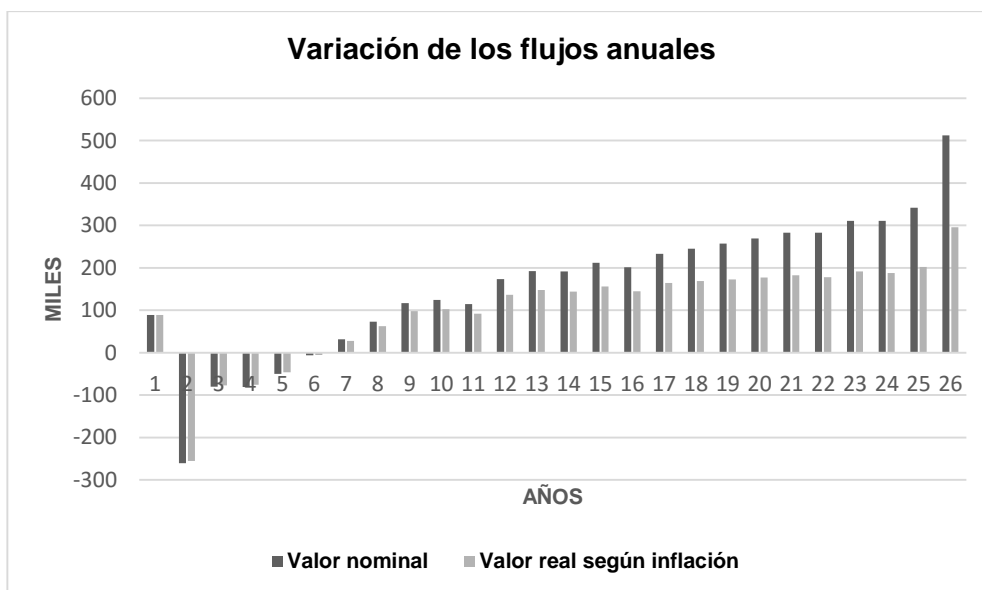


De modo que, en la Tabla 6.9. se pueden comparar el valor nominal y el valor real según inflación de los flujos anuales (incluyendo el pago de inversión y la financiación).

**Tabla 6.9. Flujos anuales (incluyendo inversión y financiación).**

Año	Valor nominal	Valor real según inflación	Año	Valor nominal	Valor real según inflación	Año	Valor nominal	Valor Real según inflación
Inicial	84.002,12	84.002,12	9	124.606,61	102.262,92	18	256.806,55	172.965,83
1	-270.971,44	-265.086,52	10	114.542,59	91.961,96	19	269.409,80	177.513,64
2	-77.630,07	-74.294,77	11	173.732,47	136.454,03	20	282.615,86	182.170,90
3	-80.993,25	-75.830,03	12	192.404,84	147.837,79	21	282.696,41	178.265,33
4	-50.304,90	-46.075,15	13	191.319,60	143.811,32	22	310.951,75	191.824,35
5	-6.346,74	-5.686,84	14	211.895,54	155.818,69	23	310.939,40	187.650,88
6	31.668,12	27.759,20	15	185.068,62	133.135,73	24	342.058,50	201.947,90
7	72.947,95	62.554,99	16	233.300,92	164.188,38	25	512.455,99	295.978,16
8	116.719,09	97.916,27	17	244.778,93	168.524,92			

En la Figura 6.1. se muestra la variación de los flujos anuales aplicando o no la tasa de inflación.



**Figura 6.1. Variación de los flujos anuales.**

#### **4. INDICADORES DE RENTABILIDAD**

Llegado a este punto, hay que obtener los indicadores de rentabilidad a la vista de los cuales se concluirá si el proyecto es o no viable. Para ello se va a utilizar una aplicación informática desarrollada en el área de Economía Agraria de la ETS de Ingenierías Agrarias de Palencia, llamada “Valproin”.

Los indicadores que se van a contemplar en la evaluación económica del proyecto son los siguientes:

## A. Valor Actual Neto (VAN)

El indicador Valor Actual Neto (VAN) permite evaluar la rentabilidad de una inversión restando a la suma, convenientemente homogeneizada, de unidades monetarias que la inversión proporciona al empresario, las unidades monetarias que el empresario ha dado a la misma. De modo que:

- Si  $VAN > 0$ : Se dice que, para el tipo de interés elegido, el proyecto resulta viable desde un punto de vista financiero.
- Si  $VAN < 0$ : El proyecto no será viable y quedará inmediatamente descartada su ejecución.

El VAN se determina mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_1^n \frac{R_j}{(1+r)^j} - \sum_0^m \frac{K_j}{(1+r)^j}$$

donde: VAN: Valor Actual Neto

$R_j$ : Flujo de caja de cada año

$j$ : Año de la plantación

$n$ : Vida útil de la inversión, 25 años

$r$ : Tipo de interés (%)

$K$ : Pago de la inversión económica

$m$ : Año del pago de inversión fraccionado

En la Tabla 6.10. se muestra el tipo de interés (considerado equivalente a la tasa de actualización) calculado como la media ponderada entre el tipo de interés medio anual de la Deuda del Estado en el periodo 2001-2015.

**Tabla 6.10. Variación del tipo de interés medio anual de la Deuda del Estado. Periodo 2001-2015.**

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Tipo de interés
5,61	5,42	5,06	4,71	4,42	4,33	4,43	4,43	3,87	3,57	3,9	4,07	3,79	3,61	3,27	<b>4,30</b>

Fuente: Secretaría General del Tesoro y Política Financiera

No obstante, dado que el proyecto tiene cierto riesgo, en la valoración económica se va a considerar un tipo de interés superior, del 6%.

## B. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

El índice Tasa Interna de Rendimiento TIR es aquel valor " $\lambda$ " que verifica que el índice económico  $VAN = 0$ .

El índice TIR se analiza de la siguiente manera:

- $\lambda > r$  Interesa realizar la inversión económica. La rentabilidad es superior al coste de los recursos financieros.
- $\lambda = r$  La realización de la inversión económica será indiferente. La rentabilidad es igual al coste de los recursos financieros
- $\lambda < r$  No interesa realizar la inversión económica. La rentabilidad es inferior al coste de los recursos financieros.

## C. Plazo de recuperación (pay-back)

Se entiende por plazo de recuperación (pay-bak) el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la de los pagos actualizados.

## D. Relación beneficio/inversión (Q)

La relación beneficio/inversión (Q) muestra el beneficio obtenido por cada unidad monetaria invertida en el proyecto. La Q se obtiene dividiendo el VAN generado por el proyecto por su pago de inversión.

La viabilidad del proyecto puede definirse tanto en términos de VAN positivo como de relación Q positiva.

Por otra parte, para el cálculo de los indicadores de rentabilidad es necesario conocer los siguientes parámetros:

### A. Tasa de incremento de cobros

En la Tabla 6.11. se muestra la tasa de incremento de cobros calculada como la media ponderada de las variaciones entre los índices de precios percibidos por los productores de manzana en el periodo 2004-2014.

La variación entre índices se calcula del siguiente modo:

$$\frac{\text{Índice}_{(n+1)} - \text{Índice}_{(n)}}{\text{Índice}_n}$$

**Tabla 6.11. Variación del incremento de los precios percibidos por los productores de manzana. En sombreado los valores escogidos para calcular la tasa de incremento de cobros obtenida.**

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Índice de precios percibidos	134,07	193,5	185,17	157,4	240,64	150,56	88	104,4	98,25	120,41	110,19	
Variación	44,33	-4,30	-15,00	52,88	-37,43	-41,55	18,64	-5,89	22,55	-8,49	-	Tasa de incremento de cobros: 4,50

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

### B. Tasa de incremento de pagos

En la Tabla 6.12. se muestra la tasa de incremento de pagos calculada como la media ponderada de las variaciones entre los índices de precios pagados por los productores de manzana en el periodo 2004-2014.

**Tabla 6.12. Variación del incremento de los precios pagados por los productores de manzana. En sombreado los valores escogidos para calcular la tasa de incremento de pagos obtenida.**

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Índice de precios pagados	129,49	88,09	88,98	89,98	93,52	106,33	106,33	110,44	122,24	122,24	122,24	
Variación	-31,97	1,01	1,12	3,93	13,70	0,00	3,87	10,68	0,00	0,00	-	Tasa de incremento de pagos: 3,81

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Además, se establecen los siguientes aspectos:

- Tasa mínima de actualización 1,00%
- Tasa máxima de actualización 30,00%
- Incremento de las tasas del 1,00%

En consecuencia, los resultados de los indicadores de rentabilidad, facilitados por la aplicación informática, son los que se muestran en la Tabla 6.13.

Tabla 6.13. Indicadores de rentabilidad. Donde Valor Actual Neto (VAN) y relación beneficio/inversión (Q). En sombreado aparece la tasa de actualización considerada para el análisis económico.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR) .....				17,31 %			
Tasa de actualización	VAN	Tiempo de recuperación	Q	Tasa de actualización	VAN	Tiempo de recuperación	Q
1,00	2.168.221,62	11	11,52	16,00	36.060,84	20	0,24
2,00	1.783.880,15	11	9,64	17,00	7.900,32	24	0,05
3,00	1.467.943,93	11	8,06	18,00	-16.176,21	-	-0,11
4,00	1.207.269,26	11	6,74	19,00	-36.778,20	-	-0,26
5,00	991.411,96	12	5,63	20,00	-54.415,87	-	-0,39
6,00	812.041,69	12	4,68	21,00	-69.517,68	-	-0,51
7,00	662.489,40	12	3,88	22,00	-82.444,54	-	-0,61
8,00	537.396,24	13	3,20	23,00	-93.501,38	-	-0,70
9,00	432.440,50	13	2,62	24,00	-102.946,53	-	-0,78
10,00	344.124,17	14	2,11	25,00	-110.999,53	-	-0,86
11,00	269.605,87	14	1,68	26,00	-117.847,41	-	-0,92
12,00	206.569,39	15	1,31	27,00	-123.649,97	-	-0,98
13,00	153.120,01	16	0,99	28,00	-128.544,11	-	-1,04
14,00	107.702,42	17	0,70	29,00	-132.647,38	-	-1,08
15,00	69.035,59	18	0,46	30,00	-136.060,99	-	-1,13

En la Figura 6.2. se muestra la relación entre el VAN y la tasa de actualización.

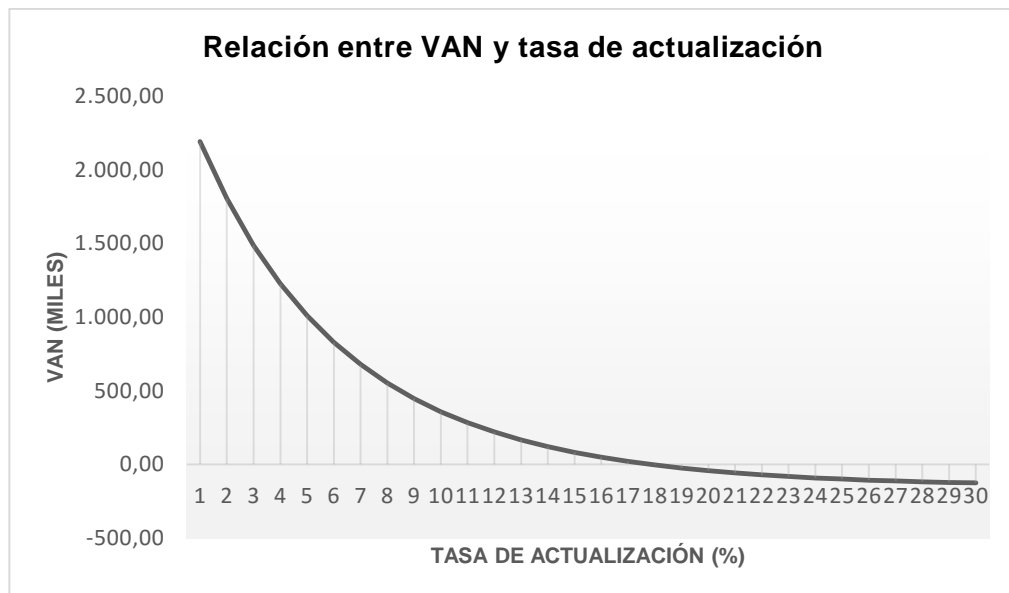


Figura 6.2. Relación entre VAN y tasa de actualización.

## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Primeramente, analizando los resultados obtenidos (ver Tabla 6.13.), se comprueba la **viabilidad** del proyecto.

Efectivamente, el VAN para la tasa de actualización considerada,  $r = 6\%$ , es positivo y bastante elevado. Además, el TIR con un valor del  $17,31\%$ , también es

considerablemente superior a la tasa de actualización considerada. Por tanto, se cumplen las condiciones necesarias para la viabilidad del proyecto de inversión.

Los otros dos indicadores, el plazo de recuperación y la relación beneficio/inversión, también muestran la conveniencia de llevar a cabo la plantación de manzanos.

La segunda fase del análisis, el **análisis de sensibilidad**, se va a realizar considerando la variación de la productividad y la variación de los costes representativos. Para ello, se establece lo siguiente:

- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente del pago de la inversión será del  $\pm 3\%$ .
- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente de los flujos de caja será del  $\pm 5\%$ .
- La duración mínima del proyecto será de 20 años.

En la Figura 6.3. se muestran los resultados del análisis de sensibilidad, facilitados por "Valproin". Los casos extremos planteados aparecen subrayados.

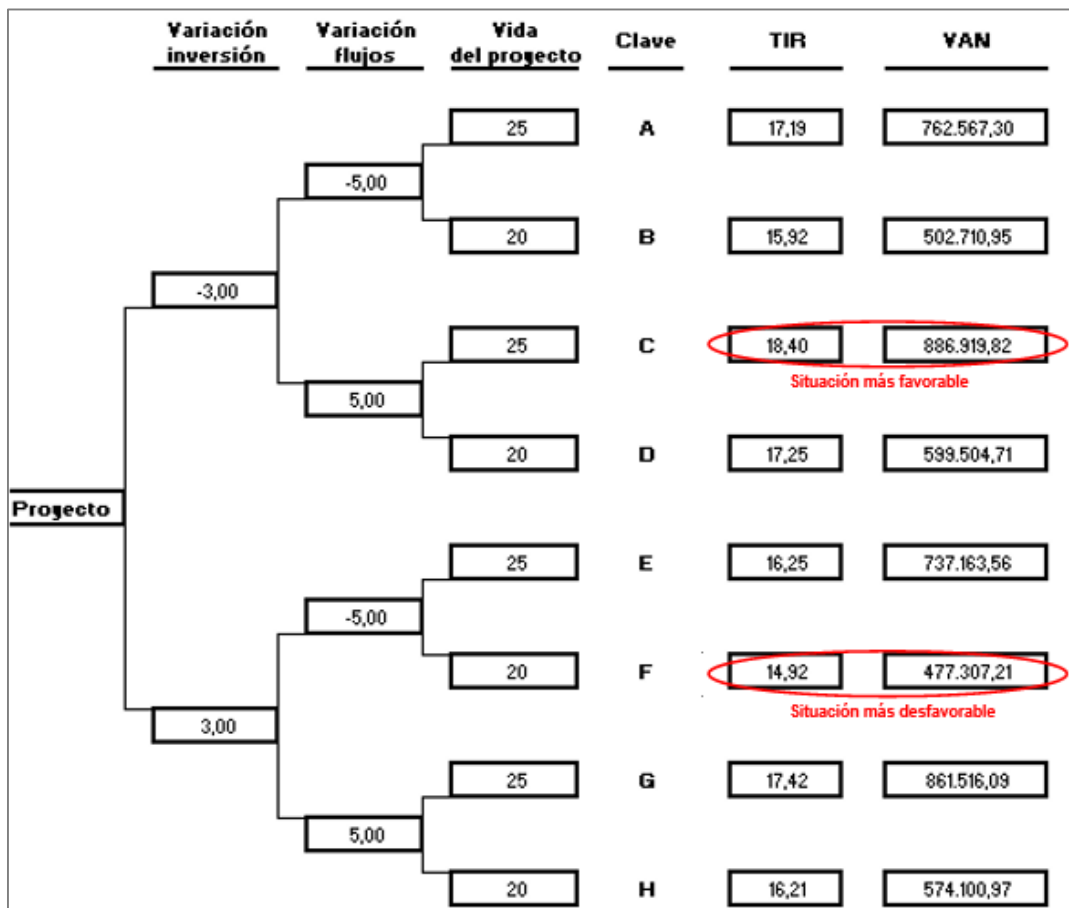
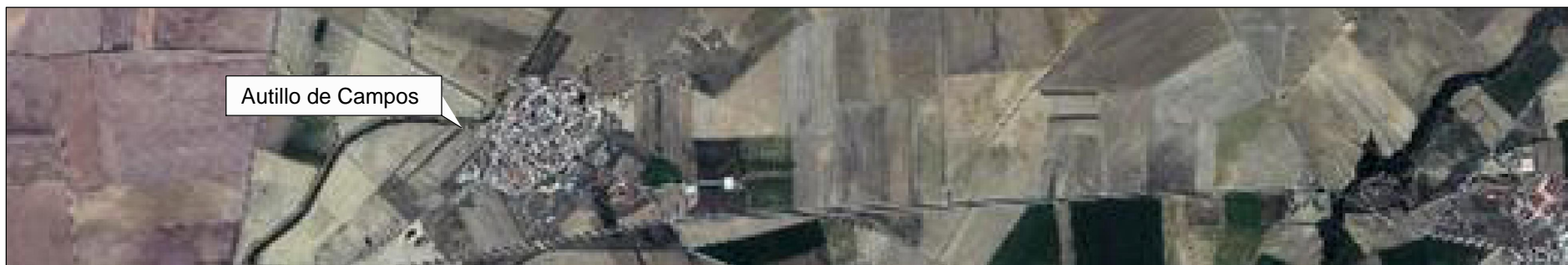
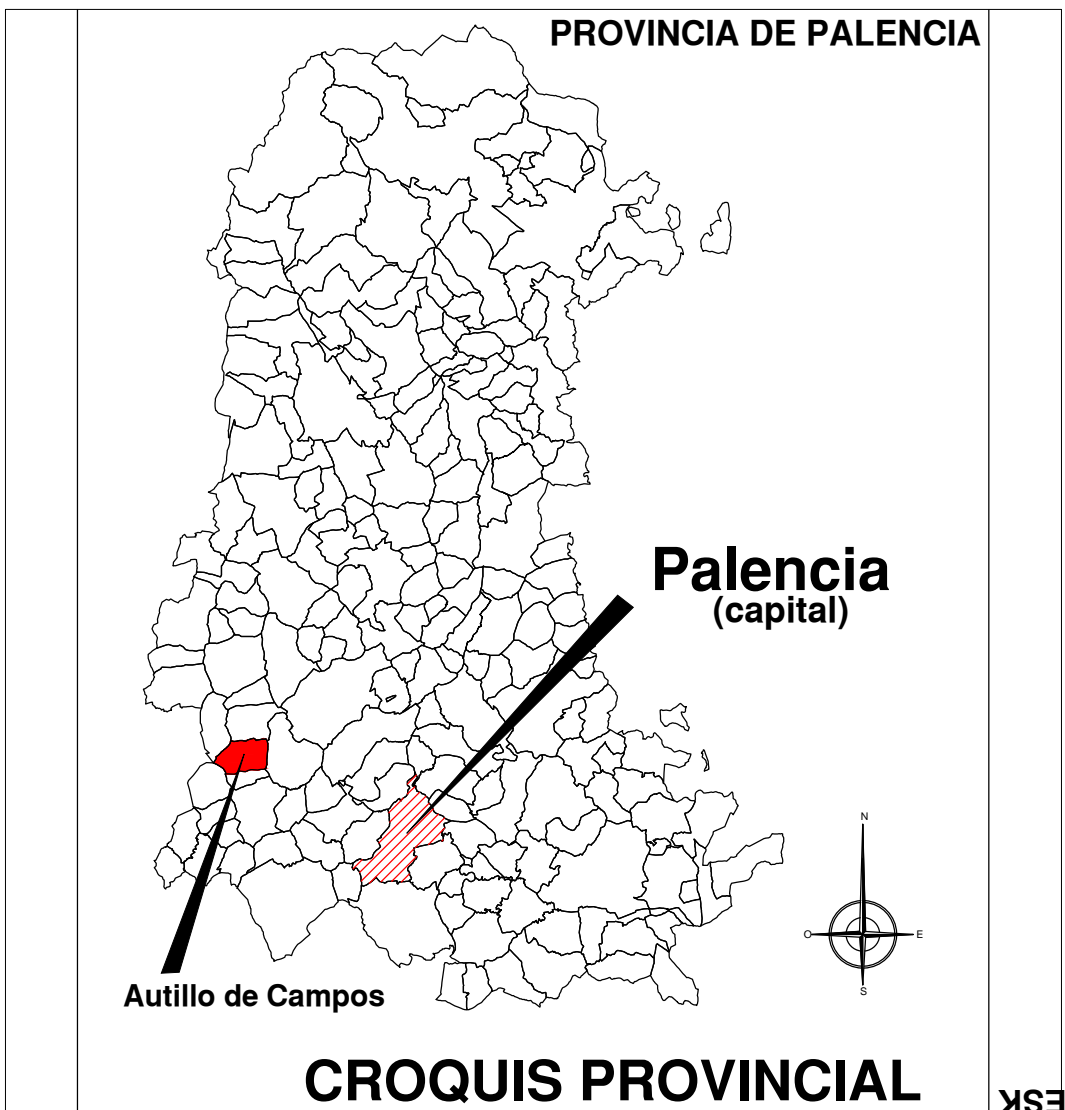
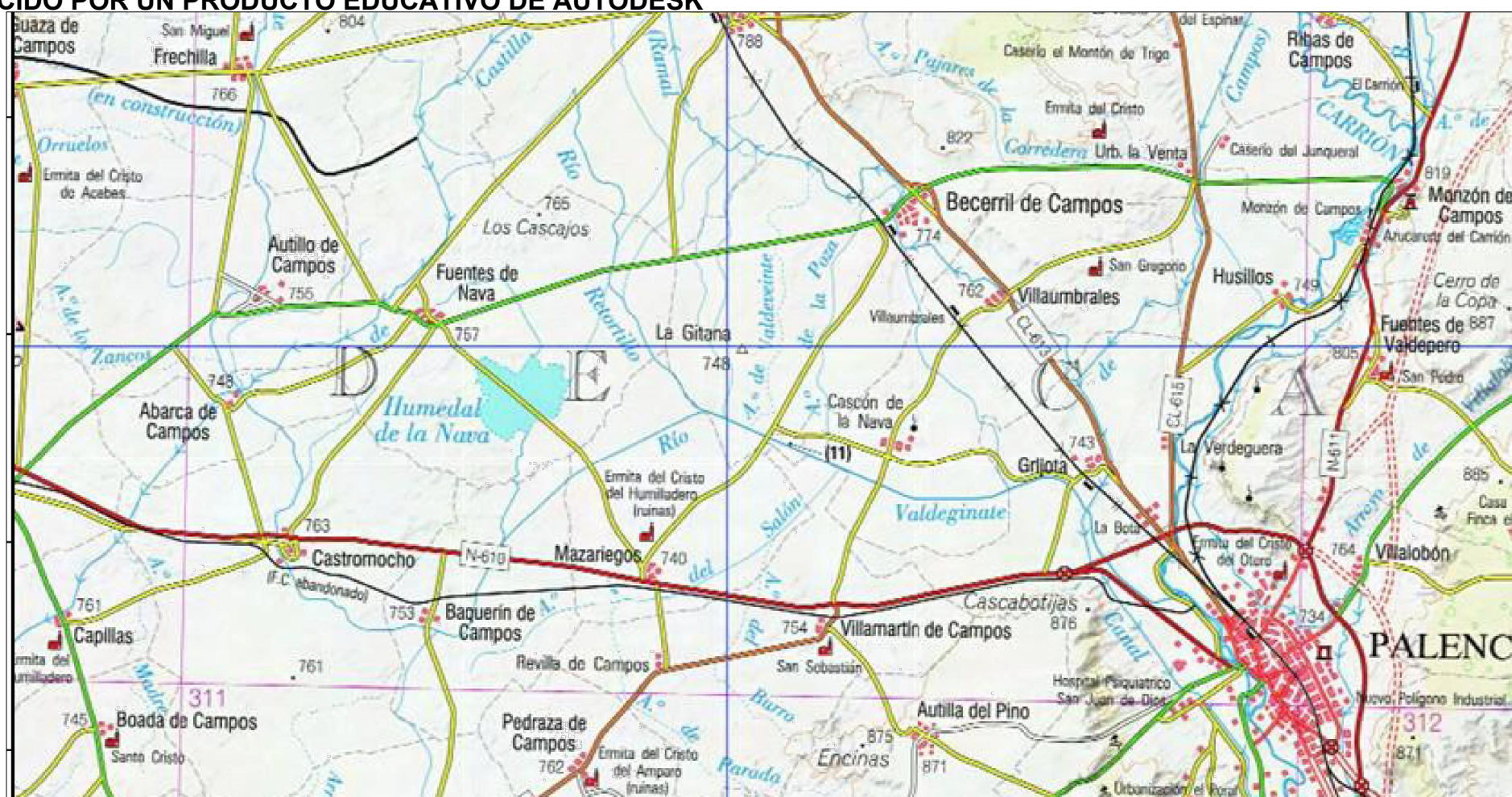
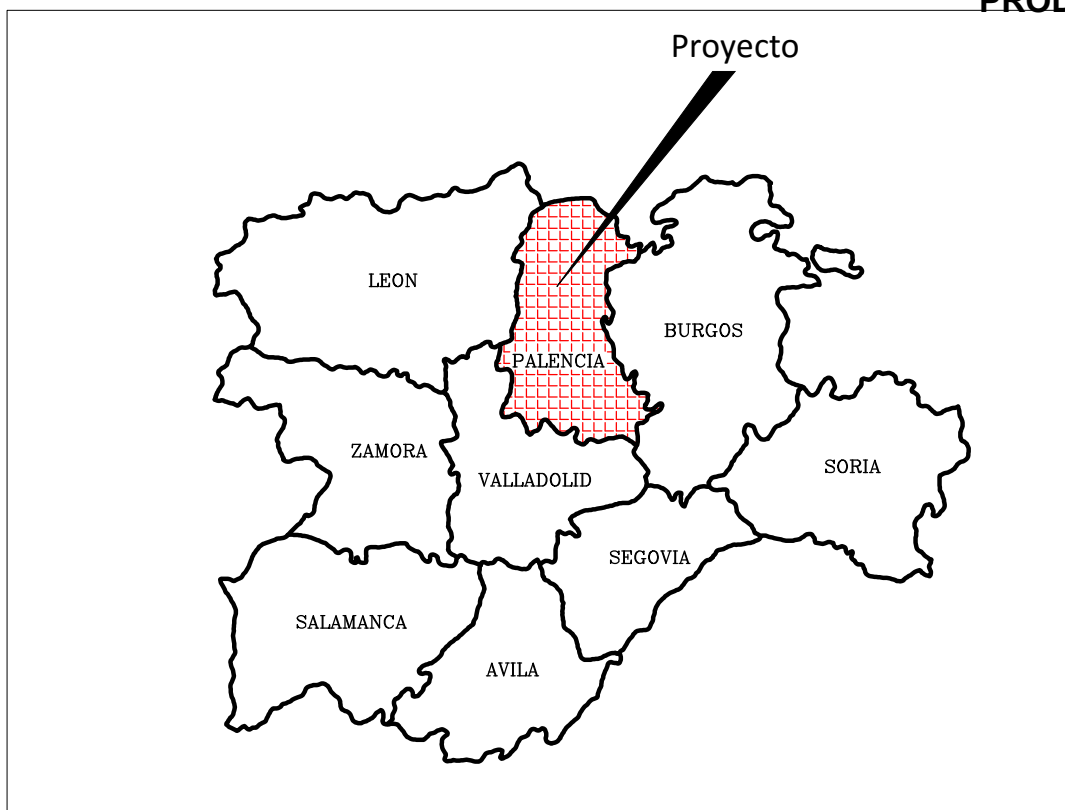


Figura 6.3. Resultados del análisis de sensibilidad facilitados por la aplicación informática "Valproin". Tasa de actualización para el análisis del 6%.

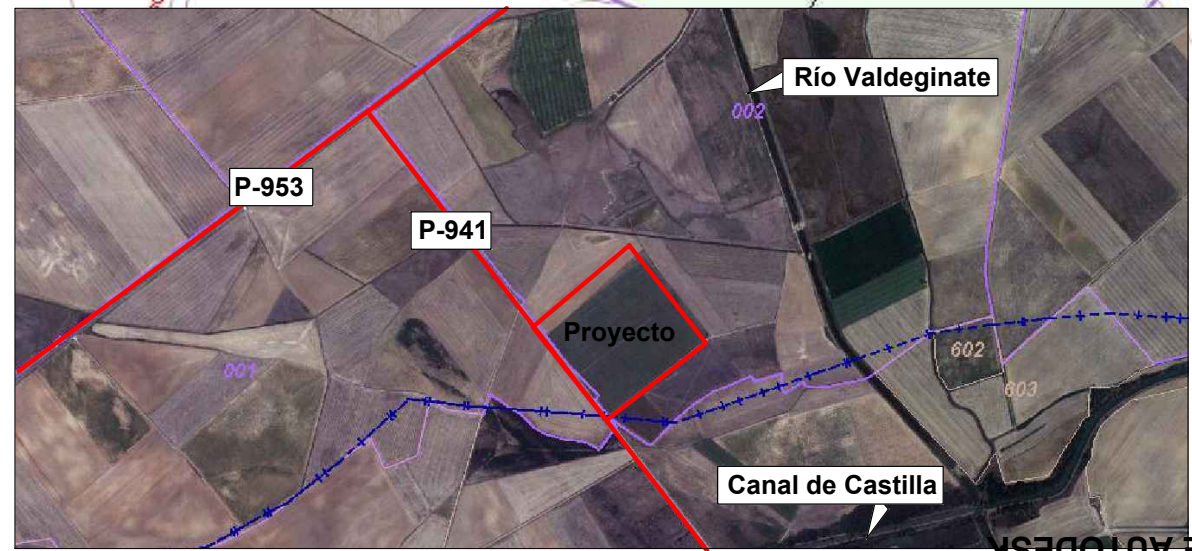
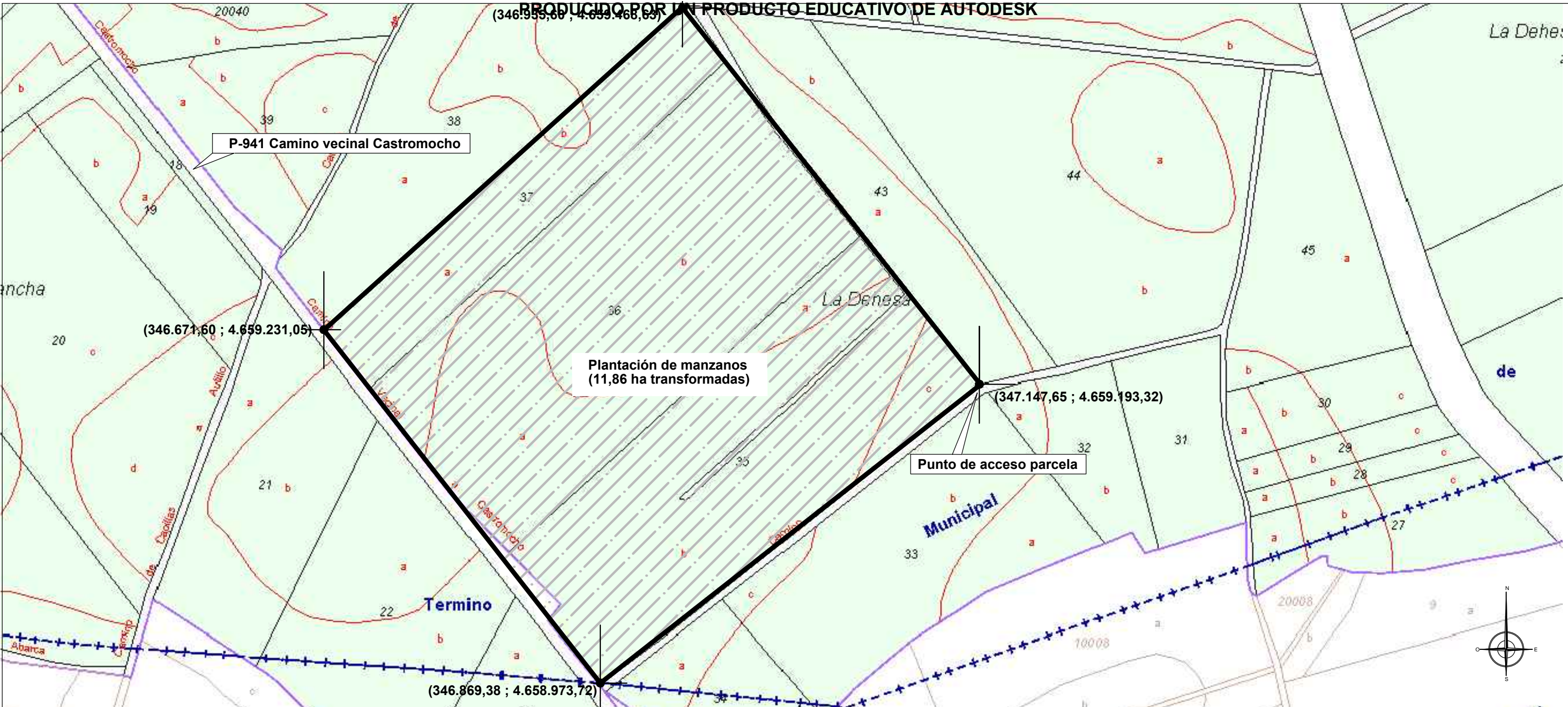
De los valores obtenidos en el análisis de sensibilidad se comprueba cómo incluso en el peor de los casos el proyecto sigue siendo viable (VAN positivo y TIR superior a la tasa de actualización, el 6%). Esto demuestra cómo, aunque la rentabilidad real del proyecto podrá tener fuertes oscilaciones, incluso si ocurre el escenario más pesimista (mayores pagos de inversión, menores flujos de caja y menor vida útil), el proyecto de plantación de manzanos sigue siendo rentable para el inversor.





<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
E.T.S de Ingenierías Agrarias, Trabajo Fin de Grado	SE	01
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____
Situación TÍTULO DEL PLANO _____		ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural TITULACIÓN _____		FECHA: <b>24/06/2016</b>
		FIRMA _____





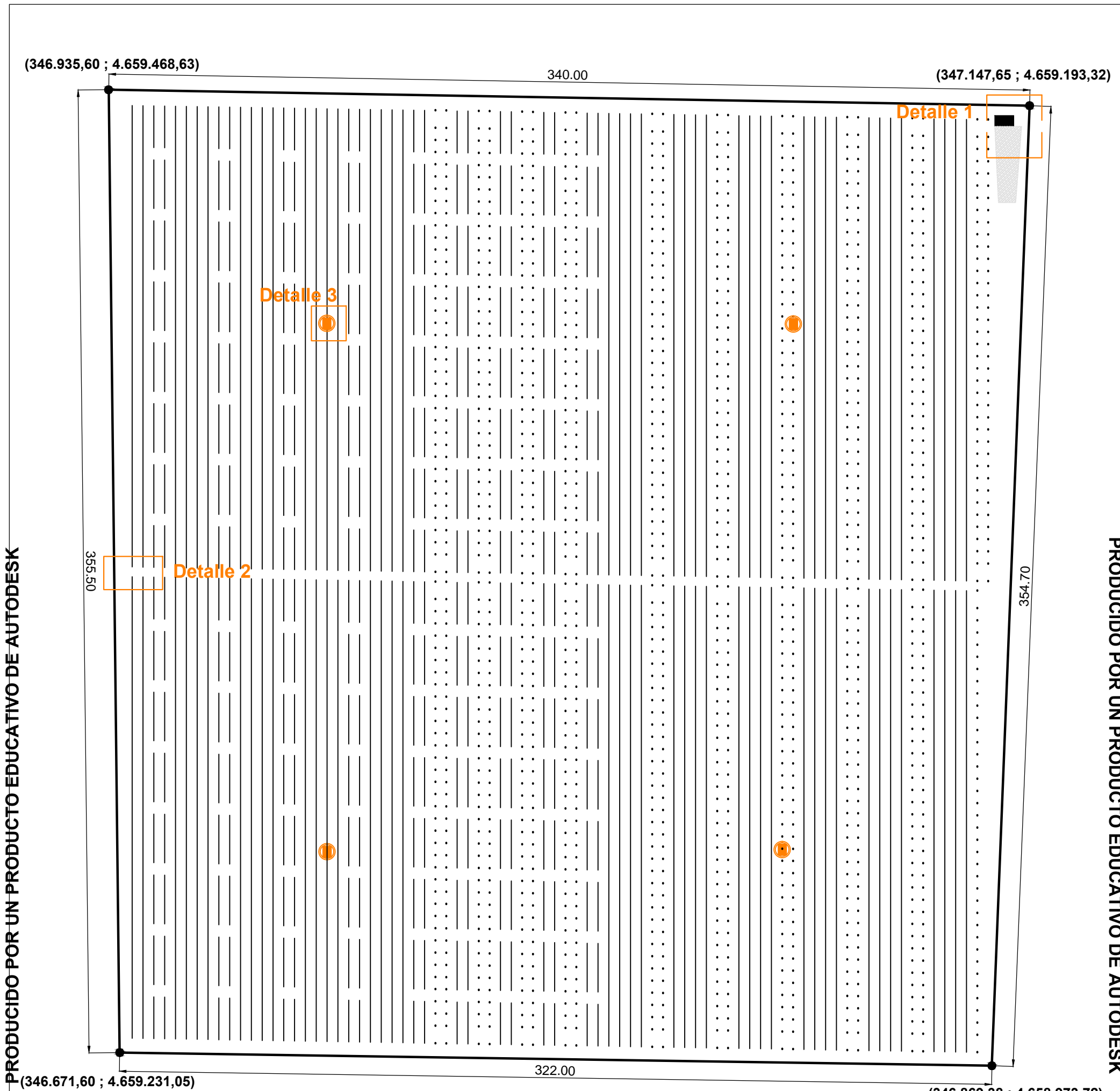
DATOS CATASTRALES	
Polígono	2
Parcela	35 (4,43 ha)
	36 (5,53 ha)
	37 (1,86 ha)
Pago	La Dehesa


**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**  
 Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO	E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)	SE	02
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO	

Emplazamiento	ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
TÍTULO DEL PLANO	FECHA: <b>24/06/2016</b>
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	FIRMA





	VARIEDAD	PATRÓN	Nº FILAS	Nº ÁRBOLES	SUPERFICIE	
—	Golden Crielaard	Pajam 2 Cepiland	42	11.760	5,64 ha	52,20 %
· · · · ·	Gala Venus	Pajam 1 Lancep	20	5.660	2,72 ha	25,1 %
—	Fuji Kiku Fubrax	Pajam 1 Lancep	18	5.102	2,45 ha	22,7%

● Torre de ventilación       Zona de carga y descarga



### UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

### E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

**E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)**

PROMOTOR \_\_\_\_\_

**Plantación de manzanos: Planta**

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

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

TITULACIÓN \_\_\_\_\_

**1/1.500**

ESCALA \_\_\_\_\_

**03**

Nº PLANO \_\_\_\_\_

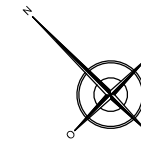
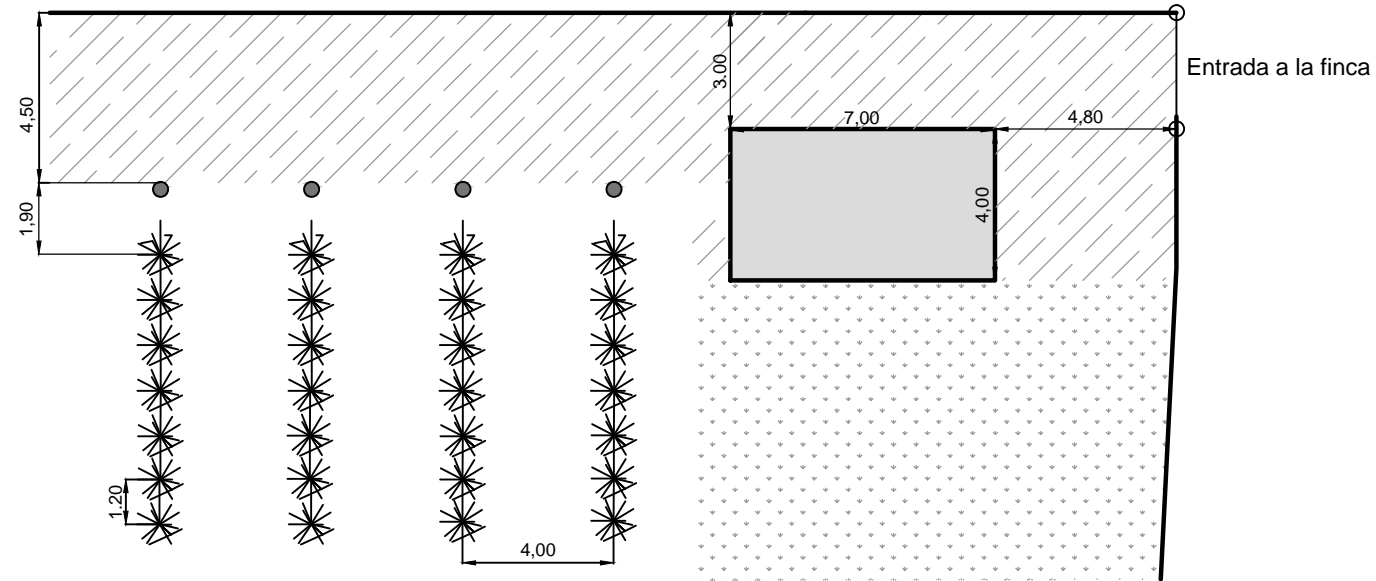
ALUMNO/A: **Elena Tejerina Fernández**

FECHA: **24/06/2016**


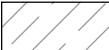
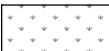




FIRMA \_\_\_\_\_



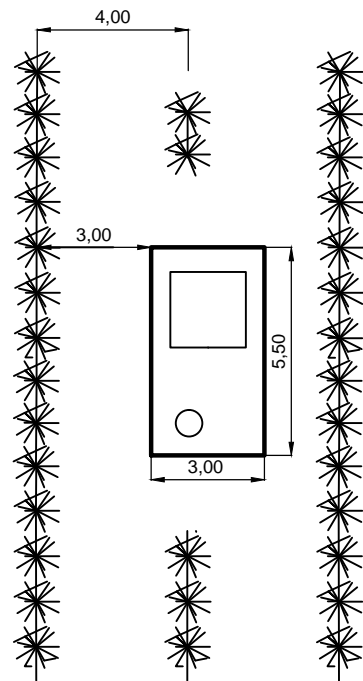
Detalle 1 de la plantación: Zonas de servicio



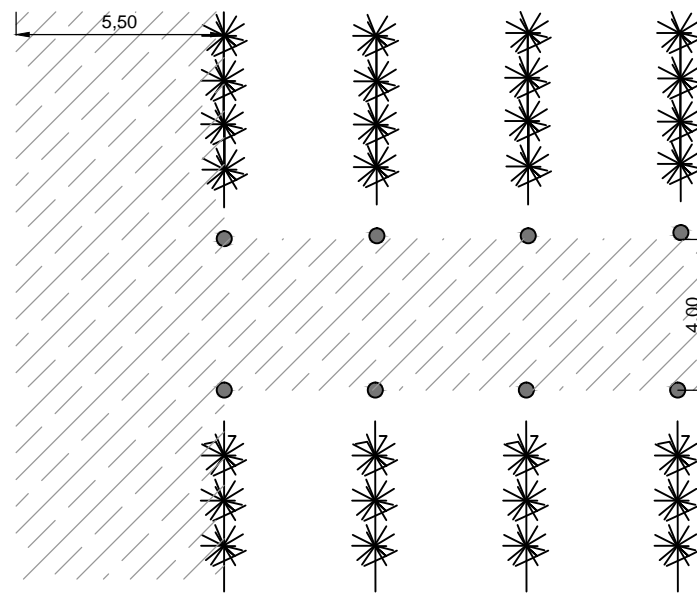
LEYENDA

-  Caseta de riego
-  Camino de servicio
-  Zona de carga y descarga 450 m2
-  Motor diesel 130 kW, planta: (2x2)m
-  Torre de ventilación
-  Manzanos
-  Dado de hormigón para anclaje de cables tensores (0,4x0,5x0,5)

Detalle 3 de la plantación: Torre de ventilación



Detalle 2 de la plantación: Caminos de servicio



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)

1/200

04

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

Detalles plantación: Planta

ALUMNO/A: Elena Tejerina Fernández

TÍTULO DEL PLANO

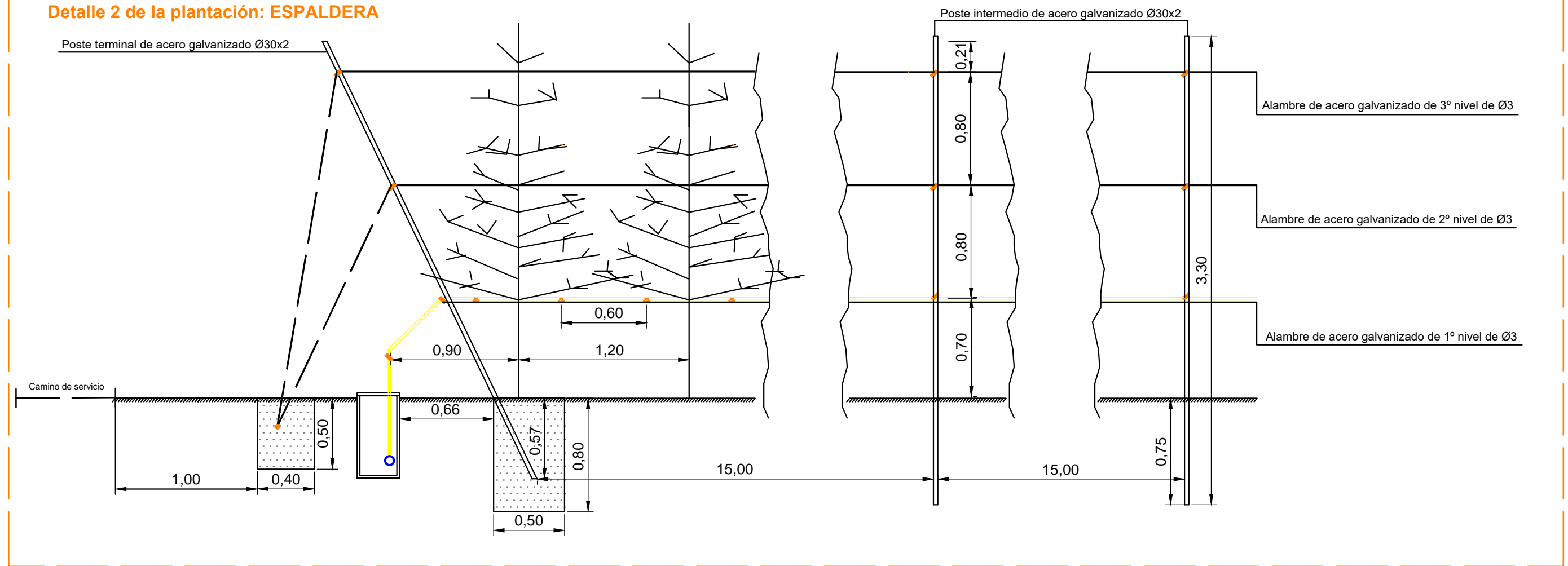
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

FECHA: 24/06/2016

TITULACIÓN

FIRMA

**Detalle 2 de la plantación: ESPALDERA**



**LEYENDA**

- Punto de anclaje de cables tensores del 2º y 3º nivel
- Tensor tipo carraca
- Emisor autocompensante, q = 2L/h
- Dado de hormigón para anclaje del poste (0,5x0,5x0,8)
- Dado de hormigón para anclaje de cables tensores (0,4x0,5x0,5)
- Tubería primaria Ø63, PVC, 0,63 MPa
- Tubería lateral Ø18, PE-32, 0,4 MPa
- Arqueta de desagüe (0,4x0,3x0,6) con tapa elevable
- Cables tensores Ø7

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN
Dado de hormigón	HL 150/B/20
(Instrucción EHE-08)	

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO
Postes: Perfil hueco redondo	S 275 JR
(Instrucción CTE SE-A)	

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

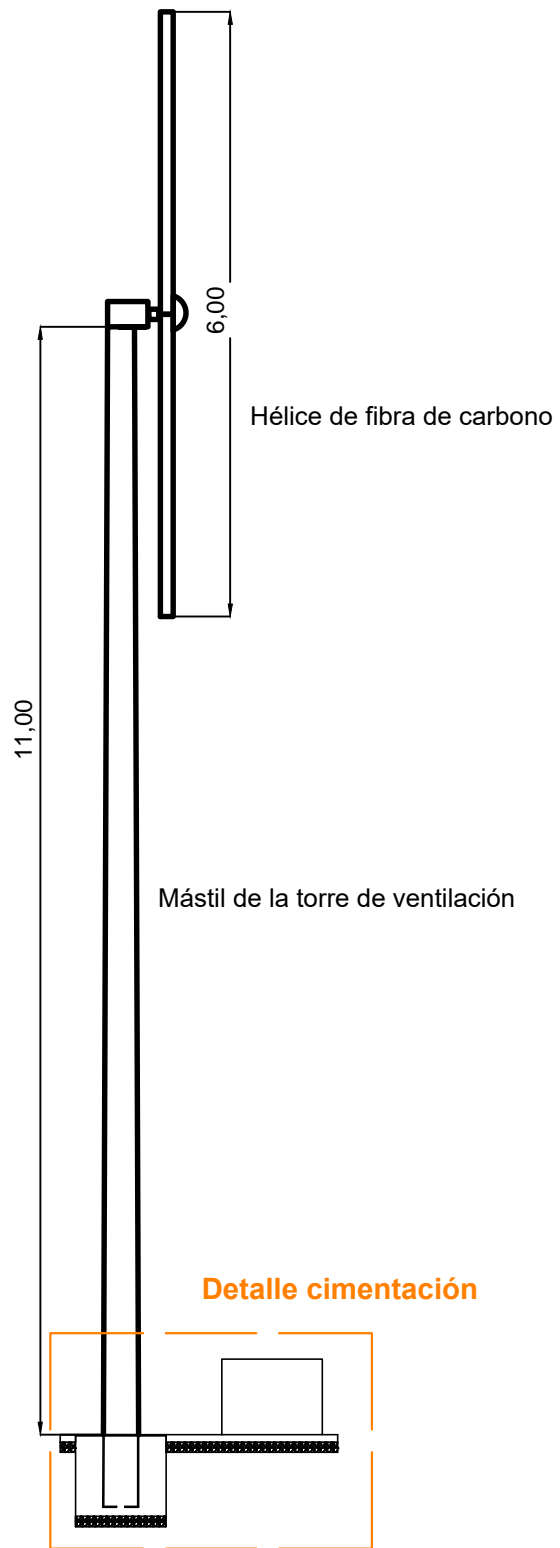
Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

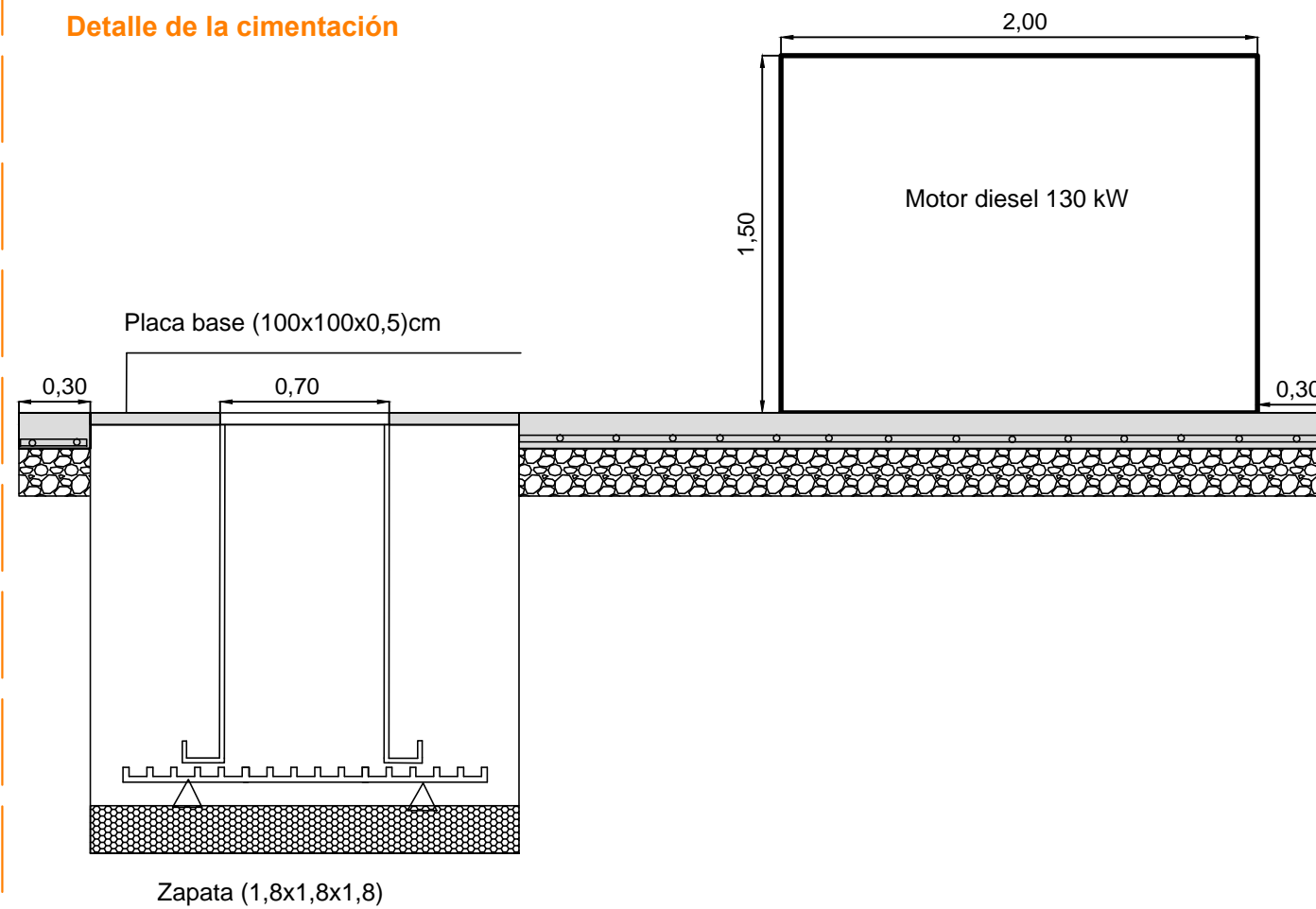
<b>E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)</b>	<b>1/30</b>	<b>05</b>
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

<b>Espaldera: Alzado</b>	ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
TÍTULO DEL PLANO _____	FECHA: <b>24/06/2016</b>
<b>Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</b>	FIRMA _____
TITULACIÓN _____	

Detalle 3 plantación: Torre de ventilación, alzado



Detalle de la cimentación



LEYENDA

- Hormigón de limpieza e = 10 cm
- Capa de zahorra compactada e = 20 cm
- Solera e = 15 cm
- ME 200 x 200 S Ø6 3.000 x 2.000
- 9 Ø6 c/20 L=1,70m
- Calzos de apoyo de parrilla de 5 cm
- Pernos de anclaje 4 Ø16

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón
Cimentación	HA 25/P/40/IIa
Solera	HA 20/B/20/I
Hormigón de limpieza	HL 150/B/20

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero
Toda la obra	B 500S

(Instrucción EHE - 08)

Escala: 1/30

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

Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

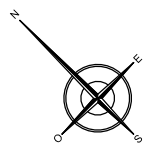
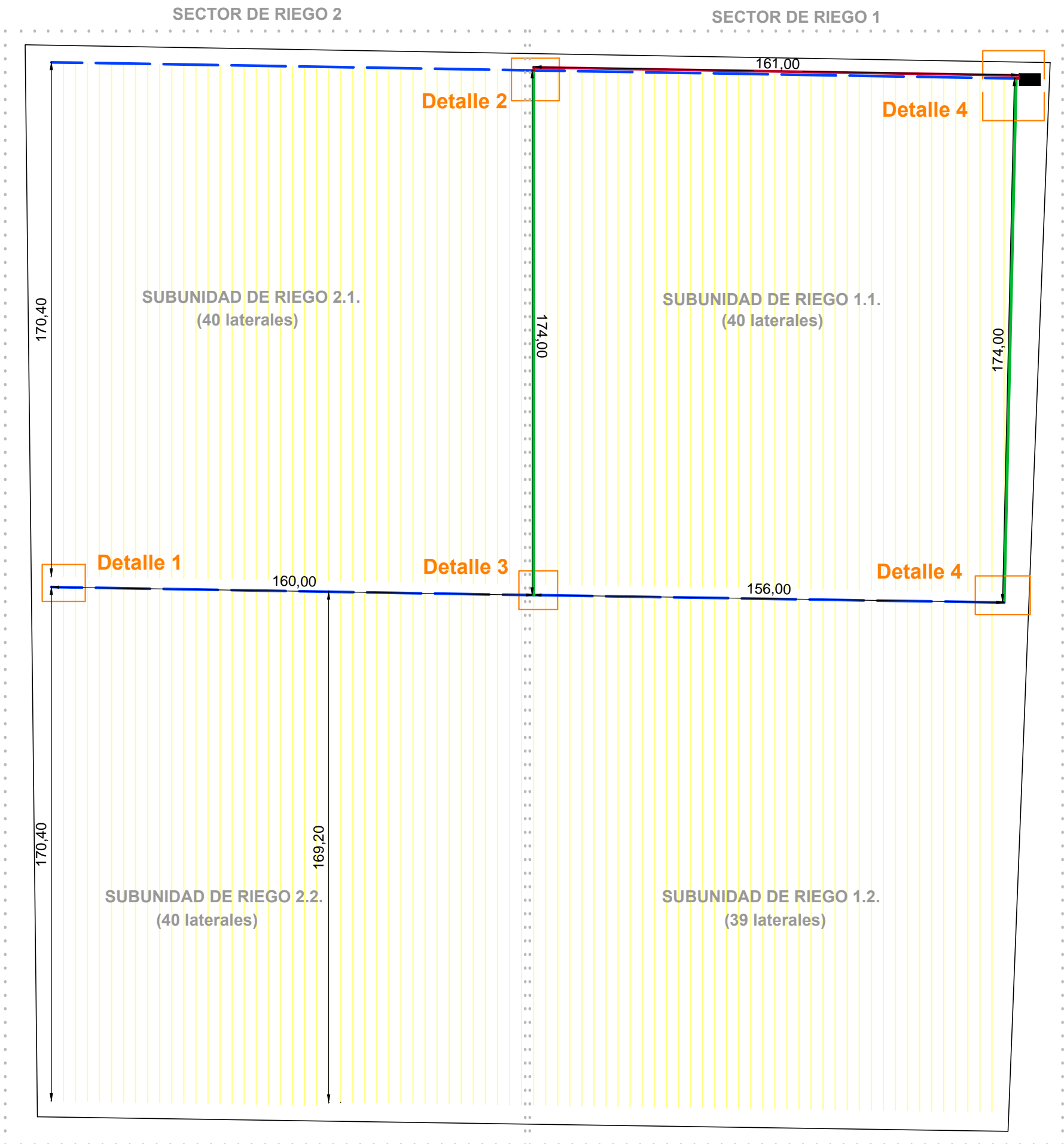
TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)	1/75	06
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO

Torre de ventilación: Alzado	ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
TÍTULO DEL PLANO	FECHA: <b>24/06/2016</b>
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	FIRMA
TITULACIÓN	

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



	TUBERÍA	MATERIAL	DIÁMETRO NOMINAL	PRESIÓN NOMINAL	PENDIENTE
	Lateral (70 cm sobre el suelo)	PE-32	18 mm	0,4 MPa	1%
	Primaria (enterrada 40 cm)	PVC	63 mm	0,63 MPa	- 0,7%
	Secundaria (enterrada 40 cm)	PVC	75 mm	0,63 MPa	1%
	Secundaria (enterrada 40 cm)	PVC	90 mm	0,63 MPa	-0,7%

Caseta de riego (4x7) m     
 Sector de riego



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

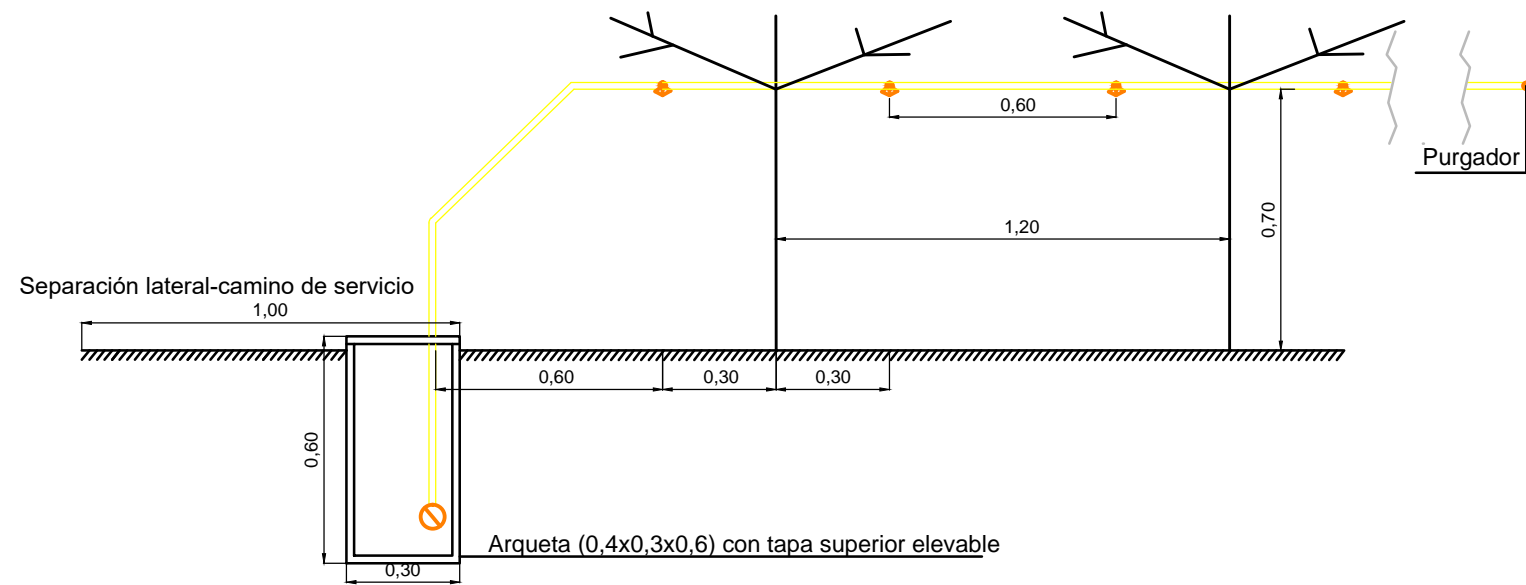
TÍTULO DEL PROYECTO

<b>E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)</b>	<b>1/1.500</b>	<b>07</b>
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO

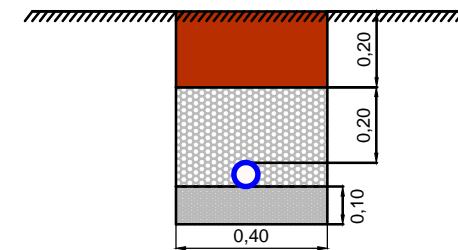
<b>Red de riego: Planta</b>	ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
TÍTULO DEL PLANO	FECHA: <b>24/06/2016</b>

<b>Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</b>	FIRMA
TITULACIÓN	








Detalle 1 Instalación riego: Desagüe



Detalle 1 Instalación riego: Tubería enterrada



LEYENDA

-  Tierra compactada
-  Capa de árido no compactado 6/12 mm
-  Capa de árido compactado 6/12 mm
-  Válvula de mariposa 2 1/2" para desagüe de la tubería primaria
-  Tubería primaria Ø63, PVC, 0,63 MPa
-  Tubería lateral Ø18, PE-32, 0,4 MPa
-  Emisor autocompensante, q = 2 L/h



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)

1/20

08

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

Detalles de la red de riego: Sección

ALUMNO/A: Elena Tejerina Fernández

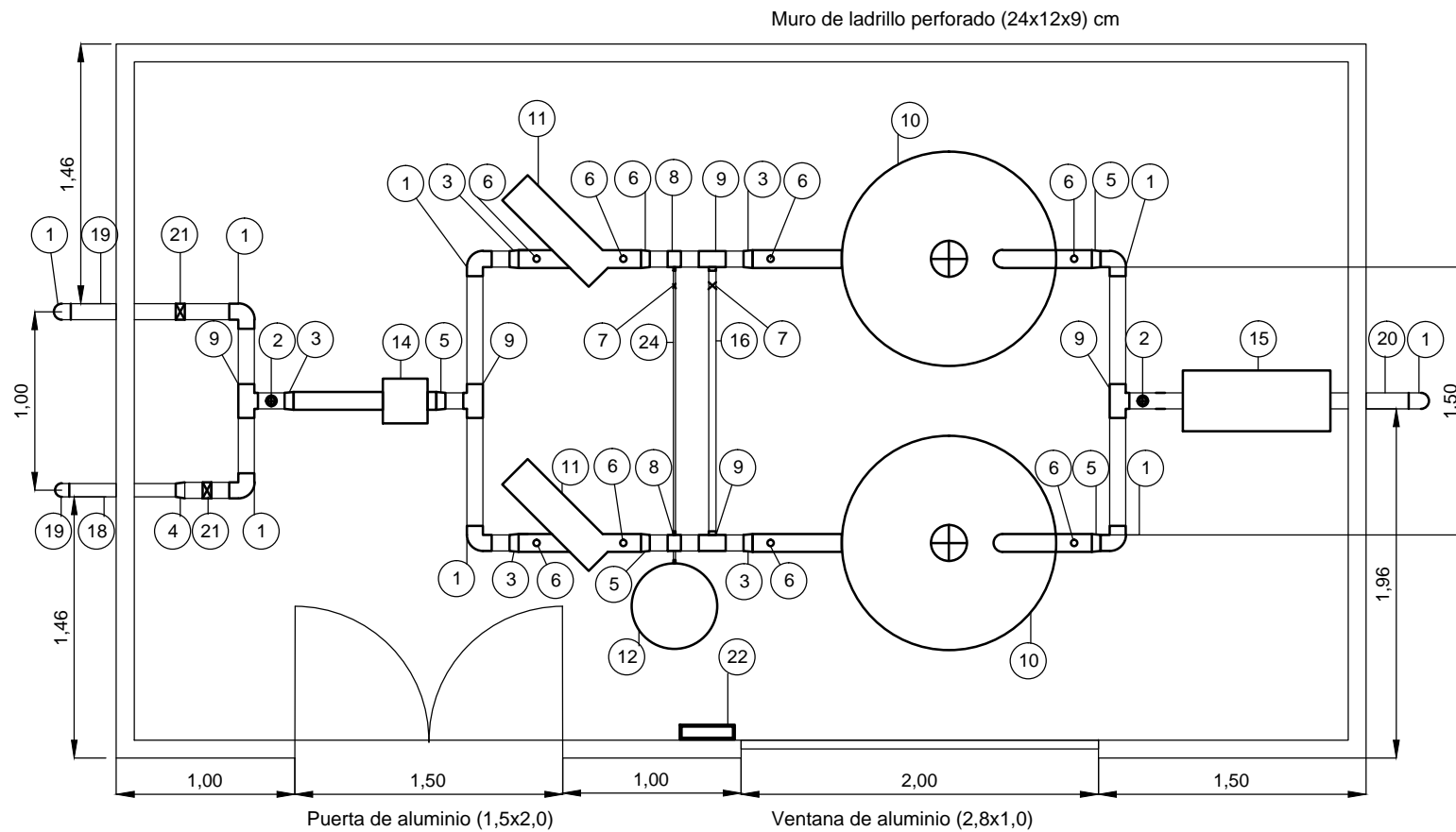
TÍTULO DEL PLANO

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

FECHA: 24/06/2016

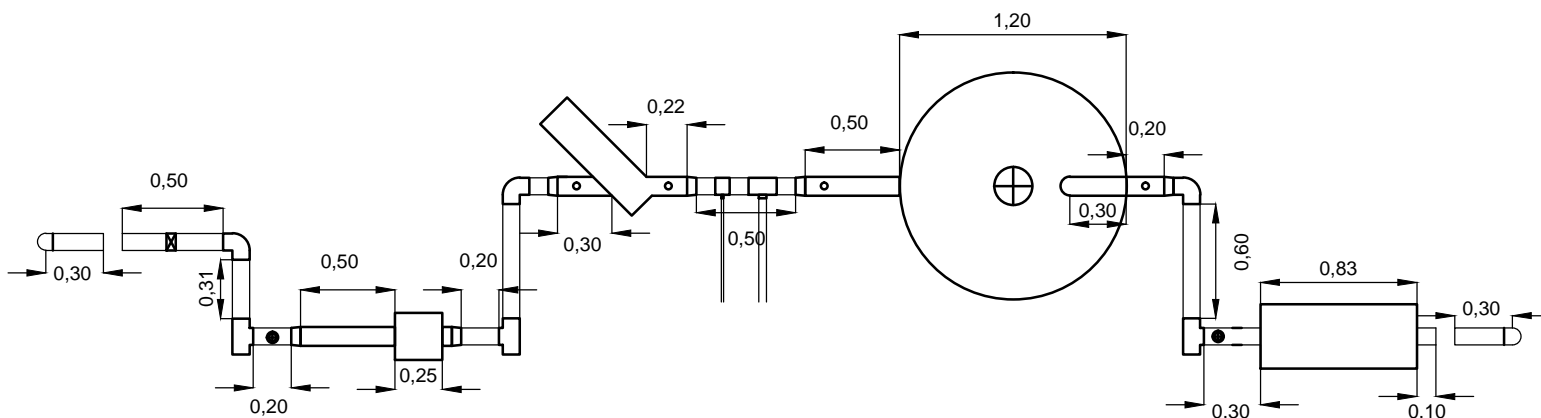
TITULACIÓN

FIRMA



ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO	
1. Codo 90°, Ø90, PVC	12. Depósito de fertilizantes de 100 L
2. Válvula de compuerta y purgador 3 1/2"	13. Bomba dosificadora: motor monofásico de 1,5 kW
3. Reducción de Ø100 a Ø90	14. Contador de turbina tipo Woltmann 4"
4. Reducción de Ø90 a Ø75	15. Grupo de bombeo: motor trifásico de 15 kW
5. Ensanchamiento de Ø90 a Ø100	16. Tubería de retrolavado Ø40, PVC, 0,63 MPa
6. Toma para medir la presión	17. Tubería de inyección de fertilizantes Ø12, PE-32 0,5 MPa
7. Válvula de bola 1 1/2"	18. Tubería secundaria Ø75, PVC, 0,63 MPa
8. Punto de inyección de fertilizantes	19. Tubería secundaria Ø90, PVC, 0,63 MPa
9. Te, Ø90, PVC	20. Tubería de aspiración Ø90, PVC, 0,63 MPa
10. Filtro de arena con brida de 4"	21. Electroválvula 3 1/2"
11. Filtro de malla en "Y" con brida de 4"	22. Programador con 4 estaciones
23. Codo 90°, Ø75, PVC	24. Válvula de bola 1/2"

Acotación




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


Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)	1/40	09
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

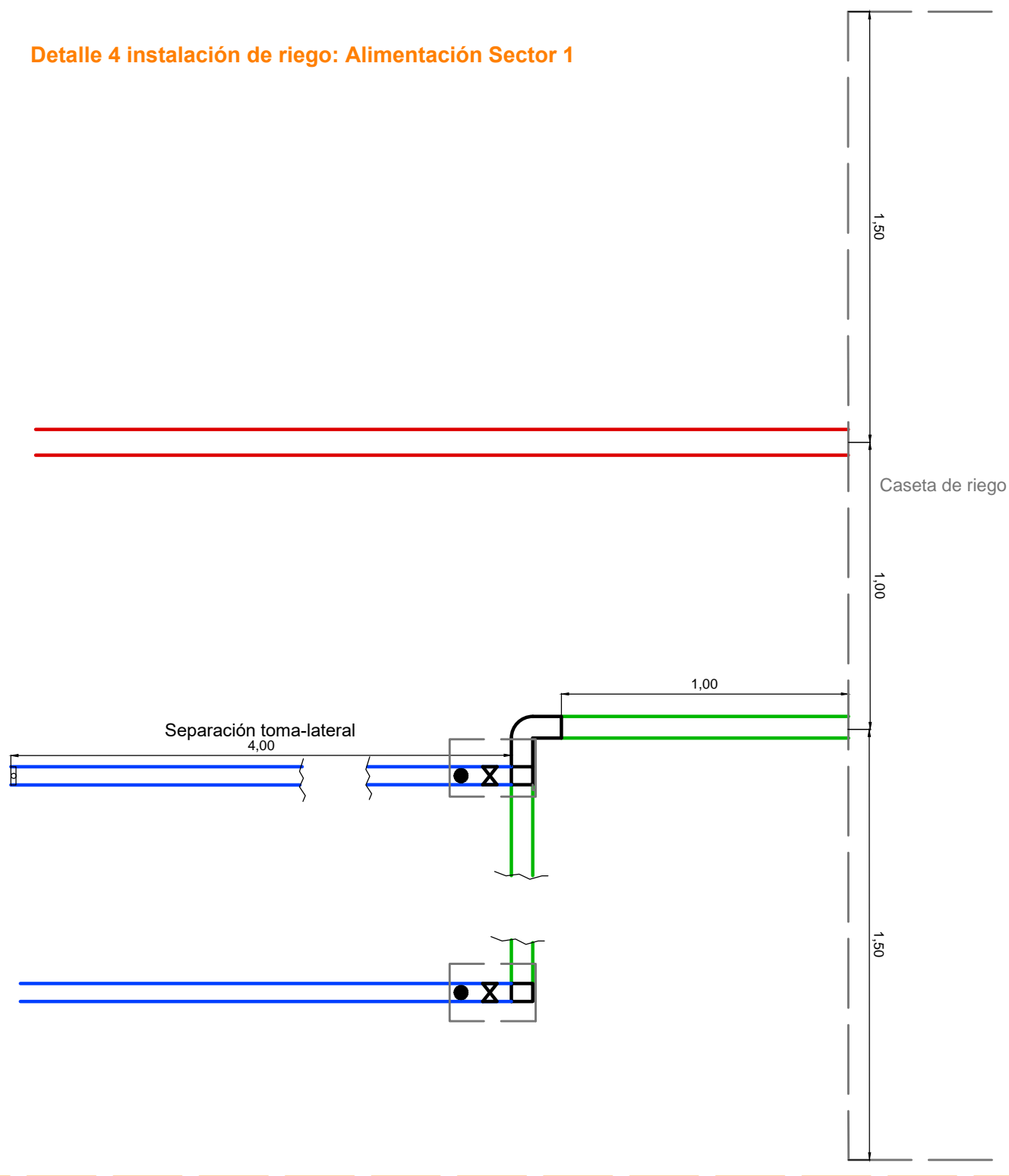
Cabezal de riego: Planta	ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
TÍTULO DEL PLANO _____	FECHA: <b>24/06/2016</b>
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	FIRMA _____

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

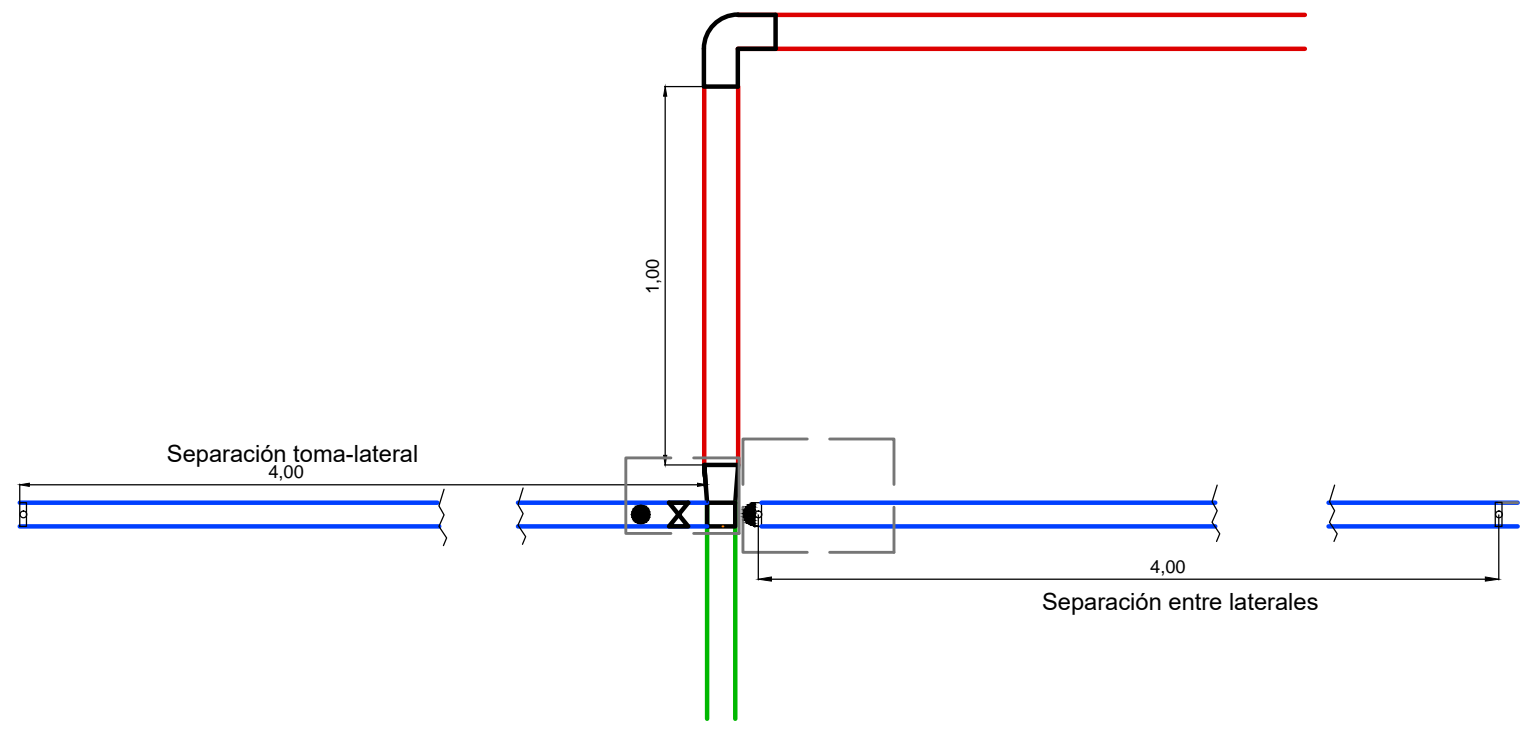
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



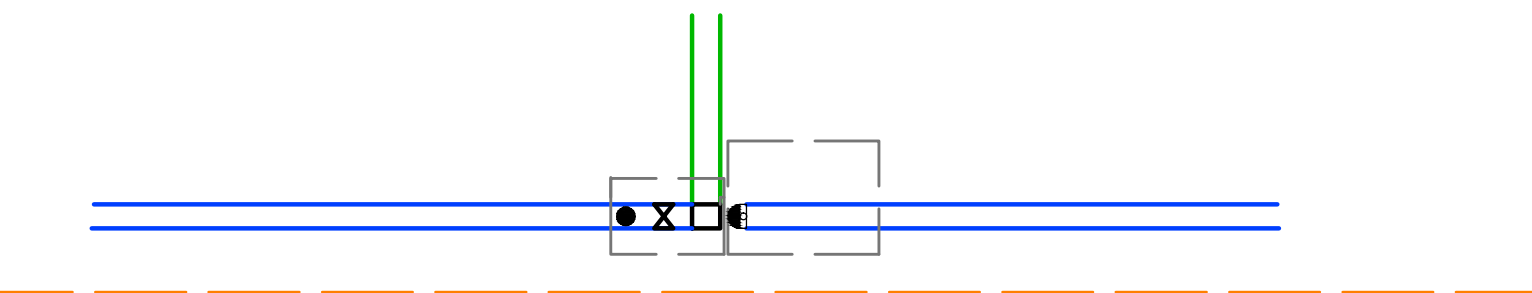
Detalle 4 instalación de riego: Alimentación Sector 1



Detalle 2 instalación de riego: Alimentación Subunidad 2.1.



Detalle 2 instalación de riego: Alimentación Subunidad 2.2.



LEYENDA

- Ventosa 2 1/2"
- ⊗ Reductor de presión 2 1/2"
- └ Codo de 90°, Ø75 y Ø90,PVC
- Conexión primaria Ø63, PVC
- ⊙ Desagüe, válvula de mariposa 2 1/2"
- ▭ Reducción de Ø90 a Ø75
- ▬ Tubería secundaria Ø90, PVC, 0,63 MPa
- ▬ Tubería secundaria Ø75, PVC, 0,63 MPa
- ▬ Tubería primaria Ø63, PVC, 0,63 MPa
- ▭ Arqueta de desagüe de hormigón prefabricado (0,4x0,3x0,6)
- ▭ Arqueta para dispositivos de control de hormigón prefabricado (0,3x0,2x0,6)
- ▭ Conexión tubería lateral Ø18, PE-32



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)

1/20

10

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

Detalles de la red de riego: Planta

ALUMNO/A: **Elena Tejerina Fernández**

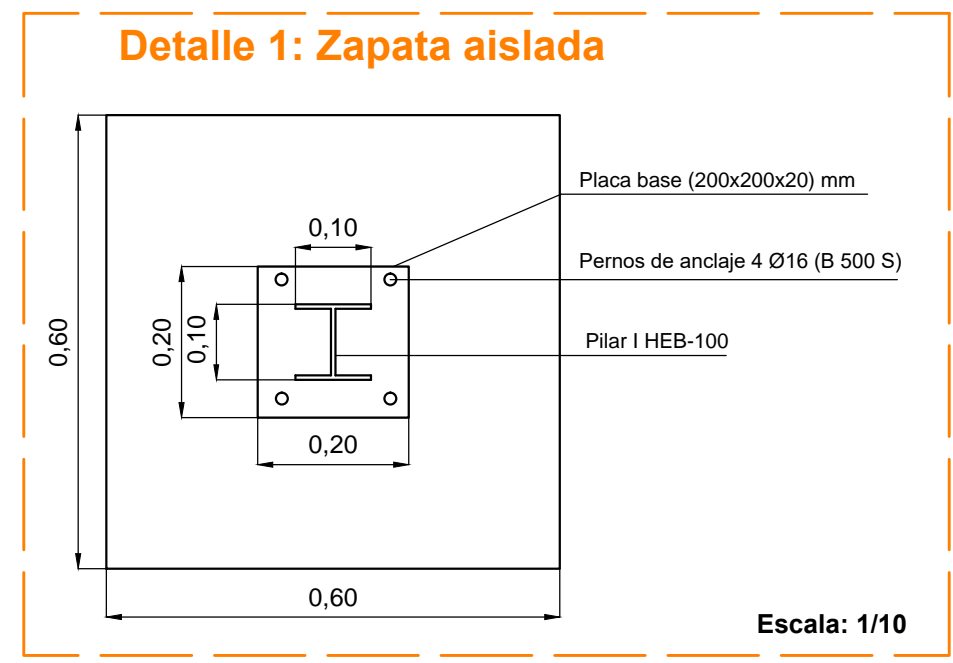
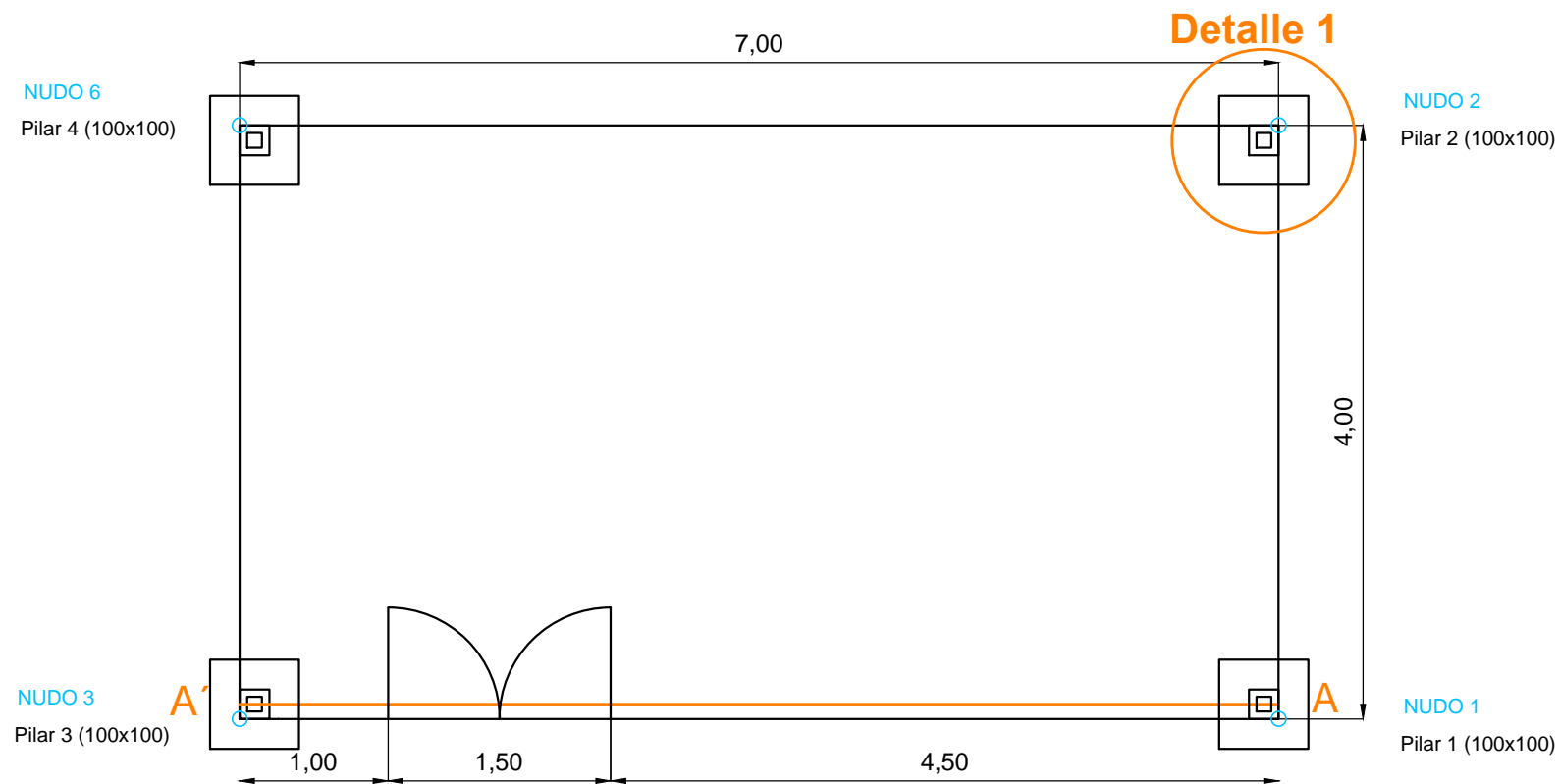
TÍTULO DEL PLANO

FECHA: **24/06/2016**

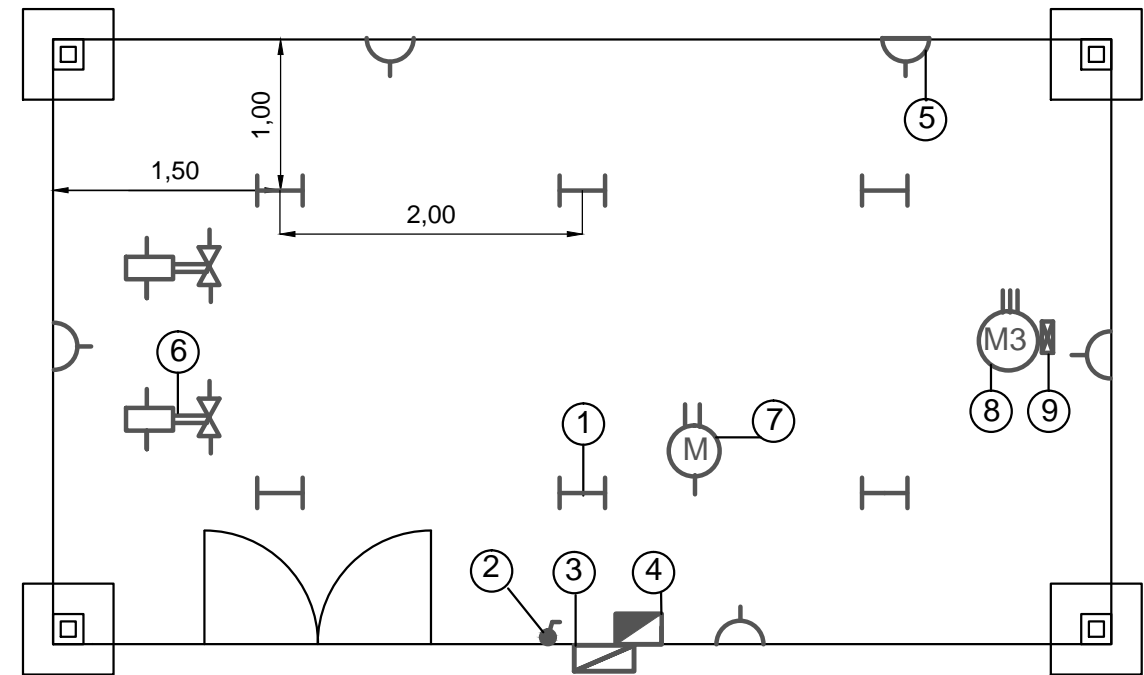
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN

FIRMA




**Detalle 2: Instalación eléctrica**



ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE LUZ	
1. Luminaria fluorescente de 2x18W	4. Cuadro secundario
2. Interruptor simple	5. Base de enchufe 16A 2p+T
3. Cuadro General de Protección + contador	6. Electroválvula
7. Motor monofásico 1,5 kW: bomba inyectora	8. Motor trifásico 15 kW: grupo de bombeo
9. Variador de velocidad	


CARACTERÍSTICAS DE LOS PILARES Perfil laminado HEB - 100 (Norma EA-95) Acero: S 275 JR (Instrucción CTE SE-A)			
Pilar	Barra	Nudos	Cimentación-cubierta
1	1	1-3	2,5 m
2	2	2-4	2,8 m
3	4	5-7	2,5 m
4	5	6-8	2,8 m



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

Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_



**E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)**

PROMOTOR \_\_\_\_\_

**1/50**

ESCALA \_\_\_\_\_

**11**

Nº PLANO \_\_\_\_\_

**Planta de la caseta de riego**

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

ALUMNO/A: **Elena Tejerina Fernández**

FECHA: **24/06/2016**

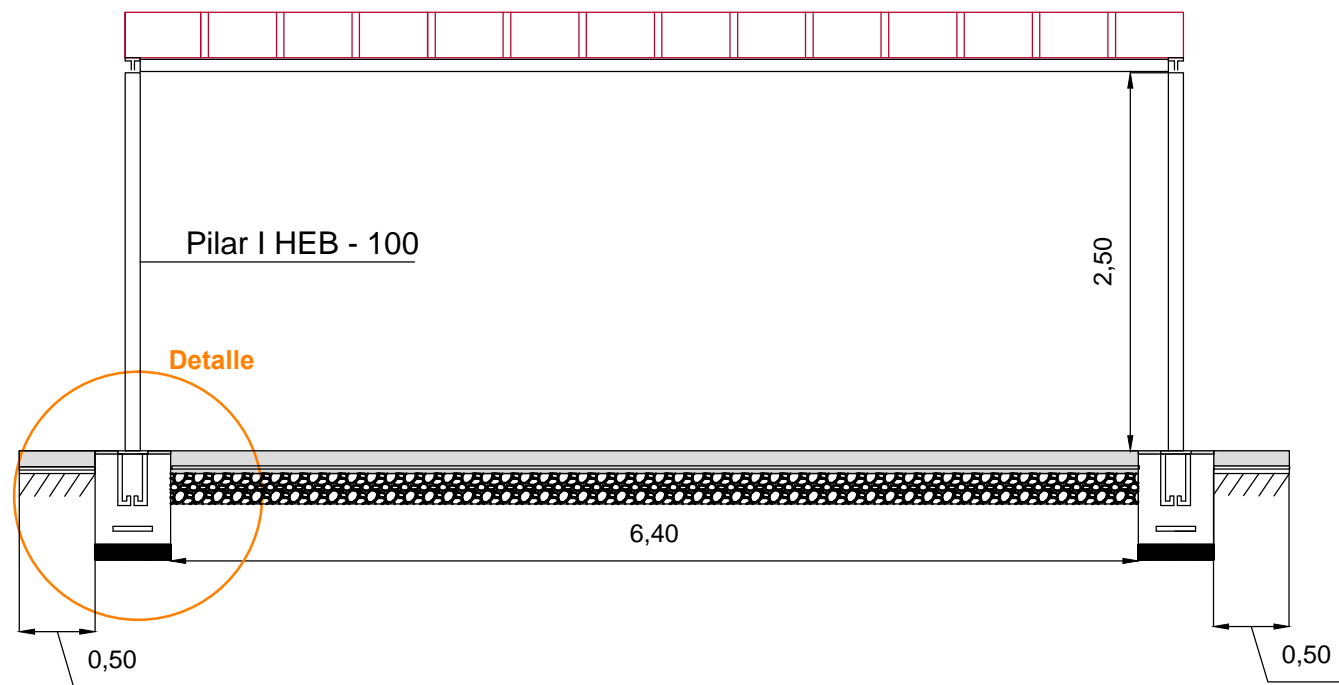
**Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural**

TITULACIÓN \_\_\_\_\_

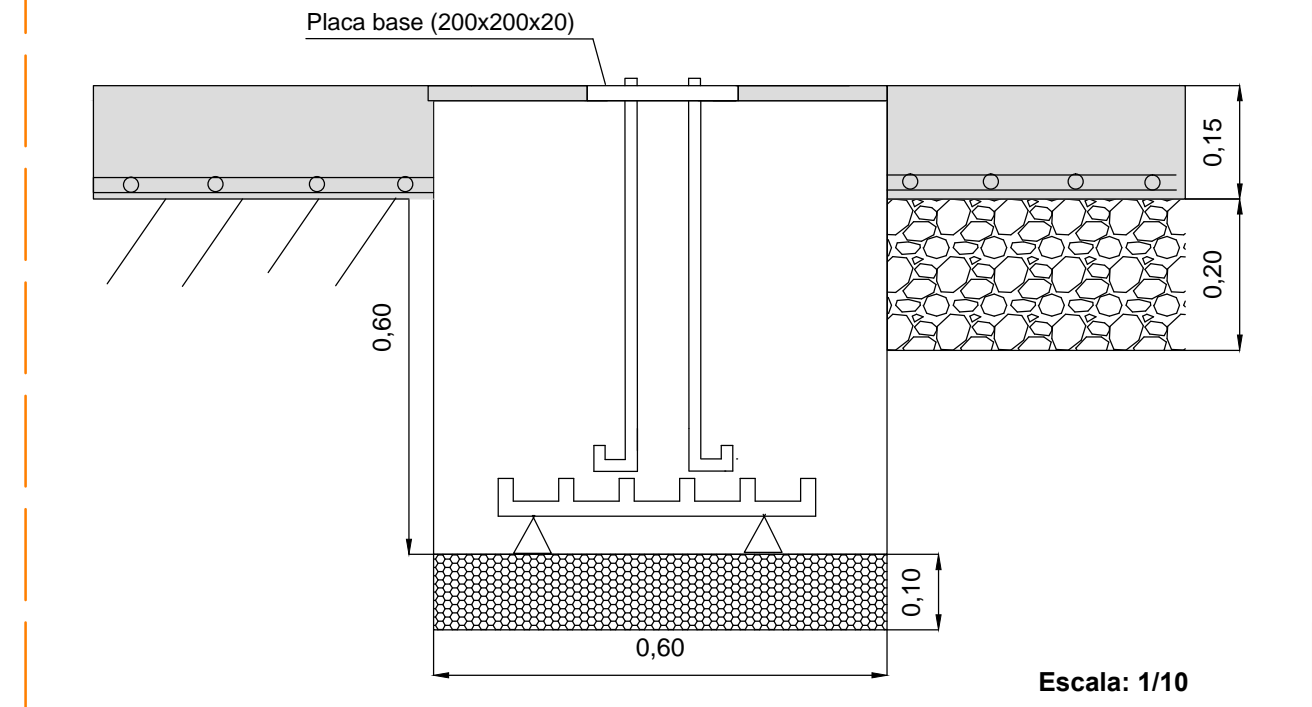
FIRMA \_\_\_\_\_



Sección A-A'



Detalle: Zapata (0,6x0,6x0,6)



Escala: 1/10

LEYENDA

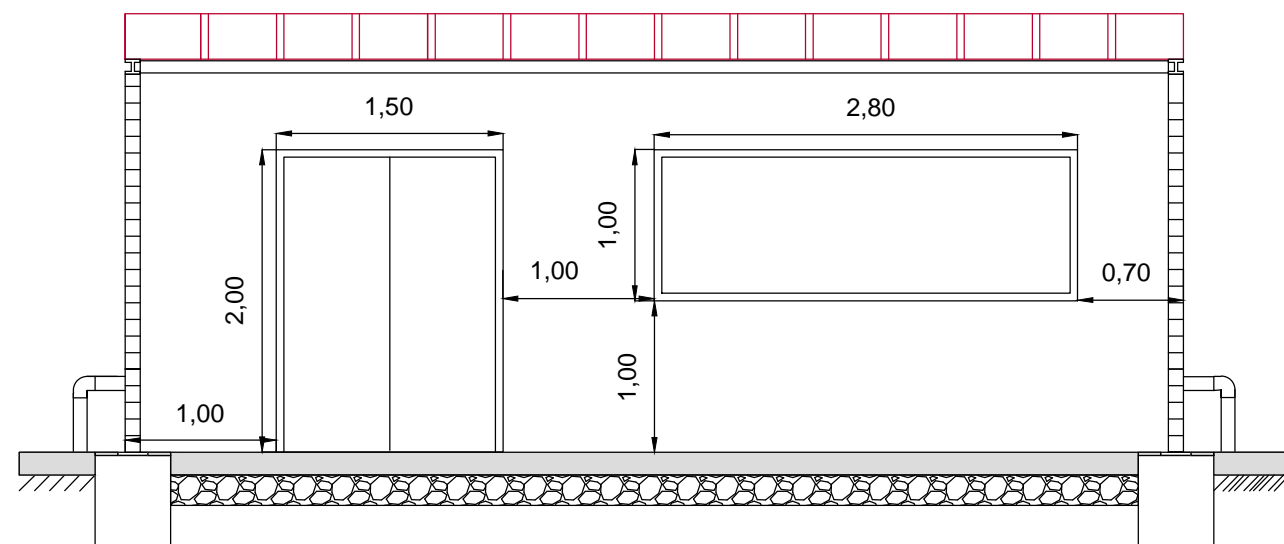
- Cubierta tipo sandwich
- Hormigón de limpieza e = 10 cm
- Capa de zahorra compactada e = 20 cm
- Solera e = 15 cm
- ME 200 x 200 S Ø6 3.000 x 2.000
- 4 Ø6 c/20 L=0,50m
- Calzos de apoyo de parrilla de 5 cm
- Pernos de anclaje 4 Ø16
- Ventana de aluminio (2,8x1) m
- Puerta de aluminio (1,5x2) m

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón
Cimentación	HA 25/P/40/IIa
Solera	HA 20/B/20/I
Hormigón de limpieza	HL 150/B/20

ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero
Toda la obra	B 500S

(Instrucción EHE - 08)

Detalle de la fachada principal



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

Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

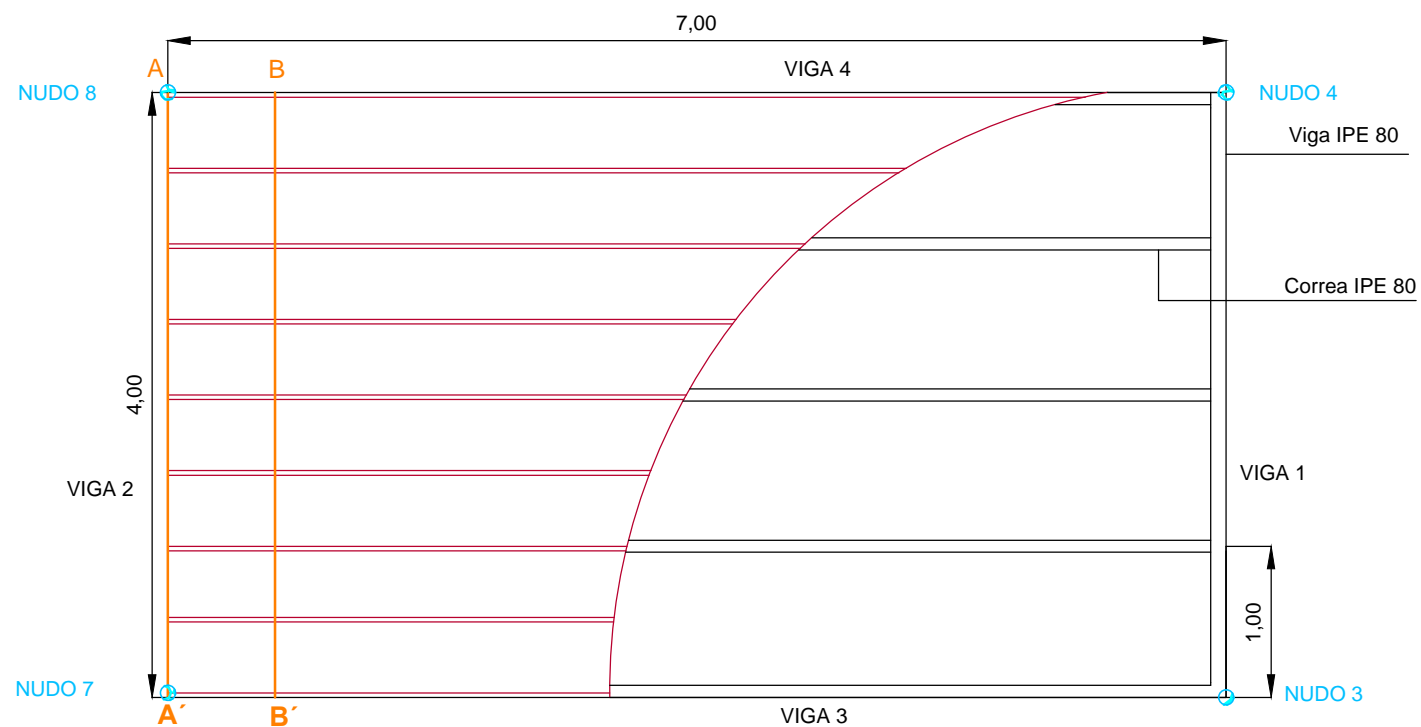
TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

<b>E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)</b>	<b>1/50</b>	<b>12</b>
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

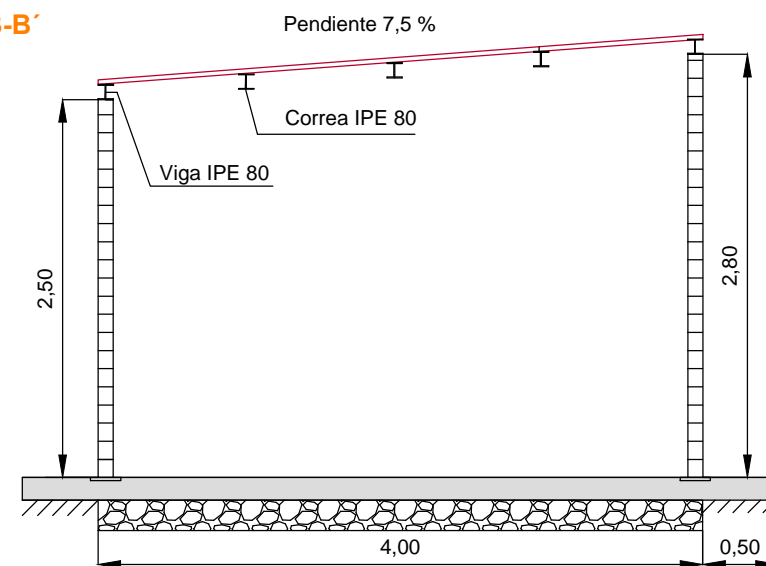
<b>Sección de la caseta de riego</b>	ALUMNO/A: <b>Elena Tejerina Fernández</b>
TÍTULO DEL PLANO _____	FECHA: <b>24/06/2016</b>
<b>Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural</b>	FIRMA _____

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

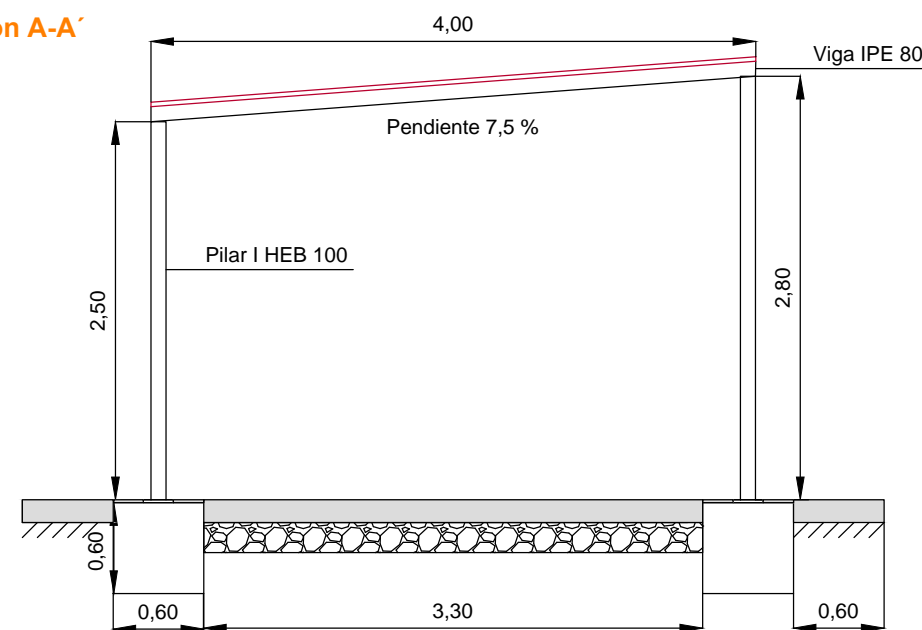
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK








Sección B-B'



Sección A-A'



LEYENDA

-  Cubierta tipo sandwich con doble chapa metálica de 0,6 mm y alma de poliuretano extrusionado 50 mm
-  Muro de ladrillo perforado (24x12x9) cm
-  Zapata aislada (0,6x0,6x0,6) m
-  Solera e = 15 cm
-  Capa de zahorra compactada e = 20 cm

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIGAS  
Acero S 275 JR (instrucción CTE-SE-A)

Viga	Barra	Nudos	Longitud (m)	Perfil laminado (Norma EA-95)
1	3	3 - 4	4	IPE - 80
2	6	7 - 8	4	IPE - 80
3	7	3 - 7	7	IPE - 80
4	8	4 - 8	7	IPE - 80



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)

1/50

13

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

Cubierta de la caseta de riego

ALUMNO/A: Elena Tejerina Fernández

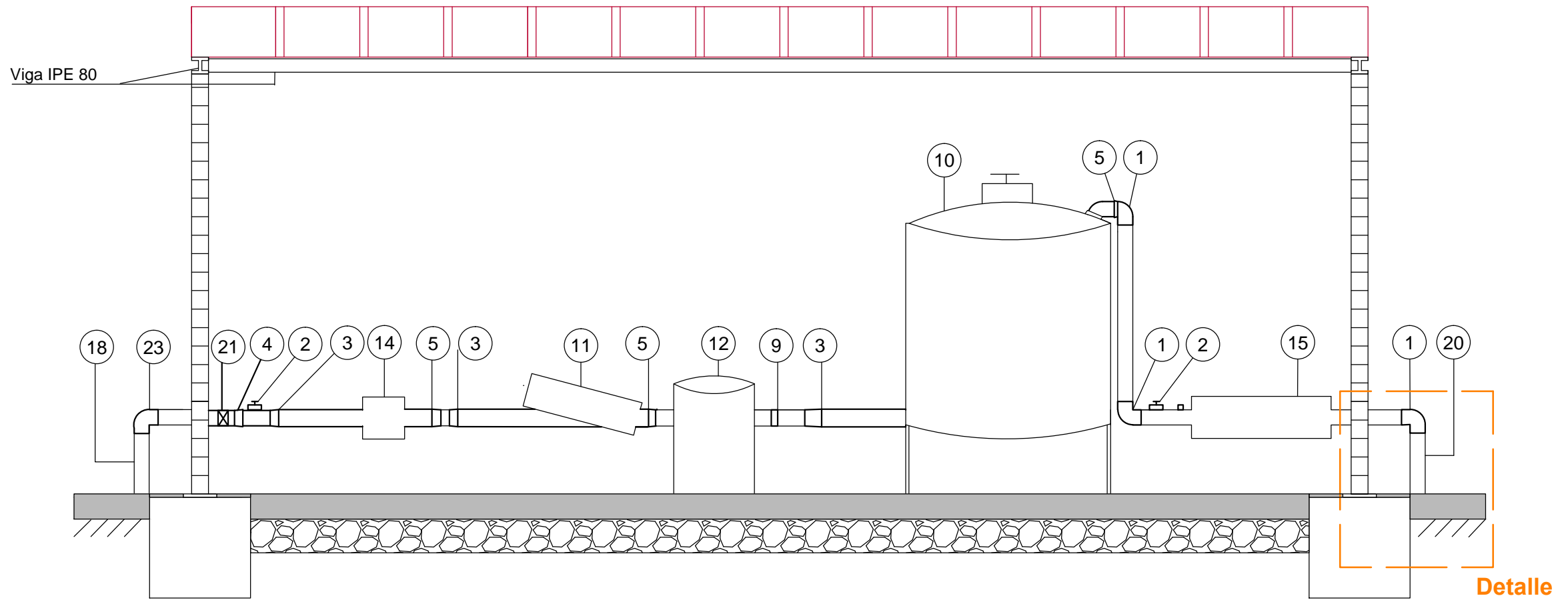
TÍTULO DEL PLANO

FECHA: 24/06/2016

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN

FIRMA



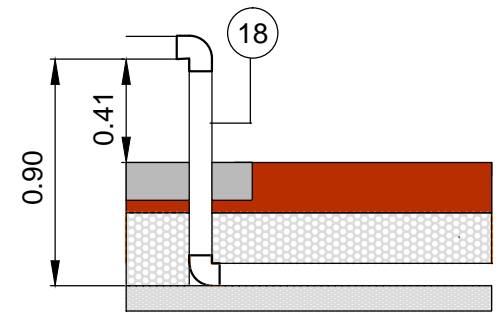
LEYENDA

1. Codo 90°, Ø90, PVC	11. Filtro de malla en "Y" con brida de 4"
2. Válvula de compuerta y purgador 4"	12. Depósito de fertilizantes de 100 L
3. Reducción de Ø100 a Ø90	14. Contador con turbina tipo Woltmann 4"
4. Reducción de Ø90 a Ø75	15. Grupo de bombeo: motor trifásico 15 kW
5. Ensanchamiento de Ø90 a Ø100	18. Tubería secundaria Ø75, PVC, 0,63 MPa
9. Te, Ø90, PVC	20. Tubería de aspiración Ø90, PVC, 0,63 MPa
10. Filtro de arena con brida de 4"	21. Electroválvula 3"
23. Codo 90°, Ø75, PVC	

LEYENDA

- Cubierta tipo sandwich con doble chapa metálica de 0,6 mm y alma de poliuretano extrusionado 50 mm
- Muro de ladrillo perforado (24x12x9) cm
- Zapata aislada (0,6x0,6x0,6)
- Solera e = 15 cm
- Capa de zahorra compactada e = 20 cm
- Tierra compactada e = 20 cm
- Capa de árido 6/12 mm machaqueo no compactado e = 20 cm
- Capa de árido 6/12 mm machaqueo compactado e = 10 cm

Detalle: Tubería de aspiración



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)

1/30

14

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

Detalle constructivo y del cabezal: Alzado

ALUMNO/A: Elena Tejerina Fernández

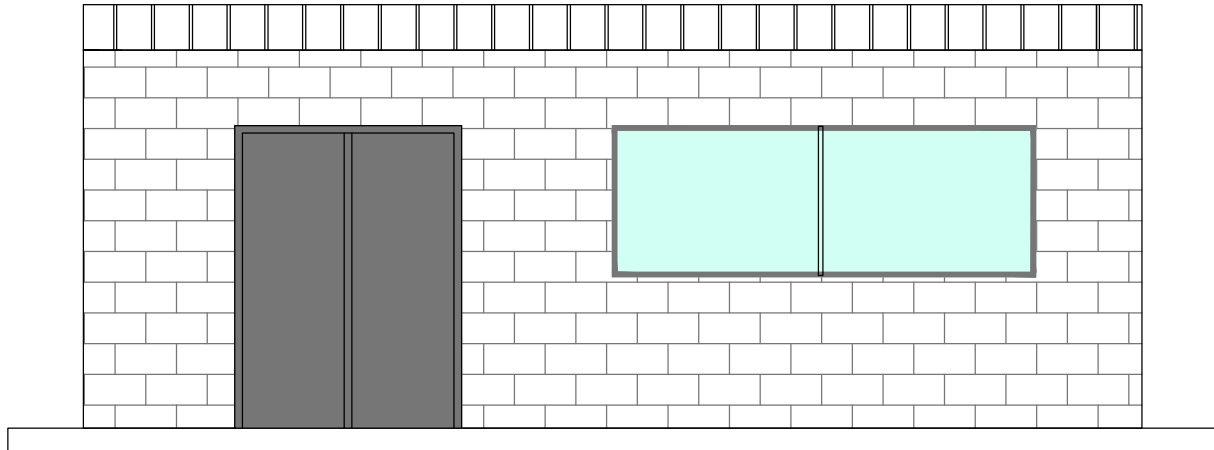
TÍTULO DEL PLANO

FECHA: 24/06/2016

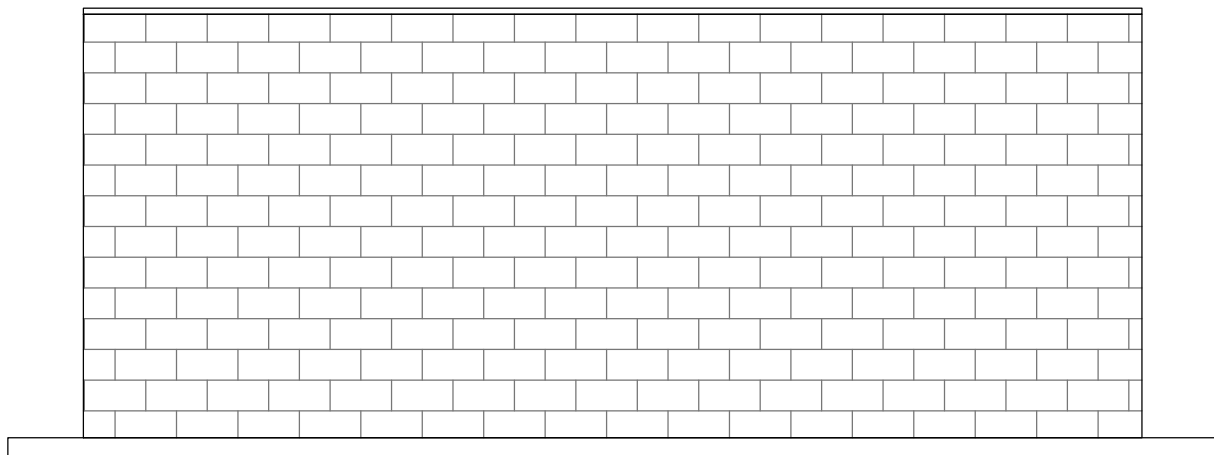
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN

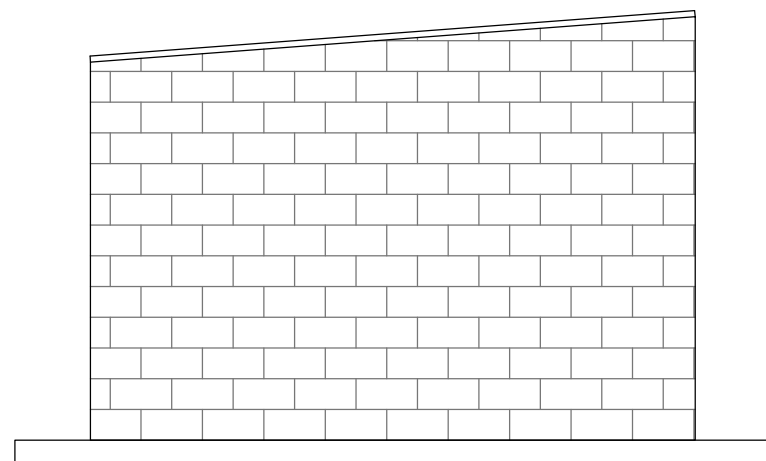
FIRMA



Alzado N-E

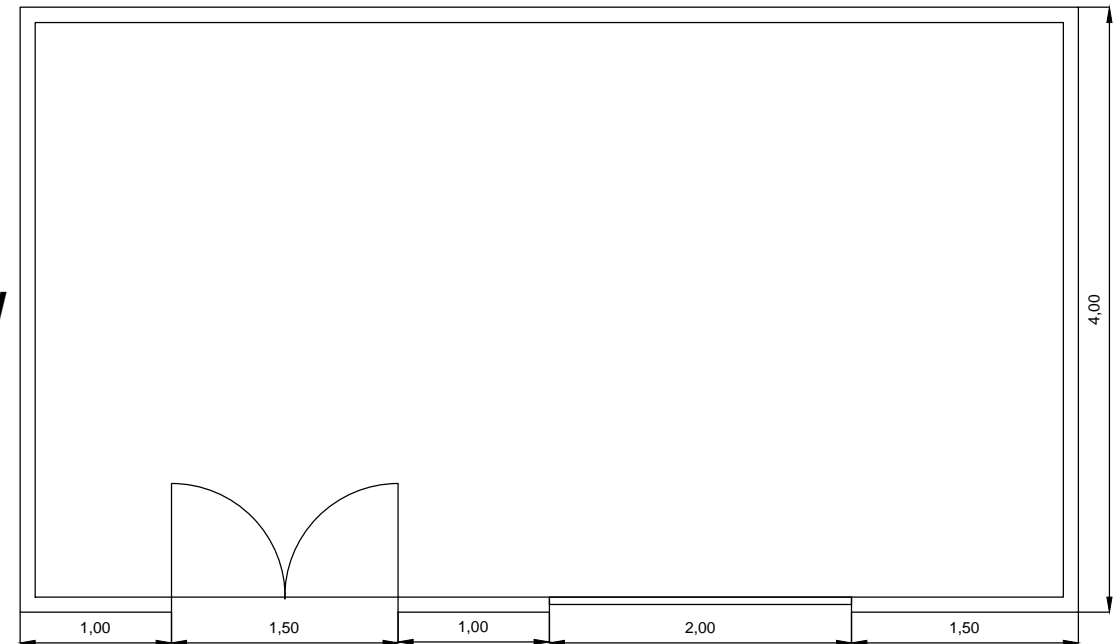


Alzado S-W



Alzado S-E y N-W

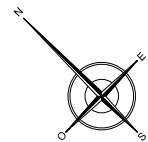
Alzado S-W



Alzado N-E

Alzado S-E

Alzado N-W



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



Plantación de manzanos con riego por goteo, en el término municipal de Autillo de Campos (Palencia)

TÍTULO DEL PROYECTO

E.T.S. Ingenierías Agrarias (Trabajo Fin de Grado)

1/50

15

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

Alzados de la caseta de riego

ALUMNO/A: Elena Tejerina Fernández

TÍTULO DEL PLANO

FECHA: 24/06/2016

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN

FIRMA

# DOCUMENTO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

## Índice del pliego de condiciones

<b><u>TÍTULO 1.-DISPOSICIONES GENERALES</u></b> .....	1
<b><u>TÍTULO 2.-CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA</u></b> .....	3
<b>SUBTÍTULO I.-DE LA OBRA CIVIL</b> .....	3
CAPÍTULO I. Consideraciones generales aplicadas a la obra civil y riego.....	3
CAPÍTULO II. Movimiento de tierras.....	3
CAPÍTULO III. Cimentación .....	4
CAPÍTULO IV. Estructuras y cubiertas .....	5
CAPÍTULO V. Cerramientos .....	7
CAPÍTULO VI. Carpintería metálica y cerrajería .....	8
<b>SUBTÍTULO II.-DE LA EXPLOTACIÓN</b> .....	9
CAPÍTULO VII. Operaciones de cultivo .....	9
CAPÍTULO VIII. Material vegetal .....	9
CAPÍTULO IX. Fertilizantes .....	10
CAPÍTULO X. Fitosanitarios .....	10
CAPÍTULO XI. Maquinaria.....	10
CAPÍTULO XII. Riego .....	10
CAPÍTULO XIII. Mano de obra .....	12
<b><u>TÍTULO 3.-PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA</u></b> .....	12
<b>EPÍGRAFE I. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA</b> .....	12
<b>EPÍGRAFE II. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES</b> .....	13
<b>EPÍGRAFE III. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN</b> .....	15
<b>EPÍGRAFE IV. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA</b> .....	16
<b><u>TÍTULO 4.-PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</u></b> .....	17
<b>EPÍGRAFE I. BASE FUNDAMENTAL</b> .....	17
<b>EPÍGRAFE II. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS</b> .....	17
<b>EPÍGRAFE III. PRECIOS Y REVISIONES</b> .....	17
<b>EPÍGRAFE IV. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS</b> .....	19
<b>EPÍGRAFE V. VARIOS</b> .....	20
<b><u>TÍTULO 5.-PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL</u></b> .....	21

## **TITULO 1.- DISPOSICIONES GENERALES**

### **Artículo 1.- Objeto del pliego**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto fijar las características técnicas que deben reunir los materiales, los condicionantes técnicos a observar en la ejecución de las diferentes unidades de obra, el modo de medir y valorar, así como las condiciones generales que han de regir en la ejecución de las obras.

### **Artículo 2.- Obras objeto del presente proyecto**

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán sobre la base de los proyectos particulares que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

### **Artículo 3.- Obras accesorias no especificadas en el Pliego**

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales serán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Contratista.

### **Artículo 4.- Documentos que definen las Obras**

Los documentos que definen las obras y que la Propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la Justificación de Precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno Proyecto reformado.

### **Artículo 5.- Compatibilidad y relación entre los Documentos**

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesta en los Planos y Pliego de Condiciones, o que por su uso y costumbres deban de ser ejecutados, no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles como si hubiesen sido proyectados correcta y concretamente especificados en los citados documentos.

#### **Artículo 6.- Representantes del propietario y contratista**

El propietario nombrará en su representación a un Ingeniero Director de la obra, el cual, de por sí o aquella persona que designase en su representación, será responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del contrato, y asumirá la representación del Propietario ante el Contratista. No será responsable ante el Propietario, de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Una vez que las obras hayan sido adjudicadas definitivamente, el Contratista designará a una persona que asuma la dirección de los trabajos y que actúe como representante suyo ante el Propietario a todos los efectos que se requieran durante la ejecución de las obras. Previo al nombramiento de su representante, el Contratista deberá someterlo a la aprobación del Propietario.

#### **Artículo 7.- Alteración o limitación en el programa de trabajo**

El Propietario se reserva el trabajo de desglosar el Proyecto en su totalidad, o en una parte de las obras correspondientes a cualquier unidad. El Contratista no podrá solicitar indemnización alguna como consecuencia de la reducción del volumen de la obra, debido al desglose mencionado, o por variaciones de emplazamiento de cualquiera de las unidades de obra.

#### **Artículo 8.- Disposiciones a tener en cuenta**

En relación a las obras comprendidas en este proyecto se seguirán la legislación y normativa vigentes, entre las que se encuentran especialmente las que se exponen a continuación:

- Disposiciones generales:

- o Reglamentación general de Contratación para la Aplicación de la Ley de Contratos del Estado.
- o Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional.
- o Legislación laboral vigente durante la ejecución de las obras.
- o Disposiciones vigentes referentes a Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Disposiciones particulares:

- o Pliego Económico – Administrativas Particulares.
- o Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado (ERPE-72).
- o Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08), aprobado por Real Decreto 956/2008 de 6 de Junio.
- o Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón Armado EHE 08, aprobado por Real Decreto 1247/2008 del 18 de Julio.
- o Normas UNE de cumplimiento obligatorio en los Ministerios de Agricultura, Industria y Energía, y Obras Públicas y Urbanismo.
- o Real Decreto Legislativo 1/2201 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de aguas.
- o Código de instalación y manejo de tubos de PVC para conducción de agua a presión. (UNE 53.399).
- o Ley 30/2007, de 30 de Octubre, de Contratos del Sector Público.



- Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación. Modificaciones 1351/2007 de 19 de Octubre.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril. Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo.

## **TITULO 2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

### **SUBTITULO I.- DE LA OBRA CIVIL**

#### **CAPÍTULO I.- CONSIDERACIONES GENERALES APLICADAS A LA OBRA CIVIL Y RIEGO**

##### **Artículo 1.- Replanteo general**

Antes de dar comienzo a las obras, el Ingeniero Director, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Habiendo conformidad con el proyecto deberá comenzarse la obra, y si no la hubiera se suspenderá, poniéndolo en conocimiento de la Entidad Propietaria para la resolución a que proceda.

Se extenderá por triplicado un Acta de Replanteo General, con los Planos correspondientes que firmarán el Ingeniero Director y el Contratista que está obligado a proceder a estas operaciones con sujeción a lo prescrito y siguiendo las instrucciones del Ingeniero Director, sin cuya aprobación no podrán continuar los trabajos.

##### **Artículo 2.- Replanteos parciales**

Además del replanteo general, se llevarán a cabo por el Ingeniero Director o en quien delegue los replanteos parciales que exija el curso de las obras, debiendo presenciario el Contratista o su representante, el cual se hará cargo de las estacas o señales de referencia que se dejen en el suelo, así como de su reposición en caso de necesidad. El Contratista no comenzará las obras a que se refiere el replanteo sin previa autorización del Ingeniero Director.

#### **CAPÍTULO II.- MOVIMIENTO DE TIERRAS**

##### **Artículo 1.- Retirada de obstáculos**

Se consideran incluidos en las operaciones de desbroce y despeje del área ocupada por las obras, los trabajos de extraer y retirar del área de ocupación todo aquello que represente un obstáculo para la obra o cualquier otro material que suponga un impedimento.

##### **Artículo 2.- Notificación del comienzo de los trabajos**

El contratista deberá de notificar con suficiente antelación al Director de Obra el comienzo de los trabajos de excavación con el fin de que éste pueda efectuar sobre el terreno las mediciones oportunas.

Una vez concluidos los trabajos previos de marcaje y admitidos estos por el Director de la Obra, la excavación se realizará ajustándose en todo el momento a las alineaciones marcadas, con las dimensiones y demás datos que figuran en el Proyecto, no obstante, el Director de la Obra podrá modificar tales dimensiones si las condiciones del terreno así lo exigieran.

### **Artículo 3.- Personal y elementos de trabajo**

La empresa constructora deberá contar con el personal adecuado para realizar los trabajos de movimientos de tierras incluidos en el Proyecto.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de la ejecución de las unidades de obra que requieran de su utilización, no pudiendo ser retirados sin el consentimiento expreso del Director de Obra.

### **Artículo 4.- Valoración de las excavaciones**

Las excavaciones se valorarán por el volumen de las mismas en metros cúbicos, a excepción del desbroce y limpieza del terreno que se harán en metros cuadrados.

Los excesos de excavación que realice el Contratista deberán rellenarse con terraplén o con fábrica, según considere el Ingeniero Director en la forma que prescriba, no siendo de abono esta operación ni el exceso de volumen excavado.

### **Artículo 5.- Otras disposiciones**

Se adoptarán las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- NTE- AD "Acondicionamiento del terreno. Desmontes".
- NTE- ADE "Acondicionamiento del terreno. Explanaciones".
- NTE- ADV "Acondicionamiento del terreno. Zanjás y pozos".

## **CAPÍTULO III.- CIMENTACIÓN**

### **Artículo 1.- Objeto**

Se incluyen en este capítulo los siguientes elementos:

- Solera de la caseta de riego.
- Zapatas aisladas de cimentación.

### **Artículo 2.- Reconocimiento**

Una vez vaciadas las zanjás de cimentación se efectuará el reconocimiento por parte del Ingeniero Director, se tomarán las oportunas medidas acerca de la profundidad, longitud y anchura de las zanjás y se levantará acta por duplicado de la situación en ese momento.

### **Artículo 3.- Aguas**

Las aguas empleadas tanto en la confección del hormigón como el curado de éste serán aguas potables, tal como indica la norma EHE-08, no admitiéndose aguas salitrosas ni magnésicas, así como todas aquellas que contengan sustancias perjudiciales para la resistencia y conservación en buen estado de los morteros y hormigones.

La toma de muestra y el análisis deberán realizarse en la forma indicada en los métodos de ensayo UNE- 7236, UNE- 7132 y UNE- 7235.

### **Artículo 4.- Áridos**

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable y de acuerdo con la granulometría requerida en cada unidad de obra, exento de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños. Procederá de machaqueo y trituración de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso el

rechazo del tamiz 5 UNE, deberá contener como mínimo un 75 % en peso de elementos machacados que presenten dos o más caras de fractura.

Se prohibirá el uso de áridos que contengan o puedan contener piritas o cualquier otro tipo de sulfatos.

Las arenas empleadas serán naturales, silíceas, de grano anguloso, no contendrán ni yeso ni magnesio y estarán perfectamente limpias de tierra, materia orgánica e impurezas. No contendrán más de la décima parte del peso en humedad, ni formarán o tomarán cuerpo al comprimirlas. La contrata podrá ser obligada por el Director de Obra o por la persona en quien delegue, a lavar las arenas si éstas no reúnen los requisitos anteriores, corriendo los gastos ocasionados por cuenta del Contratista.

#### **Artículo 5.- Hormigones**

El hormigón para la cimentación tendrá una resistencia característica de 25 N/mm<sup>2</sup> para las zapatas aisladas y de 20 N/mm<sup>2</sup> para la solera. Ambos estarán fabricados en central y se comprobará su calidad.

La consistencia debe ser la necesaria a juicio del Director de Obra para que en su vertido cubra totalmente el volumen de cimentación sin que queden espacios sin cubrir.

Todo ello se valorará determinando la consistencia de los hormigones empleados mediante el procedimiento descrito en el método de ensayo UNE-7130.

La cimentación se realizará en días de climatología favorable, en los que la temperatura sea superior a 4°C a las 9 h. de la mañana hora solar, o 0°C de mínima probable en las 48 horas siguientes. En todo caso se protegerá contra el calor o el frío excesivos. Los defectos como grietas, deformaciones, roturas, etc. no admisibles a juicio del Director de Obra que presenten las obras de fábrica será motivo más que suficiente para ordenar su demolición con la consiguiente reconstrucción, sin derecho de indemnización por parte del Contratista.

Durante la ejecución de las obras se evitará la actuación de cualquier sobrecarga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos hormigonados. En ningún momento la seguridad durante la ejecución será inferior a la prevista en el proyecto para la estructura de servicio.

Los hormigones se valorarán por el volumen real en metros cúbicos de las unidades de obra terminada, siempre que no exceda de las tolerancias admitidas. Los parámetros a tener en cuenta en las mediciones serán los señalados en Planos, salvo que se puedan comprobar al realizar las mediciones de la unidad terminada o por los datos tomados por el Director de Obra durante la ejecución de la misma. El abono se realizará por metro cúbico realmente colocado en obra.

El armado de la cimentación va a estar elaborado a partir de barras de acero corrugado de límite elástico 500 N/mm<sup>2</sup>.

### **CAPÍTULO IV.- ESTRUCTURAS Y CUBIERTAS**

#### **Artículo 1.- Aceros**

Será de primera calidad, exento de grietas, escorias y otros defectos. Su espesor será uniforme y resistirá una fatiga mínimo 275 N/mm<sup>2</sup>.

Todos los perfiles y piezas auxiliares de empleo o acoplamiento se ajustarán a las prescripciones contenidas en la instrucción sobre estructuras metálicas.

El acero empleado se valorará de acuerdo con el número de kilogramos que suponen las distintas piezas de este material y se pagará por ello el precio asignado

en el cuadro de precios de este proyecto. En este principio está incluida la adquisición, transporte, colocación y montaje así como los empalmes y uniones por remaches o soldaduras que sea necesario realizar para ejecutar la unidad de obra correspondiente.

Su medición se realizará determinando la longitud de los ejes de las piezas colocadas en la obra y se calculará el peso en arreglo a los pesos por metro lineal.

## **Artículo 2.- Medición y valoración de materiales metálicos**

Los materiales de acero, se medirán al peso y se abonarán de acuerdo con las tablas de precios del proyecto.

## **Artículo 3.- Materiales**

El tipo de cubierta de la nave, será a un agua, con aislante en tipo sándwich de doble chapa metálica de acero prelacado galvanizado, con alma de poliuretano. La cubierta llegará a la obra empaquetada, y se descargará manualmente desde el camión. La sujeción a las correas se efectuará mediante ganchos galvanizados.

## **Artículo 4.- Características de las chapas**

Las chapas deberán ser impermeables y no heladizas. No presentarán grietas ni fisuras. La cara destinada a estar expuesta a la intemperie será lisa. Las placas y piezas llevarán una marca legible, indeleble, que permita reconocer el origen de fabricación.

Los materiales de equipo de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de realidad fijadas en el CTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial, o en su defecto las normas ISO o UNE correspondientes.

Cuando el material de la obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones su recepción se realiza comprobando únicamente sus características aparentes.

## **Artículo 5- Montaje**

En el montaje se tendrá especial precaución a la hora de respetar las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento, establecidos por la NTE-QTG "Cubiertas. Tejados galvanizados".

## **Artículo 6.- Condicionantes de seguridad en el trabajo**

Se suspenden los trabajos si llueve, nieva o existe viento superior a 50 km/h, retirando los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

Se extremarán las precauciones al trabajador cerca de corrientes eléctricas. Obligación del cinturón de seguridad, sujeto por medio de cuerdas ó anillos de seguridad. Calzado adecuado. Toda placa de más de 1,5 m de longitud será manejada por dos hombres.

## **Artículo 7.- Valoración**

La valoración de las cubiertas se efectuará por metro cuadrado ejecutado, que se determinará multiplicando la longitud de cada faldón por su línea de máxima pendiente, aplicando al producto obtenido, el precio consignado vendrá reflejado en el Presupuesto.

En este precio se incluye, además del material y la mano de obra necesaria para su colocación, todos los medios auxiliares de ejecución y operaciones hasta la total finalización de la instalación.

## CAPÍTULO V.- CERRAMIENTOS

### Artículo 1.- Ladrillos perforados

Los muros de la caseta de riego se ejecutarán con ladrillos perforados de dimensiones 24 x 12 x 9 cm.

Dichos ladrillos cumplirán las recomendaciones de la Norma tecnológica NTE-EFL "Fábrica de ladrillo". En la ejecución se tendrá en cuenta dicha norma y las condiciones siguientes:

A. Replanteo: Colocación de miras y plomos.

Se colocarán las miras sujetas y aplomadas, con todas sus caras escuadradas y a distancias no mayores de 4 metros y siempre en cada esquina, hueco, quiebro o mocheta.

En las miras se marcará la modulación vertical, situando un hilo tenso entre ellas y apoyado sobre las marcas realizadas, sirviendo de referencia para ejecutar correctamente las hiladas horizontales. Las miras también llevarán las marcas de los niveles de antepechos y dinteles de los huecos.

B. Humedecimiento de los ladrillos, antes de su colocación, para evitar la deshidratación del mortero.

La cantidad de agua embebida por el ladrillo en el momento de la colocación debe ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con las piezas, sin succionar excesivamente el agua de amasado ni incorporarla.

C. Ejecución de las juntas horizontales.

La junta horizontal se realizará extendiendo el mortero en dos bandas continuas, separadas 1 o 2 cm como máximo. Para conseguir esta separación, puede utilizarse una regla de 3 x 50 mm de sección, asentada por su cara mayor en el centro de la hilada.

Una vez colocado el mortero, los ladrillos se asentarán verticalmente golpeándolos con una maza de goma.

D. Ejecución de las juntas verticales.

Los ladrillos se colocarán sin mortero en la junta vertical, haciendo tope en los machihembrados. La distancia entre las juntas verticales de dos hiladas consecutivas será como mínimo de 7 cm para conseguir un trabado adecuado de la fábrica. No se colocarán piezas rotas o con alguna fisura por encima de lo especificado en la norma UNE 136010. Cuando sea necesario se utilizarán piezas cortadas.

### Artículo 2.- Morteros

Son mezclas de arena, cemento y agua, formando una masa capaz de endurecerse con el aire, adhiriéndose fuertemente a los materiales que une.

La riqueza en cemento de los diferentes morteros dependerá de la clase de obra a realizar. En general para asentado de ladrillos, enfoscado, enlucido y revoco se empleará un mortero de cemento de dosificación 1:8.

El mortero se asentará sobre la superficie de asiento del ladrillo en un espesor de 3 cm. Se recogerán las rebanadas del mortero al asentar el ladrillo y se aplicará sobre las grietas.

El agua empleado para el amasado será potable, no deberá contener sustancias perjudiciales en cantidades que provoquen una alteración del proceso de fraguado.

Las arenas empleadas serán naturales, silíceas, de grano anguloso, no contendrán ni yeso ni magnesio y estarán perfectamente limpias de tierra, materia orgánica e impurezas. No contendrán más de la décima parte del peso en humedad, ni formarán o tomarán cuerpo al comprimirlas.

La contrata podrá ser obligada por el Director de Obra o por la persona en quien delegue, a lavar las arenas si éstas no reúnen los requisitos anteriores, corriendo los gastos ocasionados por cuenta del Contratista.

La recepción del cemento se verificará en sus sacos etiquetados y precintados originales de fábrica. Se rechazará todo saco roto o abierto antes de la inspección del Director de Obra. La conservación y almacenamiento del cemento se realizará en sitio seco y protegido.

El amasado de los morteros se realizará preferentemente con amasadora u hormigonera que debe suministrar el propio Contratista. Cuando el amasado se realice a mano, se realizará sobre una plataforma impermeable o limpia, realizándose como mínimo tres batidas. El conglomerado en polvo se mezclará en seco con la arena añadiendo después el agua.

El mortero de cemento se utilizará dentro de las dos horas inmediatas a su amasado. Durante este tiempo podrá agregarse agua si es necesario para compensar las pérdidas de agua de amasado. Pasado el plazo de dos horas el mortero se desecha sin intentar volver a hacerlo utilizable.

### **Artículo 3.- Andamiaje**

Todos los andamios serán metálicos en perfecto estado de conservación, con tabloncillos que tendrán como mínimo veinte centímetros de anchura y siete centímetros de espesor, y reunirán las condiciones necesarias para su perfecta resistencia y estabilidad.

En todos ellos se colocarán antepechos que eviten las caídas. Se deberán tener en cuenta todas las prescripciones legales que rijan sobre esta materia, recayendo en el Contratista la responsabilidad de cuantos accidentes tengan por incumplimiento de dicha normativa.

### **Artículo 4.- Valoración**

Los ladrillos perforados se valorarán por metros cuadrados de parámetro ejecutado, según los precios que figuran en Presupuesto del presente Proyecto, incluyéndose en el precio los gastos originados por el empleo de andamios y demás medios auxiliares. Los morteros se valorarán por metro cúbico de material empleado.

## **CAPÍTULO VI.- CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA**

### **Artículo 1.- Materiales**

La carpintería metálica estará formada por chapas conformadas en frío, según Norma UNE-36536, en perfiles comerciales de eje rectilíneo, sin alabeos ni rebajes, resistencia de rotura no inferior a 35 kg/mm<sup>2</sup> y límite elástico no inferior a 24 kg/mm<sup>2</sup>.

Su textura será de grado fino y homogéneo, no presentando en la superficie ni en el interior de su masa, grietas, oquedades, ni ninguna otra clase de defecto que pudiera indicar falta de homogeneidad o fabricación poco esmerada.

Los junquillos serán de fleje de acero galvanizado conformado en frío. Sus encuentros se cubrirán con cantoneras del mismo material. Las uniones entre perfiles irán soldadas en todo su perímetro de contacto.

Todos aquellos elementos de carpintería metálica que entren en el proyecto se entregarán con sus herrajes, pernos, equipos de maniobra etc.

## **Artículo 2.- Nivelación**

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán un ángulo recto. La puerta y ventana deberán ir montadas guardando escuadra y nivelación conforme al buen arte constructivo.

## **Artículo 3.- Montaje**

Las uniones se realizarán por soldadura y no deberán apreciarse en la superficie aparente de los perfiles discontinuidad alguna de estas soldaduras. Por ello, se repararán las soldaduras con piedra de carbono, de modo que, no perjudique el aspecto de la puerta.

Las partes móviles deberán practicarse sin dificultad y ajustarse entre ellas con una holgura que no exceda antes de recibir la capa de acabado de 1,5 mm, siempre que esta holgura no sea más del 10 % de la superficie del contorno y se satisfagan los correspondientes ensayos de permeabilidad al aire.

## **Artículo 4.- Protección**

Todos los elementos integrantes de la carpintería deberán limpiarse convenientemente antes de recibir la capa de pintura antioxidante. El espesor total de la capa será como mínimo de 0,1 mm.

## **Artículo 5.- Valoración**

La carpintería metálica se abonará generalmente por unidades ejecutadas, incluyéndose en el precio unitario, además de los materiales y la mano de obra necesaria para su fabricación la parte proporcional de carga, colocación y herrajes.

# **SUBTÍTULO II.- DE LA EXPLOTACIÓN**

## **CAPÍTULO VII.- OPERACIONES DE CULTIVO**

### **Artículo 1.- Laboreo previo a la plantación**

Como labores previas a la plantación de los árboles se realizarán las siguientes: estercolado, desfonde y dos pases cruzados de cultivador. Estas operaciones se realizarán siguiendo las normas establecidas.

### **Artículo 2.- Realización de labores**

Las labores de preparación del suelo se realizarán de acuerdo a las normas establecidas en la Memoria y en el Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo.

### **Artículo 3.- Materias primas y energía**

Las materias primas y energía que se utilicen serán las especificadas en el proyecto. Corresponde a la Dirección Técnica asumir la responsabilidad derivada de las modificaciones sustanciales de lo establecido.

## **CAPÍTULO VIII.- MATERIAL VEGETAL**

### **Artículo 1.- Plantones**

Los plantones se han de adquirir en un vivero que ofrezca suficientes garantías. Si es posible, se utilizará material certificado.

La petición de los plantones al vivero se ha de hacer con antelación suficiente, dado el elevado número de plantas que se necesitan, y especificando de forma clara la combinación patrón-variedad deseada.

## CAPÍTULO IX.- FERTILIZANTES

### Artículo 1.- Legislación

Se establece un máximo de aportaciones nitrogenadas, así como de fósforo, potasio y magnesio, en Unidades Fertilizantes por hectárea y año, según el Cuadro nº 3 del Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015. Se fraccionará el abonado nitrogenado y se escogerá el tipo de abono más oportuno en función del manejo del agua de riego, de la pluviometría, del tipo de suelo, de la época del año y de la problemática específica de la plantación.

### Artículo 2.- Etiquetado

En las etiquetas de los envases ha de constar la clase de abono en su denominación, peso neto, riqueza mínima de cada uno de los elementos fertilizantes factores útiles que contengan, así como la dirección del fabricante o comerciante que los manipule.

## CAPÍTULO X.- FITOSANITARIOS

### Artículo 1.- Legislación

Los productos fitosanitarios que se apliquen en la explotación, se ajustarán a las normas establecidas en el Reglamento Técnico Específico de Producción Integrada de frutales de pepita de Castilla y León, de 11 de mayo de 2015 para el control de plagas y enfermedades y manejo de la cubierta vegetal del suelo.

### Artículo 2.- Envasado y etiquetado

Los productos fitosanitarios estarán debidamente envasados y etiquetados. Los envases reunirán las condiciones precisas para la adecuada conservación de la calidad del producto.

En el envase, etiqueta o precinto, o bien en acta aparte, irán consignados el número de registro del producto, nombre del fabricante, su composición y restantes características.

## CAPÍTULO XI.- MAQUINARIA

### Artículo 1.- Uso de la maquinaria

En el Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo se describen los tipos y características de las máquinas necesarias. Si debido a cualquier circunstancia no fueran exactamente éstas, queda autorizado el Encargado Técnico de la explotación de introducir las variaciones convenientes, siempre que se ajusten lo más posible a las primeras.

La maquinaria de la explotación no será empleada en trabajos no adecuados para sus funciones, evitando así posibles averías y desperfectos de éstas, constituyendo una falta grave el uso incorrecto de cada una de ellas.

Fuera de los períodos de uso, la maquinaria deberá mantenerse en estado óptimo de conservación. Se cumplirán las normas indicadas en los libros de instrucciones de las diferentes máquinas sobre todo en lo referente a la utilización, engrases y ajustes mecánicos.

Se hará trabajar al operario en condiciones de máxima seguridad en cuanto al uso de las máquinas se refiere.



## CAPÍTULO XII.- RIEGO

### **Artículo 1.- Aplicación de riegos**

El intervalo de riegos propuesto es indicativo y en ningún caso debe imponerse. Se deja a criterio del encargado de la plantación las oportunas modificaciones.

La revisión de la instalación de riego será ejecutada por el encargado de riego que tendrá la obligación de vigilar el perfecto funcionamiento del sistema de riego, siendo responsabilidad suya cualquier perjuicio que pudiera ocasionar el incumplimiento.

Para asegurar la conservación del sistema, el encargado del riego procederá periódicamente al engrase y limpieza de las piezas del cabezal de riego.

Solo el encargado estará autorizado para el manejo del sistema. En caso de enfermedad u otras causas de ausencia, se contratará personal especializado eventual y tendrá a su cargo el manejo.

### **Artículo 2.- Tuberías de PVC**

Las tuberías de PVC tendrán el diámetro nominal que se indica en los Planos y en Anejo 4. Ingeniería de las obras.

Asimismo, se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se alejen de las medidas anunciadas por el fabricante.

### **Artículo 3.- Acoples y juntas**

Se preferirán los sistemas en que el acoplamiento sea del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas.

### **Artículo 4.- Válvulas**

Las válvulas y todos sus elementos, serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. El cierre deberá ser progresivo para evitar que un cierre brusco provoque un golpe de Ariete.

### **Artículo 5.- Grupo de bombeo**

El grupo de bombeo será capaz de suministrar el caudal a la presión detallada en la Memoria y el Anejo 4. Ingeniería de las obras. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento.

### **Artículo 6.- Emisores o goteros**

Los emisores autocompensantes, con un caudal nominal de 2 L/h, tendrán las características especificadas en el Anejo 4. Ingeniería de las obras.

### **Artículo 7.- Instalación de tuberías**

Las tuberías principales (de PVC), irán enterradas a 50 cm de profundidad, en zanjas de 40 cm de anchura y serán montadas por personal especializado.

Las tuberías irán posadas sobre una capa de árido compactado 6/12 mm, de 10 cm. Una vez instaladas y colocadas se procederá a rellenar las zanjas con una capa de 20 cm de árido 6/12 mm no compactado finalizando con una capa de 20 cm de tierra compacta.

### **Artículo 8.- Comprobación de la instalación**

Una vez colocada la instalación y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global del funcionamiento de dicha instalación.

Asimismo, se comprobará la inexistencia de cavitación en las tuberías y el buen funcionamiento de los sistemas de programación del riego.

### **CAPÍTULO XIII.- MANO DE OBRA**

#### **Artículo 1.- Mano de obra fija**

El promotor es el único empleado fijo de la explotación. Organiza y dirige la mano de obra eventual, asegurándose de que las operaciones se efectúan de acuerdo a lo establecido.

#### **Artículo 2.- Mano de obra eventual**

La necesidad de mano de obra eventual, varía en función de las labores a realizar, la época y el año del cultivo. Los operarios requeridos pueden ser cualificados o no cualificados según lo dispuesto en el Anejo 3. Ingeniería del proceso productivo.

#### **Artículo 3.- Director de la explotación**

Las funciones de Director de la Explotación correrán a cargo del dueño de la explotación, el cual queda facultado para introducir las modificaciones que estime convenientes, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que guían este proyecto.

## **TITULO 3.- PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

### **EPÍGRAFE I.- OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

#### **Artículo 1.- Remisión de solicitud de ofertas**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes.

En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de lo mencionado, las soluciones que recomiende para la instalación. El plazo máximo fijado para la recepción de la oferta será de un mes.

#### **Artículo 2.- Residencia del contratista**

Desde que se dé comienzo a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado, deberá de residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director, notificándole expresamente que la persona durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del Proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la contrata.

#### **Artículo 3.- Subcontratas**

La Dirección de Obra deberá conocer el nombre de los Subcontratistas que tengan que intervenir parcialmente en la obra, sin que el Contratista pueda eludir la responsabilidad ante el promotor y la Dirección de Obra, de los actos u omisiones de los Subcontratistas.

#### **Artículo 4.- Contratos**

El contratista queda obligado al cumplimiento de las perceptivas relativas al contrato de trabajo y accidentes ajustándose así mismo a las obligaciones señaladas por la empresa en todas las disposiciones de carácter legal, oficial y vigente, pudiendo en todo momento la Dirección de la Obra exigir los comprobantes que acrediten este cumplimiento.

Será responsabilidad del Contratista el pago de los seguros, impuestos, cargas sociales, etc., a que obliga la legislación vigente haciéndose responsable del incumplimiento de esta obligación ante los órganos administrativos competentes.

#### **Artículo 5.- Reclamaciones contra las órdenes de dirección**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad, si éstas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo estima oportuno mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **Artículo 6.- Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe**

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

#### **Artículo 7.- Copia de los Documentos**

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la Contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de estar contratadas las obras.

## **EPÍGRAFE II.- TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**

#### **Artículo 1.- Libro de órdenes**

El Contratista tendrá un Libro de Órdenes entregado por el Director de Obra, donde, siempre que lo juzgue necesario, el Director de Obra escribirá las ordenes que necesita transmitir al Contratista, expresando el día y la hora y firmadas las tres copias por el Contratista y por el Director de Obra. De las tres copias, una será para el Contratista, otra para el Director de Obra y la tercera quedará en el propio Libro de Órdenes.

El Libro de Órdenes se abrirá con fecha del comienzo de los replanteos y se cerrará con la recepción definitiva. Durante este período de tiempo dicho libro estará a disposición del Director de Obra, quién cuando sea necesario anotará en él las ordenes, instrucciones y comunicaciones que considere necesarias y oportunas con su firma.

El Contratista o su delegado estará obligado a transcribir las órdenes que reciba de parte del Director, y a firmar el acuse de recibo. Dichas transcripciones deberán ser ratificadas con la posterior firma del Director de Obra, lo que las autoriza.

## **Artículo 2.- Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución**

Obligatoriamente y por escrito el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos antes de transcurridas 24 horas de su comienzo, previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en este pliego de condiciones.

El Contratista comenzará las obras dentro del plazo de quince días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste, dar acuse de recibo.

El Contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro del plazo señalado en el Pliego de Condiciones de la contrata, que es de aproximadamente un mes y medio a partir de la fecha señalada de comienzo de las obras.

Se procederá a la ampliación del plazo de ejecución de las obras o una prórroga en el plazo de entrega de las obras cuando el Contratista lo solicite y justifique que el retraso de los trabajos se ha debido a casos de fuerza mayor.

## **Artículo 3.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

El contratista deberá emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de Índole Técnica" del Pliego General de Condiciones referente a la edificación 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 definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguna, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

## **Artículo 4.- Trabajos defectuosos**

Cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra advierten 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, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello, a expensas de la Contrata.

## **Artículo 5.- Obras y vicios ocultos**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que supongan defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente. En el caso contrario, correrán a cargo del Propietario.

## **Artículo 6.- Medios auxiliares**

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta

interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los Presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán, asimismo, de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como, vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas etc., y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función de estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

#### **Artículo 7.- Materiales no utilizables o defectuosos**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que éstos sean antes examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar sobre ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos, o a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

### **EPÍGRAFE III.- RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

#### **Artículo 1.- Recepciones provisionales**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la Propiedad y la otra se entregará al Contratista.

## **Artículo 2.- Conservación temporal de los trabajos recibidos**

La conservación de las obras durante el plazo de garantía correrá a cargo del Contratista en la misma forma que durante el plazo de ejecución y mientras no sean ocupadas las obras por el Promotor, sin que esta última circunstancia haga variar las demás obligaciones y el plazo de garantía.

## **Artículo 3.- Plazo de garantía**

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

## **Artículo 4.- Recepción definitiva**

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica. En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la Propiedad crea conveniente conceder nuevo plazo.

## **Artículo 5.- Liquidación final**

Terminadas las obras, se procederá a la Liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

## **Artículo 6.- Liquidación en caso de rescisión**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

# **EPIGRAFE IV.- FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA**

## **Artículo 1.- Facultades de la dirección de obras**

Además de todas las facultades particulares, que correspondan al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí mismo o por medio de sus representantes técnicos y ello con la autoridad técnica legal completa e indiscutible, incluso en todo lo no previo específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, con causa justificada recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

## **TITULO 4.- PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **EPÍGRAFE I.- BASE FUNDAMENTAL**

#### **Artículo 1.- Base fundamental**

Como base fundamental de estas Condiciones Generales de índole Económico se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos hayan sido realizados con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones generales y particulares que rijan la construcción del edificio contratado.

### **EPÍGRAFE II.- GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS**

#### **Artículo 1.- Garantías**

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de sí éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato.

Dichas referencias, si son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

#### **Artículo 2.- Fianzas**

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

#### **Artículo 3.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza**

Si el Contratista se negase a realizar por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, ordenará ejecutarlas a un tercero o las ejecutará directamente, por administración, abonando su importe con cargo a la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el depositario de la fianza si el importe de la misma no fuese suficiente para abonar todos los gastos efectuados.

#### **Artículo 4.- Devolución de la fianza o aval**

Una vez aprobada la Recepción y Liquidación definitiva se devolverá la fianza al Contratista, después de haber éste acreditado la no existencia contra él de acciones legales por daños y perjuicios que sean de su cuenta, por deudas de jornales materiales o por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo o por cualquier otra causa.

### **EPÍGRAFE III.- PRECIOS Y REVISIONES**

#### **Artículo 1.- Precios contradictorios**

Si fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Contratista formulará por escrito, bajo su forma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse. Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director Técnico propondrá a la Propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Contratista o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por la administración o por otro Contratista distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Contratista estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Director Técnico y a concluirla a satisfacción de éste.

### **Artículo 2.- Reclamaciones de aumento de precios**

Si el Contratista antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de precios fijados en el cuadro correspondiente de los presupuestos que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### **Artículo 3.- Revisión de precios**

Los precios que se incluyen en el Cuadro de Precios podrán ser revisados a petición del Contratista cuando se produzcan elevaciones oficiales que afecten a los materiales, impuesto, jornales, etc., presentando al Director de la Obra el cuadro de modificaciones que considere oportuno.

El Director de Obra comunicará por escrito al Promotor la demanda del Contratista y será este el que tenga la última palabra respecto a la aceptación o no de la revisión solicitada.

Ambas partes convendrán el precio unitario antes de comenzar o continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento, especificándose y adoptándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta cuando así proceda, el acopio de materiales en obra, en caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

### **Artículo 4.- Elementos comprendidos en el presupuesto**

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el Presupuesto, se ha tenido en cuenta el aporte de los andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Comunidad o Municipio. Por esta razón, no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos. En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para



dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse para su uso previsto.

## **EPÍGRAFE IV.- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **Artículo 1.- Medición y valoración de la obra**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente Presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja hecha por el Contratista.

### **Artículo 2.- Mediciones parciales y finales**

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el Acta que se extienda, de haberse verificado la medición y en los documentos que la acompañan deberán de aparecer la confirmación del Contratista o de su representante legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a su reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

### **Artículo 3.- Equivocaciones en el presupuesto**

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del Presupuesto.

### **Artículo 4.- Valoración de las obras incompletas**

Cuando por consecuencia de rescisión u otras cosas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

### **Artículo 5.- Carácter provisional de las liquidaciones parciales**

Las Liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la Liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La Propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales, seguros sociales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho Contratista los comprobantes que se le exijan.

### **Artículo 6.- Pagos**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

### **Artículo 7.- Suspensión por retraso de pagos**

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

### **Artículo 8.- Indemnizaciones por retraso de los trabajos**

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

### **Artículo 9.- Indemnización por daños de causa mayor**

El Contratista no tendrá derecho a indemnizaciones por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los caso de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se consideran como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos.
- Los producidos por vientos huracanados y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles dentro de sus medios para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares, robos tumultuosos y terrorismo.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra. En ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, u otra propiedad de la Contrata.

## **EPIGRAFE V.- VARIOS**

### **Artículo 1.- Mejora de las obras**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

### **Artículo 2.- Seguro de los trabajadores**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del Propietario, 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, hecha en un documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata con devolución de la 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 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 fijará previamente la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## **TITULO 5.- PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL**

### **Artículo 1.- Jurisdicción**

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la Propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tiene consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajos y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Seguros Sociales y Seguridad y Salud en el Trabajo.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras, actos que perjudiquen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la Política Urbana y las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la obra está emplazada.

### **Artículo 2.- Accidentes de trabajo y daños a terceros**

En caso de accidentes de trabajo ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra ya que se considera que en los precios

contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que pudieran causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

### **Artículo 3.- Pago de arbitrios**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, al Contratista deberá ser reintegrado el importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

### **Artículo 4.- Causas de rescisión del contrato**

Se consideran causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- A. La muerte o incapacidad del contratista.
- B. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos 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.

- C. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
  - a. La modificación del Proyecto de tal forma que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director, y en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o menos el 40 %, como mínimo de alguna de las unidades del Proyecto modificadas.
  - b. La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40 % como mínimo, de las unidades del Proyecto modificadas.
- D. La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- E. La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- F. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- G. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- H. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- I. El abandono de la obra sin causa justificada.
- J. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Palencia, Junio de 2016

Graduada en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Fdo: Elena Tejerina Fernández

# DOCUMENTO 4. MEDICIONES

## Índice de las mediciones

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo I. Implantación del cultivo</b> .....	2
Subcapítulo I.A. Preparación del suelo .....	2
Subcapítulo I.B. Plantación.....	2
<b>Capítulo II. Maquinaria</b> .....	2
Subcapítulo II.A. Maquinaria.....	2
<b>Capítulo III. Sistema de riego</b> .....	3
Subcapítulo III.A. Excavación, camas y tapado de zanjas para tuberías.....	3
Subcapítulo III.B. Red de riego .....	3
Subcapítulo III.C. Cabezal de riego .....	5
Subcapítulo III.D. Red de bombeo .....	6
<b>Capítulo IV. Caseta de riego</b> .....	6
Subcapítulo IV.A. Acondicionamiento del terreno .....	6
Subcapítulo IV.B. Cimentaciones directas .....	6
Subcapítulo IV.C. Rellenos .....	7
Subcapítulo IV.D. Revestimientos.....	7
Subcapítulo IV.E. Estructura.....	7
Subcapítulo IV.F. Cubierta.....	7
Subcapítulo IV.G. Cerramiento .....	7
Subcapítulo IV.H. Carpintería exterior y cerrajería .....	7
Subcapítulo IV.I. Electricidad .....	8
<b>Capítulo V. Torres de ventilación</b> .....	9
Subcapítulo V.A. Acondicionamiento del terreno .....	9
Subcapítulo V.B. Cimentaciones directas .....	9
Subcapítulo V.C. Rellenos .....	10
Subcapítulo V.D. Revestimientos.....	10
Subcapítulo V.E. Torre de ventilación .....	10
<b>Capítulo VI. Espaldera</b> .....	10
Subcapítulo VI.A. Material para la espaldera .....	10
<b>Capítulo VII. Infraestructuras</b> .....	11
Subcapítulo VII.A. Acondicionamiento del terreno .....	11
Subcapítulo VII.B. Rellenos .....	11

<b>Capítulo VIII. Seguridad y Salud</b> .....	11
Subcapítulo VIII.A. Protecciones individuales .....	11
Subcapítulo VIII.B. Protecciones colectivas .....	12
Subcapítulo VIII.C. Instalaciones del personal.....	12



## **1. INTRODUCCIÓN**

En este documento se desarrolla por partidas, agrupadas en capítulos, las descripciones técnicas necesarias para la especificación y valoración del proyecto.

A continuación, se muestra el informe de las mediciones de la plantación en proyecto.

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
<b>CAPÍTULO I. IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>								
SUBCAPÍTULO I.A. PREPARACIÓN DEL SUELO								
1.A.01.	<b>Carga y transporte de estiércol</b> Carga y transporte de estiércol ovino hasta la parcela con un remolque bañera de 20 m <sup>3</sup> y un tractor de 180 CV, labor contratada.	1				10,80	10,80	ha
1.A.02.	<b>Enmienda orgánica</b> Extendido de estiércol ovino mediante remolque esparcidor de 14 m <sup>3</sup> y tractor de 150 CV, labor contratada.	1				10,80	10,80	ha
1.A.03.	<b>Labor profunda</b> Labor profunda con arado de desfonde y tractor de 180 CV, labor contratada.	1				10,80	10,80	ha
1.A.04.	<b>Labor complementaria</b> Dos pases de cultivador de 13 brazos en 2 líneas con rejas extirpadoras o de cola de golondrina y tractor de 70 CV. Apero alquilado.	2				10,80	21,60	ha
SUBCAPÍTULO I.B. PLANTACIÓN								
1.B.01.	<b>Marqueo</b> Marqueo del terreno para un marco de plantación de 4x1,2 m incluida partida de jalones y cuerda.	1				10,80	10,80	ha
1.B.02.	<b>Compra, recepción y acondicionamiento de plantones</b> Compra, recepción y acondicionamiento del material vegetal.	1				1,00	1,00	Partida
1.B.03.	<b>Plantación</b> Plantación a raíz desnuda, técnica semimecánica. Tractor de 180 CV y equipo de plantación con un arado asurcador, que abre un surco en el terreno. Colocación manual de los plantones.	1				10,80	10,80	ha
1.B.04.	<b>Revisión de plantas</b> Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.	1				10,80	10,80	ha
1.B.05.	<b>Poda de plantación</b> Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.	1				10,80	10,80	ha
1.B.06.	<b>Reposición de marras</b> Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.	1				10,80	10,80	ha
<b>CAPÍTULO II. MAQUINARIA</b>								
SUBCAPÍTULO II.A. MAQUINARIA								
2.A.01.	<b>Tractor</b> Tractor de 70 CV de potencia.	1				1,00	1,00	Ud
2.A.02.	<b>Pulverizador hidráulico</b> Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.	1				1,00	1,00	Ud

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
2.A.03.	<b>Pulverizador hidroneumático</b> Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.	1				1,00	1,00	Ud
2.A.04.	<b>Segadora</b> Segadora de cuchillas suspendida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 70CV.	1				1,00	1,00	Ud
2.A.05.	<b>Trituradora restos de poda</b> Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV.	1				1,00	1,00	Ud
2.A.06.	<b>Carro de cintas transportadoras</b> Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones desplegados con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.	1				1,00	1,00	Ud
2.A.07.	<b>Equipo neumático poda</b> Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 10 m.	1				1,00	1,00	Ud
2.A.08.	<b>Elevador de horquillas frontal</b> Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.	1				1,00	1,00	Ud
<b>CAPÍTULO III. SISTEMA DE RIEGO</b>								
<b>SUBCAPÍTULO III.A. EXCAVACIÓN, CAMAS Y TAPADO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS</b>								
3.A.01.	<b>Excavación para formación de zanjas para alojar las tuberías primarias y secundarias</b> Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4	1	1.146,00	0,40	0,60	275,04	275,04	m <sup>3</sup>
3.A.02.	<b>Relleno de zanjas</b> Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.	1	1.146,00	0,40	0,40	183,36	183,36	m <sup>3</sup>
<b>SUBCAPÍTULO III.B. RED DE RIEGO</b>								
3.B.01.	<b>Tubería secundaria de PVC, φ75, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.	2	174,00			348,00	348,00	m
3.B.02.	<b>Tubería secundaria de PVC, φ90, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.	1	162,00			162,00	162,00	m
3.B.03.	<b>Tubería primaria de PVC, φ63, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 63 mm y junta pegada.	3 1	160,00 156,00			480,00 156,00		
							636,00	m

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
<b>3.B.04.</b>	<b>Tubería lateral de PE-32, <math>\phi</math>18, 0,4 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 18 mm y presión nominal 0,4 MPa.							
		103	170,40			17551,20		
		56	169,20			9475,20		
							27.026,40	m
<b>3.B.05.</b>	<b>Gotero pinchado autocompensante, q 2L/h</b> Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.							
		45.044				45.044,00	45.044,00	Ud
	DISPOSITIVOS DE CONTROL							
<b>3.B.06.</b>	<b>Ventosa 2 1/2"</b> Ventosa de diámetro 63 mm, de fundición, para las tuberías primarias.							
		4				4,00	4,00	Ud.
<b>3.B.07.</b>	<b>Purgador 1"</b> Purgador de diámetro 25 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.							
		159				159,00	159,00	Ud.
<b>3.B.08</b>	<b>Válvula de mariposa 2 1/2"</b> Válvula de mariposa de 63 mm diámetro, de cuerpo de fundición, accionamiento mando por palanca, para desagüe de las tuberías primarias.							
		4				4,00	4,00	Ud.
<b>3.B.09</b>	<b>Reductor de presión 2 1/2"</b> Válvula reductora de presión de 63 mm de diámetro, de latón fundido, para las tuberías primarias.							
		4				4,00	4,00	Ud.
	ACCESORIOS DE LA RED DE RIEGO							
<b>3.B.10</b>	<b>Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.							
		1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.B.11</b>	<b>Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm.							
		1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.B.12</b>	<b>Reducción de <math>\phi</math>90 a <math>\phi</math>75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm.							
		1				1,00	1,00	Ud.
	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN							
<b>3.B.13.</b>	<b>Arqueta normalizada (0,4x0,3x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para desagüe de las tuberías primarias, con medidas interiores de 0,4x0,3x0,6 m.							
		4				4,00	4,00	Ud.
<b>3.B.14.</b>	<b>Arqueta normalizada (0,3x0,2x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para resguardo de los dispositivos de control de la red de riego, con medidas interiores de 0,3x0,2x0,6 m.							
		4				4,00	4,00	Ud.
<b>3.B.15.</b>	<b>Instalación de la red de riego</b> Establecimiento de la red de riego e instalación de todos los dispositivos de control y accesorios.							
		80				80,00	80,00	h

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
<b>SUBCAPÍTULO III.C. CABEZAL DE RIEGO</b>								
<b>ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO</b>								
<b>3.C.01.</b>	<b>Filtro de arena con brida 4"</b> Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 48", con una superficie filtrante no inferior a 1,13 m <sup>2</sup> .	2				2,00	2,00	Ud.
<b>3.C.02.</b>	<b>Filtro de malla en "Y" brida 4"</b> Filtro de mallas metálico inclinado o en Y, para un caudal de filtrado de 80 m <sup>3</sup> /h, con conexión de 4". Malla de acero inoxidable standard de 120 mesh.	2				2,00	2,00	Ud.
<b>3.C.03.</b>	<b>Contador tipo Woltmann 4"</b> Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embreadado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.	1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.C.04.</b>	<b>Equipo de fertirrigación</b> Suministro e instalación del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW, 230 V.	1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.C.05.</b>	<b>Programador con 4 estaciones</b> Suministro e instalación de programador de 4 estaciones. Alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V.	1				1,00	1,00	Ud.
<b>ACCESORIOS DEL CABEZAL DE RIEGO</b>								
<b>3.C.06.</b>	<b>Codo 90° de PVC, φ90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	8				8,00	8,00	Ud.
<b>3.C.07.</b>	<b>Codo 90° de PVC, φ75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm.	1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.C.08.</b>	<b>Reducción de φ90 a φ75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm.	1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.C.09.</b>	<b>Reducción de φ100 a φ90</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm.	4				4,00	4,00	Ud.
<b>3.C.10.</b>	<b>Te de PVC, φ90</b> Derivación en Te igual diámetro, de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	3				3,00	3,00	Ud.
<b>DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL CABEZAL DE RIEGO</b>								
<b>3.C.11.</b>	<b>Válvula de compuerta 4"</b> Válvula de compuerta de 100 mm de diámetro, con cuerpo de fundición.	2				2,00	2,00	Ud.
<b>3.C.12.</b>	<b>Manómetro</b> Manómetro de glicerina con tubo flexible para 0-16 bar.	1				1,00	1,00	Ud.
<b>3.C.13.</b>	<b>Válvula de bola 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de inyección de fertilizantes de diámetro 12 mm y presión nominal 10 atm.	1				1,00	1,00	Ud.

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
3.C.14.	<b>Válvula de bola 1 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de retrolavado de filtros de arena de diámetro 40 mm y presión nominal 10 atm.	1				1,00	1,00	Ud.
3.C.15.	<b>Electroválvula 3 1/2"</b> Electroválvula de 90 mm de diámetro, de nylon con apertura manual y con regulador de caudal.	2				2,00	2,00	Ud.
3.C.16.	<b>Instalación del cabezal de riego</b> Instalación de todos los elementos, dispositivos de control y accesorios del cabezal de riego.	56				56,00	56,00	h
<b>SUBCAPÍTULO III.D. RED DE BOMBEO</b>								
3.D.01.	<b>Tubería de impulsión y de aspiración <math>\phi</math>90, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.							
	Tubería de impulsión	1	7,20			7,20		
	Tubería de aspiración	1	2,00			2,00		
							9,20	m
3.D.02.	<b>Tubería de retrolavado <math>\phi</math>40, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 40 mm y junta pegada.	1	1,50			1,50		m
3.D.03.	<b>Tubería de inyección de fertilizantes <math>\phi</math>12, PE-32, 0,5 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 12 mm y presión nominal 0,5 MPa.	1	1,90			1,90		m
3.D.04.	<b>Instalación de la red de bombeo</b> Instalación de las tuberías de la red de bombeo.	32				32,00	32,00	h
3.D.05.	<b>Motor trifásico 15kW</b> Suministro y conexionado de electrobomba rotodinámica horizontal de 15 kW. Motor trifásico 400 V.	1				1,00	1,00	Ud
<b>CAPÍTULO IV. CASETA DE RIEGO</b>								
<b>SUBCAPÍTULO IV.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>								
4.A.01.	<b>Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.	1	8,00	5,00	0,30	12,00	12,00	m <sup>3</sup>
4.A.02.	<b>Excavación para formar las zapatas</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.	4	0,60	0,60	0,60	0,86	0,86	m <sup>3</sup>
<b>SUBCAPÍTULO IV.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>								
4.B.01.	<b>Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 60x60 cm y 60cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.	4,00				4,00	4,00	Ud
4.B.02.	<b>Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	4	0,60	0,60	0,10	0,14	0,14	m <sup>3</sup>

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
SUBCAPÍTULO IV.C. RELLENOS								
4.C.01.	<b>Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	1	7,00	4,00	0,20	5,60	5,60	m <sup>3</sup>
SUBCAPÍTULO IV.D. REVESTIMIENTOS								
4.D.01.	<b>Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	1	7,00	4,00		28,00	28,00	m <sup>2</sup>
SUBCAPÍTULO IV.E. ESTRUCTURA								
4.E.01.	<b>Acero laminado en dinteles y correas IPE-80</b> Perfil estructural IPE 80 mm, de acero A-42 laminado, 6,0 kg/m.	5	7,00			210,00		kg
		2	4,00			48,00		
4.E.02.	<b>Acero laminado en pilares HEB-100</b> Perfil estructural HEB 100 mm, de acero A42 laminado, 20,4 kg/m.	2	2,50			102,00		kg
		2	2,80			114,24		
SUBCAPÍTULO IV.F. CUBIERTA								
4.F.01.	<b>Cobertura paneles multicapas</b> Cobertura con paneles multicapa de chapas de acero de 0,6 mm galvanizado y espuma de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> realizada según NTE/QTG-8, incluso cubrejuntas y accesorios de fijación.	1	7,00	4,00		28,00	28,00	m <sup>2</sup>
SUBCAPÍTULO IV.G. CERRAMIENTO								
4.G.01.	<b>Ladrillo perforado (24x12x9) cm</b> Fábrica para revestir, de 12 cm de espesor, construida con ladrillos perforados de 24x12x9 cm, sentados con mortero de cemento 1:8 y aparejados, incluso replanteo, nivelación aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecimiento de las piezas y limpieza, según DB SE-F del CTE y NTE-FFL.	2	4,00		2,50	20		m <sup>2</sup>
	Paredes	1	7,00		2,80	19,6		
		1	7,00		2,50	17,5		
	Triángulo superior	1	4,00		0,30	1,2		
	Puerta	-1		1,50	2,00	-3		
	Ventana	-1		2,00	1,40	-2,8		
SUBCAPÍTULO IV.H.CARPINTERIA EXTERIOR Y CERRAJERÍA								
4.H.01.	<b>Ventana</b> Ventana corredera de dos hojas de 280 cm de ancho y 140 cm de alto, sin guías de persiana incorporada, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, deslizamiento mediante ruedas, cierre de seguridad embutidos y barrera e felpudo, para recibir acristalamiento y seguridad, colocación, sellado de uniones y limpieza. Según NTE-FCL-5.	1				1,00	1,00	Ud
4.H.02.	<b>Puerta</b> Puerta de entrada abatible de dos hojas de 1,50 m de ancho y 2,10 m de alto realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, con zócalo intermedio y zócalo inferior del mismo material, bisagras embutidas y cerradura con caja zincada y picaporte de vaivén regulable, para recibir acristalamiento, incluso corte, preparación y uniones de perfiles, fijación de junquillos, patillas y herrajes de cuelgue y seguridad, colocación de sellado de uniones y limpieza según NTE/FCL-16.	1				1,00	1,00	Ud

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
<b>SUBCAPÍTULO IV.I.ELECTRICIDAD</b>								
4.1.01.	<b>Cable H07 VV-K 2G 2,5: circuitos de iluminación, tomas de corriente y electroválvulas y motor monofásico.</b> Cable flexible de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750 V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	39,00			39,00	39,00	m
4.1.02.	<b>Cable RV-K 0,6/1 kV 2x4: línea de fuerza para el motor trifásico</b> Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	6,00			6,00	6,00	m
4.1.03.	<b>Cable RZ 0,6/1 kV 2X70 Al: acometida y derivación individual</b> Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	1	117,00			117,00	117,00	m
4.1.04.	<b>Tubo corrugado doble pared PVC</b> Tubo corrugado con doble pared de PVC de 160 mm de diámetro nominal para canalización enterrada, con un grado de protección mecánica 9, según el NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	117,00			117,00	117,00	m
4.1.05.	<b>Arqueta normalizada (0,8x0,5x0,5)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para control de la conducción eléctrica de la acometida con medidas interiores de 0,8x0,5x0,5 m.	3				3,00	3,00	Ud.
4.1.06.	<b>Excavación para formación de la zanja para alojar la acometida</b> Excavación para la formación de la zanja para alojar la acometida, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	1	117,00	0,20	0,80	18,72	18,72	m <sup>3</sup>
4.1.07.	<b>Relleno de zanja</b> Relleno de la zanja de la conducción eléctrica de la acometida por medios mecánicos y manuales, con la tierra extraída en la excavación.	1	117,00	0,20	0,80	18,72	18,72	m <sup>3</sup>
4.1.08.	<b>Bandeja</b> Bandeja perforada de chapa de acero galvanizado, de dimensiones 15x50 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 2m de longitud, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	1	10,00			10,00	10,00	m
4.1.09.	<b>Puesta a tierra</b> Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.1.10.	<b>Magnetotérmico 1P 5A: Circuito de iluminación</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 5A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.1.11.	<b>Magnetotérmico 1P 25A: Circuito de tomas de corriente</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.1.12.	<b>Magnetotérmico 3P 36A: Línea de fuerza para el motor trifásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 36A, tripolar, de hasta 400V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.1.13.	<b>Magnetotérmico 1P 16A: Circuito para las electroválvulas y el motor monofásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud



Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
4.I.14.	<b>Interruptor Diferencial 4P/40A/30 mA</b> Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.I.15.	<b>Interruptor Automático General 4P/40A/30mA</b> Interruptor automático general de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.I.16.	<b>Variador electrónico de frecuencia 15 kW</b> Variador de velocidad para motor de 15 kW 40A 400V par constante equipado con filtros de entrada y de salida, bobinas de choque para eliminación de armónicos, sobrecarga del 150% a 50°C, grado de protección IP-54 comunicación serie RS232/485 programa control bombas, pie de obra.	1				1,00	1,00	Ud
4.I.17.	<b>Interruptor simple</b> Interruptor simple empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250V y tecla sin marco, incluido pequeño material.	1				1,00	1,00	Ud
4.I.18.	<b>Cuadro secundario</b> Caja de distribución de superficie de material auto extingible con un grado de protección IP40 con una capacidad para 6 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36 mm de anchura, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1				1,00	1,00	Ud
4.I.19.	<b>Base de enchufe 16 2p+T</b> Toma de corriente de calidad media para instalaciones empotradas, 2polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 16 A, 230V, sin marco, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	5				5,00	5,00	Ud
4.I.20.	<b>Luminaria fluorescente 2x18W</b> Luminaria fluorescente, estándar, de diámetro 20 mm, 2x18W y 220V.	6				6,00	6,00	Ud
4.I.21.	<b>Instalación eléctrica</b> Establecimiento de la red eléctrica e instalación de todos los dispositivos eléctricos.	18				18,00	18,00	h
<b>CAPÍTULO V. TORRES DE VENTILACIÓN</b>								
SUBCAPÍTULO V.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO								
5.A.01.	<b>Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.	1	5,50	3,00	0,30	4,95	12,00	m³
5.A.02.	<b>Excavación</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.	1	1,80	1,80	1,80	5,83	0,86	m³
SUBCAPÍTULO V.B. CIMENTACIONES DIRECTAS								
5.B.01.	<b>Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 180x180 cm y 180cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.	1				1,00	4,00	Ud
5.B.02.	<b>Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m³, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	1	1,80	1,80	0,10	0,32	0,32	m³

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
<b>SUBCAPÍTULO V.C. RELLENOS</b>								
<b>5.C.01.</b>	<b>Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.							
	Base motor	1	5,50	3,00	0,20	3,30		
	Base torre de ventilación	-1	1,8	1,8	0,20	-0,65		
							2,65	m <sup>3</sup>
<b>SUBCAPÍTULO V.D. REVESTIMIENTOS</b>								
<b>5.D.01.</b>	<b>Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/l, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.							
	Base motor	1	5,50	3,00		16,50		
	Base torre de ventilación	-1	1,8	1,8		-3,24		
							13,26	m <sup>2</sup>
<b>SUBCAPÍTULO V.E. TORRE DE VENTILACIÓN</b>								
<b>5.E.01.</b>	<b>Torre de ventilación</b> Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.							
		4				4,00	4,00	Ud
<b>5.E.02.</b>	<b>Programador</b> Programador intemperie con sistema de monitoreo de la temperatura ambiente.							
		1				1,00	1,00	Ud
<b>CAPÍTULO VI. ESPALDERA</b>								
<b>SUBCAPÍTULO VI.A. MATERIAL PARA LA ESPALDERA</b>								
<b>6.A.01.</b>	<b>Perfil hueco redondo: Postes terminales e intermedios</b> Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.							
	Postes terminales	318	3,50			1.113,00		
	Postes intermedios	1.590	3,30			5.247,00		
							6.360,00	m
<b>6.A.02.</b>	<b>Cable tensor</b> Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.							
		1	2.194,00			2.194,00	2.194,00	m
<b>6.A.03.</b>	<b>Alambre</b> Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro.							
		1	83.475,00			83.475,00	83.475,00	m
<b>6.A.04.</b>	<b>Tensores</b> Tensores para alambres, galvanizado.							
		5.724				5.724,00	5.724	Ud
<b>6.A.05.</b>	<b>Instalación sistema de apoyo</b> Instalación de la espaldera en las líneas de los árboles de la plantación.							
		56				56,00	56,00	h

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad	
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales		
6.A.06.	<b>Dado de hormigón para anclaje de postes terminales y cables tensores</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	318	0,4	0,5	0,5	31,8			
		318	0,5	0,5	0,8	63,6			
								95,40	m <sup>3</sup>
<b>CAPÍTULO VII. INFRAESTRUCTURAS</b>									
SUBCAPÍTULO VII.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO									
7.A.01.	<b>Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.								
		Camino perimetral lados NE y SW	1	662,00	4,50	0,15	446,85		
		Camino perimetral lados SE y NW	1	710,00	5,50	0,15	585,75		
		Calle de servicio	1	330,00	4,00	0,15	198,00		
		Zona de carga y descarga	1	36,00	12,50	0,15	67,50		
							1.298,10	m <sup>3</sup>	
SUBCAPÍTULO VII.B. RELLENOS									
7.B.01.	<b>Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.								
		Camino perimetral lados NE y SW	1	662,00	4,50	0,15	446,85		
		Camino perimetral lados SE y NW	1	710,00	5,50	0,15	585,75		
		Calle de servicio	1	330,00	4,00	0,15	198,00		
		Zona de carga y descarga	1	36,00	12,50	0,15	67,50		
							1.298,10	m <sup>3</sup>	
7.B.02	<b>Relleno y extendido macadam</b> Relleno y extendido de macadam con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado en capa de 10 cm, según NTE/ADZ-12.								
		Camino perimetral lados NE y SW	1	662,00	4,50	0,10	297,90		
		Camino perimetral lados SE y NW	1	710,00	5,50	0,10	390,50		
		Calle de servicio	1	330,00	4,00	0,10	132,00		
		Zona de carga y descarga	1	36,00	12,50	0,10	45,00		
							865,40	m <sup>3</sup>	
<b>CAPÍTULO VIII. SEGURIDAD Y SALUD</b>									
SUBCAPÍTULO VIII.A. PROTECCIONES INDIVIDUALES									
8.A.01.	<b>Casco de seguridad</b> Casco de seguridad homologado CE.								
		2				2,00	2,00	Ud.	
8.A.02.	<b>Pantalla casco seguridad soldar</b> Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologado CE.								
		1				1,00	1,00	Ud.	
8.A.03.	<b>Gafas contra impactos</b> Gafas contra impactos antirradiación, homologadas CE.								
		2				2,00	2,00	Ud.	
8.A.04.	<b>Mono de trabajo</b> Mono de trabajo, homologado CE.								
		4				4,00	4,00	Ud.	

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Clase de la unidad
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	
<b>8.A.05.</b>	<b>Faja elástica sobreesfuerzos</b> Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE.	4				4,00	4,00	Ud.
<b>8.A.06.</b>	<b>Protectores auditivos</b> Protectores auditivos, homologados CE.	2				2,00	2,00	Ud.
<b>8.A.07.</b>	<b>Cinturón portaherramientas</b> Cinturón portaherramientas, homologado CE.	2				2,00	2,00	Ud.
<b>8.A.08.</b>	<b>Par de guantes</b> Par de guantes de piel natural, homologado CE.	4				4,00	4,00	Ud.
<b>8.A.09.</b>	<b>Par de botas de seguridad</b> Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.	4				4,00	4,00	Ud.
<b>SUBCAPITULO VIII.B. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>								
<b>8.B.01.</b>	<b>Botiquín de urgencias</b> Botiquín de urgencias homologado CE:	1				1,00	1,00	Ud.
<b>SUBCAPÍTULO VIII.C. INSTALACIÓN DEL PERSONAL</b>								
<b>8.C.01.</b>	<b>Alquiler caseta aseo</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo de obra de 1,35x1,35 m con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de PVC en suelos y tablero laminado en paredes. Equipada con placar turba, y un lavabo.	1				1,00	1,00	Ud.

# DOCUMENTO 5. PRESUPUESTO

## Índice del presupuesto

<b><u>Cuadro de precios 1</u></b> .....	1
<b><u>Cuadro de precios 2</u></b> .....	12
<b><u>Presupuestos parciales</u></b> .....	28
<b><u>Resumen de presupuesto</u></b> .....	40

## **CUADRO DE PRECIOS 1**

### PROYECTO PLANTACIÓN DE MANZANOS

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
	<b>CAPÍTULO I- IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>	
	SUBCAPÍTULO I.A. PREPARACIÓN DEL SUELO	
1.A.01.	<b>Carga y transporte de estiércol</b> Carga y transporte de estiércol ovino hasta la parcela con un remolque bañera de 20 m <sup>3</sup> y un tractor de 180 CV, labor contratada. QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	585,58 €/ha
1.A.02.	<b>Enmienda orgánica</b> Extendido de estiércol ovino mediante remolque esparcidor de 14 m <sup>3</sup> y tractor de 150 CV, labor contratada. CIENTO CUARENTA Y OCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	148,20 €/ha
1.A.03.	<b>Labor profunda</b> Labor profunda con arado de desfonde y tractor de 180 CV, labor contratada. SESENTA Y TRES EUROS con SEIS CÉNTIMOS	73,06 €/ha
1.A.04.	<b>Labor complementaria</b> Dos pases de cultivador de 13 brazos en 2 líneas con rejas extirpadoras o de cola de golondrina y tractor de 70 CV. Apero alquilado. VEINTICINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	25,30 €/ha
	SUBCAPÍTULO I.B. PLANTACIÓN	
1.B.01.	<b>Marqueo</b> Marqueo del terreno para un marco de plantación de 4x1,2 m incluida partida de jalones y cuerda. VEINTICUATRO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	24,36 €/ha
1.B.02.	<b>Compra, recepción y acondicionamiento de plantones</b> Compra, recepción y acondicionamiento del material vegetal. CINCUENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS NOVENTA EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS	54.590,21 €/partida
1.B.03.	<b>Plantación</b> Plantación a raíz desnuda, técnica semimecánica. Tractor de 180 CV y equipo de plantación con un arado asurcador, que abre un surco en el terreno. Colocación manual de los plantones. CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	176,43 €/ha
1.B.04.	<b>Revisión de plantas</b> Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados. TREINTA EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	30,49 €/ha
1.B.05.	<b>Poda de plantación</b> Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales. SESENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	66,48 €/ha
1.B.06.	<b>Reposición de marras</b> Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t. SETENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	75,37 €/ha
	<b>CAPÍTULO II. MAQUINARIA</b>	
	SUBCAPÍTULO II.A. MAQUINARIA	
2.A.01.	<b>Tractor</b> Tractor de 70 CV de potencia. VEINTICINCO MIL QUINIENTOS EUROS	25.500,00 €/Ud.

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
<b>2.A.02.</b>	<b>Pulverizador hidráulico</b> Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.  TRES MIL DOSCIENTOS OCHENTA EUROS	3.280,00 €/Ud.
<b>2.A.03.</b>	<b>Pulverizador hidroneumático</b> Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.  CUATRO MIL TRESCIENTOS EUROS	4.300,00 €/Ud.
<b>2.A.04.</b>	<b>Segadora</b> Segadora de cuchillas suspendida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 70CV.  TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS	3.250,00 €/Ud.
<b>2.A.05.</b>	<b>Trituradora restos de poda</b> Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV.  CUATRO MIL CIEN EUROS	4.100,00 €/Ud.
<b>2.A.06.</b>	<b>Carro de cintas transportadoras</b> Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones desplegados con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.  QUINCE MIL TRESCIENTOS EUROS	15.300,00 €/Ud.
<b>2.A.07.</b>	<b>Equipo neumático poda</b> Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 10 m.  CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS	445,00 €/Ud.
<b>2.A.08.</b>	<b>Elevador de horquillas frontal</b> Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.  NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS	950,00 €/Ud.
<b>CAPÍTULO III. SISTEMA DE RIEGO</b>		
SUBCAPÍTULO III.A. EXCAVACIÓN, CAMAS Y TAPADO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS		
<b>3.A.01.</b>	<b>Excavación para formación de zanjás para alojar las tuberías primarias y secundarias</b> Excavación para la formación de zanjás, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.  SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	7,75 €/m <sup>3</sup>
<b>3.A.02.</b>	<b>Relleno de zanjás</b> Relleno de las zanjás de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.  CATORCE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	14,34 €/m <sup>3</sup>
SUBCAPÍTULO III.B. RED DE RIEGO		
<b>3.B.01.</b>	<b>Tubería secundaria de PVC, φ75, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.  DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	2,82 €/m
<b>3.B.02.</b>	<b>Tubería secundaria de PVC, φ90, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.  TRES EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	3,76 €/m
<b>3.B.03.</b>	<b>Tubería primaria de PVC, φ63, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 63 mm y junta pegada.  DOS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	2,31 €/m



Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
<b>3.B.04.</b>	<b>Tubería lateral de PE-32, <math>\phi</math>18, 0,4 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 18 mm y presión nominal 0,4 MPa. VEINTINUEVE CÉNTIMOS	0,29 €/m
<b>3.B.05.</b>	<b>Gotero pinchado autocompensante, q 2L/h</b> Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante. VEINTIOCHO CÉNTIMOS	0,28 €/Ud.
	DISPOSITIVOS DE CONTROL	
<b>3.B.06.</b>	<b>Ventosa 2 1/2"</b> Ventosa de diámetro 63 mm, de fundición, para las tuberías primarias. TRESCIENTOS CATORCE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	314,83 €/Ud.
<b>3.B.07.</b>	<b>Purgador 1"</b> Purgador de diámetro 25 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales. DIÉZ EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	10,17 €/Ud.
<b>3.B.08</b>	<b>Válvula de mariposa 2 1/2"</b> Válvula de mariposa de 63 mm diámetro, de cuerpo de fundición, accionamiento mando por palanca, para desagüe de las tuberías primarias. SETENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	78,33 €/Ud.
<b>3.B.09</b>	<b>Reductor de presión 2 1/2"</b> Válvula reductora de presión de 63 mm de diámetro, de latón fundido, para las tuberías primarias. CIENTO DOCE EUROS con TRES CÉNTIMOS	112,03 €/Ud.
	ACCESORIOS DE LA RED DE RIEGO	
<b>3.B.10</b>	<b>Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm. NUEVE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	9,43 €/Ud.
<b>3.B.11</b>	<b>Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm. SEIS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	6,34 €/Ud.
<b>3.B.12</b>	<b>Reducción de <math>\phi</math>90 a <math>\phi</math>75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm. SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	7,44 €/Ud.
	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	
<b>3.B.13.</b>	<b>Arqueta normalizada (0,4x0,3x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para desagüe de las tuberías primarias, con medidas interiores de 0,4x0,3x0,6 m. SESENTA Y CUATRO EUROS con SIETE CÉNTIMOS	64,07 €/Ud.
<b>3.B.14.</b>	<b>Arqueta normalizada (0,3x0,2x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para resguardo de los dispositivos de control de la red de riego, con medidas interiores de 0,3x0,2x0,6 m. CINCUENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	56,42 €/Ud.
<b>3.B.15.</b>	<b>Instalación de la red de riego</b> Establecimiento de la red de riego e instalación de todos los dispositivos de control y accesorios. TREINTA Y UN EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	31,93 €/h
	<b>SUBCAPÍTULO III.C. CABEZAL DE RIEGO</b>	
	ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO	
<b>3.C.01.</b>	<b>Filtro de arena con brida 4"</b> Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 48", con una superficie filtrante no inferior a 1,13 m <sup>2</sup> . MIL DOS CIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	1.282,96 €/Ud

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
3.C.02.	<b>Filtro de malla en "Y" brida 4"</b> Filtro de mallas metálico inclinado o en Y, para un caudal de filtrado de 80 m <sup>3</sup> /h, con conexión de 4". Malla de acero inoxidable standard de 120 mesh. QUINIENTOS DOS EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	502,72 €/Ud.
3.C.03.	<b>Contador tipo Woltmann 4"</b> Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embreadado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. CUATROCIENTOS TRECE EUROS	413,00 €/Ud.
3.C.04.	<b>Equipo de fertirrigación</b> Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW, 230 V. CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	195,22 €/Ud.
3.C.05.	<b>Programador con 4 estaciones</b> Suministro e instalación de programador de 4 estaciones. Alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V. SETENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	76,98 €/Ud.
3.C.06.	<b>Codo 90° de PVC, φ90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm. NUEVE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	9,43 €/Ud.
3.C.07.	<b>Codo 90° de PVC, φ75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm. SEIS EUROS con TREINTA Y CUANTRO CÉNTIMOS	6,34 €/Ud.
3.C.08.	<b>Reducción de φ90 a φ75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm. SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	7,44 €/Ud.
3.C.09.	<b>Reducción de φ100 a φ90</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm. OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	8,64 €/Ud.
3.C.10.	<b>Te de PVC, φ90</b> Derivación en Te igual diámetro, de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm. DOCE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	12,61 €/Ud.
3.C.11.	<b>Válvula de compuerta 4"</b> Válvula de compuerta de 100 mm de diámetro, con cuerpo de fundición. CIENTO TRECE EUROS con DIÉZ CÉNTIMOS	113,10 €/Ud.
3.C.12.	<b>Manómetro</b> Manómetro de glicerina con tubo flexible para 0-16 bar. SEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS	6,03 €/Ud.
3.C.13.	<b>Válvula de bola 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de inyección de fertilizantes de diámetro 12 mm y presión nominal 10 atm. TRES EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	3,45 €/Ud.
3.C.14.	<b>Válvula de bola 1 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de retrolavado de filtros de arena de diámetro 40 mm y presión nominal 10 atm. CATORCE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	14,75 €/Ud.
3.C.15.	<b>Electroválvula 3 1/2"</b> Electroválvula de 90 mm de diámetro, de nylon con apertura manual y con regulador de caudal. DOS CIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	264,72 €/Ud.

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
<b>3.C.16.</b>	<b>Instalación del cabezal de riego</b> Instalación de todos los elementos, dispositivos de control y accesorios del cabezal de riego. VEINTIUN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	21,63 €/h
<b>SUBCAPÍTULO III.D. RED DE BOMBEO</b>		
<b>3.D.01.</b>	<b>Tubería de impulsión y de aspiración <math>\phi</math>90, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada. TRES EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	3,76 €/m
<b>3.D.02.</b>	<b>Tubería de retrolavado <math>\phi</math>40, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 40 mm y junta pegada. UN EURO con VEINTISEIS CÉNTIMOS	1,26 €/m
<b>3.D.03.</b>	<b>Tubería de inyección de fertilizantes <math>\phi</math>12, PE-32, 0,5 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 12 mm y presión nominal 0,5 MPa. TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	0,33 €/m
<b>3.D.04.</b>	<b>Instalación de la red de bombeo</b> Instalación de las tuberías de la red de bombeo. VEINTIUN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	21,63 €/h
<b>3.D.05.</b>	<b>Motor trifásico 15kW</b> Suministro y conexionado de electrobomba rotodinámica horizontal de 15 kW. Motor trifásico 400V. CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS	459,05 €/Ud.
<b>CAPÍTULO IV. CASETA DE RIEGO</b>		
<b>SUBCAPÍTULO IV.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>		
<b>4.A.01.</b>	<b>Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos. DOS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	2,29 €/m <sup>3</sup>
<b>4.A.02.</b>	<b>Excavación para formar las zapatas</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4. SIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	7,75 €/m <sup>3</sup>
<b>SUBCAPÍTULO IV.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>		
<b>4.B.01.</b>	<b>Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 60x60 cm y 60cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado. CINCUESTA Y TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	53,72 €/Ud.
<b>4.B.02.</b>	<b>Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08. SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	7,77 €/m <sup>3</sup>
<b>SUBCAPÍTULO IV.C. RELLENOS</b>		
<b>4.C.01.</b>	<b>Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12. DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	17,58 €/m <sup>3</sup>

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
	<b>SUBCAPÍTULO IV.D. REVESTIMIENTOS</b>	
<b>4.D.01.</b>	<b>Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado. DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	16,51 €/m <sup>2</sup>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.E. ESTRUCTURA</b>	
<b>4.E.01.</b>	<b>Acero laminado en dinteles y correas IPE-80</b> Perfil estructural IPE 80 mm, de acero A-42 laminado, 6,0 kg/m. CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	0,47 €/kg
<b>4.E.02.</b>	<b>Acero laminado en pilares HEB-100</b> Perfil estructural HEB 100 mm, de acero A42 laminado, 20,4 kg/m. CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0,45 €/kg
	<b>SUBCAPÍTULO IV.F. CUBIERTA</b>	
<b>4.F.01.</b>	<b>Cobertura paneles multicapas</b> Cobertura con paneles multicapa de chapas de acero de 0,6 mm galvanizado y espuma de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> realizada según NTE/QTG-8, incluso cubrejuntas y accesorios de fijación. VEINTINUEVE EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	29,31 €/m <sup>2</sup>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.G. CERRAMIENTO</b>	
<b>4.G.01.</b>	<b>Ladrillo perforado (24x12x9) cm</b> Fábrica para revestir, de 12 cm de espesor, construida con ladrillos perforados de 24x12x9 cm, sentados con mortero de cemento 1:8 y aparejados, incluso replanteo, nivelación aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecimiento de las piezas y limpieza, según DB SE-F del CTE y NTE-FFL. CUARENTA EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	40,95 €/m <sup>2</sup>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.H.CARPINTERIA EXTERIOR Y CERRAJERÍA</b>	
<b>4.H.01.</b>	<b>Ventana</b> Ventana corredera de dos hojas de 280 cm de ancho y 140 cm de alto, sin guías de persiana incorporada, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, deslizamiento mediante ruedas, cierre de seguridad embutidos y barrera e felpudo, para recibir acristalamiento y seguridad, colocación, sellado de uniones y limpieza. Según NTE-FCL-5. DOS CIENTOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	200,65 €/Ud.
<b>4.H.02.</b>	<b>Puerta</b> Puerta de entrada abatible de dos hojas de 1,50 m de ancho y 2,10 m de alto realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, con zócalo intermedio y zócalo inferior del mismo material, bisagras embutidas y cerradura con caja zincada y picaporte de vaivén regulable, para recibir acristalamiento, incluso corte, preparación y uniones de perfiles, fijación de junquillos, patillas y herrajes de cuelgue y seguridad, colocación de sellado de uniones y limpieza según NTE/FCL-16. DOS CIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	266,32 €/Ud.
	<b>SUBCAPÍTULO IV.I.ELECTRICIDAD</b>	
<b>4.I.01.</b>	<b>Cable H07 VV-K 2G 2,5: circuitos de iluminación, tomas de corriente y electroválvulas y motor monofásico</b> Cable flexible de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750 V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. VEINTISIETE CÉNTIMOS	0,27 €/m
<b>4.I.02.</b>	<b>Cable RV-K 0,6/1 kV 2x4: línea de fuerza para el motor trifásico</b> Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS	1,06 €/m
<b>4.I.03.</b>	<b>Cable RZ 0,6/1 kV 2X70 Al: acometida y derivación individual</b> Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002. OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	0,87 €/m

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
4.1.04.	<b>Tubo corrugado doble pared PVC</b> Tubo corrugado con doble pared de PVC de 160 mm de diámetro nominal para canalización enterrada, con un grado de protección mecánica 9, según el NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	4,25 €/m
4.1.05.	<b>Arqueta normalizada (0,8x0,5x0,5)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para control de la conducción eléctrica de la acometida con medidas interiores de 0,8x0,5x0,5 m.  SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	76,42 €/Ud.
4.1.06.	<b>Excavación para formación de la zanja para alojar la acometida</b> Excavación para la formación de la zanja para alojar la acometida, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.  SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	7,75 €/m <sup>3</sup>
4.1.07.	<b>Relleno de zanja</b> Relleno de la zanja de la conducción eléctrica de la acometida por medios mecánicos y manuales, con la tierra extraída en la excavación.  CINCO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	5,25 €/m <sup>3</sup>
4.1.08.	<b>Bandeja</b> Bandeja perforada de chapa de acero galvanizado, de dimensiones 15x50 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 2m de longitud, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.  DOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	2,60 €/m
4.1.09.	<b>Puesta a tierra</b> Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.  NUEVE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	9,53 €/Ud.
4.1.10.	<b>Magnetotérmico 1P 5A: Circuito de iluminación</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 5A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	17,92 €/Ud.
4.1.11.	<b>Magnetotérmico 1P 25A: Circuito de tomas de corriente</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  DIECIOCHO EUROS con ONCE CÉNTIMOS	18,11 €/Ud.
4.1.12.	<b>Magnetotérmico 3P 36A: Línea de fuerza para el motor trifásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 36A, tripolar, de hasta 400V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  OCHENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	88,90 €/Ud.
4.1.13.	<b>Magnetotérmico 1P 16A: Circuito para las electroválvulas y el motor monofásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  DIECISIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	17,24 €/Ud.
4.1.14.	<b>Interruptor Diferencial 4P/40A/30 mA</b> Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  NOVENTA Y CUATRO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	94,15 €/Ud.
4.1.15.	<b>Interruptor Automático General 4P/40A/30mA</b> Interruptor automático general de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.  CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	143,52 €/Ud.

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
4.I.16.	<b>Variador electrónico de frecuencia 15 kW</b> Variador de velocidad para motor de 15 kW 40A 400V par constante equipado con filtros de entrada y de salida, bobinas de choque para eliminación de armónicos, sobrecarga del 150% a 50°C, grado de protección IP-54 comunicación serie RS232/485 programa control bombas, pie de obra. DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS	250,00 €/Ud.
4.I.17.	<b>Interruptor simple</b> Interruptor simple empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250V y tecla sin marco, incluido pequeño material. CUATRO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	4,65 €/Ud.
4.I.18.	<b>Cuadro secundario</b> Caja de distribución de superficie de material auto extingible con un grado de protección IP40 con una capacidad para 6 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36 mm de anchura, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y CINTO CÉNTIMOS	18,85 €/Ud
4.I.19.	<b>Base de enchufe 16 2p+T</b> Toma de corriente de calidad media para instalaciones empotradas, 2polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 16 A, 230V, sin marco, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	6,12 €/Ud
4.I.20.	<b>Luminaria fluorescente 2x18W</b> Luminaria fluorescente, estándar, de diámetro 20 mm, 2x18W y 220V. DOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	2,61 €/Ud
4.I.21.	<b>Instalación eléctrica</b> Establecimiento de la red eléctrica e instalación de todos los dispositivos eléctricos. VEINTIUN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	21,63 €/h
<b>CAPÍTULO V. TORRES DE VENTILACIÓN</b>		
SUBCAPÍTULO V.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO		
5.A.01.	<b>Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos. DOS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	2,29 €/m <sup>3</sup>
5.A.02.	<b>Excavación</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4. SIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	7,75 €/m <sup>3</sup>
SUBCAPÍTULO V.B. CIMENTACIONES DIRECTAS		
5.B.01.	<b>Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 180x180 cm y 180cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado. CUATRO CIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	476,47 €/Ud.
5.B.02.	<b>Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08. SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	7,77 €/m <sup>3</sup>
SUBCAPÍTULO V.C. RELLENOS		
5.C.01.	<b>Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12. DIECISEIS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	16,62 €/m <sup>3</sup>

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
	<b>SUBCAPÍTULO V.D. REVESTIMIENTOS</b>	
<b>5.D.01.</b>	<b>Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado. DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	16,51 €/m <sup>2</sup>
	<b>SUBCAPÍTULO V.E. TORRE DE VENTILACIÓN</b>	
<b>5.E.01.</b>	<b>Torre de ventilación</b> Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares. QUINCE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	15.447,94 €/Ud.
<b>5.E.02.</b>	<b>Programador</b> Programador intemperie con sistema de monitoreo de la temperatura ambiente. OCHENTA Y OCHO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	88,22 €/Ud.
	<b>CAPÍTULO VI. ESPALDERA</b>	
	<b>SUBCAPÍTULO VI.A. MATERIAL PARA LA ESPALDERA</b>	
<b>6.A.01.</b>	<b>Perfil hueco redondo</b> Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor. SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0,75 €/m
<b>6.A.02.</b>	<b>Cable tensor</b> Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm. CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	0,56 €/m
<b>6.A.03.</b>	<b>Alambre</b> Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro. DIECISEIS CÉNTIMOS	0,16 €/m
<b>6.A.04.</b>	<b>Tensores</b> Tensores para alambres, galvanizado. DIECISEIS CÉNTIMOS	0,16 €/Ud.
<b>6.A.05.</b>	<b>Instalación del sistema de apoyo</b> Instalación de la espaldera en las líneas de los árboles de la plantación. SESENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	66,95 €/h
<b>6.A.06.</b>	<b>Dado de hormigón para anclaje de postes terminales y cables tensores</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08. SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	7,77 €/m <sup>3</sup>
	<b>CAPÍTULO VII. INFRAESTRUCTURAS</b>	
	<b>SUBCAPÍTULO VII.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>	
<b>7.A.01.</b>	<b>Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos. DOS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	2,29 €/m <sup>3</sup>
	<b>SUBCAPÍTULO VII.B. RELLENOS</b>	
<b>7.B.01.</b>	<b>Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12. DIECISIETE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	17,58 €/m <sup>3</sup>

Nº de orden	Designación de la clase de obra	€/unidad
7.B.02.	<b>Relleno y extendido macadam</b> Relleno y extendido de macadam con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado en capa de 10 cm, según NTE/ADZ-12. ONCE EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	11,93 €/m <sup>3</sup>
<b>CAPÍTULO VIII. SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>SUBCAPÍTULO VIII.A. PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>		
8.A.01.	<b>Casco de seguridad</b> Casco de seguridad homologado CE. UN EURO con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	1,84 €/Ud.
8.A.02.	<b>Pantalla casco seguridad soldar</b> Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologado CE. DIECIOCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	18,99 €/Ud.
8.A.03.	<b>Gafas contra impactos</b> Gafas contra impactos antirrayadura, homologadas CE. ONCE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	11,47 €/Ud
8.A.04.	<b>Mono de trabajo</b> Mono de trabajo, homologado CE. OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	8,76 €/Ud.
8.A.05.	<b>Faja elástica sobreesfuerzos</b> Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE. TREINTA Y TRES EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	33,79 €/Ud.
8.A.06.	<b>Protectores auditivos</b> Protectores auditivos, homologados CE. SEIS EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	6,67 €/Ud.
8.A.07.	<b>Cinturón portaherramientas</b> Cinturón portaherramientas, homologado CE. VEINTIDOS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	22,31 €/Ud.
8.A.08.	<b>Par de guantes</b> Par de guantes de piel natural, homologado CE. CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS	5,05 €/Ud.
8.A.09.	<b>Par de botas de seguridad</b> Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE. VEINTE EUROS CON VEINTIÚN CÉNTIMOS	20,21 €/Ud.
<b>SUBCAPÍTULO VIII.B. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		
8.B.01.	<b>Botiquín de urgencias</b> Botiquín de urgencias homologado CE: VEINTITRES EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	23,40 €/Ud.
<b>SUBCAPÍTULO VIII.C. INSTALACIÓN DEL PERSONAL</b>		
8.C.01.	<b>Alquiler caseta aseo</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo de obra de 1,35x1,35 m con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de PVC en suelos y tablero laminado en paredes. Equipada con placar turba, y un lavabo. SESENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	68,68 €/Ud.



Palencia, Junio de 2016

Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Fdo: Elena Tejerina Fernández

## CUADRO DE PRECIOS 2

### PROYECTO PLANTACIÓN DE MANZANOS

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
<b>CAPÍTULO I- IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>						
<b>SUBCAPÍTULO I.A. PREPARACIÓN DEL SUELO</b>						
1.A.01.	<b>ha Carga y transporte de estiércol</b> Carga y transporte de estiércol ovino hasta la parcela con un remolque bañera de 20 m³ y un tractor de 180 CV, labor contratada.					
	Tractor de 180 CV de potencia nominal	5,00	h	8,80	44,00	
	Remolque bañera	5,00	h	2,20	11,00	
	Estiércol ovino	96,00	t	5,00	480,00	
	Tractorista	5,00	h	9,50	47,50	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	102,50	3,08	
						585,58
1.A.02.	<b>ha Enmienda orgánica</b> Extendido de estiércol ovino mediante remolque esparcidor de 14 m³ y tractor de 150 CV, labor contratada.					
	Tractor de 150 CV de potencia nominal	7,23	h	7,65	55,31	
	Remolque esparcidor de estiércol	7,23	h	2,75	19,88	
	Tractorista	7,23	h	9,50	68,69	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	143,88	4,32	
						148,20
1.A.03.	<b>ha Labor profunda</b> Labor profunda con arado de desfonde y tractor de 180 CV, labor contratada.					
	Tractor de 180 CV de potencia nominal	2,82	h	8,80	24,82	
	Arado de desfonde monosurco	2,82	h	6,85	19,32	
	Tractorista	2,82	h	9,50	26,79	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	70,93	2,13	
						73,06
1.A.04.	<b>ha Labor complementaria</b> Dos pases de cultivador de 13 brazos en 2 líneas con rejas extirpadoras o de cola de golondrina y tractor de 70 CV. Apero alquilado.					
	Tractor de 70 CV de potencia nominal	1,41	h	4,32	6,09	
	Cultivador	1,41	h	2,10	2,96	
	Encargado de la plantación	1,41	h	11,00	15,51	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	24,56	0,74	
						25,30
<b>SUBCAPÍTULO I.B. PLANTACIÓN</b>						
1.B.01.	<b>ha Marqueo</b> Marqueo del terreno para un marco de plantación de 4x1,2 m incluida partida de jalones y cuerda.					
	Partida de jalones y cuerda	0,09	P	160,50	14,45	
	Encargado de la plantación	0,46	h	11,00	5,06	
	Peón ordinario	0,46	h	9,00	4,14	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	23,65	0,71	
						24,36

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
<b>1.B.02.</b>	<b>Partida Compra, recepción y acondicionamiento de plantones</b>					
	Compra, recepción y acondicionamiento del material vegetal.					
	Variedad Golden Crielaard, patrón Pajam 2 Cepiland	11.996,00	Ud.	2,30	27.590,80	
	Variedad Gala Venus, patrón Pajam 1 Lancep	5.774,00	Ud.	2,30	13.280,20	
	Variedad Fuji Kiku Fubrax, patrón Pajam 1 Lancep	5.204,00	Ud.	2,30	11.969,20	
	Encargado de la plantación	8,00	h	11,00	88,00	
	Peón ordinario	8,00	h	9,00	72,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	53.000,20	1.590,01	
						54.590,21
<b>1.B.03.</b>	<b>ha Plantación</b>					
	Plantación a raíz desnuda, técnica semimecánica. Tractor de 180 CV y equipo de plantación con un arado asurcador, que abre un surco en el terreno. Colocación manual de los plantones.					
	Tractor de 180 CV de potencia nominal	4,24	h	8,80	37,31	
	Equipo de plantación	4,24	h	4,10	17,38	
	Tractorista	4,24	h	9,50	40,28	
	2 peones en régimen general	4,24	h	18,00	76,32	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	171,29	5,14	
						176,43
<b>1.B.04.</b>	<b>ha Revisión de plantas</b>					
	Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.					
	Encargado de la plantación	1,48	h	11,00	16,28	
	Peón ordinario	1,48	h	9,00	13,32	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	29,60	0,89	
						30,49
<b>1.B.05.</b>	<b>ha Poda de plantación</b>					
	Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.					
	4 Tijeras de poda manuales	0,09	P	42,92	3,86	
	Encargado de la plantación	1,48	h	11,00	16,28	
	3 peones especializados	1,48	h	30,00	44,40	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	64,54	1,94	
						66,48
<b>1.B.06.</b>	<b>ha Reposición de marras</b>					
	Reposición de marras con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.					
	2 palas royeras y 2 azadas	0,09	P	37,43	3,37	
	Alquiler remolque	1,63	h	2,50	4,08	
	Tractor de 70 CV de potencia nominal	1,63	h	4,32	7,04	
	4 peones ordinarios	1,63	h	36,00	58,68	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	73,17	2,20	
						75,37
	<b>CAPÍTULO II. MAQUINARIA</b>					
	<b>SUBCAPÍTULO II.A. MAQUINARIA</b>					
<b>2.A.01.</b>	<b>Ud. Tractor</b>					
	Tractor de 70 CV de potencia.					
		1,00	Ud.	25.500,00	25.500,00	25.500,00

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
2.A.02.	<b>Ud. Pulverizador hidráulico</b> Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.	1,00	Ud.	3.280,00	3.280,00	3.280,00
2.A.03.	<b>Ud. Pulverizador hidroneumático</b> Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.	1,00	Ud.	4.300,00	4.300,00	4.300,00
2.A.04.	<b>Ud. Segadora</b> Segadora de cuchillas suspendida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 70CV.	1,00	Ud.	3.250,00	3.250,00	3.250,00
2.A.05.	<b>Ud. Trituradora restos de poda</b> Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV.	1,00	Ud.	4.100,00	4.100,00	4.100,00
2.A.06.	<b>Ud. Carro de cintas transportadoras</b> Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones desplegables con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.	1,00	Ud.	15.300,00	15.300,00	15.300,00
2.A.07.	<b>Ud. Equipo neumático poda</b> Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 10 m.	1,00	Ud.	445,00	445,00	445,00
2.A.08.	<b>Ud. Elevador de horquillas frontal</b> Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.	1,00	Ud.	950,00	950,00	950,00
<b>CAPÍTULO III. SISTEMA DE RIEGO</b>						
SUBCAPÍTULO III.A. EXCAVACIÓN, CAMAS Y TAPADO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS						
3.A.01.	<b>m³ Excavación para formación de zanjas para alojar las tuberías primarias y secundarias</b> Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.					
	Retroexcavadora 75 CV	0,15	h	37,80	5,67	
	Peón ordinario construcción	0,15	h	12,30	1,85	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,52	0,23	
						7,75
3.A.02.	<b>m³ Relleno de zanjas</b> Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.					
	Árido 6/12 mm machaqueo	1,20	m³	4,71	5,65	
	Bandeja vibrante 300 kg	0,05	h	4,63	0,23	
	Retroexcavadora 75 CV	0,05	h	37,80	1,89	
	2 peones ordinarios construcción	0,25	h	24,60	6,15	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	13,92	0,42	
						14,34

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
	<b>SUBCAPÍTULO III.B. RED DE RIEGO</b>					
<b>3.B.01.</b>	<b>m Tubería secundaria de PVC, <math>\phi</math>75, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.	1,00	m	2,82	2,82	2,82
<b>3.B.02.</b>	<b>m Tubería secundaria de PVC, <math>\phi</math>90, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.	1,00	m	3,76	3,76	3,76
<b>3.B.03.</b>	<b>m Tubería primaria de PVC, <math>\phi</math>63, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 63 mm y junta pegada.	1,00	m	2,31	2,31	2,31
<b>3.B.04.</b>	<b>m Tubería lateral de PE-32, <math>\phi</math>18, 0,4 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 18 mm y presión nominal 0,4 MPa.	1,00	m	0,29	0,29	0,29
<b>3.B.05.</b>	<b>Ud. Gotero pinchado autocompensante, q 2L/h</b> Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.	1,00	Ud.	0,28	0,28	0,28
	<b>DISPOSITIVOS DE CONTROL</b>					
<b>3.B.06.</b>	<b>Ud. Ventosa 2 1/2"</b> Ventosa de diámetro 63 mm, de fundición, para las tuberías primarias.	1,00	Ud.	314,83	314,83	314,83
<b>3.B.07</b>	<b>Ud. Purgador 1"</b> Purgador de diámetro 25 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.	1,00	Ud.	10,17	10,17	10,17
<b>3.B.08</b>	<b>Ud. Válvula de mariposa 2 1/2"</b> Válvula de mariposa de 63 mm diámetro, de cuerpo de fundición, accionamiento mando por palanca, para desagüe de las tuberías primarias.	1,00	Ud.	78,33	78,33	78,33
<b>3.B.09</b>	<b>Ud. Reductor de presión 2 1/2"</b> Válvula reductora de presión de 63 mm de diámetro, de latón fundido, para las tuberías primarias.	1,00	Ud.	112,03	112,03	112,03
	<b>ACCESORIOS DE LA RED DE RIEGO</b>					
<b>3.B.10</b>	<b>Ud. Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	1,00	Ud.	9,43	9,43	9,43
<b>3.B.11</b>	<b>Ud. Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm.	1,00	Ud.	6,34	6,34	6,34
<b>3.B.12</b>	<b>Ud. Reducción de <math>\phi</math>90 a <math>\phi</math>75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm.	1,00	Ud.	7,44	7,44	7,44

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
3.B.13.	<b>PREFABRICADOS DE HORMIGÓN</b> <b>Ud. Arqueta normalizada (0,4x0,3x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para desagüe de las tuberías primarias, con medidas interiores de 0,4x0,3x0,6 m.	1,00	Ud.	64,07	64,07	64,07
3.B.14.	<b>Ud. Arqueta normalizada (0,3x0,2x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para resguardo de los dispositivos de control de la red de riego, con medidas interiores de 0,3x0,2x0,6 m.	1,00	Ud.	56,42	56,42	56,42
3.B.15.	<b>h. Instalación de la red de riego</b> Establecimiento de la red de riego e instalación de todos los dispositivos de control y accesorios.					
	Oficial de 1º	1,00	h	11,00	11,00	
	2 Peones especializados	1,00	h	20,00	20,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	31,00	0,93	
						31,93
<b>SUBCAPÍTULO III.C. CABEZAL DE RIEGO</b>						
<b>ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO</b>						
3.C.01.	<b>Ud. Filtro de arena con brida 4"</b> Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 48", con una superficie filtrante no inferior a 1,13 m².	1,00	Ud.	1.282,96	1.282,96	1.282,96
3.C.02.	<b>Ud. Filtro de malla en "Y" brida 4"</b> Filtro de mallas metálico inclinado o en Y, para un caudal de filtrado de 80 m³/h, con conexión de 4". Malla de acero inoxidable standard de 120 mesh.	1,00	Ud.	502,75	502,75	502,72
3.C.03.	<b>Ud. Contador tipo Woltmann 4"</b> Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embreadado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.	1,00	Ud.	413,00	413,00	413,00
3.C.04.	<b>Ud. Equipo de fertirrigación</b> Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW, 230V.					
	Motor monofásico 1,5 kW	1,00	Ud.	131,58	131,58	
	Depósito 100 L	1,00	Ud.	63,64	63,64	
						195,22
3.C.05.	<b>Ud. Programador con 4 estaciones</b> Suministro e instalación de programador de 4 estaciones. Alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V.	1,00	Ud.	76,98	76,98	76,98
<b>ACCESORIOS DEL CABEZAL DE RIEGO</b>						
3.C.06.	<b>Ud. Codo 90º de PVC, φ90</b> Codo 90º de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	1,00	Ud.	9,43	9,43	9,43
3.C.07.	<b>Ud. Codo 90º de PVC, φ75</b> Codo 90º de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm.	1,00	Ud.	6,34	6,34	6,34

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
3.C.08.	<b>Ud. Reducción de <math>\phi 90</math> a <math>\phi 75</math></b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm.	1,00	Ud.	7,44	7,44	7,44
3.C.09.	<b>Ud. Reducción de <math>\phi 100</math> a <math>\phi 90</math></b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm.	1,00	Ud.	8,64	8,64	8,64
3.C.10.	<b>Ud. Te de PVC, <math>\phi 90</math></b> Derivación en Te igual diámetro, de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm	1,00	Ud.	12,61	12,61	12,61
DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL CABEZAL DE RIEGO						
3.C.11.	<b>Ud. Válvula de compuerta 4"</b> Válvula de compuerta de 100 mm de diámetro, con cuerpo de fundición.	1,00	Ud.	113,10	113,10	113,10
3.C.12.	<b>Ud. Manómetro</b> Manómetro de glicerina con tubo flexible para 0-16 bar.	1,00	Ud.	6,03	6,03	6,03
3.C.13.	<b>Ud. Válvula de bola 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de inyección de fertilizantes de diámetro 12 mm y presión nominal 10 atm.	1,00	Ud.	3,45	3,45	3,45
3.C.14.	<b>Ud. Válvula de bola 1 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de retrolavado de filtros de arena de diámetro 40 mm y presión nominal 10 atm.	1,00	Ud.	14,75	14,75	14,75
3.C.15.	<b>Ud. Electroválvula 3 1/2"</b> Electroválvula de 90 mm de diámetro, de nylon con apertura manual y con regulador de caudal.	1,00	Ud.	264,72	264,72	264,72
3.C.16.	<b>h. Instalación del cabezal de riego</b> Instalación de todos los elementos, dispositivos de control y accesorios del cabezal de riego.					
	Oficial de 1º	1,00	h	11,00	11,00	
	Peón especializado	1,00	h	10,00	10,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	21,00	0,63	21,63
SUBCAPÍTULO III.D. RED DE BOMBEO						
3.D.01.	<b>m Tubería de impulsión y de aspiración <math>\phi 90</math>, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.	1,00	m	3,76	3,76	3,76
3.D.02.	<b>m Tubería de retrolavado <math>\phi 40</math>, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 40 mm y junta pegada.	1,00	m	1,26	1,26	1,26
3.D.03.	<b>m Tubería de inyección de fertilizantes <math>\phi 12</math>, PE-32, 0,5 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 12 mm y presión nominal 0,5 MPa.	1,00	m	0,33	0,33	0,33

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
3.D.04.	<b>h. Instalación de la red de bombeo</b>					
	Instalación de las tuberías de la red de bombeo.					
	Oficial de 1º	1,00	h	11,00	11,00	
	Peón especializado	1,00	h	10,00	10,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	21,00	0,63	21,63
3.D.05.	<b>Ud. Motor trifásico 15kW</b>					
	Suministro y conexionado de electrobomba rotodinámica horizontal de 15 kW. Motor trifásico 400V.					
	Motor trifásico 15 kW	1,00	Ud.	410,03	410,03	
	Cuadrilla (Oficial 1º, oficial 2º y peón régimen general)	1,15	h	31,00	35,65	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	445,68	13,37	459,05
<b>CAPÍTULO IV. CASETA DE RIEGO</b>						
<b>SUBCAPÍTULO IV.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>						
4.A.01.	<b>m³ Retirada tierra vegetal</b>					
	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.					
	Pala cargadora 130 CV	0,03	h	61,80	1,85	
	Peón ordinario construcción	0,03	h	12,30	0,37	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	2,22	0,07	2,29
4.A.02.	<b>m³ Excavación para formar las zapatas</b>					
	Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.					
	Retroexcavadora 75 CV	0,15	h	37,80	5,67	
	Peón ordinario construcción	0,15	h	12,30	1,85	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,52	0,23	7,75
<b>SUBCAPÍTULO IV.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>						
4.B.01.	<b>Ud. Zapata cuadrada</b>					
	Zapata cuadrada de 60x60 cm y 60cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.					
	HA 25/P/40/IIa	0,22	Ud.	96,48	21,23	
	Ferralla armada B-500S	15,00	Ud.	1,81	27,15	
	Vibrador hormigón	0,30	h	3,49	1,05	
	Oficial 1º construcción	0,13	h	11,00	1,43	
	Peón especializado	0,13	h	10,00	1,30	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	52,16	1,56	53,72



Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
4.B.02.	<b>m<sup>3</sup> Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.					
	HL-150/B/20	0,11	m <sup>2</sup>	54,68	6,01	
	Oficial 1º construcción	0,05	h	11,00	0,55	
	Peón especializado	0,10	h	10,00	1,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,56	0,23	7,77
<b>SUBCAPÍTULO IV.C. RELLENOS</b>						
4.C.01.	<b>m<sup>3</sup> Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.					
	Zahorra	2,12	m <sup>3</sup>	5,58	11,83	
	Motoniveladora 135 CV	0,02	h	51,50	1,03	
	Rodillo compactador autopropulsado 10t	0,02	h	54,55	1,09	
	Pala cargadora 130 CV	0,02	h	61,80	1,24	
	Camión cuba 10.000 L	0,02	h	42,28	0,85	
	Peón ordinario construcción	0,02	h	12,30	0,25	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	17,07	0,51	17,58
<b>SUBCAPÍTULO IV.D. REVESTIMIENTOS</b>						
4.D.01.	<b>m<sup>2</sup> Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.					
	HA 20/B/20/I	0,15	m <sup>3</sup>	65,24	9,79	
	ME 200x200 S φ6-6 3.000x2.200 B-500S	1	m <sup>2</sup>	0,99	0,99	
	Oficial 1º construcción	0,25	h	11,00	2,75	
	Peón especializado	0,25	h	10,00	2,50	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	16,03	0,48	16,51
<b>SUBCAPÍTULO IV.E. ESTRUCTURA</b>						
4.E.01.	<b>kg Acero laminado en dinteles y correas IPE-80</b> Perfil estructural IPE 80 mm, de acero A-42 laminado, 6,0 kg/m.	1,00	kg	0,47	0,47	0,47
4.E.02.	<b>kg Acero laminado en pilares HEB-100</b> Perfil estructural HEB 100 mm, de acero A42 laminado, 20,4 kg/m.	1,00	kg	0,45	0,45	0,45

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
<b>SUBCAPÍTULO IV.F. CUBIERTA</b>						
<b>4.F.01.</b>	<b>Cobertura paneles multicapas</b> Cobertura con paneles multicapa de chapas de acero de 0,6 mm galvanizado y espuma de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> realizada según NTE/QTG-8, incluso cubrejuntas y accesorios de fijación.					
	Panel multicapa	1,00	m <sup>2</sup>	26,78	26,78	
	Oficial 1º construcción	0,08	h	11,00	0,88	
	Peón especializado	0,08	h	10,00	0,80	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	28,46	0,85	
						29,31
<b>SUBCAPÍTULO IV.G. CERRAMIENTO</b>						
<b>4.G.01.</b>	<b>m<sup>2</sup> Ladrillo perforado (24x12x9) cm</b> Fábrica para revestir, de 12 cm de espesor, construida con ladrillos perforados de 24x12x9 cm, sentados con mortero de cemento 1:8 y aparejados, incluso replanteo, nivelación aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecimiento de las piezas y limpieza, según DB SE-F del CTE y NTE-FFL.					
	Ladrillo perforado no visto (24x12x9)	79,23	m <sup>2</sup>	0,17	13,47	
	Mortero de cemento 1:8	0,10	m <sup>2</sup>	76,90	7,69	
	Oficial 1º construcción	1,20	h	11,00	13,20	
	Peón ordinario	0,60	h	9,00	5,40	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	39,76	1,19	
						40,95
<b>SUBCAPÍTULO IV.H. CARPINTERIA EXTERIOR Y CERRAJERÍA</b>						
<b>4.H.01.</b>	<b>Ud. Ventana</b> Ventana corredera de dos hojas de 280 cm de ancho y 140 cm de alto, sin guías de persiana incorporada, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, deslizamiento mediante ruedas, cierre de seguridad embutidos y barrera e felpudo, para recibir acristalamiento y seguridad, colocación, sellado de uniones y limpieza. Según NTE-FCL-5.					
		1,00	Ud.	200,65	200,65	200,65
<b>4.H.02.</b>	<b>Ud. Puerta</b> Puerta de entrada abatible de dos hojas de 1,50 m de ancho y 2,10 m de alto realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, con zócalo intermedio y zócalo inferior del mismo material, bisagras embutidas y cerradura con caja zincada y picaporte de vaivén regulable, para recibir acristalamiento, incluso corte, preparación y uniones de perfiles, fijación de junquillos, patillas y herrajes de cuelgue y seguridad, colocación de sellado de uniones y limpieza según NTE/FCL-16.					
		1,00	Ud.	266,32	266,32	266,32
<b>SUBCAPÍTULO IV.I. ELECTRICIDAD</b>						
<b>3.1.01.</b>	<b>m Cable H07 VV-K 2G 2,5: circuitos de iluminación, tomas de corriente y electroválvulas y motor monofásico</b> Cable flexible de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750 V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.					
		1,00	m	0,27	0,27	0,27
<b>4.1.02.</b>	<b>m Cable RV-K 0,6/1 kV 2x4: línea de fuerza para el motor trifásico</b> Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.					
		1,00	m	1,06	1,06	1,06
<b>4.1.03.</b>	<b>m Cable RZ 0,6/1 kV 2X70 Al: acometida y derivación individual</b> Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.					
		1,00	m	0,87	0,87	0,87

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
4.1.04.	<b>m Tubo corrugado doble pared PVC</b> Tubo corrugado con doble pared de PVC de 160 mm de diámetro nominal para canalización enterrada, con un grado de protección mecánica 9, según el NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	m	4,25	4,25	4,25
4.1.05.	<b>Ud. Arqueta normalizada (0,8x0,5x0,5)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para control de la conducción eléctrica de la acometida con medidas interiores de 0,8x0,5x0,5 m.	1,00	Ud.	76,62	76,62	76,62
4.1.07.	<b>m³ Excavación para formación de la zanja para alojar la acometida</b> Relleno de la zanja de la conducción eléctrica de la acometida por medios mecánicos y manuales, con la tierra extraída en la excavación.					
	Retroexcavadora 75 CV	0,15	h	37,80	5,67	
	Peón ordinario construcción	0,15	h	12,30	1,85	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,52	0,23	7,75
4.1.08.	<b>m³ Relleno de zanja</b> Relleno de la zanja de la conducción eléctrica de la acometida por medios mecánicos y manuales, con la tierra extraída en la excavación.					
	Arena y tierra	0,16	m³	3,20	0,51	
	Motoniveladora 135 CV	0,02	h	51,50	1,03	
	Rodillo compactador autopropulsado 10t	0,02	h	54,55	1,09	
	Pala cargadora 130 CV	0,02	h	61,80	1,24	
	Camión cuba 10.000 L	0,02	h	42,28	0,85	
	Peón ordinario construcción	0,02	h	12,30	0,25	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	5,10	0,15	5,25
4.1.09.	<b>m Bandeja</b> Bandeja perforada de chapa de acero galvanizado, de dimensiones 15x50 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 2m de longitud, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	1,00	m	2,60	2,60	2,60
4.1.10.	<b>Ud Puesta a tierra</b> Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	9,53	9,53	9,53
4.1.11.	<b>Ud. Magnetotérmico 1P 5A: Circuito de iluminación</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 5A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	17,92	17,92	17,92
4.1.12.	<b>Ud. Magnetotérmico 1P 25A: Circuito de tomas de corriente</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	18,11	18,11	18,11
4.1.13.	<b>Ud. Magnetotérmico 3P 36A: Línea de fuerza para el motor trifásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 36A, tripolar, de hasta 400V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	88,90	88,90	88,90

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
4.1.14.	<b>Ud. Magnetotérmico 1P 16A: Circuito para las electroválvulas y el motor monofásico</b> Interrupor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	17,24	17,24	17,24
4.1.15.	<b>Ud. Interruptor Diferencial 4P/40A/30 mA</b> Interrupor diferencial de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	94,15	94,15	94,15
4.1.16.	<b>Ud. Interruptor Automático General 4P/40A/30mA</b> Interrupor automático general de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	143,52	143,52	143,52
4.1.17.	<b>Ud. Variador electrónico de frecuencia 15 kW</b> Variador de velocidad para motor de 15 kW 40A 400V par constante equipado con filtros de entrada y de salida, bobinas de choque para eliminación de armónicos, sobrecarga del 150% a 50°C, grado de protección IP-54 comunicación serie RS232/485 programa control bombas, pie de obra.	1,00	Ud.	250,00	250,00	250,00
4.1.18.	<b>Ud. Interruptor simple</b> Interrupor simple empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250V y tecla sin marco, incluido pequeño material.	1,00	Ud.	4,65	4,65	4,65
4.1.19.	<b>Ud. Cuadro secundario</b> Caja de distribución de superficie de material auto extingüible con un grado de protección IP40 con una capacidad para 6 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36 mm de anchura, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	18,85	18,85	18,85
4.1.20.	<b>Ud. Base de enchufe 16 2p+T</b> Toma de corriente de calidad media para instalaciones empotradas, 2polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 16 A, 230V, sin marco, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	Ud.	6,12	6,12	6,12
4.1.21.	<b>Ud. Luminaria fluorescente 2x18W</b> Luminaria fluorescente, estándar, de diámetro 20 mm, 2x18W y 220V.	1,00	Ud.	2,61	2,61	2,61
4.1.22.	<b>h Instalación eléctrica</b> Establecimiento de la red eléctrica e instalación de todos los dispositivos eléctricos.					
	Oficial 1º construcción	1,00	h	11,00	11,00	
	Peón especializado	1,00	h	10,00	10,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	21,00	0,63	
						21,63

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
<b>CAPÍTULO V. TORRES DE VENTILACIÓN</b>						
<b>SUBCAPÍTULO V.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>						
<b>5.A.01.</b>	<b>m<sup>3</sup> Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.					
	Pala cargadora 130 CV	0,03	h	61,80	1,85	
	Peón ordinario construcción	0,03	h	12,30	0,37	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	2,22	0,07	
						2,29
<b>5.A.02.</b>	<b>m<sup>3</sup> Excavación</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.					
	Retroexcavadora 75 CV	0,15	h	37,80	5,67	
	Peón ordinario construcción	0,15	h	12,30	1,85	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,52	0,23	
						7,75
<b>SUBCAPÍTULO V.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>						
<b>5.B.01.</b>	<b>Ud. Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 180x180 cm y 180cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.					
	HA 25/P/40/IIa	3,98	Ud.	96,48	383,99	
	Ferralla armada B-500S	15,00	Ud.	1,81	27,15	
	Vibrador hormigón	0,30	h	3,49	1,05	
	Oficial 1º construcción	2,40	h	11,00	26,40	
	Peón especializado	2,40	h	10,00	24,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	462,59	13,88	
						476,47
<b>5.B.02.</b>	<b>m<sup>3</sup> Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m <sup>3</sup> , con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.					
	HL-150/B/20	0,11	m <sup>2</sup>	54,68	6,01	
	Oficial 1º construcción	0,05	h	11,00	0,55	
	Peón especializado	0,10	h	10,00	1,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,56	0,23	
						7,77

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
	<b>SUBCAPÍTULO V.C. RELLENOS</b>					
<b>5.C.01.</b>	<b>m³ Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.					
	Zahorra	2,12	m³	5,58	11,83	
	Motoniveladora 135 CV	0,02	h	51,50	1,03	
	Rodillo compactador autopropulsado 10t	0,02	h	54,55	1,09	
	Pala cargadora 130 CV	0,02	h	61,80	1,24	
	Camión cuba 10.000 L	0,02	h	42,28	0,85	
	Peón ordinario construcción	0,02	h	12,30	0,25	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	17,07	0,51	
						17,58
	<b>SUBCAPÍTULO V.D. REVESTIMIENTOS</b>					
<b>5.D.01.</b>	<b>m² Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.					
	HA 20/B/20/I	0,15	m³	65,24	9,79	
	ME 200x200 S φ6-6 3.000x2.200 B-500S	1	m²	0,99	0,99	
	Oficial 1º construcción	0,25	h	11,00	2,75	
	Peón especializado	0,25	h	10,00	2,50	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	16,03	0,48	
						16,51
	<b>SUBCAPÍTULO V.E. TORRE DE VENTILACIÓN</b>					
<b>5.E.01.</b>	<b>Ud. Torre de ventilación</b> Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.					
	Torre de ventilación	1,00	Ud.	14.750,00	14.750,00	
	Oficial 1º construcción	8,00	h	11,00	88,00	
	2 peones especializados	8,00	h	20,00	160,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	14.998,00	449,94	
						15.447,94
<b>5.E.02.</b>	<b>Ud. Programador</b> Programador intemperie con sistema de monitoreo de la temperatura ambiente.					
	Programador	1,00	Ud.	64,65	64,65	
	Oficial 1º construcción	1,00	h	11,00	11,00	
	Peón especializado	1,00	h	10,00	10,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	85,65	2,57	
						88,22
	<b>CAPÍTULO VI. ESPALDERA</b>					
	<b>SUBCAPÍTULO VI.A. MATERIAL PARA LA ESPALDERA</b>					
<b>6.A.01.</b>	<b>m Perfil hueco redondo</b> Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.					
		1,00	m	0,75	0,75	0,75

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
6.A.02.	<b>m Cable tensor</b> Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.	1,00	m	0,56	0,56	0,56
6.A.03.	<b>m Alambre</b> Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro.	1,00	m	0,16	0,16	0,16
6.A.04.	<b>Ud. Tensores</b> Tensores para alambres, galvanizado.	1,00	Ud	0,16	0,16	0,16
6.A.05.	<b>h Instalación sistema de apoyo</b> Instalación de la espaldera en las líneas de los árboles de la plantación.					
	Oficial 1º construcción	1,00	h	11,00	11,00	
	6 Peones ordinarios	1,00	h	54,00	54,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	65,00	1,95	
						66,95
6.A.06.	<b>m³ Dado de hormigón para anclaje de postes terminales y cables tensores</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m³, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.					
	HL-150/B/20	0,11	m²	54,68	6,01	
	Oficial 1º construcción	0,05	h	11,00	0,55	
	Peón especializado	0,10	h	10,00	1,00	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	7,56	0,23	
						7,77
<b>CAPÍTULO VII. INFRAESTRUCTURAS</b>						
<b>SUBCAPÍTULO VII.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>						
7.A.01.	<b>m³ Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.					
	Pala cargadora 130 CV	0,03	h	61,80	1,85	
	Peón ordinario construcción	0,03	h	12,30	0,37	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	2,22	0,07	
						2,29
<b>SUBCAPÍTULO IV.B. RELLENOS</b>						
7.B.01.	<b>m³ Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.					
	Zahorra	2,12	m³	5,58	11,83	
	Motoniveladora 135 CV	0,02	h	51,50	1,03	
	Rodillo compactador autopropulsado 10t	0,02	h	54,55	1,09	
	Pala cargadora 130 CV	0,02	h	61,80	1,24	
	Camión cuba 10.000 L	0,02	h	42,28	0,85	
	Peón ordinario construcción	0,02	h	12,30	0,25	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	17,07	0,51	
						17,58

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
7.B.02.	<b>m<sup>3</sup> Relleno y extendido macadam</b> Relleno y extendido de macadam con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado en capa de 10 cm, según NTE/ADZ-12.					
	Machaqueo árido granítico	1,70	t	4,40	7,48	
	Motoniveladora 135 CV	0,02	h	51,50	1,03	
	Rodillo compactador autopropulsado 10t	0,02	h	54,55	1,09	
	Pala cargadora 130 CV	0,02	h	61,80	1,24	
	Peón ordinario construcción	0,06	h	12,30	0,74	
	Costes Directos Complementarios	3,00	%	11,58	0,35	
						11,93
<b>CAPÍTULO VIII. SEGURIDAD Y SALUD</b>						
<b>SUBCAPÍTULO VIII.A. PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>						
8.A.01.	<b>Ud. Casco de seguridad</b> Casco de seguridad homologado CE.					
		1,00	Ud	1,84	1,84	1,84
8.A.02.	<b>Ud. Pantalla casco seguridad soldar</b> Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologado CE.					
		1,00	Ud	18,99	18,99	18,99
8.A.03.	<b>Ud. Gafas contra impactos</b> Gafas contra impactos antirrayadura, homologadas CE.					
		1,00	Ud	11,47	11,47	11,47
8.A.04.	<b>Ud. Mono de trabajo</b> Mono de trabajo, homologado CE.					
		1,00	Ud	8,76	8,76	8,76
8.A.05.	<b>Ud. Faja elástica sobreesfuerzos</b> Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE.					
		1,00	Ud	33,79	33,79	33,79
8.A.06.	<b>Ud. Protectores auditivos</b> Protectores auditivos, homologados CE.					
		1,00	Ud	6,67	6,67	6,67
8.A.07.	<b>Ud. Cinturón portaherramientas</b> Cinturón portaherramientas, homologado CE.					
		1,00	Ud	22,31	22,31	22,31
8.A.08.	<b>Ud. Par de guantes</b> Par de guantes de piel natural, homologado CE.					
		1,00	Ud	5,05	5,05	5,05
8.A.09.	<b>Ud. Par de botas de seguridad</b> Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.					
		1,00	Ud	20,21	20,21	20,21
<b>SUBCAPÍTULO VIII.B. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>						
8.B.01.	<b>Ud. Botiquín de urgencias</b> Botiquín de urgencias homologado CE.					
		1,00	Ud	23,40	23,40	23,40



Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	Ud.	Precio/ Ud.	Subtotal	Importe
	<b>SUBCAPÍTULO VIII.C. INSTALACIÓN DEL PERSONAL</b>					
8.C.01.	<b>Ud. Alquiler caseta aseo</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo de obra de 1,35x1,35 m con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de PVC en suelos y tablero laminado en paredes. Equipada con placar turba, y un lavabo.	1,00	Ud	68,68	68,68	68,68

Palencia, Junio de 2016

Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Fdo: Elena Tejerina Fernández

## **PRESUPUESTOS PARCIALES**

### PROYECTO PLANTACIÓN DE MANZANOS

<b>Nº de orden</b>	<b>Designación de la clase de obra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>€/unidad</b>	<b>Importe</b>
<b>CAPÍTULO I. IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>				
<b>SUBCAPÍTULO I.A. PREPARACIÓN DEL SUELO</b>				
<b>1.A.01.</b>	<b>ha Carga y transporte de estiércol</b> Carga y transporte de estiércol ovino hasta la parcela con un remolque bañera de 20 m <sup>3</sup> y un tractor de 180 CV, labor contratada.	10,80	585,58	6.324,26
<b>1.A.02.</b>	<b>ha Enmienda orgánica</b> Extendido de estiércol ovino mediante remolque esparcidor de 14 m <sup>3</sup> y tractor de 150 CV, labor contratada.	10,80	148,20	1.600,56
<b>1.A.03.</b>	<b>ha Labor profunda</b> Labor profunda con arado de desfonde y tractor de 180 CV, labor contratada.	10,80	73,06	789,05
<b>1.A.04.</b>	<b>ha Labor complementaria</b> Dos pases de cultivador de 13 brazos en 2 líneas con rejas extirpadoras o de cola de golondrina y tractor de 70 CV. Apero alquilado.	21,60	25,30	546,48
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO I.A. PREPARACIÓN DEL SUELO</b>				<b>9.260,35</b>
<b>SUBCAPÍTULO I.B. PLANTACIÓN</b>				
<b>1.B.01.</b>	<b>ha Marqueo</b> Marqueo del terreno para un marco de plantación de 4x1,2 m incluida partida de jalones y cuerda.	10,80	24,36	263,09
<b>1.B.02.</b>	<b>Partida Compra, recepción y acondicionamiento de plántones</b> Compra, recepción y acondicionamiento del material vegetal.	1,00	54.590,21	54.590,21
<b>1.B.03.</b>	<b>ha Plantación</b> Plantación a raíz desnuda, técnica semimecánica. Tractor de 180 CV y equipo de plantación con un arado asurcador, que abre un surco en el terreno. Colocación manual de los plántones.	10,80	176,43	1.905,44
<b>1.B.04.</b>	<b>ha Revisión de plantas</b> Revisión general de los árboles colocando en condiciones los que se encuentran defectuosamente instalados.	10,80	30,49	329,29
<b>1.B.05.</b>	<b>ha Poda de plantación</b> Poda de plantación incluyendo tijeras de poda manuales.	10,80	66,48	717,98
<b>1.B.06.</b>	<b>ha Reposición de mallas</b> Reposición de mallas con 2 palas royeras, 2 azadas y alquiler de un remolque de dos ejes, de dimensiones 3,6x2x1 m y una capacidad de carga de 5 t.	10,80	75,37	814,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO I.B. PLANTACIÓN</b>				<b>58.620,01</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO I. IMPLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>				<b>67.880,36</b>

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
<b>CAPÍTULO II. MAQUINARIA</b>				
SUBCAPÍTULO II.A. MAQUINARIA				
2.A.01.	<b>Ud. Tractor</b> Tractor de 70 CV de potencia.	1,00	25.500,00	25.500,00
2.A.02.	<b>Ud. Pulverizador hidráulico</b> Pulverizador hidráulico suspendido con depósito de polietileno de alta densidad de 600 L de capacidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV. Posibilidad de acoplar lanzas individuales o rejas en los extremos de la barra.	1,00	3.280,00	3.280,00
2.A.03.	<b>Ud. Pulverizador hidroneumático</b> Pulverizador hidroneumático arrastrado de 2.500 L de capacidad de polietileno de alta densidad. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70 CV, con ventiladores de 2 velocidades de acero inoxidable de 20 palas.	1,00	4.300,00	4.300,00
2.A.04.	<b>Ud. Segadora</b> Segadora de cuchillas suspendida de 3 m de anchura de trabajo. Accionada por la toma de fuerza del tractor de 70CV.	1,00	3.250,00	3.250,00
2.A.05.	<b>Ud. Trituradora restos de poda</b> Triturador de restos de poda con 16 martillos. Accionado por la toma de fuerza del tractor de 70CV.	1,00	4.100,00	4.100,00
2.A.06.	<b>Ud. Carro de cintas transportadoras</b> Máquina recolectora de fruta autopropulsada, con cintas transportadoras y carro portapalots. Capacidad para 10 personas, con 6 balcones despleables con pistón hidráulico, descarga de la fruta directamente al palot, regulación de velocidad de la cinta y movimiento de la máquina hidrostático con inversor. Equipado con compresor con 6 tomas.	1,00	15.300,00	15.300,00
2.A.07.	<b>Ud. Equipo neumático poda</b> Incluye 6 tijeras neumáticas de poda con corte de 35 mm, con manguera en espiral de 10 m.	1,00	445,00	445,00
2.A.08.	<b>Ud. Elevador de horquillas frontal</b> Elevador hidráulico de horquillas frontal para el tractor. Permite movimientos de elevación y descenso y desplazamiento a izquierda y derecha.	1,00	950,00	950,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO II.A. MAQUINARIA</b>				<b>57.125,00</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO II. MAQUINARIA</b>				<b>57.125,00</b>
<b>CAPÍTULO III. SISTEMA DE RIEGO</b>				
SUBCAPÍTULO III.A. EXCAVACIÓN, CAMAS Y TAPADO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS				
3.A.01.	<b>m³ Excavación para formación de zanjas para alojar las tuberías primarias y secundarias</b> Excavación para la formación de zanjas, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	275,04	7,75	2.131,56

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
<b>3.A.02.</b>	<b>m<sup>3</sup> Relleno de zanjas</b> Relleno de las zanjas de las tuberías primarias y secundarias por medios mecánicos y manuales, con árido 6/12 mm machaqueo (en cantera), y compactado con bandeja vibradora, según NTE/ADZ-12.	183,36	14,34	2.629,38
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO III.A. EXCAVACIÓN, CAMAS Y TAPADO DE ZANJAS PARA TUBERÍAS</b>			<b>4.760,94</b>
	<b>SUBCAPÍTULO III.B. RED DE RIEGO</b>			
<b>3.B.01.</b>	<b>m Tubería secundaria de PVC, <math>\phi</math>75, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 75 mm y junta pegada.	348,00	2,82	981,36
<b>3.B.02.</b>	<b>m Tubería secundaria de PVC, <math>\phi</math>90, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.	162,00	3,76	609,12
<b>3.B.03.</b>	<b>m Tubería primaria de PVC, <math>\phi</math>63, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 63 mm y junta pegada.	636,00	2,31	1.469,16
<b>3.B.04.</b>	<b>m Tubería lateral de PE-32, <math>\phi</math>18, 0,4 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 18 mm y presión nominal 0,4 MPa.	27.026,40	0,29	7.837,66
<b>3.B.05.</b>	<b>Ud. Gotero pinchado autocompensante, q 2L/h</b> Emisor autocompensante de caudal nominal 2 L/h, intervalo de autocompensación 1,0 a 3,5 bar, coeficiente de variación 3,19 %, con sistema antidrenante y autolimpiante.	45.044,00	0,28	12.612,32
	DISPOSITIVOS DE CONTROL			
<b>3.B.06.</b>	<b>Ud. Ventosa 2 1/2"</b> Ventosa de diámetro 63 mm, de fundición, para las tuberías primarias.	4,00	314,83	1.259,32
<b>3.B.07.</b>	<b>Ud. Purgador 1"</b> Purgador de diámetro 25 mm, de fundición, para el final cerrado de los laterales.	159,00	10,17	1.617,03
<b>3.B.08.</b>	<b>Ud. Válvula de mariposa 2 1/2"</b> Válvula de mariposa de 63 mm diámetro, de cuerpo de fundición, accionamiento mando por palanca, para desagüe de las tuberías primarias.	4,00	78,33	313,32
<b>3.B.09.</b>	<b>Ud. Reductor de presión 2 1/2"</b> Válvula reductora de presión de 63 mm de diámetro, de latón fundido, para las tuberías primarias.	4,00	112,03	448,12
	ACCESORIOS DE LA RED DE RIEGO			
<b>3.B.10.</b>	<b>Ud. Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	1,00	9,43	9,43
<b>3.B.11.</b>	<b>Ud. Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm.	1,00	6,34	6,34

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
3.B.12	<b>Ud. Reducción de <math>\phi</math>90 a <math>\phi</math>75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm.	1,00	7,44	7,44
	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN			
3.B.13.	<b>Ud. Arqueta normalizada (0,4x0,3x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para desagüe de las tuberías primarias, con medidas interiores de 0,4x0,3x0,6 m.	4,00	64,07	256,28
3.B.14.	<b>Ud. Arqueta normalizada (0,3x0,2x0,6)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para resguardo de los dispositivos de control de la red de riego, con medidas interiores de 0,3x0,2x0,6 m.	4,00	56,42	225,68
3.B.15.	<b>h Instalación de la red de riego</b> Establecimiento de la red de riego e instalación de todos los dispositivos de control y accesorios.	80,00	31,93	2.554,40
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO II.B. RED DE RIEGO</b>				<b>30.206,98</b>
SUBCAPÍTULO III.C. CABEZAL DE RIEGO				
ELEMENTOS DEL CABEZAL DE RIEGO				
3.C.01.	<b>Ud. Filtro de arena con brida 4"</b> Filtro de arena metálico cerrado, con fondos superior e inferior abombados y tratamiento anticorrosión (fosfatado), con conexión tipo brida de 4" y diámetro 48", con una superficie filtrante no inferior a 1,13 m <sup>2</sup> .	2,00	1.282,96	2.565,92
3.C.02.	<b>Ud. Filtro de malla en "Y" brida 4"</b> Filtro de mallas metálico inclinado o en Y, para un caudal de filtrado de 80 m <sup>3</sup> /h, con conexión de 4". Malla de acero inoxidable standard de 120 mesh.	2,00	502,72	1.005,44
3.C.03.	<b>Ud. Contador tipo Woltmann 4"</b> Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B.	1,00	413,00	413,00
3.C.04.	<b>Ud. Equipo de fertirrigación</b> Suministro e instalación de sistema del equipo de fertirrigación formado por un depósito de polietileno de alta densidad de 100 L de capacidad y un motor monofásico de 1,5 kW, 230 V.	1,00	195,22	195,22
3.C.05.	<b>Ud. Programador con 4 estaciones</b> Suministro e instalación de programador de 4 estaciones. Alimentado por 2 pilas alcalinas de 9V.	1,00	76,98	76,98
ACCESORIOS DEL CABEZAL DE RIEGO				
3.C.06.	<b>Ud. Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>90</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	8,00	9,43	75,44
3.C.07.	<b>Ud. Codo 90° de PVC, <math>\phi</math>75</b> Codo 90° de PVC, con junta pegada, de diámetro 75 mm.	1,00	6,34	6,34

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
3.C.08.	<b>Ud. Reducción de <math>\phi</math>90 a <math>\phi</math>75</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm a 75 mm.	1,00	7,44	7,44
3.C.09.	<b>Ud. Reducción de <math>\phi</math>100 a <math>\phi</math>90</b> Reducción de PVC, con junta pegada, de diámetro 100 mm a 90 mm.	4,00	8,64	34,56
3.C.10.	<b>Ud. Te de PVC, <math>\phi</math>90</b> Derivación en Te igual diámetro, de PVC, con junta pegada, de diámetro 90 mm.	3,00	12,61	37,83
DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL CABEZAL DE RIEGO				
3.C.11.	<b>Ud. Válvula de compuerta 4"</b> Válvula de compuerta de 100 mm de diámetro, con cuerpo de fundición.	2,00	113,10	226,20
3.C.12.	<b>Ud. Manómetro</b> Manómetro de glicerina con tubo flexible para 0-16 bar.	1,00	6,03	6,03
3.C.13.	<b>Ud. Válvula de bola 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de inyección de fertilizantes de diámetro 12 mm y presión nominal 10 atm.	1,00	3,45	3,45
3.C.14.	<b>Ud. Válvula de bola 1 1/2"</b> Válvula de retención de bola en la tubería de retrolavado de filtros de arena de diámetro 40 mm y presión nominal 10 atm.	1,00	14,75	14,75
3.C.15.	<b>Ud. Electroválvula 3 1/2"</b> Electroválvula de 90 mm de diámetro, de nylon con apertura manual y con regulador de caudal.	2,00	264,72	529,44
3.C.16.	<b>h Instalación del cabezal de riego</b> Instalación de todos los elementos, dispositivos de control y accesorios del cabezal de riego.	56,00	21,63	1.211,28
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO III.C. CABEZAL DE RIEGO</b>				<b>6.409,78</b>
SUBCAPÍTULO III.D. RED DE BOMBEO				
3.D.01.	<b>m Tubería de impulsión y de aspiración <math>\phi</math>90, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 90 mm y junta pegada.	9,20	3,76	34,59
3.D.02.	<b>m Tubería de retrolavado <math>\phi</math>40, PVC, 0,63 MPa</b> Tubo de PVC de presión nominal 0,63 MPa, diámetro exterior 40 mm y junta pegada.	1,50	1,26	1,89
3.D.03.	<b>m Tubería de inyección de fertilizantes <math>\phi</math>12, PE-32, 0,5 MPa</b> Tubo de polietileno de baja densidad PE-32, diámetro exterior 12 mm y presión nominal 0,5 MPa.	1,90	0,33	0,63
3.D.04.	<b>h Instalación de la red de bombeo</b> Instalación de las tuberías de la red de bombeo.	32,00	21,63	692,16

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
3.D.05.	<b>Ud. Motor trifásico 15kW</b> Suministro y conexionado de electrobomba rotodinámica horizontal de 15 kW. Motor trifásico 400V.	1,00	459,05	459,05
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO III.D. RED DE BOMBEO</b>			<b>1.188,32</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO III. SISTEMA DE RIEGO</b>			<b>42.702,02</b>
	<b>CAPÍTULO IV. CASETA DE RIEGO</b>			
	<b>SUBCAPÍTULO IV.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>			
4.A.01.	<b>m³ Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.	12,00	2,29	27,48
4.A.02.	<b>m³ Excavación para formar las zapatas</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.	0,86	7,75	6,67
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>			<b>34,15</b>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>			
4.B.01.	<b>Ud. Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 60x60 cm y 60cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/Ila, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.	4,00	53,72	214,88
4.B.02.	<b>m³ Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m³, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	0,14	7,77	1,09
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>			<b>215,97</b>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.C. RELLENOS</b>			
4.C.01.	<b>m³ Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	5,60	17,58	98,45
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.C. RELLENOS</b>			<b>98,45</b>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.D. REVESTIMIENTOS</b>			
4.D.01.	<b>m² Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/I, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	28,00	16,51	462,28
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.D. REVESTIMIENTOS</b>			<b>462,28</b>
	<b>SUBCAPÍTULO IV.E. ESTRUCTURA</b>			
4.E.01.	<b>kg Acero laminado en dinteles y correas IPE-80</b> Perfil estructural IPE 80 mm, de acero A-42 laminado, 6,0 kg/m.	258,00	0,47	121,26

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
4.E.02.	<b>kg Acero laminado en pilares HEB-100</b> Perfil estructural HEB 100 mm, de acero A42 laminado, 20,4 kg/m.	216,24	0,45	97,31
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.E. ESTRUCTURA</b>			<b>218,57</b>
SUBCAPÍTULO IV.F. CUBIERTA				
4.F.01.	<b>m<sup>2</sup> Cobertura paneles multicapas</b> Cobertura con paneles multicapa de chapas de acero de 0,6 mm galvanizado y espuma de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> realizada según NTE/QTG-8, incluso cubrejuntas y accesorios de fijación.	28,00	29,31	820,68
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.F. CUBIERTA</b>			<b>820,68</b>
SUBCAPÍTULO IV.G. CERRAMIENTO				
4.G.01.	<b>m<sup>2</sup> Ladrillo perforado (24x12x9) cm</b> Fábrica para revestir, de 12 cm de espesor, construida con ladrillos perforados de 24x12x9 cm, sentados con mortero de cemento 1:8 y aparejados, incluso replanteo, nivelación aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecimiento de las piezas y limpieza, según DB SE-F del CTE y NTE-FFL.	52,5	40,95	2.149,88
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.G. CERRAMIENTO</b>			<b>2.149,88</b>
SUBCAPÍTULO IV.H.CARPINTERIA EXTERIOR Y CERRAJERÍA				
4.H.01.	<b>Ud. Ventana</b> Ventana corredera de dos hojas de 280 cm de ancho y 140 cm de alto, sin guías de persiana incorporada, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, deslizamiento mediante ruedas, cierre de seguridad embutidos y barrera e felpudo, para recibir acristalamiento y seguridad, colocación, sellado de uniones y limpieza. Según NTE-FCL-5.	1,00	200,65	200,65
4.H.02.	<b>Ud. Puerta</b> Puerta de entrada abatible de dos hojas de 1,50 m de ancho y 2,10 m de alto realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras, color natural, con zócalo intermedio y zócalo inferior del mismo material, bisagras embutidas y cerradura con caja zincada y picaporte de vaivén regulable, para recibir acristalamiento, incluso corte, preparación y uniones de perfiles, fijación de junquillos, patillas y herrajes de cuelgue y seguridad, colocación de sellado de uniones y limpieza según NTE/FCL-16.	1,00	266,32	266,32
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.H.CARPINTERIA EXTERIOR Y CERRAJERÍA</b>			<b>466,97</b>
SUBCAPÍTULO IV.I.ELECTRICIDAD				
4.I.01.	<b>m Cable H07 VV-K 2G 2,5: circuitos de iluminación, tomas de corriente y electroválvulas y motor monofásico</b> Cable flexible de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 450/750 V H07V-K con aislamiento de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	39,00	0,27	10,53
	4.I.02.			<b>m Cable RV-K 0,6/1 kV 2x4: línea de fuerza para el motor trifásico</b> Cable flexible de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV H07V-K y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.
4.I.03.	<b>m Cable RZ 0,6/1 kV 2X70 Al: acometida y derivación individual</b> Cable rígido de aluminio de 70 mm <sup>2</sup> de sección y de tensión nominal 0,6/1 kV, tipo RZ, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	117,00	0,87	101,79



Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
4.1.04.	<b>m Tubo corrugado doble pared PVC</b> Tubo corrugado con doble pared de PVC de 160 mm de diámetro nominal para canalización enterrada, con un grado de protección mecánica 9, según el NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	117,00	4,25	497,25
4.1.05.	<b>Ud. Arqueta normalizada (0,8x0,5x0,5)</b> Arqueta prefabricada de hormigón para control de la conducción eléctrica de la acometida con medidas interiores de 0,8x0,5x0,5 m.	3,00	76,62	229,86
4.1.06.	<b>m³ Excavación para formación de la zanja para alojar la acometida</b> Excavación para la formación de la zanja para alojar la acometida, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transportes, según NTE/ADZ-4.	18,72	7,75	145,08
4.1.07.	<b>m³ Relleno de zanja</b> Relleno de la zanja de la conducción eléctrica de la acometida por medios mecánicos y manuales, con la tierra extraída en la excavación.	18,72	5,25	98,28
4.1.08.	<b>m Bandeja</b> Bandeja perforada de chapa de acero galvanizado, de dimensiones 15x50 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 2m de longitud, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	10,00	2,60	26,00
4.1.09.	<b>Ud. Puesta a tierra</b> Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 m, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	1,00	9,53	9,53
4.1.10.	<b>Ud. Magnetotérmico 1P 5A: Circuito de iluminación</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 5A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	17,92	17,92
4.1.11.	<b>Ud. Magnetotérmico 1P 25A: Circuito de tomas de corriente</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	18,11	18,11
4.1.12.	<b>Ud. Magnetotérmico 3P 36A: Línea de fuerza para el motor trifásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 36A, tripolar, de hasta 400V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	88,90	88,90
4.1.13.	<b>Ud. Magnetotérmico 1P 16A: Circuito para las electroválvulas y el motor monofásico</b> Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16A, unipolar, de hasta 230 V, con una curva de disparo tipo B y poder de corte de 6 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	17,24	17,24
4.1.14.	<b>Ud. Interruptor Diferencial 4P/40A/30 mA</b> Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	94,15	94,15

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
4.1.15.	<b>Ud. Interruptor Automático General 4P/40A/30mA</b> Interruptor automático general de intensidad nominal 40 A, tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC, para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	143,52	143,52
4.1.16.	<b>Ud. Variador electrónico de frecuencia 15 kW</b> Variador de velocidad para motor de 15 kW 40A 400V par constante equipado con filtros de entrada y de salida, bobinas de choque para eliminación de armónicos, sobrecarga del 150% a 50°C, grado de protección IP-54 comunicación serie RS232/485 programa control bombas, pie de obra.	1,00	250,00	250,00
4.1.17.	<b>Ud. Interruptor simple</b> Interruptor simple empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250V y tecla sin marco, incluido pequeño material.	1,00	4,65	4,65
4.1.18.	<b>Ud. Cuadro secundario</b> Caja de distribución de superficie de material auto extingible con un grado de protección IP40 con una capacidad para 6 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36 mm de anchura, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,00	18,85	18,85
4.1.19.	<b>Ud. Base de enchufe 16 2p+T</b> Toma de corriente de calidad media para instalaciones empotradas, 2polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 16 A, 230V, sin marco, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	5,00	6,12	30,60
4.1.20.	<b>Ud. Luminaria fluorescente 2x18W</b> Luminaria fluorescente, estándar, de diámetro 20 mm, 2x18W y 220V.	6,00	2,61	15,66
4.1.21.	<b>h Instalación eléctrica</b> Establecimiento de la red eléctrica e instalación de todos los dispositivos eléctricos.	18,00	21,63	389,34
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO IV.I.ELECTRICIDAD</b>				<b>2.213,62</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO IV. CASETA DE RIEGO</b>				<b>6.680,57</b>
<b>CAPÍTULO V. TORRES DE VENTILACIÓN</b>				
<b>SUBCAPÍTULO V.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>				
5.A.01.	<b>m³ Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.	12,00	2,29	27,48
5.A.02.	<b>m³ Excavación</b> Excavación para formación de zanjas, en terrenos blando, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.	0,86	7,75	6,67
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO V.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>				<b>34,15</b>
<b>SUBCAPÍTULO V.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>				
5.B.01.	<b>Ud. Zapata cuadrada</b> Zapata cuadrada de 180x180 cm y 180cm de canto, de hormigón armado HA 25/P/40/IIa, con cuantía de 15 kg de acero B-500-S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.	4,00	476,47	1.905,88

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
<b>5.B.02.</b>	<b>m³ Hormigón de limpieza</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m³, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	0,32	7,77	2,49
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO V.B. CIMENTACIONES DIRECTAS</b>			<b>1.908,37</b>
	<b>SUBCAPÍTULO V.C. RELLENOS</b>			
<b>5.C.01.</b>	<b>m³ Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm. De espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	2,65	16,62	44,04
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO V.C. RELLENOS</b>			<b>44,04</b>
	<b>SUBCAPÍTULO V.D. REVESTIMIENTOS</b>			
<b>5.D.01.</b>	<b>m² Solera</b> Solera realizada con HA 20/B/20/l, tamaño de árido 20 mm, espesor de 15 cm reforzada con malla electro soldada ME 200x200 a diámetro 6-6 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.	13,26	16,51	218,92
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO V.D. REVESTIMIENTOS</b>			<b>218,92</b>
	<b>SUBCAPÍTULO V.E. TORRE DE VENTILACIÓN</b>			
<b>5.E.01.</b>	<b>Ud. Torre de ventilación</b> Torre de ventilación para defensa contra heladas, con 3 ha de cobertura, que incluye mástil metálico de 11 m, motor de combustión de 130 kW, sistema de engranajes y accesorios, transporte, instalación y medios auxiliares.	4,00	15.447,94	61.791,76
<b>5.E.02.</b>	<b>Ud. Programador</b> Programador intemperie con sistema de monitoreo de la temperatura ambiente.	1,00	88,22	88,22
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO V.E. TORRE DE VENTILACIÓN</b>			<b>61.879,98</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO V. TORRES DE VENTILACIÓN</b>			<b>64.085,46</b>
	<b>CAPÍTULO VI. ESPALDERA</b>			
	<b>SUBCAPÍTULO VI.A. MATERIAL PARA LA ESPALDERA</b>			
<b>6.A.01.</b>	<b>m Perfil hueco redondo</b> Perfil normalizado de acero hueco redondeo A-42 de diámetro 30 mm de diámetro y 2 mm de espesor.	6.360,00	0,75	4.770,00
<b>6.A.02.</b>	<b>m Cable tensor</b> Cable tensor para espaldera, formado por cable de acero de diámetro 7 mm.	2.194,00	0,56	1.228,64
<b>6.A.03.</b>	<b>m Alambre</b> Alambre para espaldera, formado por alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro.	83.475,00	0,16	13.356,00
<b>6.A.04.</b>	<b>Ud. Tensores</b> Tensores para alambres, galvanizado.	5.724,00	0,16	915,84

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
6.A.05.	<b>h. Instalación del sistema de apoyo</b> Instalación de la espaldera en las líneas de los árboles de la plantación.	56,00	66,95	3.749,20
6.A.06.	<b>m³ Dado de hormigón para anclaje de postes terminales y cables tensores</b> Hormigón en masa HL-150/B/20 de dosificación 150 kg/m³, con tamaño máximo de árido de 20 mm elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor será de 10 cm, según CTE/DB SE C y EHE-08.	95,40	7,77	741,26
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO VI.A. MATERIAL PARA LA ESPALDERA</b>			<b>24.019,68</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO VI. ESPALDERA</b>			<b>24.019,68</b>
	<b>CAPÍTULO VII. INFRAESTRUCTURAS</b>			
	<b>SUBCAPÍTULO VII.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>			
7.A.01.	<b>m³ Retirada tierra vegetal</b> Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos.	1.298,10	2,29	2.972,65
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO VII.A. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>			<b>2.972,65</b>
	<b>SUBCAPÍTULO VII.B. RELLENOS</b>			
7.B.01.	<b>m³ Relleno y extendido zahorra</b> Relleno y extendido de zahorras con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado y riego, en capas de 25 cm de espesor máximo, con grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.	1.298,10	17,58	22.820,60
7.B.02.	<b>m³ Relleno y extendido macadam</b> Relleno y extendido de macadam con medios mecánicos, motoniveladora, incluso compactación con rodillo autopropulsado en capa de 10 cm, según NTE/ADZ-12.	865,40	11,93	10.324,22
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO VII.B. RELLENOS</b>			<b>33.144,82</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO VII. INFRAESTRUCTURAS</b>			<b>36.117,47</b>
	<b>CAPÍTULO VIII. SEGURIDAD Y SALUD</b>			
	<b>SUBCAPÍTULO VIII.A. PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>			
8.A.01.	<b>Ud. Casco de seguridad</b> Casco de seguridad homologado CE.	2,00	1,84	3,68
8.A.02.	<b>Pantalla casco seguridad soldar</b> Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologado CE.	1,00	18,99	18,99
8.A.03.	<b>Gafas contra impactos</b> Gafas contra impactos antirrayadura, homologadas CE.	2,00	11,47	22,94
8.A.04.	<b>Mono de trabajo</b> Mono de trabajo, homologado CE.	4,00	8,76	35,04
8.A.05.	<b>Faja elástica sobreesfuerzos</b> Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE.	4,00	33,79	135,16

Nº de orden	Designación de la clase de obra	Cantidad	€/unidad	Importe
<b>8.A.06.</b>	<b>Protectores auditivos</b> Protectores auditivos, homologados CE.	2,00	6,67	13,34
<b>8.A.07.</b>	<b>Cinturón portaherramientas</b> Cinturón portaherramientas, homologado CE.	2,00	22,31	44,62
<b>8.A.08.</b>	<b>Par de guantes</b> Par de guantes de piel natural, homologado CE.	4,00	5,05	20,20
<b>8.A.09.</b>	<b>Par de botas de seguridad</b> Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.	4,00	20,21	80,84
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO VIII.A. PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				<b>374,81</b>
<b>SUBCAPÍTULO VIII.B. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				
<b>8.B.01.</b>	<b>Botiquín de urgencias</b> Botiquín de urgencias homologado CE.	1,00	23,40	23,40
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO VIII.B. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>23,40</b>
<b>SUBCAPÍTULO VIII.C. INSTALACIÓN DEL PERSONAL</b>				
<b>8.C.01.</b>	<b>Alquiler caseta aseo</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo de obra de 1,35x1,35 m con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de PVC en suelos y tablero laminado en paredes. Equipada con placar turba, y un lavabo.	1,00	68,68	68,68
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO VIII.C. INSTALACIÓN DEL PERSONAL</b>				<b>68,68</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO VIII. SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>466,89</b>
<b>TOTAL</b>				<b>298.940,97</b>

Palencia, Junio de 2016

Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Fdo: Elena Tejerina Fernández

## **RESUMEN DE PRESUPUESTO**

### PROYECTO PLANTACIÓN DE MANZANOS

<b>1. PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>	
I. Implantación del cultivo .....	67.880,36 €
II. Maquinaria .....	57.125,00 €
III. Sistema de riego .....	42.565,54 €
IV. Caseta de riego .....	6.680,57 €
V. Torres de ventilación .....	64.085,46 €
VI. Espaldera .....	24.019,68 €
VII. Infraestructuras .....	36.117,47 €
VIII. Seguridad y Salud.....	466,89 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>298.940,97 €</b>
<hr/>	
<b>2. PRESUPUESTO de EJECUCIÓN por CONTRATA (PEC)</b>	
PEM .....	298.940,97 €
Gastos Generales (GG) 13% PEM .....	38.862,33 €
Beneficio Industrial del Contratista (BIC) 6%PEM.....	17.936,46 €
21% IVA .....	74.705,35 €
<b>TOTAL PEC</b>	<b>430.445,11 €</b>
<hr/>	
<b>3. PRESUPUESTO GENERAL</b>	
PEC .....	430.445,11 €
Honorarios de redacción del proyecto 2% PEM .....	5.978,82 €
Honorarios de la dirección de Obra 2% PEM .....	5.978,82 €
Honorarios de coordinación de seguridad y salud 1% PEM .....	2.989,41 €
21% IVA de los honorarios .....	3.138,88 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>448.531,04 €</b>

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de CUATRO CIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS TREINTA Y UN EUROS con CUATRO CÉNTIMOS.

Palencia, Junio de 2016

Graduado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Fdo: Elena Tejerina Fernández

# **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## Índice del Estudio Básico de Seguridad y Salud

<b>1. Introducción</b>	1
<b>1.1. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud</b>	1
<b>1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud</b>	2
<b>2. Memoria informativa</b>	2
<b>2.1. Datos en relación con la obra</b>	2
<b>2.2. Características de la obra</b>	3
<b>3. Memoria descriptiva</b>	4
<b>3.1. Riesgos que pueden ser evitados</b>	4
3.1.1. Riesgos indirectos producto de omisiones de Empresa	4
3.1.1.1. <u>Relación de actuaciones de empresa cuya omisión genera riesgos indirectos</u>	4
3.1.1.2. <u>Medidas a adoptar a fin de evitar los riesgos</u>	5
3.1.2. Riesgos indirectos provocados por agresiones del entorno	5
3.1.2.1. <u>Medidas a adoptar</u>	6
3.1.3. Riesgos derivados de puestos de trabajo ocupados por menores, disminuidos físicos, psíquicos o sensoriales, embarazadas o en periodo de lactancia	6
<b>3.2. Riesgos que no pueden ser evitados y medidas a adoptar</b>	7
Ficha 1. Caída de personas a distinto nivel	8
Ficha 2. Caída de personas al mismo nivel	9
Ficha 3. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	10
Ficha 4. Caída de objetos en manipulación	10
Ficha 5. Caída de objetos desprendidos	12
Ficha 7. Choque contra objetos móviles	12
Ficha 8. Golpes/cortes por objetos o herramientas	13
Ficha 9. Proyección de fragmentos o partículas	15
Ficha 11. Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	15
Ficha 12. Sobreesfuerzos	16
Ficha 16. Contactos eléctricos indirectos	17
Ficha 17. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	17
Ficha 26. Atropellos o golpes con vehículos	18
Ficha 27. Ruido	19



<b>3.3. Equipos de trabajo</b> .....	19
3.3.1. Características generales .....	19
3.3.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a ciertos equipos de trabajo.....	20
3.3.2.1. <u>Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles ya sean automotores o no</u> .....	20
3.3.2.2. <u>Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas</u> .....	22
3.3.3. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.....	23
3.3.3.1. <u>Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo</u> .....	23
3.3.3.2. <u>Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no</u> .....	24
3.3.3.3. <u>Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas</u> .....	25
<b>4. <u>Previsiones e informaciones útiles para efectuar, en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento, conservación y transformación de la obra</u></b> .....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el Promotor estará obligado a que en la fase de redacción de proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que ninguno de los supuestos recogidos en el apartado 1 del artículo 4 se verifiquen en este caso, con el fin de aplicar el apartado 2 del mismo artículo. Dichas verificaciones se muestra a continuación:

a) Que el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

$$PEC = PEM + GG + BI + IVA$$

donde: PEC: Presupuesto de Ejecución por Contrata

PEM: Presupuesto de Ejecución Material = 298.940,97 €

GG: Gastos Generales (13% PEM) = 38.862,33 €

BI: Beneficio Industrial (6% s/ PEM) = 17.936,46 €

IVA (21%) = 74.705,35 €

$$PEC = 298.940,97 + 38.862,33 + 17.936,46 + 74.705,35 = 430.445,11€ < 450.759,08 €$$

Por lo tanto, según el primer supuesto, el Presente Proyecto queda excluido de la elaboración de Estudio de Seguridad.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

El Plazo de Ejecución Previsto (PEP) es de 47 días laborales.

El número de trabajadores que se prevé que trabajen simultáneamente es 4.

Por tanto, según el segundo supuesto, el presente proyecto queda excluido de la elaboración de Estudio de Seguridad al no verificarse los dos condicionantes.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

El número medio de trabajadores en el transcurso de la obra es de 2 personas.

Por lo tanto, según el tercer supuesto, el presente Proyecto queda excluido de la elaboración de Estudio de Seguridad al no sobrepasarse la limitación impuesta de 500 trabajadores/día.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El presente proyecto no es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

## **1.2. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar lo siguiente:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## **2. MEMORIA INFORMATIVA**

### **2.1. DATOS EN RELACIÓN CON LA OBRA**

- Nombre y dirección del promotor: E.T.S. de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid (Campus de Palencia)
- Autor del proyecto: D<sup>a</sup>. Elena Tejerina Fernández
- Coordinador/es en fase de Proyecto (nombre, dirección): D<sup>a</sup>. Elena Tejerina Fernández, Calle el Castillo N<sup>o</sup> 10 Autillo de Campos (Palencia)
- Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud: D<sup>a</sup>. Elena Tejerina Fernández
- Presupuesto de Contrata: (430.445,11€ <450.759,08 €)
- Plazo de ejecución (n<sup>o</sup> de días): 47
- N<sup>o</sup> máximo de trabajadores en momento punta: (<20 jornadas)
- N<sup>o</sup> medio de trabajadores en el transcurso de la obra: 2
- Mano de obra total empleada: (<500 jornadas/hombre)
- No existen obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas.

Palencia, junio de 2016.

Fdo. Elena Tejerina Fernández

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

- Situación de la obra

La obra consiste en el establecimiento de una plantación de manzanos de 10,8 ha ubicada en la provincia de Palencia, en el municipio de Autillo de Campos, Polígono 2, parcelas 35, 36 y 37. (Ver Documento 2. Planos).

- Descripción de la obra

Lo que el promotor desea hacer en la parcela es establecer un sistema de riego por goteo para los manzanos y construir una caseta para albergar el cabezal de riego.

- Accesos a la obra

El acceso a la finca se realiza por el este desde la carretera P-941 "camino a Castromocho".

La finca está rodeada por parcelas de uso agrícola. Ninguna propiedad colindante afecta a la obra.

- Medio ambiente y su influencia en la obra (contaminación atmosférica, acústica, vibraciones, etc.)

No existen influencias medioambientales considerables en el entorno de la finca. Ninguna de las parcelas está catalogada como LIC, ZEPA o ZVN.

- Climatología

En la zona donde se va a ubicar la plantación, son frecuentes las heladas primaverales tardías. La precipitación media anual es escasa y está mal distribuida. Las lluvias son frecuentes en primavera y otoño, mientras que por el contrario suele producirse una acusada aridez estival en los meses de verano.

- Interferencias con servicios afectados (conducciones de agua, gas, saneamiento, líneas eléctricas o telefónicas; situación y profundidad).

La finca cuenta con un hidrante de riego alimentado por el agua del Canal de Castilla. De este hidrante se va a tomar el agua para alimentar al sistema de riego por goteo.

- Comunicaciones existentes

La parcela se encuentra dentro de una zona agrícola, por lo que el camino de acceso es de tierra. Este camino parte de una carretera provincial en buen estado, P-941. El núcleo poblacional más cercano es el municipio de Abarca de Campos a unos 800 m.

- Características del terreno (Síntesis del estudio geológico y geotécnico y sollicitaciones de vial o sobrecargas existentes)

Se trata de un terreno sin pendiente, actualmente dedicado al cultivo de cereal.

Para una obra de estas dimensiones, no es necesaria la realización de un estudio geotécnico.

- Dirección y teléfono del centro asistencial médico más cercano.

Centro de Salud de Villarramiel  
Calle Santa María, 34350 Villarramiel (Palencia)  
Teléfono: 979 837 053  
Teléfono de ambulancias: 112

### **3. MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **3.1. RIESGOS QUE PUEDEN SER EVITADOS**

##### **3.1.1. RIESGOS INDIRECTOS PRODUCTO DE OMISIONES DE EMPRESA**

###### **3.1.1.1. Relación de actuaciones de empresa cuya omisión genera riesgos indirectos**

- Notificación a la autoridad laboral de apertura del centro de trabajo acompañada del Estudio Básico de Seguridad y Salud. (Art. 19 R.D.: 1627/97).
- Existencia del Libro de Incidencias en el centro de trabajo y en poder del Coordinador o de la Dirección Facultativa. (Art. 13 R.D. 1627/97).
- Existencia en obra de un coordinador de la ejecución nombrado por el promotor cuando en su ejecución intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. (Art. 3.2 R.D. 1627/97).
- Relación de la naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos que presumiblemente se prevea puedan ser utilizados y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia (Art. 4.7.b. ley 31/95 y Art. 41 Ley 31/95).
- Planificación, organización y control de la actividad preventiva (Art. 4.7 Ley 31/95) integrados en la planificación, organización y control de la obra (Art. 1.1 R.D. 39/1997) incluidos los procesos técnicos y línea jerárquica de la empresa con compromiso prevencionista en todos sus niveles, creando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo y las condiciones en que se efectúe el mismo, las relaciones sociales y factores ambientales (Art. 15. g. Ley 31/95 y Art. 16 Ley 31/95).
- Creación del Comité de Seguridad y Salud cuando la plantilla supere los 50 trabajadores. (Art. 38 Ley 31/95).
- Crear o contratar los Servicios de Prevención (Cap. IV Ley 31/95 y Art. 12 y 16 del R.D. 39/1997).
- Contratar auditoría o evaluación externa a fin de someter a la misma el servicio de prevención de la empresa que no hubiera concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada. (Cap. V. R.D. 39/97).
- Creación o contratación externa de la estructura de información prevencionista ascendente y descendente. (Art. 18 Ley 31/95).
  - Formación prevencionista en ley de todos los niveles jerárquicos. (Art. 19 Ley 31/95).
  - Consulta y participación de los trabajadores en la Prevención (Cap. V Ley 31/95).
- Creación y apertura del Archivo Documental de acuerdo con el Art. 23 y Art. 47.4 de la Ley 31/95.
- Creación del control de bajas laborales, y poseer relación de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una inactividad laboral superior a un día de trabajo. (Art. 23.1.e. Ley 31/95).

- Creación y mantenimiento, tanto humano como material, de los servicios de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores en caso de emergencia, comprobando periódicamente su correcto funcionamiento. (Art. 20 Ley 31/95).
- Establecimiento de normas de régimen interior de empresas, también denominado por la CE "política general de calidad de vida". (Art. 15.1.g Ley 31/95 y Art. 1 R.D. 39/97).
- Organizar los reconocimientos médicos iniciales y periódicos en caso de ser necesarios estos últimos. (Art. 22 Ley 31/95).
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. (Art. 9. f. R.D.: 1627/97).
- Adoptar las medidas necesarias para eliminar los riesgos inducidos y/o generados por el entorno o proximidad de la Obra. Art. 10.j. R.D. 1627/97, Art.15.g Ley 31/95.
- Crear o poseer en la obra lo siguiente:
  - Cartel con los datos del Aviso Previo (Anexo III, R.D. 1627/97).
  - Cerramiento perimetral de obra.
  - Entradas a obra de personal y vehículos (independientes).
  - Señales de seguridad (prohibición, obligación, advertencia y salvamento).
  - Poseer en obra dirección y teléfono del hospital o centro sanitario más cercano.
  - Accesos protegidos desde la entrada al solar hasta la obra.
  - Extintores.
  - Desinfectantes y/o descontaminantes, en caso de ser necesarios.
  - Aseos, vestuarios, botiquines, comedor, taquillas, agua potable.
  - Estudio de los edificios y/o paredes medianera y sus cimientos que pueden afectar o ser afectados por la ejecución de la obra.
  - Documentación de las empresas de servicio de agua, electricidad, teléfonos y saneamiento sobre existencia o no de líneas eléctricas, acometidas, o redes y su dirección, profundidad y medida, tamaño, nivel o tensión, etc.
  - Espacios destinados a acopios y delimitar los dedicados a productos peligrosos.
  - Informes de los fabricantes, importadores o suministradores de las máquinas, equipos, productos, materias primas, útiles de trabajo, sustancias químicas y elementos para la protección de los trabajadores, de acuerdo con el Art. 41 ley 31/95 (deberán de estar depositados en el archivo documental. Art. 23 y 47.4 Ley 31/95).

### **3.1.1.2. Medidas a adoptar a fin de evitar los riesgos**

Cumplir lo señalado en el apartado anterior.

### **3.1.2. RIESGOS INDIRECTOS PROVOCADOS POR AGRESIONES DEL ENTORNO**

Se señalarán con una cruz los existentes.

- A. Empresas o instalaciones que originan:
- Contaminación atmosférica
  - Contaminación por ruido
  - Vibraciones
  - Otros

B. Vías de ferrocarril, carreteras, calles, etc. :

Solicitud por sobrecargas  
Solicitud por vibraciones  
Ruidos  
Otros

C. Edificaciones o instalaciones cercanas:

Solicitud por sobrecargas  
Derrumbamientos, caída de objetos  
Impacto de grúa  
Otros

D. Entorno:

Árboles  
Otros elementos altos  
Líneas eléctricas aéreas  
Otros

**3.1.2.1. Medidas a adoptar**

Se señalarán aquí las medidas que deben ser tomadas para que desaparezcan los riesgos que se hayan señalado en el apartado anterior. Aquellos riesgos para los cuales no existan medidas, serán considerados en el apartado correspondiente de Riesgos que no pueden ser evitados.

En el apartado anterior, no se ha señalado ningún riesgo, por lo que solo se considerarán los riesgos que no pueden ser evitados.

**3.1.3. RIESGOS DERIVADOS DE PUESTOS DE TRABAJO OCUPADOS POR MENORES, DISMINUIDOS FÍSICOS, PSÍQUICOS O SENSORIALES, EMBARAZADAS O EN PERIODO DE LACTANCIA.**

- Teniendo en cuenta los Art. 25, 26 y 27 Ley 31/95, estos trabajadores no serán empleados en aquellos puestos de trabajo en los que, a causa de sus características personales, estado biológico o por su discapacidad física, psíquica o sensorial debidamente reconocida, puedan ellos, los demás trabajadores u otras personas relacionadas con la empresa, ponerse en situación de peligro o, en general, cuando se encuentren manifiestamente en estado o situación transitoria que no responda a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.
- Igualmente, el empresario deberá tener en cuenta los factores de riesgo que pueden incidir en la función procreadora de los trabajadores o trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan ejercer efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación, tanto en los aspectos de la fertilidad, como del desarrollo de la descendencia.
- En el caso en que las condiciones de un puesto de trabajo pudiera influir negativamente en la salud de la trabajadora embarazada o del feto, y así lo certifique el médico de la Seguridad Social que asista facultativamente a la trabajadora, ésta deberá desempeñar un puesto de trabajo o función diferente y compatible con su estado.
- En relación con los menores, el empresario deberá tener en cuenta la falta de experiencia e inmadurez de los mismos antes de encargarles el desempeño de un trabajo, cuidando al mismo tiempo de formarles e informarles adecuadamente.

- De todo lo mencionado anteriormente, el empresario hará evaluación de los puestos de trabajo destinados a los trabajadores de las características mencionadas que serán recogidas en el Plan de Seguridad y Salud Laboral de la obra y registrado en el Archivo Documental.

### 3.2. RIESGOS QUE NO PUEDEN SER EVITADOS Y MEDIDAS A ADOPTAR

En la Tabla 1 se muestra la Hoja Resumen, añadiendo los riesgos no evitables según los apartados 3.1.3 y 3.1.4 anteriores.

Tabla 1. Riesgos que no pueden ser evitados y medidas a adoptar.

VARIOS DEMOLICIONES REMATES PINTURAS YESOS ALICATADOS SOLADOS CARPINTERÍA INSTALACION ROZAS DE INSTALACIONES FABRICAS CERRAMIENTO EXTERIOR CUBIERTA ESTRUCTURA CIMENTACIÓN EXCAVACIONES DE TIERRAS												Nota: señálese con una cruz:			
<b>RIESGOS</b>												<b>(Nº de Ficha)</b>			
		X				X				X	X	X	X	X	(1) CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL
		X	X			X		X		X	X	X	X	X	(2) CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL
											X	X			(3) CAÍDA DE OBJETOS (DESPLOME, ETC.)
		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X		(4) CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN
										X	X	X	X		(5) CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS
															(6) PISADAS SOBRE OBJETOS
														X	(7) CHOQUE CONTRA OBJETOS MÓVILES
		X				X	X	X		X	X	X	X		(8) GOLPES/CORTES POR OBJETOS ETC.
		X				X				X		X	X		(9) PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS ETC.
															(10) ATRAPAMIENTO POR/ENTRE OBJETOS
														X	(11) ATRAP. POR VUELCO MAQUINAS, ETC.
						X	X	X		X	X	X	X	X	(12) SOBRESFUERZOS
															(13) EXPOSICIÓN TEMP. EXTREMAS
															(14) CONTACTOS TÉRMICOS
															(15) CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS
														X	(16) CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS
		X	X												(17) EXP. SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS
															(18) CONTAC. SUST. CAÚSTICAS, ETC.
															(19) EXPOSICIÓN A RADIACIONES
															(20) EXPLOSIONES A (Químicas)
															(21) EXPLOSIONES B (Físicas)
															(22/23/24/25) INCENDIOS
								X						X	(26) ATROPELLO/GOLPES CON VEHÍCULOS
						X				X		X	X		(27) RUIDO
															(28) VIBRACIONES
															(29) ILUMINACIÓN INSUFICIENTE
															(30) ESTRÉS TÉRMICO
															(31) RADIACIONES IONIZANTES
															(32) RADIACIONES NO IONIZANTES



Tabla 1. (Cont.) Riesgos que no pueden ser evitados y medidas a adoptar.

													Nota: señáense con una cruz:				
VARIOS	DEMOLICIONES	REMATES	PINTURAS	YESOS	ALICATADOS	SOLIDOS	CARPINTERÍA	INSTALACIÓN	ROZAS DE INSTALACIONES	FABRICAS	CERRAMIENTO EXTERIOR	CUBIERTA	ESTRUCTURA	CIMENTACIÓN	EXCAVACIONES DE TIERRAS		
USO DE EQUIPOS Y PROTECCIONES																	
			X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	EQUIPO Y PROTECCIÓN NECESARIA	USO DE EQUIPOS (Andamios, máquinas, etc.)
											X	X	X	X			CASCO
							X	X									GAFAS O PANTALLAS
											X		X	X	X		PROTECCIONES AUDITIVAS
																	EQUIPO AUT. CONTAMINACIÓN ATMOSFER.
			X														PROTECCIÓN RESPIRATORIA
		X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X		ROPA DE TRABAJO
		X		X			X	X			X	X	X	X	X		GUANTES
																	MANDIL/PETO
		X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X		BOTAS DE SEGURIDAD
																	POLAINAS
X																	BOTAS DE AGUA
																	BOTAS DE AGUA Y SEGURIDAD
							X				X	X					FAJA
																	MUNEQUERAS

A continuación, se adjuntarán las Fichas de Riesgo correspondientes.

### FICHA 1. CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL

#### Definición:

Acción de una persona al perder el equilibrio salvando una diferencia de altura entre dos puntos, considerando el punto de partida el plano horizontal de referencia donde se encuentra el individuo.

#### Medidas preventivas:

- Las aperturas en los pisos estarán siempre protegidas con barandillas de altura no inferior a 0,90 metros y con plintos y rodapiés de 15 centímetros de altura.
- Las aberturas en las paredes que estén a menos de 90 cm sobre el piso y tengan unas dimensiones mínimas de 75 cm de alto por 45 cm de ancho, y por las cuales haya peligro de caída de más de dos metros, estarán protegidas por barandillas, rejas u otros resguardos que complementen la protección hasta 90 cm sobre el piso y que sean capaces de resistir una carga mínima de 150 kilogramos por metro lineal.
- Las plataformas de trabajo que ofrezcan peligro de caída desde más de dos metros estarán protegidas en todo su contorno por barandillas y plintos.

- Las barandillas y plintos o rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes. La altura de las barandillas será de 90 cm como mínimo a partir del nivel del piso, y el hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales con una separación máxima de 15 cm. Serán capaces de resistir una carga de 150 kilogramos por metro lineal. Los plintos tendrán una altura mínima de 15 cm sobre el nivel del piso.
- Los pisos y pasillos de las plataformas de trabajo serán antideslizantes, se mantendrán libres de obstáculos y estarán provistas de un sistema de drenaje que permita la eliminación de productos resbaladizos.
- Los pozos de acceso a tuberías, fosos de reparación de automóviles, huecos de escaleras y de elevación de mercancías, escotillas, etc., tendrán la protección generalizada de barandilla fija de 0,90 m de altura mínima y rodapié de 15 cm.
- Utilizar Equipos de Protección Individual contra caídas de altura certificados cuando se esté expuesto a dicho riesgo; siempre que no exista protección colectiva o incluso junto con ésta.
- En el caso de disponer y utilizar escaleras fijas y de servicio, escaleras portátiles o escaleras móviles hay que adoptar las medidas preventivas correspondientes a dichas instalaciones o medios auxiliares.
- Igualmente, en el caso de utilizar andamios: de borriquetes, colgados, tubulares o metálicos sobre ruedas, hay que adoptar las medidas preventivas correspondientes a dichos medios auxiliares.
- La iluminación en el puesto de trabajo tiene que ser adecuada al tipo de operación que se realiza.
- En la ejecución de estructuras, se instalarán redes verticales con mástil y horca y horizontales bajo los forjados y se evitará mediante el empleo de andamios auxiliares que ningún operario se exponga a caídas a distinto nivel desde 2 m de altura o más.

## FICHA 2. CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL

### Definición:

Acción de una persona al perder el equilibrio, sin existir diferencia de altura entre dos puntos, cuando el individuo da con su cuerpo en el plano horizontal de referencia donde se encuentra situado.

### Medidas preventivas:

El pavimento tiene que constituir un conjunto homogéneo, llano y liso sin soluciones de continuidad; será de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza.

- Las superficies de tránsito estarán al mismo nivel, y de no ser así, se salvarán las diferencias de altura por rampas de pendiente no superior al 10 por 100.
- Las zonas de paso deberán estar siempre en buen estado de aseo y libres de obstáculos, realizándose las limpiezas necesarias.
- Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos, cuya utilización ofrezca mayor peligro ante este tipo de riesgo. El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasas y otras materias resbaladizas.

- Se evacuarán o eliminarán los residuos de primeras materias o de fabricación, bien directamente o por medio de tuberías o acumulándolos en recipientes adecuados.
- Utilizar calzado, como equipo de protección individual certificado, en buen estado con el tipo de suela adecuada que evite la caída por resbalamiento.
- Hay que corregir la escasa iluminación, mala identificación y visibilidad deficiente revisando periódicamente las diferentes instalaciones.
- Comprobar que las dimensiones de espacio permiten desplazamientos seguros.
- Hay que concienciar a cada trabajador en la idea de que se responsabilice en parte del buen mantenimiento del suelo y que ha de dar cuenta inmediata de las condiciones peligrosas del suelo como derrames de líquidos, jugos, aceites, agujeros, etc.
- El almacenamiento de materiales así como la colocación de herramientas se tiene que realizar en lugares específicos para tal fin.

### FICHA 3. CAÍDA DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO

#### Definición:

Suceso por el que a causa de una colocación o circunstancia física no correcta, un todo o parte de una cosa pierde su posición vertical, cayéndose en forma de hundimiento, desmoronamiento, etc.

#### Medidas preventivas:

- Los elementos estructurales, permanentes o provisionales de los edificios, serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome o derrumbamiento.
- Las escalas fijas de servicio serán de material fuerte, y estarán adosadas sólidamente a los edificios, depósitos, etc., que lo precisen.
- La máxima carga de trabajo en kilos estará en forma fija y visible, y será respetada siempre.
- Cuando estructuras, mecanismos transportadores, máquinas, etc. tengan que estar situados sobre lugares de trabajo se instalarán planchas, pantallas inferiores, etc. las cuales puedan retener las partes que puedan desplomarse.

### FICHA 4. CAÍDA DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN

#### Definición:

Es aquella circunstancia imprevista y no deseada que se origina al caer un objeto durante la acción de su manipulación, ya sea con las manos o con cualquier otro instrumento (carretillas, grúas, cintas transportadoras, etc.)

#### Medidas preventivas:

- En la manipulación manual de cargas el operario debe conocer y utilizar las recomendaciones conocidas sobre posturas y movimientos (mantener la espalda recta, apoyar los pies firmemente, etc.)
- No deberá manipular cargas consideradas excesivas de manera general; según su condición, (mujer embarazada, hombre joven,...); según su utilización (separación del cuerpo, elevación de la carga, etc.).
- Deberá utilizar los equipos de protección especial más adecuados (calzado, guantes, ropa de trabajo).

- No se deberán manipular objetos que entrañen riesgos para las personas debido a sus características físicas (superficies cortantes, grandes dimensiones o forma inadecuada, no exentos de sustancias resbaladizas, etc.).
- A ser posible deberá disponer de un sistema adecuado de agarre.
- El nivel de iluminación será el adecuado a la complejidad de la tarea.
- En la manipulación, con aparatos de elevación y transporte, todos sus elementos estructurales, mecanismos y accesorios serán de material sólido, bien construido y de resistencia y firmeza adecuada al uso al que se destina.
- Si los aparatos son de elevación, estarán dotados de interruptores o señales visuales o acústicas que determinen el exceso de carga.
- Estará marcada, de forma destacada y visible, la carga máxima a transportar y se vigilará su cumplimiento.
- Los ganchos tendrán pestillo de seguridad; se impedirá el deslizamiento de las cargas verticalmente mediante dispositivos de frenado efectivo; los elementos eléctricos de izar y transportar reunirán los requisitos de seguridad apropiados.
- Se realizarán las revisiones y pruebas periódicas de los cables.
- Los ascensores y montacargas deberán cumplir en todos sus elementos los requisitos exigidos por el Reglamento Técnico de Aparatos Elevadores.
- Las carretillas automotoras solo serán conducidas por personal autorizado.
- Los frenos funcionarán bien y serán de la potencia adecuada.
- El conductor deberá tener buena visibilidad tanto por la colocación de su posición, como debido a la colocación y tamaño de la carga.
- La carretilla deberá llevar cualquier sistema que pueda indicar a las personas su situación y movimiento o dirección.
- Su estructura y elementos transportadores (uñas, mástil, etc.) serán adecuados a la carga que deba transportar.
- Las transmisiones, mecanismos y motores de los transportadores estarán protegidos por resguardos adecuados al riesgo.
- Cuando la caída de material pueda lesionar a las personas que circulan por debajo o próximas a las cintas transportadoras, éstas se protegerán con planchas, redes, contenciones laterales, etc., para impedir la caída del material transportado.
- Dispondrán de paros de emergencia que detengan las cintas en caso de que se produzca o vaya a producirse un atrapamiento, enganches, etc., de las personas.
- Las grúas en general dispondrán de dispositivos sonoros que informen a las personas de su movimiento.
- La posición del maquinista durante todas las operaciones con la grúa, será aquella que le permita el mayor campo de visibilidad posible.
- La empresa proporcionará y velará porque se utilicen las prendas de protección personal adecuadas a cada operación de manipulación por parte de personas (guantes, zapatos de seguridad, cascos, etc.)
- El trabajador debe, a través de la empresa, estar informado de los riesgos presentes en su puesto de trabajo, así como formado en la prevención mediante una adecuada realización de su tarea.

## FICHA 5. CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS

### Definición:

Suceso por el que a causa de una condición o circunstancia física no correcta la parte o partes de un todo (trozos de una cosa, partes de cargas, de instalaciones, etc.) se desunen cayendo.

### Medidas preventivas:

- Los espacios de trabajo estarán libres del riesgo de caídas de objetos por desprendimiento, y en el caso de no ser posible deberá protegerse adecuadamente a una altura mínima de 1,80 m mediante mallas, barandillas, chapas o similares, cuando por ellos deban circular o permanecer personas.
- Las escaleras, plataformas, etc. serán de material adecuado, bien construido y adosado y anclado sólidamente de manera que se impida el desprendimiento de toda o parte de ella.
- Todos los elementos que constituyen las estructuras, mecanismos y accesorios de aparatos, máquinas, instalaciones, etc., serán de material sólido, bien construido y de resistencia adecuada al uso al que se destina, y sólidamente afirmados en su base.
- El almacenamiento de materiales se realizará en lugares específicos, delimitados y señalizados.
- Cuando el almacenamiento de materiales sea en altura, éste ofrecerá estabilidad, según la forma y resistencia de los materiales.
- Las cargas estarán bien sujetas entre sí y con un sistema adecuado de sujeción y contención (flejes, cuerdas, contenedores, etc.).
- Los materiales se apilarán en lugares adecuados, los cuales estarán en buen estado y con resistencia acorde a la carga máxima (palet, estanterías, etc.)
- Los almacenamientos verticales (botellas, barras, etc.) estarán firmemente protegidos y apoyados en el suelo, y dispondrán de medios de estabilidad y sujeción (separadores, cadenas, etc.)
- Los accesorios de los equipos de elevación (ganchos, cables) para la sujeción y elevación de materiales tendrán una resistencia acorde a la carga y estarán en buen estado.
- Las cargas transportadas estarán bien sujetas con medios adecuados, y los enganches, conexiones, etc., se realizarán adecuadamente (ganchos con pestillos de seguridad.)
- Se establecerá un programa de revisiones periódicas y mantenimiento de los equipos, maquinaria, cables, ganchos, etc.

## FICHA 7. CHOQUE CONTRA OBJETOS MÓVILES

### Definición:

Encuentro violento de una persona o de una parte de su cuerpo con uno o varios objetos que se encuentran en movimiento.

### Medidas preventivas:

- Habilitar en el centro de trabajo una serie de pasillos o zonas de paso, que deberán tener una anchura adecuada al número de personas que hayan de circular por ellos y a las necesidades propias del trabajador.

- Las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas deben estar protegidas.
- Todos los lugares de trabajo o tránsito tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones que se ejecuten.
- Siempre que sea posible se empleará la iluminación natural.
- Se intensificará la iluminación de máquinas peligrosas.
- La separación entre máquinas u otros aparatos será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo.
- Los elementos móviles de las máquinas (de transmisión, que intervienen en el trabajo) deben estar totalmente aislados por diseño, fabricación y/o ubicación. Es necesario protegerlos mediante resguardos y/o dispositivos de seguridad.
- Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se deben efectuar durante la detención de motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.
- La máquina debe estar dotada de dispositivos que garanticen la ejecución segura de este tipo de operaciones.
- La manipulación de cargas mediante el uso de aparatos y equipos de elevación se hará teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:
  - La elevación y descenso de las cargas se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca y se hará, siempre que sea posible, en sentido vertical para evitar el balanceo.
  - Cuando sea de absoluta necesidad la elevación de cargas en sentido oblicuo, se tomarán las máximas garantías de seguridad por el jefe de tal trabajo.
  - Los maquinistas de los aparatos de izar evitarán siempre que sea posible transportar las cargas por encima de lugares donde estén los trabajadores.
  - Las personas encargadas del manejo de aparatos elevadores y de efectuar la dirección y señalización de las maniobras u operaciones, serán instruidas y deberán conocer el código de señales de mando.
  - La visibilidad de la elevación y el traslado de cargas debe estar asegurada.

En caso contrario, se debe corregir o asegurar la comunicación entre conductor y ayudante.

## FICHA 8. GOLPES/CORTES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS

### Definición:

Acción que le sucede a un trabajador al tener un encuentro repentino y violento con un material inanimado o con el utensilio con el que trabaja.

### Medidas preventivas:

- Mantener una adecuada ordenación de los materiales delimitando y señalizando las zonas destinadas a apilamientos y almacenamientos, evitando que los materiales estén fuera de los lugares destinados al efecto y respetando las zonas de paso.
- La separación entre máquinas u otros aparatos será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo.
- Todo lugar por donde deban circular o permanecer los trabajadores estará protegido convenientemente a una altura mínima de 1,80 m, cuando las

instalaciones a ésta o mayor altura puedan ofrecer peligro para el paso o estancia del personal. Cuando exista peligro a menor altura se prohibirá la circulación por tales lugares, o se dispondrán pasos superiores con las debidas garantías de solidez y seguridad.

- Comprobar que existe una iluminación adecuada en las zonas de trabajo y de paso.
- Comprobar que las herramientas manuales cumplen con las siguientes características:
  - Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
  - La unión entre sus elementos será firme para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
  - Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario.
  - Las partes cortantes y punzantes se mantendrán debidamente afiladas.
  - Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
  - Se adaptarán protectores adecuados en aquellas herramientas que lo admitan.
- Hay que realizar un correcto mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica por parte de personal especializado. Además, este personal se encargará del tratamiento y reparación de las herramientas que lo precisen.
- Adoptar las siguientes instrucciones para el manejo de herramientas manuales:
  - De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
  - Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
  - Usar herramientas livianas y cuya forma permita el mayor control posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
  - Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados. Los bordes afilados o aserrados pueden afectar la circulación y ejercer presión sobre los nervios.
  - Cuando se usen guantes, asegurarse que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca o que obliguen a hacer el esfuerzo en posición incómoda.
  - Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzcan la vibración.
  - Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.
  - Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar, sin que en ningún caso puedan utilizarse con fines distintos para los que están diseñadas.
- Se deben disponer armarios o estantes para colocar y guardar las herramientas. Las herramientas cortantes o con puntas agudas se guardarán provistas de protectores.
- Se deben utilizar equipos de protección individual certificados, en concreto guantes y calzado, en los trabajos que así lo requieran para evitar golpes y/o cortes por objetos o herramientas.

## FICHA 9. PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS

### Definición:

Riesgo que aparece en la realización de diversos trabajos en los que, durante la operación, partículas o fragmentos del material que se trabaja, incandescentes o no, resultan proyectados, con mayor fuerza, y dirección variable.

### Medidas preventivas:

#### A. Protecciones colectivas

- Pantallas, transparentes si es posible, de modo que situadas entre el trabajador y la pieza/herramienta, detengan las proyecciones. Si son transparentes, deberán renovarse cuando dificulten la visibilidad.
- Sistemas de aspiración con la potencia suficiente para absorber las partículas que se produzcan.
- Pantallas que aislen el puesto de trabajo (protección frente a terceras personas).
- En máquinas de funcionamiento automático, pantallas protectoras que encierren completamente la zona en que se producen las proyecciones. Se puede combinar con un sistema de aspiración.

#### B. Equipos de protección individual

- Se recurrirá a ellos cuando no sea posible aplicar las protecciones colectivas.
- Como medio de protección de los ojos, se utilizarán gafas de seguridad, cuyos oculares serán seleccionados en función del riesgo que deban proteger como proyecciones de líquidos, impactos, etc.
- Como protección de la cara se utilizarán pantallas, abatibles o fijas, según las necesidades.
- Como protección de las manos se utilizarán guantes de protección.
- A lo anterior se unirá la utilización de delantales, manguitos, polainas, siempre que las proyecciones puedan alcanzar otras partes del cuerpo.
- Los equipos de protección individuales deberán estar certificados.

## FICHA 11. ATRAPAMIENTO POR VUELCO DE MÁQUINAS O VEHÍCULOS

### Definición:

Acción y efecto que se origina cuando se tuerce o desplaza un vehículo o una máquina, hacia un lado o totalmente, de modo que caiga sobre una persona o la aprisione contra otros objetos, móviles o inmóviles.

### Medidas preventivas:

- Los trabajadores deben mantener hábitos seguros de trabajo, respetar el código de circulación y conducir con prudencia.
- Los vehículos y máquinas deben ser revisados por el operario antes de su uso. Establecer planes de revisión.
- Establecer un programa de mantenimiento para asegurar el correcto estado del vehículo.
- Utilizar los vehículos o máquinas únicamente para el fin establecido. Las características del vehículo o máquina deben ser adecuadas en función del uso o del lugar de utilización.
- Disponer de los elementos de seguridad necesarios, los cuales se deben encontrar en buen estado (resguardos, frenos, etc.)



- Limitar la velocidad de circulación en el recinto en función de la zona y vehículo.
- Debe existir un nivel de iluminación adecuado.
- La carga de vehículos debe disponerse de una forma adecuada quedando uniformemente repartida y bien sujeta.
- Cuando los vehículos estén situados en pendientes mantener los frenos puestos y las ruedas aseguradas con calzos.
- No circular al bies en una pendiente, seguir la línea de mayor pendiente, especialmente en vehículos o máquinas de poca estabilidad, tales como carretillas elevadoras, tractores, etc.
- En el caso de aparatos elevadores, no elevar una carga que exceda la capacidad nominal. Respetar las indicaciones de la placa de carga.
- Las grúas se montarán teniendo en cuenta los factores de seguridad adecuados, de acuerdo con la legislación vigente. Se asegurará previamente la solidez y firmeza del suelo.
- Las grúas montadas en el exterior deberán ser instaladas teniendo en cuenta los factores de presión del viento.
- Las grúas torre, en previsión de velocidades elevadas del viento, dispondrán de medidas adecuadas mediante anclaje, macizos de hormigón o tirantes metálicos.
- La pluma debe orientarse en el sentido de los vientos dominantes y ser puesta en veleta (giro libre), acelerando el motor de orientación.

## FICHA 12. SOBRESFUERZOS

### Definición:

Es un esfuerzo superior al normal y, por tanto, que puede ocasionar serias lesiones, que se realiza al manipular una carga de peso excesivo o, siendo de peso adecuado, que se manipula de forma incorrecta.

### Medidas preventivas:

- Siempre que sea posible la manipulación de cargas se efectuará mediante la utilización de equipos mecánicos y siempre cumpliendo con los requisitos de seguridad exigibles a cada uno.

Por equipo mecánico se entenderá en este caso no sólo los específicos de manipulación, como carretillas automotrices, puentes-grúa, etc., sino cualquier otro mecanismo que facilite el movimiento de las cargas, como:

- Carretillas manuales
  - Transportadores
  - Aparejos para izar
  - Cadenas
  - Cables
  - Cuerdas
  - Poleas, etc.
- En caso de que la manipulación se deba realizar manualmente se tendrán en cuenta las siguientes normas:
    - Mantener los pies separados y firmemente apoyados.
    - Doblar las rodillas para levantar la carga del suelo, y mantener la espalda recta.
    - No levantar la carga por encima de la cintura en un solo movimiento.

- No girar el cuerpo mientras se transporta la carga.
- Mantener la carga cercana al cuerpo, así como los brazos, y éstos lo más tensos posible.
- Como medidas complementarias puede ser recomendable la utilización de cinturones de protección (abdominales), fajas, muñequeras, etc.

## FICHA 16. CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

### Definición:

Se entiende por contacto eléctrico indirecto, todo contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

### Medidas preventivas:

- En alta tensión (A.T., más de 1.000 Voltios)
  - Los postes accesibles, estarán siempre conectados a tierra de forma eficaz.
  - La resistencia de difusión de la puesta a tierra de los apoyos accesibles no será superior a 20 Ohmios.
  - Todos los herrajes metálicos de los Centros de Transformación (interior o exterior), estarán eficazmente conectados a tierra.
  - Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra, garantizando un buen contacto permanente.
- En baja tensión (B.T., menos de 1.000 Voltios)
  - No habrá humedades importantes en la proximidad de las instalaciones eléctricas.
  - Si se emplean pequeñas tensiones de seguridad, estas serán igual o inferiores a 50 V en locales secos y a 24 V en los húmedos.
  - Todas las masas con posibilidad de ponerse en tensión por avería o defecto, estarán conectadas a tierra.
  - La puesta a tierra se revisará al menos una vez al año para garantizar su continuidad.
  - Los cuadros metálicos que contengan equipos y mecanismos eléctricos estarán eficazmente conectados a tierra.
  - En las máquinas y equipos eléctricos, dotados de conexión a tierra, ésta se garantizará siempre.
  - En las máquinas y equipos eléctricos, dotados con doble aislamiento éste se conservará siempre.
  - Las bases de enchufe de potencia, tendrán la toma de tierra incorporada.
  - Todas las instalaciones eléctricas estarán equipadas con protección diferencial adecuada.
  - La protección diferencial se deberá verificar periódicamente mediante el pulsador (mínimo una vez al mes) y se comprobará que actúa correctamente.

## FICHA 17. EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS

### Definición:

Se entiende como exposición a sustancias nocivas o tóxicas, la producida con aquellas capaces de provocar intoxicaciones a las personas según sea la vía de entrada al organismo y la dosis recibida.

Medidas preventivas:

- Almacenaje
  - Recipientes apropiados y correctamente etiquetados.
  - Salas de almacenamiento acondicionadas según el tipo de productos. Armarios protegidos.
  - No superar la capacidad de almacenamiento reglamentaria y disposición de los productos teniendo en cuenta su incompatibilidad química.
  - Formación del personal respecto de la manipulación de recipientes y riesgos.
- Manipulación
  - Seguir el método operativo correcto y seguro, en cada caso.
  - Utilizar recipientes adecuados al tipo de producto y convenientemente protegidos frente a roturas.
  - Mantener los recipientes cerrados.
  - El trasvase de líquidos en grandes cantidades se realizará en lugares bien ventilados.
  - Utilizar los equipos de protección individual necesario en cada caso:
    - Ocular
    - Facial
    - Manos
    - Vías respiratorias
    - Etc.
- Derrames
  - Controlar la fuente del derrame.
  - Delimitar la zona afectada.
  - Neutralizar o absorber el derrame con productos apropiados. No utilizar trapos.
  - Utilizar los equipos de protección individual necesarios en cada caso:
    - Ocular
    - Facial
    - Vías respiratorias
    - Manos
    - Pies
  - Depositar los residuos en recipientes adecuados para su posterior eliminación.
  - Evitar que los residuos alcancen la Red de Saneamiento Pública.

## FICHA 26. ATROPELLOS O GOLPES CON VEHÍCULOS

Definición:

Se entiende como atropellos o golpes con vehículos, los producidos por vehículos en movimiento, empleados en las distintas fases de los procesos realizados por la empresa, dentro del horario laboral.

Medidas Preventivas:

- Todos los trabajadores que manejan vehículos tienen que estar autorizados por la empresa.
- Todos los conductores de vehículos, tendrán demostrada su capacidad para ello, y poseerán el carnet exigido para la categoría del vehículo que manejan.
- Todo vehículo será revisado por el operario antes de su uso.
- Estará establecido un programa de mantenimiento para asegurar el correcto estado del vehículo.

- Nunca será sobrepasada la capacidad nominal de carga, indicada para cada vehículo.
- La capacidad de carga, y otras características nominales (situación de la carga, altura máxima, etc.) estarán perfectamente indicadas en cada vehículo y el conductor las conocerá.
- Las características del vehículo serán adecuadas al uso y el lugar de utilización.
- Dispondrán de los elementos de seguridad y aviso necesarios y en buen estado (resguardos, frenos, claxon, luces, etc.)
- Estará limitada la velocidad de circulación a las condiciones de la zona a transitar.
- Existirá un lugar específico para la localización de vehículos que no estén en uso.
- Existirá un procedimiento (señal, cartel, etc.) que identifique y avise cuando un vehículo esté averiado o en mantenimiento.
- La iluminación de la zona y/o la del propio vehículo, garantizarán siempre, a vehículos y personas, ver y ser vistos.

#### FICHA 27. RUIDO

##### Definición:

Todo "sonido no grato" o bien cualquier "sonido que interfiera o impida alguna actividad humana".

##### Medidas preventivas:

- Aislar la fuente de generación del ruido.
- Proceder a un adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Utilizar si es necesario elementos de protección auditiva.
- Evaluar los niveles de ruido presentes en el puesto de trabajo.
- Proceder a la realización de una audiometría de forma periódica.

### **3.3. EQUIPOS DE TRABAJO**

#### 3.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Poseerán marcado CE.
- Les acompañará el libro de características, uso y mantenimiento del fabricante, importador o suministrador.
- Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
- Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
- Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.
- Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.

- El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste. Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, deberán estar acondicionados para el trabajo en dichos ambientes y disponer, en su caso, de cabinas u otros sistemas de protección adecuados.
- Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
- Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.
- Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
- Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.
- Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario.

### 3.3.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A CIERTOS EQUIPOS DE TRABAJO

#### 3.3.2.1. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles, ya sean automotores o no

- Los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados deberán adaptarse de manera que se reduzcan los riesgos para el trabajador o trabajadores durante el desplazamiento.
- Entre estos riesgos, deberán tenerse en cuenta los de contacto de los trabajadores con ruedas y orugas y de aprisionamiento por las mismas.
- Cuando el bloqueo imprevisto de los elementos de transmisión de energía entre un equipo de trabajo móvil y sus accesorios o remolques pueda ocasionar riesgos específicos, dicho equipo deberá ser equipado o adaptado de modo que se impida dicho bloqueo.
- Cuando no se pueda impedir el bloqueo deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar las consecuencias perjudiciales para los trabajadores.
- Deberán preverse medios de fijación de los elementos de transmisión de energía entre equipos de trabajo móviles cuando exista el riesgo de que dichos elementos se atasquen o deterioren al arrastrarse por el suelo.

- En los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados se deberán limitar, en las condiciones efectivas de uso, los riesgos provocados por una inclinación o por un vuelco del equipo de trabajo, mediante cualquiera de las siguientes medidas:
  - Una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta.
  - Una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor del trabajador o trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta.
  - Cualquier otro dispositivo de alcance equivalente.

Estas estructuras de protección podrán formar parte integrante del equipo de trabajo.

No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo o cuando el diseño haga imposibles la inclinación o el vuelco del equipo de trabajo.

Cuando en caso de inclinación o de vuelco exista para un trabajador transportado riesgo de aplastamiento entre partes del equipo de trabajo y el suelo, deberá instalarse un sistema de retención del trabajador o trabajadores transportados.

- Las carretillas elevadoras ocupadas por uno o varios trabajadores deberán estar acondicionadas o equipadas para limitar los riesgos de vuelco mediante medidas tales como las siguientes:
  - La instalación de una cabina para el conductor.
  - Una estructura que impida que la carretilla elevadora vuelque.
  - Una estructura que garantice que, en caso de vuelco de la carretilla elevadora, quede espacio suficiente para el trabajador o los trabajadores transportados entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla.
  - Una estructura que mantenga al trabajador o trabajadores sobre el asiento e impida que puedan quedar atrapados por partes de la carretilla volcada.
- Los equipos de trabajo móviles automotores cuyo desplazamiento pueda ocasionar riesgos para los trabajadores deberán reunir las siguientes condiciones:
  - Deberán contar con los medios que permitan evitar una puesta en marcha no autorizada.
  - Deberán contar con los medios adecuados que reduzcan las consecuencias de una posible colisión en caso de movimiento simultáneo de varios equipos de trabajo que rueden sobre raíles.
  - Deberán contar con un dispositivo de frenado y parada; en la medida en que lo exija la seguridad, un dispositivo de emergencia acondicionado por medio de mandos fácilmente accesibles o por sistemas automáticos deberá permitir el frenado y la parada en caso de que falle el dispositivo principal.
  - Deberán contar con dispositivos auxiliares adecuados que mejoren la visibilidad cuando el campo directo de visión del conductor sea insuficiente para garantizar la seguridad.
  - Si están previstos para uso nocturno o en lugares oscuros, deberán contar con un dispositivo de iluminación adaptado al trabajo que deba efectuarse y garantizar una seguridad suficiente para los trabajadores.
  - Si entrañan riesgos de incendio, por ellos mismos o debido a sus remolques o cargas, que puedan poner en peligro a los trabajadores, deberán contar con dispositivos apropiados de lucha contra incendios, excepto cuando el lugar de utilización esté equipado con ellos en puntos suficientemente cercanos.

- Si se manejan a distancia, deberán pararse automáticamente al salir del campo de control.
- Si se manejan a distancia y si, en condiciones normales de utilización, pueden chocar con los trabajadores o aprisionarlos, deberán estar equipados con dispositivos de protección contra esos riesgos, salvo cuando existan otros dispositivos adecuados para controlar el riesgo de choque.
- Los equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.

### **3.3.2.2. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas**

- Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de los elementos o condiciones necesarias en los casos restantes, para garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo, teniendo en cuenta, en particular, las cargas que deben levantarse y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación a las estructuras.
- En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina.
- Los accesorios de elevación deberán estar marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- Si el equipo de trabajo no está destinado a la elevación de trabajadores y existe posibilidad de confusión deberá fijarse una señalización adecuada de manera visible.
- Los equipos de trabajo instalados de forma permanente deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa o, por cualquier otro motivo, golpee a los trabajadores.
- Las máquinas para elevación o desplazamiento de trabajadores deberán poseer las características apropiadas para:
  - Evitar, por medio de dispositivos apropiados, los riesgos de caída del habitáculo, cuando existan tales riesgos.
  - Evitar los riesgos de aplastamiento, aprisionamiento o choque del usuario, en especial los debidos a un contacto fortuito con objetos.
  - Garantizar la seguridad de los trabajadores que en caso de accidente queden bloqueados en el habitáculo y permitir su liberación.
  - Si por razones inherentes al lugar y al desnivel los riesgos previstos en la primera cuestión no pueden evitarse por medio de ningún dispositivo de seguridad, deberá instalarse un cable con coeficiente de seguridad reforzado cuyo buen estado se comprobará todos los días de trabajo.

### 3.3.3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

#### 3.3.3.1. Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo

- Los equipos de trabajo se instalarán, dispondrán y utilizarán de modo que se reduzcan los riesgos para los usuarios del equipo y para los demás trabajadores.
- En su montaje se tendrá en cuenta la necesidad de suficiente espacio libre entre los elementos móviles de los equipos de trabajo y los elementos fijos o móviles de su entorno, y de que puedan suministrarse o retirarse de manera segura las energías y sustancias utilizadas o producidas por el equipo.
- Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener los equipos de trabajo.
- Los equipos de trabajo no deberán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante. Tampoco podrán utilizarse sin los elementos de protección previstos para la realización de la operación de que se trate.
- Los equipos de trabajo solo podrán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control.
- Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no representa un peligro para terceros.
- Los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.
- Cuando se empleen equipos de trabajo con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.
- En particular, deberán tomarse las medidas necesarias para evitar, en su caso, el atrapamiento de cabello, ropas de trabajo u otros objetos que pudiera llevar el trabajador.
- Cuando durante la utilización de un equipo de trabajo sea necesario limpiar o retirar residuos cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.
- Los equipos de trabajo deberán ser instalados y utilizados de forma que no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada, poniendo en peligro la seguridad de los trabajadores.
- Los equipos de trabajo no deberán someterse a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas que puedan poner en peligro la seguridad del trabajador que los utiliza o la de terceros.
- Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda dar lugar a proyecciones o radiaciones peligrosas, sea durante su funcionamiento normal o en caso de anomalía previsible, deberán adoptarse las medidas de prevención o protección adecuadas para garantizar la seguridad de los trabajadores que los utilicen o se encuentren en sus proximidades.



- Los equipos de trabajo llevados o guiados manualmente, cuyo movimiento pueda suponer un peligro para los trabajadores situados en sus proximidades, se utilizarán con las debidas precauciones, respetándose en todo caso una distancia de seguridad suficiente. A tal fin, los trabajadores que los manejen deberán disponer de condiciones adecuadas de control y visibilidad.
- En ambientes especiales tales como locales mojados o de alta conductividad, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas o ambientes corrosivos, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores.
- Los equipos de trabajo que puedan ser alcanzados por los rayos durante su utilización deberán estar protegidos contra sus efectos por dispositivos o medidas adecuadas.
- El montaje y desmontaje de los equipos de trabajo deberá realizarse de manera segura, especialmente mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante cuando las haya.
- Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo siempre que sea posible, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.
- Cuando la parada o desconexión no sea posible se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.
- Cuando un equipo de trabajo deba disponer de un diario de mantenimiento, éste permanecerá actualizado.
- Los equipos de trabajo que se retiren de servicio deberán permanecer con sus dispositivos de protección o deberán tomarse las medidas necesarias para imposibilitar su uso.
- Las herramientas manuales deberán ser de características y tamaño adecuados a la operación a realizar. Su colocación y transporte no deberá implicar riesgos para la seguridad de los trabajadores.

### **3.3.3.2. Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no**

- La conducción de equipos de trabajo automotores estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una formación específica para la conducción segura de esos equipos de trabajo.
- Cuando un equipo de trabajo maniobre en una zona de trabajo, deberán establecerse y respetarse unas normas de circulación adecuadas.
- Deberán adoptarse medidas de organización para evitar que se encuentren trabajadores a pie en la zona de trabajo de equipos de trabajo automotores.
- Si se requiere la presencia de trabajadores a pie para la correcta realización de los trabajos, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que resulten heridos por los equipos.
- El acompañamiento de trabajadores en equipos de trabajo móviles movidos mecánicamente sólo se autorizará en emplazamientos seguros acondicionados a

tal efecto. Cuando deban realizarse trabajos durante el desplazamiento, la velocidad deberá adaptarse si es necesario.

- Los equipos de trabajo móviles dotados de un motor de combustión no deberán emplearse en zonas de trabajo, salvo si se garantiza en las mismas una cantidad suficiente de aire que no suponga riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

### **3.3.3.3. Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas**

#### **Generalidades**

- Los equipos de trabajo desmontables o móviles que sirvan para la elevación de cargas deberán emplearse de forma que se pueda garantizar la estabilidad del equipo durante su empleo en las condiciones previsibles, teniendo en cuenta la naturaleza del suelo.
- La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto.
- No obstante, se podrán utilizar con carácter excepcional para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, siempre que se hayan tomado las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los mismos y se disponga de una vigilancia adecuada.
- Durante la permanencia de trabajadores en equipos de trabajo destinados a levantar cargas, el puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de peligro.
- A menos de que fuera necesario para efectuar correctamente los trabajos, deberán tomarse medidas para evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas.
- No estará permitido el paso de las cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos ocupados habitualmente por trabajadores. Si ello no fuera posible, por no poderse garantizar la correcta realización de los trabajos de otra manera, deberán definirse y aplicarse procedimientos adecuados.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de prensión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación deberán estar claramente marcados para permitir que el usuario conozca sus características, si no se desmontan tras el empleo.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.

#### **Equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas**

- Si dos o más equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas se instalan o se montan en un lugar de trabajo de manera que sus campos de acción se solapen, deberán adoptarse medidas adecuadas para evitar las colisiones entre las cargas o los elementos de los propios equipos.
- Durante el empleo de un equipo de trabajo móvil para la elevación de cargas no guiadas, deberán adoptarse medidas para evitar su balanceo, vuelco y, en su caso, desplazamiento y deslizamiento. Deberá comprobarse la correcta realización de estas medidas.

- Si el operador de un equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede observar el trayecto completo de la carga ni directamente ni mediante los dispositivos auxiliares que faciliten las informaciones útiles, deberá designarse un encargado de señales en comunicación con el operador para guiarle y deberán adoptarse medidas de organización para evitar colisiones de la carga que puedan poner en peligro a los trabajadores.
- Los trabajos deberán organizarse de forma que mientras un trabajador esté colgando o descolgando una carga a mano, pueda realizar con toda seguridad esas operaciones, garantizando en particular que dicho trabajador conserve el control, directo o indirecto, de las mismas.
- Todas las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores.
- En particular, cuando dos o más equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deban elevar simultáneamente una carga, deberá elaborarse y aplicarse un procedimiento con el fin de garantizar una buena coordinación de los operadores.
- Si algún equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede mantener las cargas en caso de avería parcial o total de la alimentación de energía, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que los trabajadores se expongan a los riesgos correspondientes.
- Las cargas suspendidas no deberán quedar sin vigilancia, salvo si es imposible el acceso a la zona de peligro y si la carga se ha colgado con toda seguridad y se mantiene de forma completamente segura.
- El empleo al aire libre de equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deberá cesar cuando las condiciones meteorológicas se degraden hasta el punto de causar perjuicio a la seguridad de funcionamiento y provocar de esa manera que los trabajadores corran riesgos. Deberán adoptarse medidas adecuadas de protección, destinadas especialmente a impedir el vuelco del equipo de trabajo, para evitar riesgos a los trabajadores.

#### **4. PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA EFECTUAR, EN SU DÍA, EN LAS DEBIDAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, LOS PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES DE MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA OBRA.**

Se determinarán las prestaciones necesarias a prever o instalar en la obra para que la conservación y mantenimiento de la misma, y los trabajos posteriores de transformación, e incluso demolición, si son previsibles, se puedan realizar con las debidas condiciones de seguridad. Cada obra exigirá sus propios elementos preventivos para la conservación y mantenimiento. Por ejemplo, habrá de tenerse en cuenta cuáles son las medidas más adecuadas para permitir las reparaciones en cubierta, qué medios deberán preverse para limpiar, pintar o reparar fachadas, acristalamientos, etc. Cabe recordar que, desde el año 1.900, es exigible la instalación de ganchos de acero, con resistencia para soportar a cuatro operarios, en los caballetes de los tejados, bajo los aleros, en coronamiento de patios, etc.

Asimismo, finalizada la obra, deberán ponerse a disposición del usuario planos de las instalaciones, con indicación de su trazado, así como toda información útil sobre el funcionamiento y mantenimiento de instalaciones, máquinas , equipos, así como las correspondientes garantías del fabricante, importador o suministrador de los mismos.)

---

Lo anterior, redactado en 27 páginas constituye el Estudio Básico de Seguridad y Salud correspondiente a la obra descrita en el encabezamiento.

Palencia, junio de 2016  
Fdo. Elena Tejerina Fernández