



UNIVERSIDAD DE LEÓN

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRARIA Y FORESTAL

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA EN MENCIÓN DEL MEDIO RURAL**

**PROYECTO PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN  
REOCÍN Y SANTILLANA DEL MAR (CANTABRIA)**

*6,5 he blueberry field project in Reocín and Santillana del Mar (Cantabria)*

Alumno: Isabel Calvo Fernández

Director: Juan Ángel Robles Llamazares

León, Diciembre, 2018.

## **RESUMEN:**

El presente proyecto realizado con motivo de la finalización del grado de ingeniería agraria en mención del medio rural se basa en el establecimiento y desarrollo de una plantación de arándanos en una finca de 6,5 ha en régimen Ecológico en el término municipal de Santillana del Mar y Reocín (Cantabria).

La explotación está caracterizada por la implementación de cubierta vegetal en las calles para incrementar la biodiversidad funcional, contribuyendo al mantenimiento y mejora de las propiedades del suelo.

Se instalará en la parcela un sistema de riego por goteo localizado con el fin de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo en aquellos meses en los que las precipitaciones no resulten suficientes. El agua que abastecerá dicho sistema provendrá de un pozo de sondeo ya instaurado en la finca.

La caseta de dicho sistema será de hormigón prefabricado y contendrá el grupo de presión, tanque de fertirrigación y equipos de medida y control.

El cultivo intensivo de arándano es relativamente moderno en España, analizaremos su interés y rentabilidad.

## MEMORIA

1.	Antecedentes y objetos del proyecto .....	3
1.1.	Agentes.....	3
1.2.	Situación y accesos.....	3
1.3.	Naturaleza de la transformación.....	4
1.4.	Dimensión del proyecto .....	6
2.	Bases del proyecto .....	6
2.1.	Directrices del proyecto .....	6
2.2.	Condicionantes de partida .....	6
2.2.1.	Condicionantes del medio físico .....	6
2.2.2.	Condicionantes estructurales.....	11
2.2.3.	Condicionantes de mano de obra.....	11
2.2.4.	Condicionantes empresariales y de gestión.....	12
2.2.5.	Condicionantes económicos .....	12
2.2.6.	Condicionantes de materia prima (material vegetal) .....	13
2.2.7.	Condicionantes de salida de producto, estudio de mercado y comercialización. 13	
2.2.8.	Condicionantes legales.....	15
2.3.	Situación actual .....	15
3.	Estudio de las alternativas .....	15
4.	Ingeniería del proyecto .....	18
4.1.	Ingeniería del proceso productivo.....	18
4.1.1.	Programa productivo .....	18
4.1.2.	Proceso productivo .....	18
4.1.3.	Implementación necesaria .....	21
4.2.	Ingeniería de las instalaciones .....	21
4.2.1.	Caseta de riego.....	21
4.2.2.	Instalación de riego .....	21
4.2.3.	Instalación eléctrica.....	21
5.	Documento ambiental .....	22
6.	Estudio de gestión de residuos .....	22
7.	Estudio básico de seguridad y salud.....	22
8.	Ejecución de obras .....	22

9. Justificación de precios .....	23
10. Evaluación económica.....	23



## 1. Antecedentes y objetos del proyecto

### 1.1. Agentes

Promotor: María Isabel Fernández Carral.

Proyectista: Isabel Calvo Fernández.

Empresa encargada del análisis de agua.

### 1.2. Situación y accesos

La finca dónde se ubicará la plantación de arándanos pertenece a dos parcelas que se encuentran en las localidades de Mijares y Puente San Miguel pertenecientes a los municipios de Santillana del Mar y Reocín respectivamente, provincia de Cantabria. Concretamente, la plantación se llevará a cabo en toda ella y con los siguientes datos catastrales:

Referencia catastral del inmueble: **39076A013000250000BX.**

Localización exacta: **BO MIJARES Polígono 13. Parcela 25. EL CIERRUCO. SANTILLANA DEL MAR.**

Clase: **Rústico**

Uso principal: **Agrario**

Superficie gráfica de la parcela: **47.084 m<sup>2</sup>.**

Superficie de la subparcela a): **30.260 m<sup>2</sup>.**

Superficie de la subparcela b): **16.824 m<sup>2</sup>.**



En la parcela 28, parte de la finca correspondiente al municipio de Reocín se utilizará como entrada a la finca. Sus datos catastrales son los siguientes:

Referencia catastral del inmueble: **39060A006000280000FS**

Localización exacta: **BO PUENTE S MIGUEL 36[B] Polígono 6 Parcela 28**

**MIES DE VALDECIA. 39530 REOCIN [CANTABRIA]**

Clase: **Rústico**

Uso principal: **Agrario con aprovechamiento prados o praderas con intensidad productiva 03.**

Superficie gráfica: **19.880 m<sup>2</sup>**

Superficie construida con uso agrario: **522 m<sup>2</sup>**



El total de la finca suma una superficie de **66964 m<sup>2</sup>**. De los cuales se aprovecharán como producción para el cultivo de arándanos **65000 m<sup>2</sup> (6,5 ha)**.

Para los accesos se aprovecharán los ya existentes de la antigua explotación ganadera que se encuentran en la carretera local que comunica Puente San Miguel con el Hospital comarcal de Sierrallana. Estos caminos permitirán el acceso de vehículos y maquinaria a la parcela.

### **1.3. Naturaleza de la transformación**

Plantaremos variedades de arándano azul gigante del norte y variedades del grupo Rabbiteye de producción media estación, tardía y extratardía, con maduraciones entre Junio y Octubre aproximadamente, dependiendo de la climatología del mismo año.

Después de la recogida de muestras de tierra y cuando las condiciones climatológicas lo permitan, iniciaremos los trabajos de preparación. Lo primero que efectuaremos será una nivelación del terreno, para eso necesitaremos una retroexcavadora, con la que eliminemos elevaciones y rellenemos depresiones, para que con una pendiente uniforme fluya el agua sin ningún problema. Nuestra finca no es abundante en malas hierbas y matojos pero aún así haremos un desbroce mecánico con el fin de facilitar los trabajos posteriores.

Continuaremos con el laboreo: empezaremos con una labor cruzada de subsolado con profundidad (40-50 cm), para mejorar la macro-porosidad de las capas profundas. Después daremos una labor de arada (25-30 cm) que aprovecharemos para enterrar los abonos minerales de fondo. Luego procedemos al gradeo, con esta operación desmenuzaremos los terrones originados con la arada. Por último ajustaremos el pH a 4,5 con azufre.

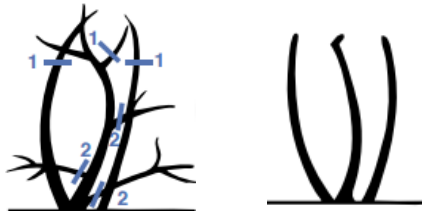
Antes de plantar, marcaremos en el terreno las líneas de plantación, en nuestro caso serán dirección NE-SW y en contra de la máxima pendiente, para evitar erosión. Tendremos en

cuenta pasillos de servicio de 4 m para facilitar los trabajos de mantenimiento y recogida de frutos.

Instalaremos un riego por goteo a 2 vías con goteros autocompensantes.

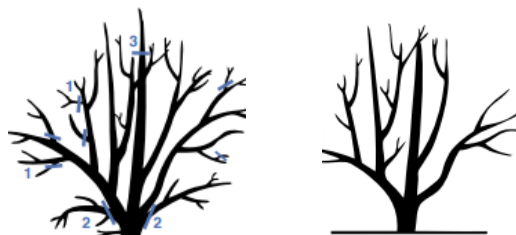
Finalmente se recubrirá la fila de plantas con malla antihierba de color verde oscuro para mantener la Tª y Hª del suelo.

En los primeros dos años de plantación no se debería dejar que la planta florezca. Para esto se deberán renovar por medio de la poda las yemas florales. Este tipo de poda tendrá como objetivos estimular el crecimiento vegetativo y seleccionar las ramas que darán lugar a la estructura de la planta.



- 1- Poda de ramas vigorosas dejando
- 2- Eliminación de ramas cortas y débiles.

Una vez que la planta tiene una edad de 4 a 5 años el objetivo de la poda será mantener un equilibrio entre ramas viejas, cada vez más improproductivas, y ramas jóvenes que aún no han alcanzado la máxima producción. Para esto habrá que ir renovando entre una y dos ramas viejas por año. También será necesario realizar una poda para dar a la planta una estructura bien abierta y permitir así la penetración de la luz y la aireación.



- 1- Eliminar ramas que han producido fruta.
- 2- Eliminación ramas bajas.
- 3- Eliminar el crecimiento excesivo y provocar crecimiento de brotes laterales.

La recolección será manual y en principio escogeremos variedades con una maduración larga para abastecer regularmente al mercado con productos frescos en el tiempo que la competencia sea más baja.

#### **1.4. Dimensión del proyecto**

En principio se pretende poner en marcha 6,5 ha de arándanos, con un marco de plantación 3 m entre filas y 1,5 m entre plantas, lo que correspondería a una densidad de plantas alta, aproximada de 2223 plantas/ha.

Escogeremos plantar las variedades de mayor producción lo que nos permitiría andar sobre los 15.000-20.000 kg/ha una vez establecida la plantación.

## **2. Bases del proyecto**

### **2.1. Directrices del proyecto**

El promotor exige un proyecto con viabilidad económica que permita al terreno incrementar los ingresos.

El emplazamiento de la explotación se ubicará en la parcela del promotor anteriormente citada.

La producción será en régimen ecológico.

Se planten tres variedades de arándano distintas.

Se contará con un trabajador fijo, reduciendo al máximo posible la mano de obra eventual.

El agua provendrá del pozo existente en la finca.

### **2.2. Condicionantes de partida**

#### **2.2.1. Condicionantes del medio físico**

##### **2.2.1.1. Topografía**

Nuestra finca presenta una pendiente en torno al 3 % de media.

### 2.2.1.2. *Estudio climático*

En el anejo propio de esta sección, anejo 1, nos centraremos en el estudio de los agentes del tiempo en ésta región y su influencia en el cultivo.

Elegimos la estación meteorológica de Santander-Ojaiz por ser la más cercana relativamente con más datos, (periodo de 32 años).

Conclusiones:

El arándano es una planta bien adaptada a zonas climáticas templadas y húmedas, cómo es nuestro caso. En periodo invernal podrá soportar fácilmente las heladas, mientras que en verano, si las temperaturas suben por encima de los 28 °C, los frutos pueden sufrir escaldados y arrugamientos perdiendo valor comercial, cosa que controlaremos e intentaremos evitar con el riego. Tendrán poca importancia las heladas primaverales debido a la floración tardía y escalonada que buscaremos en nuestras variedades, su flor podrá soportar temperaturas de (-2 y -3 °C), las cuales nunca alcanzaremos en nuestra zona.

Teniendo en cuenta éstas características, la elección de las variedades a plantar irá en primer lugar en función de las horas de frío acumuladas, (horas por debajo de 7°C).

Para el cálculo de las horas de frío se utilizan tres métodos con los siguientes resultados:

Método de Weinberger: 850 h.

Criterio Da Mota: 1164 h.

Criterio Crossa-Raynaud: 425,1 h.

Dos de los tres métodos han sobrepasado las 800 HF, que suele ser la media de necesidades para las variedades gigantes del norte y del grupo rabbiteye.

Tendremos en cuenta también que el observatorio escogido se sitúa al borde del mar, lo que actúa como efecto regulador de la temperatura, y en cuanto nos vamos un poco para el interior el número de horas de frío sube considerablemente.

Aunque para no arriesgarnos a sufrir grandes pérdidas en años calurosos intercalaremos variedades con requerimientos en horas-frío medios (400-600 h/f) y altos ( $\geq 800$  h/f) en la plantación.

En cuanto a los datos pluviométricos se constata que las precipitaciones son abundantes, siendo la anual 1158,33 mm. Al realizar el cultivo en regadío, ésta condición ecológica no nos supondrá ninguna limitación.

Los meses con mayor probabilidad de que se produzca granizo son Febrero y Marzo. No hay riesgo peligroso pero se contratará un seguro que lo cubra para evitar problemas en la floración de las variedades más tempranas.

Aunque el arándano es una planta hermafrodita presenta características que determinan una baja polinización (racimos colgantes, estigma parcial receptivo...) y por lo tanto necesita polinización cruzada a través del viento o insectos para obtener fruta de mayor peso y tamaño. Los vientos muy fuertes pueden provocar efectos adversos. En nuestra zona tanto los de velocidad máxima como los de la dirección predominante vienen del noroeste y no representan un factor limitante.

Índices climáticos:

Pluviosidad de Lang: Húmeda de bosques claros.

Aridez de Martonne: Húmeda a muy húmeda con exceso de agua.

Datin-Revenga: Húmeda y subhúmeda.

Continentalidad de Gorezynski: Clima oceánico.

Termicidad: Templada y piso bioclimático, región eurosiberiana colino.

Clasificaciones climáticas:

Thornwaite (1948): tipo climático húmedo, con nula o pequeña deficiencia de agua, mesotérmico y con baja concentración térmica en verano. La fórmula climática es:  $B_3 r B_2' a'$ .

UNESCO-FAO (1963): axérico, clima templado con periodo subseco.

Papadakis (1960): nuestra zona posee un rigor invernal de tipo avena cálido (Av), un calor de verano tipo maíz (M) o arroz (O), es decir clima templado (AvM). Su caracterización hídrica es de tipo Hidrofítico (H) según el índice hídrico anual y Húmedo (Hu) según el régimen de humedad. La fórmula climática es la siguiente: AvM H Hu.

### **2.2.1.3. Estudio edafológico**

En el anejo 2 se realizan análisis de la capa superficial y profunda de la parcela objeto en los laboratorios del CIFA (centro de investigación y formación agraria) de Cantabria. Con los resultados se pretende conocer las propiedades físico-químicas que caracterizan los suelos de esta zona, puesto que serán parámetros determinantes en el manejo, desarrollo y producción de la plantación.

#### Propiedades físicas:

El suelo tiene una textura franco-arcillo-arenosa, lo que le proporciona las ventajas de suelos arcillosos, limosos y arenosos pero ninguno de sus inconvenientes, dónde se permite el paso de aire y agua con facilidad, se labra cómodamente y se retienen nutrientes de forma adecuada para el cultivo de arándanos.

La capacidad de campo es de 17,8 %, el punto de marchitamiento 9,54 % y por tanto el agua utilizable 8,26 %, por lo que se corresponden con los valores correspondientes a su textura.

#### Propiedades químicas:

El pH de la finca tiene un valor en torno al 4,5-5 según los métodos de agua y KCl, muy fuertemente ácido en el subsuelo y ácido en el suelo. Respecto a la salinidad, el suelo se clasifica como NO salino, por lo tanto no tendremos que preocuparnos por este problema.

En cuanto al porcentaje de materia orgánica, es de 4,51 %, muy alto, que se procurará mantener con enmiendas en forma de urea, para asegurarnos que la planta recibe la dosis de nitrógeno adecuado por año de plantación. También esta enmienda orgánica procurará que la CIC siga siendo la correcta.

Respecto a los niveles de fósforo y potasio son altos y correctos respectivamente y en principio no hará falta una fertilización al respecto.

Los niveles de magnesio del suelo son ligeramente bajos por lo que se procederá a una enmienda magnésica hasta llegar a niveles normales (300-600 mg Mg/kg suelo). Dicha enmienda NO supondrá un cambio significativo en las relaciones con el  $\text{Ca}^{2+}$  y el  $\text{K}^+$ .

Los niveles de carbonatos y caliza activa son bajos, lo que indica por norma general que no habrá ningún problema de clorosis.

Por último, el arándano es muy poco exigente en microelementos, y como regla general los suelos con altos contenidos en materia orgánica son poco frecuentes que sufran sus carencias. Aún así será necesario realizar análisis foliares para evitar que un estado carencial actúe negativamente sobre la planta.

#### **2.2.1.4. Estudio del agua de riego**

En el anejo 3, con el objetivo de evaluar la calidad del agua de riego, se analizó el agua del pozo con el que se abastecerá la explotación.

En los índices de primer grado se encuentra el pH, con un grado de 7,51 entra dentro de los valores adecuados. A este respecto, el agua de riego es apta. A partir de la CE hemos calculado el contenido de sales disueltas (0,76 g/l) y la presión osmótica que nos indica que el agua es buena en términos de salinidad.

Respecto a concentraciones de elementos presentes en el agua, ninguno de ellos representa un problema de toxicidad o corrosividad.

En cuanto a índices de segundo grado: el RAS (relación de adsorción de sodio) es bajo, el CSR (carbonato sódico residual) muy bajo por lo que no representan un riesgo de alcalinización ni de degradación del suelo.

El agua se clasifica como medianamente dura, casi en el límite con medianamente dulce.

Su coeficiente alcalimétrico indica que esta agua es de calidad tolerable.

Las normas combinadas: Greene y Wilcox indican que el agua de riego es buena y admisible. En el resto: Riverside, D.W. Thorne y H.B. Peterson y Blasco y de la Rubia, se caracteriza por un riesgo de alcalinización bajo y un riesgo de salinización medio-elevado.

Concluimos que el agua es adecuada para el riego aún así recomendamos como mínimo cada 3 años volver a realizar este mismo análisis.

#### **2.2.1.5. Estudio de la vegetación**

En el anejo 4, tras un trabajo de campo y reconocimiento de flora, con la ayuda del atlas y manual de los hábitats naturales y seminaturales de España (mapama), se ha clasificado la finca como: prado mesófilo de diente cantábrico.

#### **2.2.1.6. Estudio geotécnico**

En el anejo 5, aunque la edificación que se realiza en el proyecto no se considera dentro del ámbito de aplicación de la LOE según su artículo 2º, dicha ley se cumplirá teniendo en cuenta las características de la edificación y en la medida de lo posible para cumplir el mínimo de seguridad con el fin de garantizar la seguridad y funcionalidad estructural.



Obtenemos una tensión admisible del terreno de 0,2 MPa y se comprueba la no problemática de la capa freática para la cimentación.

### **2.2.2. Condicionantes estructurales**

Nuestro proyecto constará de una entrada general a la finca y caminos de servicio a la plantación para las tareas de mantenimiento. El acceso que comunica la plantación con la vía pública está relleno de gravilla para el aparcamiento y tránsito de un número de vehículos.

La parcela linda con otras parcelas por el norte y por las carreteras locales Barrio Mijares y Barrio Puente San Miguel al oeste y al sur y este respectivamente.

Consta de cerramientos que recubren toda la finca y la protegen de la carretera local que comunica el pueblo de Puente San Miguel con el hospital Sierrallana.

Al estar rodeado de viviendas y dentro del pueblo está abastecido de luz (red de baja tensión) y agua para saneamiento.

La finca cuenta con una nave que se utilizará como almacén para maquinaria, fitosanitarios, fertilizantes, envases, producto cosechado...que se encuentra junto a un pozo que suministrará agua para el regadío de la plantación.

También atraviesa la finca el conducto de gas, el cual está bien protegido y seguro.

### **2.2.3. Condicionantes de mano de obra.**

En principio se diseña el proyecto para 1 operario fijo, como exige el promotor, persona que debe estar periódicamente controlando el estado de las plantas, cumplimentando el cuadernillo de explotación, dónde se registran todas las operaciones y prácticas de campo y que todas las instalaciones funcionen bien en la plantación.

Se contratarán trabajadores eventualmente para tareas que no pueda ejercer esa única persona:

Recolección de forma manual y poda con ayuda de tijeras neumáticas.

Labores puntuales, cómo análisis de plagas, de suelo y foliares, agua de lo cual se encargará un técnico agrícola o empresa especializada.

Por otra parte tractoristas que ayuden con la preparación y puesta en marcha del cultivo.

#### **2.2.4. Condicionantes empresariales y de gestión**

Su comercialización será preferentemente en fresco en mercados locales de la comunidad y sus alrededores, estos frutos cumplirán la norma técnica para el uso de la marca de garantía CC (calidad controlada).

También existirá una vía de salida a través de la industria transformadora para frutos pequeños, sobremaduros, con daños...

Por otra parte se intentará buscar asociaciones para mejorar la rentabilidad y distribución del producto tanto en mercados nacionales como internacionales.

#### **2.2.5. Condicionantes económicos**

El promotor y propietario de la finca solicitará las ayudas para jóvenes agricultores de la política agraria común (PAC), cofinanciadas por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). Percibir esta subvención supone:

Asignación de derechos de pago básico de la Reserva Nacional.

Pago complementario a percibir sobre un máximo de 90 derechos de pago básico activados y durante 5 años.

Ayudas para jóvenes en el marco de segundo pilar.

Los requisitos resumidos esquemáticamente son los siguientes:

Joven agricultor, entre 18 y 40 años.

Agricultor activo, el 20 % de sus ingresos totales deben ser distintos de los pagos directos de la PAC, si se incorpora por primera vez como titular de la explotación, como es nuestro caso, esta condición deberá acreditarse en el segundo periodo impositivo o hasta que el cultivo entre en producción.

Plan de empresa, que es lo que se quiere manifestar con la redacción de este proyecto: situación inicial, fases y objetivos de las actividades y detalles de las actuaciones incluidos la sostenibilidad ambiental de la explotación agrícola.

Capacidades profesionales, mínimo grado medio en agricultura.

Ejercer actividad agraria durante 5 años en la explotación y no haberla ejercido en las 5 campañas anteriores.

Disponer de la finca en propiedad o arrendada para que el pago de los derechos se pueda hacer en función de esa superficie.

También se solicitará a través del gobierno de Cantabria y su decreto 2/2009, de 15 de enero, ayuda para la suscripción de la póliza del seguro agrario incluido en el Plan Anual de Seguros Agrarios Combinados. Con entidades o agentes autorizados integrados en AGROSEGURO.

Por otra parte según la Orden TAS/1622/2007, de 5 de junio, el promotor podrá pedir la subvención para la promoción del empleo autónomo, dotado hasta 7.000€ para mujeres desempleadas en general.

#### **2.2.6. Condicionantes de materia prima (material vegetal)**

En el anejo 6, se presenta las características de las especies más importantes históricamente de arándano a nivel regional y mundial, en formas silvestres y mejoradas genéticamente para su domesticación y comercialización.

En Cantabria, las variedades comerciales más interesantes proceden de las especies *Vaccinium corymbosum* (arándano gigante del norte) y *Vaccinium ashei* (ojo de conejo).

El viverista, suministrará los plántones reproducidos por micropropagación o cultivo in vitro en bolsas de plástico con cepellón de entre 1 y 4 litros. Aproximadamente tendrán una edad de dos años.

Es recomendable realizar la plantación en el período de la parada vegetativa invernal, es decir entre los meses de Noviembre-Diciembre. Al tener el plantón una actividad radicular mucho más temprana que la parte aérea, daremos tiempo a que se desarrollen y expandan nuevas raicillas consiguiendo plantas bien enraizadas antes del inicio de la brotación primaveral.

#### **2.2.7. Condicionantes de salida de producto, estudio de mercado y comercialización.**

En el anejo 7, justificaremos porque es interesante la idea de una plantación de arándanos en Cantabria, el actual mercado, su oferta y demanda, las fluctuaciones en los últimos años y su precio de venta.

A pesar de ser una de las especies de más reciente introducción en la fruticultura mundial, la producción y consumo de arándanos en la última década ha tenido un crecimiento

espectacular, debido a la promoción de sus numerosas cualidades: organolépticas y culinarias, fácil consumo, gran valor nutricional...

Actualmente la producción mundial de arándano es de 555.000-600.000 toneladas según la base de datos de la FAO (FAOSTAT), de los cuales Estados Unidos, Canadá y Chile participan con el 75% del total producido. En cuanto al consumo, los principales consumidores de arándanos se sitúan en Estados Unidos, Canadá y Europa.

España se sitúa la primera producción a nivel europeo y cuarta en número de exportaciones a nivel mundial, la producción total ronda las 30000 toneladas, aunque con una tendencia a la alza, sobre todo en Andalucía y la Cornisa Cantábrica. En cuanto al consumo, el fruto es aún poco conocido y de difícil acceso, la media por persona es 5g/año.

Las dos zonas productoras del país son complementarias en Huelva (Andalucía) donde los meses de recolección y comercialización tienen lugar entre Marzo y Junio y en la cornisa cantábrica, recolección y comercialización de Junio a Octubre. Este último periodo es muy interesante económicamente, puesto que existe un nicho de mercado, es decir, una oferta menor de productos frescos a escala mundial, en el que la producción de centro Europa decae y las importaciones procedentes del Hemisferio Sur aún no han alcanzado su máxima intensidad.

En la cornisa cantábrica, recolección y comercialización de Junio a Octubre, ha pasado de no llegar a las 100 ha en 2010 a las 400 ha en esta campaña. Esto ha sido debido gracias al fomento de subvenciones para los productores por parte de los gobiernos de Asturias, Cantabria, Galicia...Aún así hay mucha diferencia con las casi 3000 ha dedicadas en Andalucía, que se pueden acortar aprovechando los canales comerciales abiertos por las provincias del Sur del país.

Existen dos formas de producción: integrada o cooperativa, en nuestro caso nos decantaremos por la segunda, en la cual cada productor, planta y cosecha él mismo la producción y después la vende a partir de cooperativas cercanas al municipio. Dada la rusticidad de la planta y las escasas plagas y enfermedades que la afectan optaremos por un cultivo ecológico que se asocie a la calidad del fruto. Con un precio entorno a los 4-5 €/kg de arándano fresco.

### 2.2.8. Condicionantes legales

En el anejo 8, se relatan las normas de aplicación a una explotación en producción ecológica de arándanos en Cantabria.

Se pueden encontrar divididas en los siguientes apartados:

**-legislación general:**

- de suelo y ordenación urbana
- de construcción
- en materia de seguridad y salud
- de medioambiente
- de residuos
- de las instalaciones
- de construcción
- de medioambiente

**-legislación propia de la tipología del proyecto:**

- legislación relacionada con la producción de frutos silvestres
- legislación de ayudas al cultivo de arándanos

### 2.3. Situación actual

Antiguamente la parcela se dedicaba al pasto de vacuno de leche, por eso, es que cuenta con la nave almacén, pozo y demás instalaciones.

En la actualidad, la parcela no se dedica a ninguna actividad que produzca unos beneficios, por lo tanto, este proyecto es una alternativa para incrementar la rentabilidad en la finca.

## 3. Estudio de las alternativas

En el anejo 9, tras tener en cuenta los condicionantes del promotor:

Viabilidad económica que permita al terreno incrementar los ingresos.

Ubicación de la explotación en la parcela citada en el apartado situación, ocupando su totalidad salvo los espacios reservados a servidumbre, entradas y alrededores de la nave ya situada en la finca.

Mano de obra: un trabajador fijo y operarios eventuales en época de poda y recolección.

El agua provendrá del pozo existente en la finca, el cuál abastecerá el sistema de riego.

Régimen ecológico.

Diferentes variedades que permitan la venta en fresco y una recolección escalonada durante el mayor tiempo posible (Junio-Octubre), altamente productivas con frutos grandes y dulces.

Y siguiendo estos objetivos:

Económico, máxima rentabilidad.

Calidad de producto.

Respeto y sostenibilidad del medio ambiente.

Social, crear puestos de trabajos fijos y temporales en el medio rural.

A través del método discreto de suma ponderada, con número finito de soluciones, analizaremos los criterios con una valoración de 0-3, siendo 0 la mínima y 3 la superior. Todo en valores positivos. Así decidiremos las alternativas que más nos convenga para el proyecto.

#### ALTERNATIVAS ADOPTADAS:

-Variedades: las alternativas que más nota consiguieron ordenadas de mayor a menor fueron las variedades Draper, Ochlokonee, Ozarkblue, Duke, Legacy, Brigitta y Bluecorp. Pero para cumplir el condicionante de una recolección escalonada durante el mayor tiempo posible (Junio-Octubre). Se elige escoger las siguientes 5 variedades: **Duke** (recolección más temprana), **Spartan** (segunda recolección), **Draper** (tercera recolección), **Elliot** (cuarta recolección) y **Ochlokonee** (quinta recolección), ésta se polinizará con la variedad Powderblue, puesto que las especies ojo de conejo (*Vaccinium ashei*) aunque igual que las especies gigantes del norte (*Vaccinium corymbosum*) son hermafroditas son en su mayoría autoestériles. Como hemos visto en el estudio de mercado desde el punto de vista económico, el periodo más interesante para la venta de arándano, es decir, en el que existe una oferta menor de productos frescos, es el que va desde mediados de Agosto a mediados de Octubre. Por tanto

se instaurará la misma cantidad de plantas de las 4 variedades de gigante del norte y el doble de la especie ojo de conejo, es decir, variedad Ochlockonee que abarca el periodo de Septiembre y Octubre.

-Forma de presentación del material vegetal: se conseguirá los plántones reproducidos mediante la técnica de micropropagación o cultivo in vitro con una edad de 2 años, y transportada en bolsas de plástico con cepellón de 1-4 litros.

-Densidad de plantación: baja, con un marco de plantación de 3 x 1,5 m, lo que hace aproximadamente unas 2220 plantas/ha.

-Orientación de la plantación: Noreste-Suroeste, es decir, las filas paralelas al lado más largo de la finca, esto nos permitirá colocar más plantas que con las otras alternativas. Las filas más largas coincidirán en la parte más llana y las más cortas en la parte más alta, lo que facilitará, la llegada de agua de riego en todas las partes de la parcela.

-Poda: Los primeros dos años desde la plantación la poda consistirá en eliminar los crecimientos débiles desde su base y dejar aquellos brotes más vigorosos. Si las ramas del primer año han tenido un crecimiento reducido, se podan a la mitad eliminando las yemas de flor que se han formado en el extremo de los ramos. Si por el contrario el crecimiento de los brotes ha sido satisfactorio se pueden dejar las ramas sin podar para conseguir la primera cosecha en el segundo año. Después, durante la época de producción, haremos poda invernal, es decir, eliminaremos las ramas durante el letargo de la planta.

-Recolección: al ser una recolección escalonada que nos de fruta desde Junio hasta Octubre, nos decantaremos por la recolección manual, que nos permitirá organizar los trabajadores y reducirlos al mínimo necesario, aunque en época de mayor solapamiento se alquilará una vibradora manual que nos facilite el trabajo.

-Mantenimiento del suelo: en las filas instalaremos acolchado con malla geotextil, de rafia de polipropileno de color verde oscuro, simultáneamente con la tubería de riego y las plantas, en todas las filas de la plantación. En las calles y pasillos de servicio dejaremos cubierta vegetal.

-Riego: se llevará a cabo un sistema de riego localizado por goteo a dos vías autocompensante.

## 4. Ingeniería del proyecto

### 4.1. Ingeniería del proceso productivo

En el anejo 10 del siguiente proyecto detallaremos la producción, cuánto voy a producir y con qué materia prima y cómo llevarlo a cabo. Esto se detallará en los siguientes apartados.

#### 4.1.1. Programa productivo

El siguiente proyecto tiene por objeto la plantación en toda su totalidad del cultivo de arándano y según lo redactado en el anejo estudio de las alternativas estratégicas se plantarán las variedades Duke, Spartan, Draper, Elliot de la especie *Vaccinium corymbosum* y Ochlokonee que se polinizará con Powderblue de la especie *Vaccinium ashei*.

El marco que se establecerá para la plantación será de 3 metros de distancia entre las calles y de 1,50 metros de distancia entre plantas.

Lo primero que se detallará es la superficie de plantación, la parcela posee un total de unos 66964 m<sup>2</sup> de los cuáles hay que descontar 522 m<sup>2</sup> por la construcción de la nave ya instalada en la finca, que servirá como zona de acopio de materiales, el resto se dividirán en 9.378 m<sup>2</sup> para la variedad Duke, otros 8.856 m<sup>2</sup> para Spartan, 8.702 m<sup>2</sup> para Draper y otros 8.856 m<sup>2</sup> para Elliot. La variedad Ochlokonee contará con 17.703 m<sup>2</sup>. Finalmente los 12.947 m<sup>2</sup> restantes serán destinados a zonas de servicio.

#### 4.1.2. Proceso productivo

Se realizarán las siguientes labores preparatorias:

-Desbroce mecánico con cargadora frontal, eliminaremos la cubierta vegetal y el microrrelieve.

-Labor de subsolado, previo al enterrado de enmiendas.

-Labor de chisel, en este proyecto se opta, por técnicas de laboreo reducido, que permitan disminuir el número de pases y el volumen del suelo trabajado.

-Labor de cultivador ligero, para preparar el lecho de siembra.

-Enmienda: tal y como se dijo en el anejo estudio edafológico, el suelo de la parcela es de buena calidad para la implantación de arándano y necesita muy poca corrección, por lo tanto, las enmiendas y abonados de preplantación serán los siguientes:

-Estiércol bovino (20 t/ha).



-Azufre elemental (500 kg/ha).

-Sulfato de magnesio (400 kg/ha).

Después de preparar el terreno, pasaremos a la fase de plantación, todas las labores correspondientes a este apartado serán llevadas a cabo por una empresa contratada con personal cualificado y maquinaria especializada con el fin de conseguir los mejores resultados ya que de ello dependerá el éxito de la vida productiva de la plantación. Por tanto realizarán las labores de replanteo, instalación de riego, acolchado y plantación.

Como se puede apreciar en el plano de replanteo, la parcela se divide en 6 sectores separados por tres pasillos de anchura 6 m los paralelos a las filas y 4 m los perpendiculares a ellas. También se ha tenido en cuenta un pasillo perimetral de 4 m para facilitar las tareas. Cada sector se dedicará al cultivo de una especie, salvo la orientada más al este Ochlockonee que contará con dos.

Las plantas se disponen en cada sector según el marco de plantación mencionado anteriormente en este mismo anejo. Se ha buscado la orientación más idónea para que la mayor cantidad de filas tengan la misma longitud, y poder desaprovechar el mínimo material. Las variedades están ordenadas según periodo de fructificación, las más tempranas en la zona más baja de la parcela, más cercanas a la nave y la más tardía en la parte más alta. Aún así, para un mayor aprovechamiento del espacio disponible y, debido a que la parcela es irregular, todas las filas de cultivo no tendrán la misma longitud.

Se utilizarán 12423 plantones certificados teniendo en cuenta un 2 por mil para la reposición de marras, que serán distribuidos de la siguiente manera:

-Duke: 2164 plantones.

-Spartan: 2079 plantones.

-Draper: 2038 plantones.

-Elliot: 2079 plantones.

-Ochlckonee: 3662 plantones.

-Powderblue: 401 plantones.

Después del replanteo, realizaremos la plantación en el periodo de la parada vegetativa invernal, con una máquina que simultáneamente coloque los ramales de la instalación de riego y la malla antihierba, nos permita trasplantar los plantones.

Después de la plantación se procederá a regar para afirmar el suelo y proveer de humedad la raíz (riego de asentamiento). Tras el riego de asentamiento o de plantación hay que proceder a realizar una revisión general de las plantas.

En el mes de Enero del año 0, se llevará a cabo una labor de poda de formación, que dará lugar a la estructura de la planta. Hasta que consigamos formar la mata con 4-6 brazos principales, la poda de producción y la de formación se solaparán. La de producción comenzará después del 2º o 3º año, durante la segunda quincena de febrero. Se realizará de forma manual mediante unas tijeras neumáticas.

En este anejo también se ha especificado sobre la fertilización:

-Orgánica: se aplicará cada 2 años 20 t/ha.

-Mineral: los aportes de estiércol no satisfarán por completo las extracciones de K ni de N por parte de los arándanos. Por ello, se programará un sistema de fertirrigación formado por un tanque de 2000 l con su respectiva bomba dosificadora descrita en el anejo instalación de riego. Se utilizará como fertilizante sulfato potásico 53,5 %.

Después de detallar todas las posibles enfermedades, plagas y fisiopatías de los arándanos, se recomienda control para los hongos de madera, mosca de alas manchadas y roedores.

La recogida será manual, con ayuda de remolques, desde el comienzo de producción en el año 3 hasta final de vida, debido a la floración gradual del arándano, en la época de maduración de los racimos frutales nos encontraremos con bayas listas para su recogida y otras aún inmaduras de color verde claro. Por lo tanto la recolección ha de hacerse en varias pasadas que duren un total de 2 a 5 semanas con intervalos de 5-7 días. Si se destina al mercado en fresco, como es nuestro caso, es aconsejable que el inicio de la recolección sea 5-6 días a partir de que hayamos visto el 10-15% de la plantación con frutos totalmente de color azul, esto aumentará la calidad del producto. Como la producción irá en aumento con el paso de los años, hasta que logre estabilizarse en el año 10, explicaremos como haremos cada época de recolección.

### **4.1.3. Implementación necesaria**

En esta sección se calculan todas las necesidades para el proyecto: materia prima, maquinaria y mano de obra.

## **4.2. Ingeniería de las instalaciones**

### **4.2.1. Caseta de riego**

En el anejo 11, se desarrollan las características de la caseta de riego que será necesaria para albergar los equipos de riego y fertirrigación. La caseta tendrá una superficie de 16 m<sup>2</sup> y una altura de 2,5 m se ubicará cerca del pozo de la parcela. La edificación se construirá sobre una zapata corrida sobre muro de hormigón con unas dimensiones de 40x40 cm. Se empleará hormigón HA-25/B/20/IIa.

La solera se compondrá de dos pisos, enchado de grava 15 cm y hormigón HA-25/B/20/IIa.

El cerramiento exterior es de bloque de hormigón por los laterales y la parte superior, con correas de hormigón prefabricadas. El espesor del panel de hormigón prefabricado es de 30 cm.

### **4.2.2. Instalación de riego**

Aunque las precipitaciones anuales son abundantes, se implantará un sistema de riego de 6 sectores para aumentar la producción y calidad de la cosecha. Por motivos de mejor aprovechamiento de agua de las plantas, se decide instalar un doble ramal por cada fila de árboles. Estas tuberías llevarán goteros autocompensantes integrados de 2 l/h, que proporcionan una buena distribución y uniformidad.

El agua del que se abastece nuestra instalación, proviene de un pozo ya existente en la finca, el cual alberga una bomba de sondeo de 3 kW.

### **4.2.3. Instalación eléctrica**

En el anejo 13, se diseña la instalación eléctrica que sale paralela del cuadro de distribución, protección y mando existente en la nave. Consta de una línea de acometida trifásica más neutro y tierra, la cual llega al cuadro de distribución de la caseta. Desde allí, salen 4 circuitos destinados a la bomba, instrumentación, alumbrado y toma de fuerza, después de pasar por un dispositivo de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

## **5. Documento ambiental**

En el anejo 14, se llevará a cabo el documento ambiental que le corresponde a un proyecto de estas características, en este caso licencia ambiental tal y como obliga la normativa estatal y autonómica ley 21/2013, 9 Diciembre y ley de Cantabria 17/2006, de 11 de Diciembre.

Evaluando todo lo descrito anteriormente en la memoria, se llega a la conclusión de que nuestro proyecto no afectará significativamente al medio. Incluso se han tomado medidas oportunas para reducir los posibles impactos que se puedan producir.

Finalmente se deja constancia de que dicho proyecto generará un impacto positivo sobre el medio socioeconómico con la creación de empleo directo, publicidad en la zona y un fomento y desarrollo de la actividad empresarial de la zona.

## **6. Estudio de gestión de residuos**

En el anejo 15, se pretende identificar los residuos que se generen durante la fase de construcción de obras de manera que se minimicen los daños provocados al medio ambiente. codificados según orden NAM/304/2002. El formato que seguiremos es el del REAL DECRETO 105/2008 de 1 de febrero.

## **7. Estudio básico de seguridad y salud**

En el anejo 16, se ejecuta el estudio básico de seguridad y salud que se basa en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen “las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”, y la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de “prevención de riesgos laborales”.

Las necesidades mínimas y óptimas para el correcto desarrollo de los trabajos que se requieren en la obra vienen especificados en este anejo. De esta forma, se reducirán al máximo los posibles riesgos laborales.

## **8. Ejecución de obras**

En el anejo 17, se redactará la previsión del tiempo mínimo de realización de la obra. El objetivo de este anejo será llegar a obtener la duración del proyecto, el camino crítico, el volumen de mano de obra y el número máximo de trabajadores. Para ello será necesario definir:

- Lista de actividades de la obra.
- Establecer la duración de las actividades.
- Asignación de los recursos a las actividades.
- Establecer las relaciones de prioridad entre las actividades.
- Elaboración del diagrama de Gantt con el calendario de ejecución del proyecto.

El proyecto se desarrollará entre el 1 de septiembre de 2018 al 5 de diciembre de 2018. Con un total aproximado de 95 días naturales, estimando un coeficiente de 0,7 días laborables por días naturales, lo que nos queda una duración de 67 días. Y siendo 7 el número máximo de trabajadores que se encuentran simultáneamente.

## 9. Justificación de precios

En el anejo 18, se pretende justificar el coste horario de la maquinaria y de la mano de obra. Primeramente se expondrán los precios elementales (mano de obra, maquinaria y materiales); son los precios menores, de nivel más bajo que la unidad de obra siendo las partes más pequeñas en las que se divide el proyecto. Luego se reflejarán los precios auxiliares, aquellos que se repiten a lo largo del proyecto, siendo precios compuestos que se usan como unidad. Por último se describirán los precios descompuestos que se equivalen a las unidades de obra.

## 10. Evaluación económica

En el anejo 19, se busca comprobar la rentabilidad del proyecto, es decir, si es una buena inversión o por el contrario no merece la pena.

Los cobros y pagos se dividen en ordinarios y extraordinarios, nosotros para este evaluación, hemos contado sólo con los ordinarios, puesto que hemos supuesto, que no recibimos ninguna subvención y que la maquinaria propia no necesita ser reparada.

La inversión inicial supondrá unos 106.772 €, por lo que será necesario recurrir a la petición de un crédito a una entidad bancaria que ofrece las siguientes características básicas: financiación mixta, propia del 60 % y ajena del 40 % e interés del 4,5 %, a 10 años.

Por lo tanto la financiación ajena es de  $106.772 \text{ €} \times 0,40 = 42.708,8 \text{ €}$

Después de realizar el flujo de caja de cada año se analiza la viabilidad del proyecto por medio de tres indicadores con la hipótesis inicial y dos más.

Hipótesis inicial, vida útil del proyecto 20 años y precio de arándano (2,5 €/kg).

TIPO DE INTERÉS	VAN (€)	TIR(%)	PAY-BACK (AÑOS)	B/I
4,5 %	1.836.947,13	49	Año 4	17,2

Hipótesis nº 1, vida útil de 20 años del proyecto y precio de arándano (1,5 €/kg).

TIPO DE INTERÉS	VAN (€)	TIR(%)	PAY-BACK (AÑOS)	B/I
4,5 %	1.027.357,60	38	Año 4	9,62

Hipótesis nº 2, vida útil del proyecto 15 años y precio de arándano (2,5 €/kg)

TIPO DE INTERÉS	VAN (€)	TIR(%)	PAY-BACK (AÑOS)	B/I
4,5 %	1.337.775,83	36	Año 4	12,53

Como conclusión, obtenemos que es una inversión rentable y el proyecto resulta viable.

## ANEJO 1: ESTUDIO CLIMÁTICO

1.	Introducción .....	3
2.	Datos generales.....	3
2.1.	Temperatura.....	3
2.2.	Horas de frío.....	4
2.3.	Heladas.....	6
2.4.	Horas de calor .....	7
2.5.	Pluviometría .....	7
2.5.1.	Lluvia .....	7
2.5.2.	Nieve.....	8
2.5.3.	Granizo .....	9
2.5.4.	Tormenta.....	9
2.5.5.	Niebla .....	9
2.5.6.	Rocío.....	9
2.5.7.	Escarcha.....	10
2.6.	Viento .....	10
2.7.	Insolación y nubosidad.....	11
2.8.	Evapotranspiración potencial (ETP) .....	11
3.	Índices fitoclimáticos.....	13
3.1.	Pluviosidad de Lang.....	13
3.2.	Aridez de De Martonne .....	14
3.3.	Datin-Revenga .....	14
3.4.	Continentalidad de Gorezynski .....	15
3.5.	Termicidad.....	15
4.	Climogramas.....	16
4.1.	Diagrama ombrotérmico .....	16
4.2.	Balance hídrico .....	16
5.	Clasificación climática .....	18
5.1.	Thornthwaite (1948) .....	18
5.2.	UNESCO-FAO (1963).....	20
5.3.	Papadakis (1960) .....	21

Tabla 1: Temperatura media (Tm) (°C).....	3
Tabla 2: Temperatura media de la máxima (Tm MÁX) (°C). ....	3
Tabla 3: Temperatura media de la mínima (Tm mín) (°C).....	3
Tabla 4: Horas de frío según el criterio Da Mota. ....	5
Tabla 5: Horas de frío por el método Crossa-Raynaud. ....	5
Tabla 6: Precipitación acumulada media (l/m <sup>2</sup> ). ....	7
Tabla 7: Precipitación máxima en un día (l/m <sup>2</sup> ). ....	8
Tabla 8: Precipitación máxima acumulada (l/m <sup>2</sup> ). ....	8
Tabla 9: Intensidad de precipitación (mm/día).....	8
Tabla 10: Días de ocurrencia de nieve. ....	8
Tabla 11: Días de ocurrencia de granizo. ....	9
Tabla 12: Días de ocurrencia de tormenta.....	9
Tabla 13: Días de ocurrencia de niebla. ....	9
Tabla 14: Días de ocurrencia de rocío.....	10
Tabla 15: Días de ocurrencia de escarcha.....	10
Tabla 16: Índices de calor mensuales (i). ....	12
Tabla 17: Evapotranspiración sin ajustar (e) para cada mes.....	12
Tabla 18: ETP según Thornwaite. ....	13
Tabla 19: Balance hídrico. ....	17



## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es la caracterización del clima de la zona en la que se encuentra el proyecto y compararlo con las necesidades de nuestro cultivo para comprobar su aptitud y prevenir cualquier accidente meteorológico que dificulte la producción.

Para el análisis elegimos los datos obtenidos por la estación del AEMET Santander-Ojaiz, por ser la más cercana a nuestra finca (22 km) con más información acumulada desde enero de 1984 hasta diciembre de 2015 (32 años).

Coordenadas geográficas y altitud del observatorio:

*Latitud: 43° 26' 38.53" N*

*Longitud: 3° 53' 03.42" W*

*Altitud: 55 m*

La metodología seguida en el estudio ha sido expuesta en la publicación "Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología" (MOPT, 1992).

## 2. Datos generales

### 2.1. Temperatura

Tabla 1: Temperatura media (Tm) (°C).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
9,42	9,38	11,07	12,19	14,87	17,42	19,43	20,03	18,26	15,96	12,19	10,17

La temperatura media anual es de 14,25 °C, con inviernos y veranos suaves.

Tabla 2: Temperatura media de la máxima (Tm MÁX) (°C).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
13,34	13,57	15,52	16,44	19,02	21,36	23,4	24,11	22,65	20,35	15,99	13,97

La temperatura media anual es de 18,37 °C.

Tabla 3: Temperatura media de la mínima (Tm mín) (°C)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5,49	5,18	6,62	7,94	10,72	13,48	15,45	15,96	13,86	11,58	8,38	6,38

La temperatura media anual es de 10,14 °C.

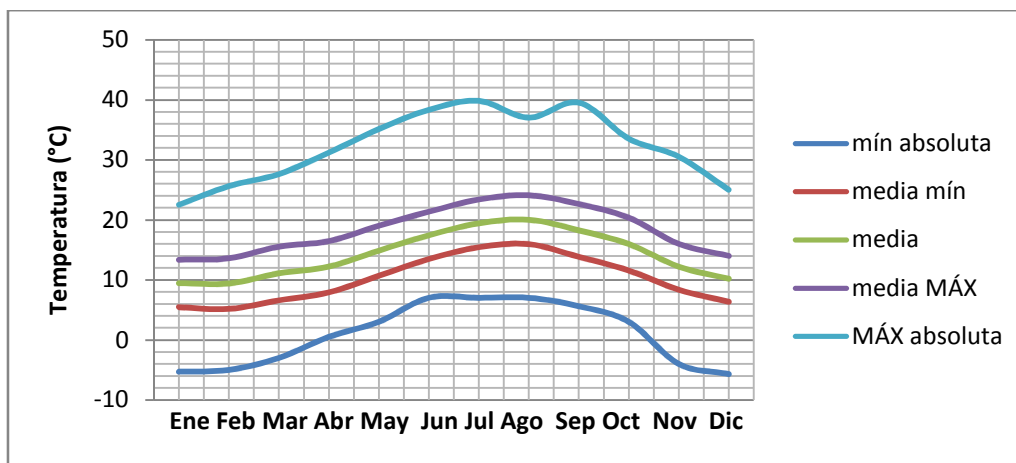


Gráfico de T<sup>a</sup>, puntualmente, en Julio y Septiembre se pueden alcanzar MÁX de 40 °C y en Enero y Diciembre mín de -6 °C.

## 2.2. Horas de frío

Acumulación de horas por debajo de 7 °C, las cuales permiten salir del reposo invernal a las plantas. Pueden variar según el año y dificultar la cosecha según los siguientes factores:

-Veranos muy cálidos retrasan la entrada en reposo de la planta, las hojas caen más tarde, lo que requiere posteriormente más horas de frío para salir de la “dormancia”.

-Otoños muy fríos conseguimos que se adelante la defoliación y la salida del reposo con riesgo de estropeo de frutos por heladas tempranas.

-Inviernos poco fríos se traducen en que la planta no entra en reposo, lo hace más tarde o durante menos tiempo del requerido, lo que implica que gaste reservas energéticas que luego necesitará en la floración y brotación.

Aplicaremos los métodos de Weinberger (1956), Da Mota (1957) y Crossa-Raynaud (1956) para el cálculo de horas de frío. Las fórmulas se basan en la búsqueda de la curva ideal que más se asemeje a la onda sinusoidal que da el registro de temperaturas máximas y mínimas a lo largo del día.

WEINBERGER:

Weinberger establece una correlación entre horas frío y la temperatura media de las medias de los meses de Diciembre y Enero.

T (°C)	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3
h<7°C	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350

$$T = \frac{T_E + T_D}{2} = \frac{9,42 + 10,17}{2} = 9,8$$

Según el criterio de Weinberger, alcanzaremos las 850 horas de frío.

DA MOTA:

Este método utiliza una regresión lineal entre las horas-frío encontradas por un termógrafo y la temperatura media mensual. Su fórmula es la siguiente:

$$HF = 485,1 - 28,52 * Tm$$

Tabla 4: Horas de frío según el criterio Da Mota.

Mes	Tm	$HF = 485,1 - 28,52 * Tm$
Enero	9,42	216,44
Febrero	9,38	217,58
Marzo	11,07	169,38
Abril	12,19	137,44
Mayo	14,87	61
Junio	17,42	0
Julio	19,43	0
Agosto	20,03	0
Septiembre	18,26	0
Octubre	15,96	29,92
Noviembre	12,19	137,44
Diciembre	10,17	195,05
TOTAL		1164,25

El número de horas de frío acumuladas bajo el criterio Da Mota es de 1164,25.

CROSSA-RAYNAUD:

Este método es aconsejado por la OMM (organización meteorológica mundial) por ajustarse bien en latitudes medias. Su fórmula es la siguiente:

$$HF = \frac{7 - T_{\text{día mín}}}{T_{\text{día MÁX}} - T_{\text{día mín}}} * 24$$

Sólo se han podido calcular las horas de frío de los siguientes años por falta de datos diarios históricos:

Tabla 5: Horas de frío por el método Crossa-Raynaud.

Año	HF
2013	589,94
2014	279,74
2015	543,97

2016	286,62
PROMEDIO	425,1

Este criterio sólo nos indica 425,1 horas de frío, corrobora que la variabilidad interanual es muy amplia y que la media de 31 años no se ajusta con la de los últimos 4 años. Daremos importancia a este último resultado puesto que pone en evidencia el aumento de temperatura y disminución de horas de frío gradualmente debido al cambio climático.

Dos de los tres métodos han sobrepasado las 800 HF, que suele ser la media de necesidades para las variedades gigantes del norte y del grupo rabbiteye.

Tendremos en cuenta también que el observatorio escogido se sitúa al borde del mar, lo que actúa como efecto regulador de la temperatura, y en cuanto nos vamos un poco para el interior el número de horas de frío sube considerablemente.

Aunque para no arriesgarnos a sufrir grandes pérdidas en años calurosos intercalaremos variedades con requerimientos en horas-frío medios (400-600 h/f) y altos ( $\geq 800$  h/f) en la plantación.

### 2.3. Heladas

Se consideran días de heladas aquellos en los que se registra una temperatura igual o inferior a 0° C.

#### CRITERIO DE EMBERGER

Evaluamos el riesgo de heladas de cada mes según este método.

Tm mín < 0 °C	Seguro
0 °C < Tm mín < 3°C	Frecuente
3°C < Tm mín < 7°C	Poco frecuente
Tm mín > 7°C	Muy poco frecuente o nulo

Clasificación de riesgo de heladas según Emberger.

Mes	Tm mín	Riesgo de heladas
Enero-Marzo	< 7°C	Poco frecuente
Abril-Noviembre	>7°C	Muy poco frecuente o nulo
Diciembre	< 7°C	Poco frecuente

Clasificación según los datos de nuestra estación.

En este apartado concluimos que el riesgo de heladas no es inexistente pero al ser tan bajo lo asumimos y prescindimos de contratar un seguro antiheladas específico.

## 2.4. Horas de calor

Al igual que un defecto de horas de frío, altas temperaturas, por encima de los 30-40 °C en temporadas estivales y primaverales pueden traer graves efectos en la planta y el fruto:

-Al superar estos niveles, su actividad fotosintética llega a un máximo, tras él, la planta no puede suplir su desgaste energético y pasa a una situación de estrés en el que el sistema radicular no es capaz de suministrar a las hojas el agua necesaria para la transpiración, la planta cierra estomas y detiene el crecimiento vegetal.

-En la floración, se produce la ruptura del tubo polínico, desecación del estilo y baja actividad de los polinizadores, que se traduce en un mal porcentaje de frutos fecundados.

-En la maduración, los frutos se ablandan y se oscurecen en el interior, mientras que en el epicarpio aparecen manchas y llagas. Finalmente estos caen por la formación precoz de la capa de abscisión.

-Junto o separado a ambientes secos e insolaciones, podemos obtener el golpe de calor en el cual la planta sufre marchitamiento, atabacado y necrosis de hojas, brotes y frutos.

Calcularemos las horas de calor al igual que hicimos con las horas de frío según el método de Crossa-Raynaud (1956), por ajustarse bien a latitudes medias. Su fórmula es la siguiente:

$$HC = \frac{T_{\text{día MÁX}} - 30}{T_{\text{día MÁX}} - T_{\text{día mín}}} * 24$$

Los datos muestran que en la franja costera entre el Cantábrico y la cordillera cantábrica no se llega a las 100 horas de calor (umbral 30° C) anuales, y en la costa, al borde del mar, apenas hay días en los que se superen o siquiera alcancen los 30° C. Aún así evitaremos el riesgo de estos daños con riego localizado en la plantación.

## 2.5. Pluviometría

La precipitación comprende todo el agua procedente de las nubes, cualquiera que sea la forma de meteoro. Este fenómeno viene precedido siempre por los fenómenos de condensación y sublimación o por una combinación de ambos.

### 2.5.1. Lluvia

Tabla 6: Precipitación acumulada media (l/m<sup>2</sup>).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
124,07	100,11	92,65	109,23	79,54	61,67	51,32	63,87	83,62	108,73	167,83	115,68

Según esta tabla, la precipitación acumulada media anual es de 1158,33 l/m<sup>2</sup>.

**Tabla 7: Precipitación máxima en un día (l/m<sup>2</sup>).**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
72,3	52,5	52,2	62,2	46,2	72,3	51,3	66,1	62,2	90,6	77,3	64,3

La precipitación media de las máximas mensuales es 64,2 l/m<sup>2</sup>.

**Tabla 8: Precipitación máxima acumulada (l/m<sup>2</sup>).**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
275,5	266,9	225,9	276,9	191,7	216,2	119,3	172,1	203,3	365,6	354,3	224,3

La precipitación máxima acumulada de un año es 1619,3 l/m<sup>2</sup>.

**Tabla 9: Intensidad de precipitación (mm/día).**

Mes	Precipitación media (mm)	Días de lluvia	Intensidad (mm/día)
Enero	124,07	16,88	7,35
Febrero	100,11	14,22	7,04
Marzo	92,65	14,34	6,46
Abril	109,23	15,69	6,96
Mayo	79,54	15,09	5,27
Junio	61,67	12,09	5,1
Julio	51,32	12,03	4,26
Agosto	63,87	11,59	5,51
Septiembre	83,62	12,38	6,75
Octubre	108,73	14,97	7,26
Noviembre	167,83	17,56	9,56
Diciembre	115,68	15,97	7,24

Según los anteriores datos el mes con mayor intensidad de lluvia es Noviembre y el menor Julio.

### 2.5.2. Nieve

La nieve es un fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación de pequeños cristales de hielo en forma de estrellas. Estos han cristalizado lentamente y se han agrupado en copos poco densos de consistencia más o menos sólida. La nieve puede evitar oscilaciones extremas de temperatura en el cultivo, aportar agua en el terreno y proteger o aumentar el riesgo de heladas dependiendo de si se forma una capa de hielo.

**Tabla 10: Días de ocurrencia de nieve.**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0,52	0,52	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06

La media de nevadas es 1,2 al año.

### 2.5.3. Granizo

El granizo es un tipo de precipitación sólida que se compone de partículas sólidas cristalizadas en la propia nube. Puede provocar daños severos a causa del fuerte golpe que provoca al caer sobre los arbustos.

Tabla 11: Días de ocurrencia de granizo.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1,97	2,23	1,48	1,1	0,26	0,06	0	0	0,06	0,26	1,32	1,16

La media de granizadas es 9,9 al año. No presenta gran riesgo, aunque existe la posibilidad de contratar un seguro antigranizo.

### 2.5.4. Tormenta

Las tormentas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan en relámpagos y truenos (Organización meteorológica mundial, 1992).

Tabla 12: Días de ocurrencia de tormenta.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1,19	1,81	1,03	1,65	2,1	2,19	2,03	1,84	1,35	1,13	1,74	0,71

La época más propicia para la aparición de tormentas va de Mayo a Agosto, especialmente en los meses de Mayo y Junio. Las tormentas pueden ir acompañadas de granizadas y fuertes vientos. Si la inestabilidad no va acompañada de suficiente humedad en las capas bajas, la precipitación suele ser escasa o nula y los rayos pueden provocar incendios forestales. No es obligatorio por ley la colocación de pararrayos.

### 2.5.5. Niebla

Fenómeno de condensación donde masas de aire caliente se enfrían.

Tabla 13: Días de ocurrencia de niebla.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0,58	1,1	1,42	0,74	1,77	1,23	0,97	0,74	2,26	1,48	1	0,81

Al año resulta un total de 14,1 días, siendo Septiembre el mes dónde más aparecen. Puede favorecer las enfermedades criptogámicas cuando los frutos ya se han formado.

### 2.5.6. Rocío

Media de días de ocurrencia de este fenómeno dónde se satura el ambiente de humedad relativa y al bajar las temperaturas provoca que se condense el vapor de agua.

Tabla 14: Días de ocurrencia de rocío.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
8,55	8,58	13,06	10,32	11,03	11	12,23	13,35	15,1	13,13	8,42	9,03

El rocío se produce 162,08 días al año.

### 2.5.7. Escarcha

Media de días de ocurrencia que sucede lo explicado anteriormente pero cuando la temperatura es menor de 0°C y en vez de condensarse el vapor de agua se congela (helada blanca).

Tabla 15: Días de ocurrencia de escarcha.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
3,81	3,13	1,29	0	0	0	0	0	0	0	0,97	3,48

El número medio de días de escarcha es de 12,68.

## 2.6. Viento

El viento es una corriente de aire que arrastra estructuras turbulentas (remolinos) de diferentes tamaños e intensidades. Puede ayudar a la polinización cruzada del arándano. Pero en exceso puede tener efectos negativos indirectos y directos como:

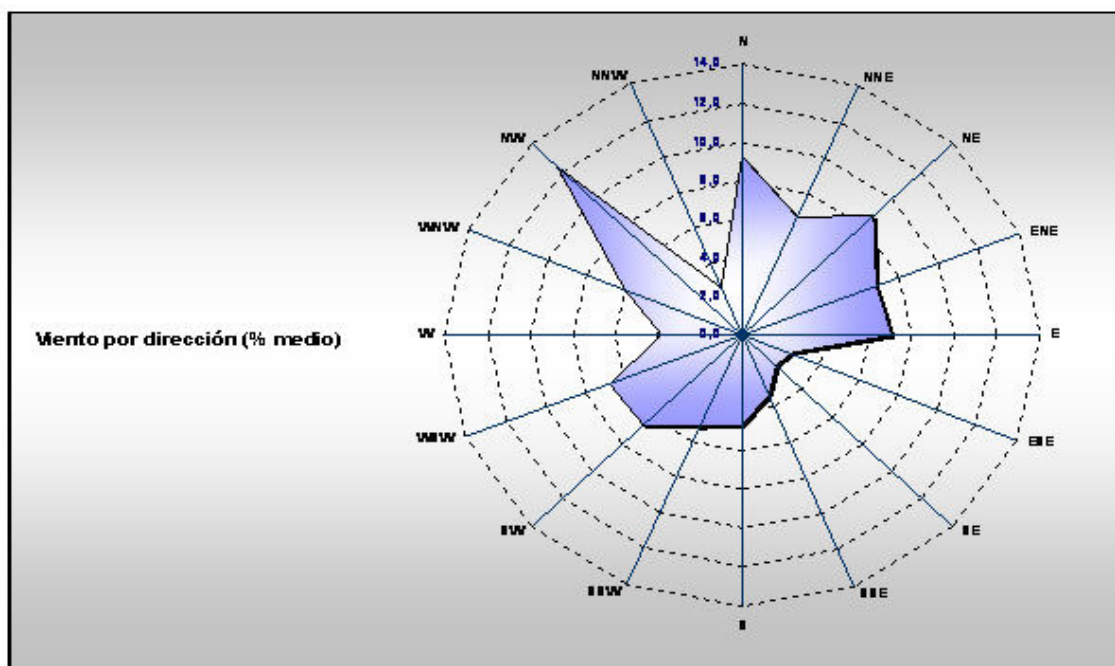
Disminuir la temperatura foliar, produciendo un descenso del déficit de presión de vapor (DPV) en la capa límite de la hoja, y consecuentemente reducir la transpiración (Takashi et al., 1997). Es decir, potencia el efecto negativo de las temperaturas extremas, mínimas en invierno (aumenta el riesgo de heladas) y máximas en verano.

Disminuir la tasa fotosintética debido a los cambios en el ángulo foliar que dificulta la radiación disponible, el potencial hídrico y el contenido de agua ya sea de los haces conductores como de la hoja.

Por último vientos muy fuertes, dificultan la aparición de polinizadores y pueden causar daños físicos y fisiológicos en la planta: reducción del crecimiento, caída de flores, de frutos y rotura de ramas.

A continuación estudiaremos su dirección y velocidad en el plano horizontal.





Rosa de los vientos que muestra el porcentaje de direcciones medias, calculadas por medio del programa CLESCOM.

La velocidad del viento suele ser moderada (13,5 km/h), con un promedio de 35 días al año en los que esta variable supera los 50 km/h (días de viento fuerte). La dirección predominante es la del NW. La racha máxima alcanzada ha sido de 126 km/h en los meses de Noviembre de 2000 y Octubre de 2006, y del NW en ambos casos.

Estos datos son a tener en cuenta en la orientación de filas puesto que si sólo nos basásemos en este parámetro serían en dirección del viento más predominante en este caso noroeste.

También decidimos de momento no diseñar una barrera cortavientos al considerar el viento no limitante.

## 2.7. Insolación y nubosidad

La insolación se mide en el número de horas que está el sol completamente visible a lo largo del día. El número medio de horas de sol anuales, 1484,39, es moderadamente bajo. El mes de Julio es el más soleado (173 horas de media), frente a Diciembre, el de menor insolación, con 73,23 horas. La nubosidad es abundante, registrándose 5,3 octas (octava parte de la bóveda celeste) de media anual.

## 2.8. Evapotranspiración potencial (ETP)

En cada especie cultivada y de acuerdo con el sistema de cultivo, se producen evaporaciones y transpiraciones diferentes que dependen, fundamentalmente de la humedad

disponible, de la superficie y geometría foliar, de la densidad de estomas, de la conductancia estomática y del estado de desarrollo de cultivo.

La ETP es la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación, en crecimiento activo, si en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas.

La dificultad para la obtención de todos los datos necesarios para su cálculo hace que se utilicen métodos termométricos.

En este estudio utilizaremos la fórmula de Thornthwaite (1955).

$$e = 16 * \left( \frac{10 * T_m}{I} \right)^a$$

e: evapotranspiración sin ajustar

T<sub>m</sub>: temperatura media mensual

I: índice de calor anual, que se calcula a partir de la suma de los 12 índices de calor mensuales (I=Σi)

$$i = \left( \frac{T_m}{5} \right)^{1,514}$$

**Tabla 16: Índices de calor mensuales (i).**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2,61	2,59	3,33	3,85	5,21	6,62	7,81	8,18	7,11	5,8	3,85	2,94

Así, el índice térmico de la zona será: **I= 59,89**

a: parámetro que se calcula en función de I

$$a = 0,675 * 10^{-6} * I^3 - 77,1 * 10^{-6} * I^2 + 17,92 * 10^{-3} * I + 0,49239 = 1,43$$

**Tabla 17: Evapotranspiración sin ajustar (e) para cada mes.**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
30,58	30,39	38,51	44,21	58,73	73,65	86,10	89,93	78,78	64,99	44,21	34,21

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado será preciso corregir la e mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud. En nuestro caso L será:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77

Tras conocer esto, la ETP según Thornthwaite (mm/mes):

$$ETP_{THORNTHWAITE} = e * L$$

Tabla 18: ETP según Thornwaite.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
24,77	24,92	39,28	49,52	74	94,27	111,1	107,92	81,93	61,74	35,81	26,34

La evapotranspiración anual media es 731,6 mm.

### 3. Índices fitoclimáticos

Son relaciones matemáticas que sirven para conocer la idoneidad del cultivo. Se ha optado por determinar los siguientes:

#### 3.1. Pluviosidad de Lang

Se calcula mediante la expresión:

$$I_L = \frac{P}{T_m}$$

P: precipitación acumulada media anual (mm)

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

$$I_L = \frac{P}{T_m} = \frac{1158,33}{14,25} = 81,3$$

Zonas climáticas, según el índice de Lang:

I <sub>L</sub>	Zonas climáticas
0-20	Desierto
20-40	Zona árida
40-60	Zona húmeda de estepa y sabana
60-100	Zona húmeda de bosques claros
100-160	Zona húmeda de bosques densos
>160	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

En nuestro caso I<sub>L</sub> = 81,3, por lo tanto la zona objeto de estudio es húmeda de bosques claros.

### 3.2. Aridez de De Martonne

Se calcula mediante la expresión:

$$I_M = \frac{P}{(T_m + 10)}$$

P: precipitación acumulada media anual (mm)

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

$$I_M = \frac{P}{(T_m + 10)} = \frac{1158,33}{(14,25 + 10)} = 47,8$$

Zonas climáticas, según el índice de De Martonne:

I <sub>M</sub>	Zona climática
0-5	Desierto
5-10	Semidesierto
10-20	Estepas y países secos mediterráneos
20-30	Región del olivo y los cereales
30-40	Regiones subhúmedas, prados y bosques
>40	Zonas húmedas a muy húmedas con exceso de agua

En nuestro caso I<sub>L</sub>=47, por lo tanto la zona objeto de estudio es húmeda a muy húmeda con exceso de agua.

### 3.3. Datin-Revenga

Se calcula mediante la expresión:

$$I_{DR} = \frac{100 * T_m}{P}$$

P: precipitación acumulada media anual (mm)

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

$$I_{DR} = \frac{100 * T_m}{P} = \frac{100 * 14,25}{1158,33} = 1,23$$

Zonas climáticas, según el índice de Datin-Revenga:

I <sub>DR</sub>	Zonas climáticas
>4	Zonas áridas
4-2	Zonas semiáridas
<2	Zonas húmedas y subhúmedas

En nuestro caso I<sub>DR</sub>=1,23, por lo tanto la zona objeto de estudio es húmeda y subhúmeda.

### 3.4. Continentalidad de Gorezynski

Se calcula mediante la expresión:

$$K = \left(1,7 * \frac{A}{\text{sen}(L)}\right) - 20,4$$

A: amplitud anual, diferencia entre las temperaturas medias de los meses más extremos

L: latitud en grados

$$K = \left(1,7 * \frac{A}{\text{sen}(L)}\right) - 20,4 = \left(1,7 * \frac{10,65}{\text{sen}(43,5)}\right) - 20,4 = 5,9$$

Tipos de climas, según el índice de Gorezynski:

K	Tipo de clima
K<10	Oceánico
K>20	Continental

En nuestro caso K=5,9, por lo tanto la región se encuentra en una zona de **clima oceánico**, con temperaturas suaves y precipitaciones abundantes.

### 3.5. Termicidad

Se calcula mediante la expresión:

$$I_T = 10 * (T_m + T_{m \text{ mín}} + T_{m \text{ MÁX}})$$

$T_m$ : temperatura media anual (°C)

$T_{m \text{ mín}}$ : temperatura media mínima del mes más frío (°C)

$T_{m \text{ MÁX}}$ : temperatura media máxima del mes más frío (°C)

En nuestro caso el mes más frío es Febrero.

$$I_T = 10 * (14,25 + 5,18 + 13,57) = 330$$

Al ser la nuestra una zona extratropical, lo deberemos de ponderar, al ser **K<8**, el valor de la compensación se calcula:

$$C = (8 - K) * 10 = (8 - 5,9) * 10 = 21$$

K: índice de continentalidad de Gorezynski

Índice de termicidad corregido:

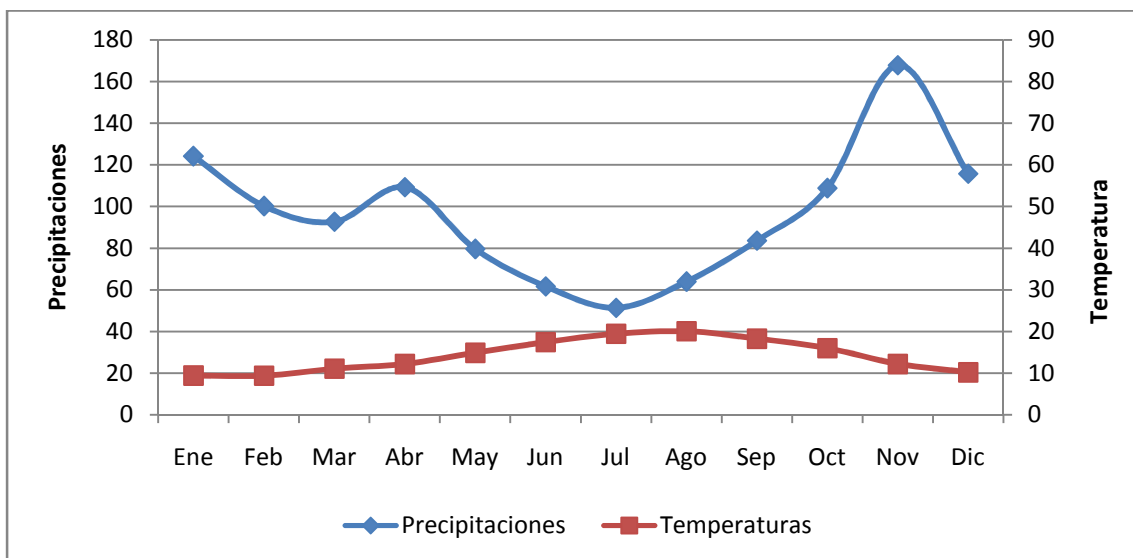
$$I_{TC} = I_T - C = 330 - 21 = 309$$

A partir de estos resultados calificamos nuestra zona con termicidad templada y piso bioclimático, Región Eurosiberiana Colino.

## 4. Climogramas

### 4.1. Diagrama ombrotérmico

Se refleja la variación de los valores medios de temperatura y precipitación a lo largo del año. Se representan a escala 1 °C -2 mm, para que según la hipótesis de Gausson, se establezcan los meses secos en el área delimitada por el cruce de ambas líneas, en nuestro caso no hay periodo de sequía. Aunque si se aprecia que el periodo de Julio es el más ajustado.



### 4.2. Balance hídrico

En este tipo de diagramas, se compara la evapotranspiración con la precipitación a lo largo del año. Esta comparación proporciona información sobre el exceso o déficit de agua en el suelo, durante las diferentes estaciones. Cuando la precipitación supera la evapotranspiración potencial, habrá exceso de agua, que inicialmente se acumulará en el suelo o circulará superficial o profundamente y podrá ser aprovechada por las plantas.

Tabla 19: Balance hídrico.

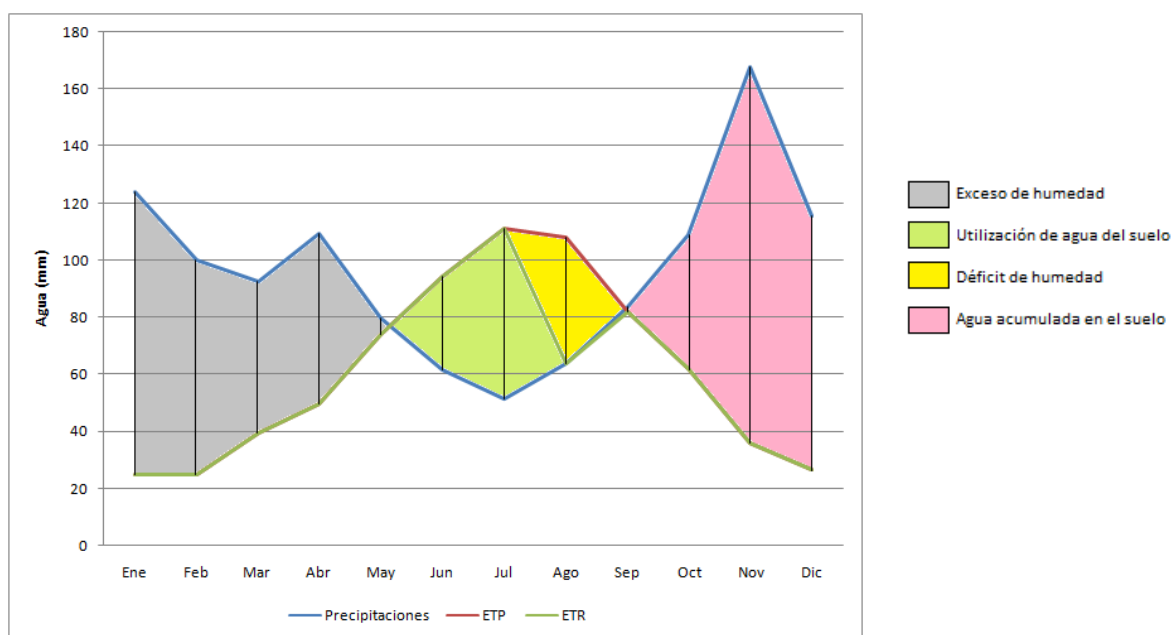
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	124,07	100,11	92,65	109,23	79,54	61,67	51,32	63,87	83,62	108,73	167,83	115,68
ETP	24,77	24,92	39,28	49,52	74	94,27	111,1	107,92	81,93	61,74	35,81	26,34
P-ETP	99,3	75,19	53,37	59,71	5,54	(-)32,6	(-)59,78	(-)44,05	1,69	46,99	132,02	89,34
R	100	100	100	100	100	67,4	7,62	0	1,69	48,68	100	100
$\Delta R$	0	0	0	0	0	-32,6	-59,78	-7,62	1,69	46,99	53,01	0
ETP REAL	24,77	24,92	39,28	49,52	74	94,27	111,1	63,87	81,93	61,74	35,81	26,34
Exceso humedad	99,3	75,19	53,37	59,71	5,54	0	0	0	0	0	80,7	89,34
Déficit humedad	0	0	0	0	0	0	0	36,43	0	0	0	0

R: reserva del mes anterior + precipitación mes actual – ETP mes actual. Se empieza a calcular por el primer mes en el que las P superan la ETP después del periodo seco, el valor máximo se calcula en función de las características del terreno. Teniendo en cuenta que los arándanos son arbustos con raíces de unos 60-70 cm de profundidad. Tomaremos un valor de 100 mm.

ETR: ETP REAL. Si un mes  $P \geq ETP$ , entonces  $ETR = ETP$ . Si  $P < ETP$ , entonces  $ETR = P +$  parte de R, hasta que la suma de ambos sea = ETP. Pero si no hay suficiente R para alcanzar el valor de la ETP, entonces  $ETR < ETP$  y la diferencia se llama déficit de agua en el suelo (DEF). DEF no se acumula para el mes siguiente y afectará al crecimiento de las plantas. Si la  $R = 0$ , entonces  $ETR = P$ .

Exceso de humedad:  $P-ETP + R$  del mes anterior – 100.

Déficit de humedad: en los meses en que la evapotranspiración real es inferior a la potencial.  $P-ETP - R$  del mes anterior.



En el diagrama se observa la existencia de un déficit de agua en los meses de verano. Posteriormente se tiene un período de acumulación de agua en el suelo en los meses de Septiembre a Diciembre, lo que conlleva a que exista un periodo de exceso de humedad debido a la acumulación de agua en el suelo en los meses de Diciembre a Mayo. Por último, el ciclo termina con la utilización del agua de suelo por medio de las plantas en los meses de Mayo a Julio, ocasionando el déficit a la llegada del verano.

## 5. Clasificación climática

### 5.1. Thornthwaite (1948)

A partir de los datos de la tabla de balance hídrico calcularemos el índice de humedad de Thornthwaite ( $I_H$ ) que se determina por la siguiente expresión:

$$I_H = I_E - 0,6 * I_D$$

$I_E$ : índice de exceso de humedad

$$I_E = \frac{E}{ETP} * 100 = \frac{463,15}{731,6} * 100 = 63,3\%$$

E:  $\Sigma$  exceso de humedad (balance hídrico)

$I_D$ : índice de déficit de humedad

$$I_D = \frac{D}{ETP} * 100 = \frac{36,43}{731,6} * 100 = 4,9\%$$

D:  $\Sigma$  déficit de humedad

$$I_H = I_E - 0,6 * I_D = 63,3 - 0,6 * 4,9 = 60,3\%$$

A partir de éste índice de humedad se establece la siguiente clasificación climática:

$I_H$	Tipo climático	Sigla
$I_H \geq 100$	Prehúmedo	A
$100 > I_H \geq 80$	Húmedo	B <sub>4</sub>
$80 > I_H \geq 60$		B <sub>3</sub>
$60 > I_H \geq 40$		B <sub>2</sub>
$40 > I_H \geq 20$		B <sub>1</sub>
$20 > I_H \geq 0$	Subhúmedo	C <sub>2</sub>
$0 > I_H \geq -20$	Seco-subhúmedo	C <sub>1</sub>
$-20 > I_H \geq -40$	Semiárido	D
$-40 > I_H \geq -60$	Árido	E



Nuestra zona es de tipo climático **húmedo** y se representa con la letra **B<sub>3</sub>**.

Variación estacional de la humedad, para climas húmedos, índice de aridez ( $I_D$ ):

$I_D$	Tipo climático	Sigla
$I_D < 16,7$	Nula o pequeña deficiencia de agua	r
$16,7 < I_D < 33,3$	Moderada deficiencia en verano	s
	Moderada deficiencia en invierno	w
$I_D > 33,3$	Gran deficiencia en verano	s2
	Gran deficiencia en invierno	w2

El valor calculado de  $I_D$  era 4,9%, por tanto el tipo climático se caracteriza por una **nula o pequeña deficiencia de agua**, sigla r.

Según Thornwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un **índice de eficacia térmica** que define la siguiente clasificación climática:

ETP anual (cm)	Tipo climático	Sigla
$ETP \geq 114$	Megatérmico	A'
$114 > ETP \geq 99,7$	Mesotérmico	B <sub>4</sub> '
$99,7 > ETP \geq 85,5$		B <sub>3</sub> '
$85,5 > ETP \geq 71,2$		B <sub>2</sub> '
$71,2 > ETP \geq 57$		B <sub>1</sub> '
$57 > ETP \geq 47,2$		Microtérmico
$47,2 > ETP \geq 28,5$	C <sub>1</sub> '	
$28,5 > ETP \geq 14,2$	Tundra	D'
$ETP < 14,2$	Glacial	E'

El valor de la ETP es de 73,16 cm. En consecuencia, nuestra zona es de tipo **Mesotérmico B<sub>2</sub>'**.

Concentración estival de la eficacia térmica, es decir porcentaje de ETP correspondiente al verano ( $C_v$ ):

Al no disponer de valores diarios, estableceremos la parte proporcional de los días de verano correspondientes de Junio a Septiembre ( $ETP_{Junio}=94,27$  mm,  $ETP_{Julio}=111,1$  mm,  $ETP_{Agosto}=107,92$  mm y  $ETP_{Septiembre}=81,93$  mm).

$$ETP_{verano} = \frac{1}{3} * ETP_{Junio} + ETP_{Julio} + ETP_{Agosto} + \frac{2}{3} * ETP_{Septiembre} = 305,06 \text{ mm}$$

$$C_v = \frac{ETP_{verano}}{ETP_{anual}} * 100 = \frac{305,6}{731,6} * 100 = 41,77\%$$

$C_v$	Tipo climático	Sigla
$C_v < 48$	Baja concentración	a'
$51,9 > C_v \geq 48$	Moderada concentración	b <sub>4</sub> '
$56,3 > C_v \geq 51,9$		b <sub>3</sub> '
$61,6 > C_v \geq 56,3$		b <sub>2</sub> '
$68 > C_v \geq 61,6$		b <sub>1</sub> '
$76,3 > C_v \geq 68$	Alta concentración	c <sub>2</sub> '
$88 > C_v \geq 76,3$		c <sub>1</sub> '
$C_v \geq 88$	Muy alta concentración	d'

La concentración térmica de la zona es **baja**, sigla **a'**.

Resumen:

Según Thornwaite la zona objeto de estudio es de tipo climático **húmedo, con nula o pequeña deficiencia de agua, mesotérmico y con baja concentración térmica en verano**. La fórmula climática es: **B<sub>3</sub> r B<sub>2</sub>' a'**.

## 5.2. UNESCO-FAO (1963)

Para clasificar las características térmicas del clima se toma la temperatura media del mes más frío y se establecen tres grupos climáticos:

Temperatura	Grupo
$T > 0^\circ\text{C}$	1
En algunos meses del año $T < 0^\circ\text{C}$	2
En todos los meses del año $T < 0^\circ\text{C}$	3

En nuestro caso la Temperatura media mínima corresponde a Febrero, con un valor de  $5,18^\circ\text{C}$ , por lo que nuestra zona corresponde al **grupo 1**. Dentro de cada grupo existe una subclasificación, también en función de la Temperatura media del mes más frío.

$T_{m \text{ mín}}$	Clima
$T_{m \text{ mín}} > 15^\circ\text{C}$	Cálido
$15^\circ\text{C} > T_{m \text{ mín}} > 10^\circ\text{C}$	Templado-Cálido
$10^\circ\text{C} > T_{m \text{ mín}} > 0^\circ\text{C}$	Templado

Nuestra zona pertenece al clima **Templado**.

Características del invierno:

$T_{m \text{ mín}} (^\circ\text{C})$	Tipos de invierno
$T_{m \text{ mín}} \geq 11$	Sin invierno
$11 > T_{m \text{ mín}} \geq 7$	Con invierno cálido
$7 > T_{m \text{ mín}} \geq 3$	Con invierno suave

$3 > T_{m\text{mín}} \geq -1$	Con invierno moderado
$-1 > T_{m\text{mín}} \geq -5$	Con invierno frío
$T_{m\text{mín}} < -5$	Con invierno muy frío

Nuestra zona pertenece al **tipo de invierno suave**.

En función de la aridez:

Mes seco (S):  $P \leq 2 T_m$

Mes subseco (SS):  $2 T_m \leq P < 3 T_m$

Mes húmedo (H):  $P > 3 T_m$

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>P</b>	124,07	100,11	92,65	109,23	79,54	61,67	51,32	63,87	83,62	108,73	167,83	115,68
<b>T<sub>m</sub></b>	9,42	9,38	11,07	12,19	14,87	17,42	19,43	20,03	18,26	15,96	12,19	10,17
<b>2 T<sub>m</sub></b>	18,84	18,76	22,14	24,38	29,74	34,84	38,86	40,06	36,52	31,92	24,38	20,34
<b>3 T<sub>m</sub></b>	28,26	28,14	33,21	36,57	44,61	52,26	58,29	60,09	54,78	47,88	36,57	30,51
<b>Tipo</b>	H	H	H	H	H	H	SS	H	H	H	H	H

A partir de esta tabla y el diagrama ombrotérmico (apartado 4.1.) observamos un único periodo subseco en el mes de Julio. Clima **Axérico**. Ningún mes seco.  $P \geq 2 T_m$  todos los meses. Índice xerotérmico (X) = 0.

Nuestra zona pertenece al grupo 1, clima templado con invierno suave, es **axérico** y posee un índice xerotérmico de 0, por lo que se clasifica como **clima templado con periodo subseco**.

### 5.3. Papadakis (1960)

Papadakis considera como valores representativos las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación agroecológica basada en:

Rigor del invierno, Calor en verano, Coeficiente anual de humedad y Régimen estacional de humedad.

A cada una de las caracterizaciones anteriores se le asigna una sigla representativa y, con las cuatro, se compone la forma climática de Papadakis.

-Rigor del invierno:

Tipo de invierno	$T_{m \text{ mín}}$ mes más frío (°C)	$T_{m \text{ MÁX}}$ mes más frío (°C)	Cultivos
<b>Ecuatorial (Ec)</b>	>18		Palma de aceite, cocotero, árbol de caucho...
<b>Tropical</b>			
Tropical cálido (Tp)	$13 < T_{m \text{ mín}} < 18$	$T_{m \text{ MÁX}} > 21$	Demasiado cálido para el trigo de invierno
Tropical medio (tP)	$8 < T_{m \text{ mín}} < 13$	$T_{m \text{ MÁX}} > 21$	Marginal para el trigo de invierno
Tropical fresco (tp)	$8 < T_{m \text{ mín}} < 13$	$T_{m \text{ MÁX}} < 21$	Frío para el trigo de invierno
<b>Citrus</b>			
Citrus tropical (Ct)	>8	>21	Marginal para el trigo
Citrus citrus (Ci)	>8	$10 < T_{m \text{ MÁX}} < 21$	Marginal para naranjo
<b>Avena</b>			
Avena cálido (Av)	$T_{m \text{ mín}} > 4$	$T_{m \text{ MÁX}} > 10$	Avena
Avena fresco (av)	$T_{m \text{ mín}} > 4$	$5 < T_{m \text{ MÁX}} < 10$	
<b>Triticum</b>			
Trigo-avena (Tv)		$T_{m \text{ MÁX}} > 5$	Trigo siembra otoñal
Triticum cálido (Ti)		$0 < T_{m \text{ MÁX}} < 5$	
Triticum fresco (ti)		$T_{m \text{ MÁX}} < 0$	
<b>Primavera</b>			
(Pr)		$T_{m \text{ MÁX}} > -17,8$	No permite trigo de otoño
(pr)		$T_{m \text{ MÁX}} < -17,8$	

En nuestro estudio el mes más frío es Febrero, con  $T_{m \text{ mín}}$  5,18 °C y  $T_{m \text{ MÁX}}$  13,57 °C. Según la tabla el tipo de invierno de nuestra zona es **Avena cálido (Av)**.

-Calor del verano:

Tipo de verano	Duración de la estación libre de heladas (meses)	$T_{m \text{ MÁX}}$ de "n" meses más cálidos (°C)	$T_{m \text{ MÁX}}$ del mes más cálido (°C)	$T_{m \text{ mín}}$ mes más cálido (°C)
<b>Algodón</b>				
Más cálido (G)	>4,5	>25 (n=6)	>33,5	
Menos cálido (g)	>4,5	>25 (n=6)	<33,5	>20
<b>Café (c)</b>	>12	>21 (n=6)	<33,5	<20
<b>Arroz (O)</b>	>4	$21 < T_{m \text{ MÁX}} < 25$ (n=6)		
<b>Maíz (M)</b>	>4,5	>21 (n=6)		
<b>Triticum</b>				
Más cálido (T)	>4,5	<21 (n=6)		
Menos cálido (t)	$2,5 < \text{meses} < 4$	>17 (n=6)		

<b>Polar cálido (taiga) (P)</b>	<2,5	>10 (n=4)		>5
<b>Polar frío (tundra) (p)</b>	<2,5	>6 (n=2)		
<b>Frígido</b>				
Desértico subglacial (F)		<6 (n=2)	>0	
Helada permanente (f)			<0	
<b>Andino-alpino</b>				
Bajo (A)	1<meses<2,5	>10 (n=4)		
Alto (a)	<1	>10 (n=4)		

En nuestro estudio el periodo libre de heladas, es decir los meses en los que la  $T_{m \text{ mín}}$  supera los 7 °C son 8 meses (244 días).

La media de la  $T_{m \text{ MÁX}}$  de los 6 meses más cálidos es: 21,815 °C.

$T_{m \text{ MÁX}}$  del mes más cálido (Agosto): 24,11 °C

$T_{m \text{ mín}}$  del mes más cálido (Agosto): 20,03 °C

Con los datos de nuestra zona podemos caracterizar nuestro verano como tipo **arroz (O)** o **maíz (M)**.

-Coeficiente anual de humedad ( $I_h$ ):

$$I_h = \frac{P_{\text{anual}}}{ETP_{\text{anual}}} = \frac{1158,3}{731,6} = 1,58$$

Una vez conocido el índice podemos clasificarlo con la siguiente tabla:

<b>Sigla</b>	<b>Caracterización climática</b>	<b><math>I_h</math></b>
D	Desértico	$I_h < 0,09$
XX	Polixerófito	$0,09 < I_h < 0,22$
Xs	Xerófito seco	$0,22 < I_h < 0,44$
Xh	Xerófito húmedo	$0,44 < I_h < 0,66$
Ms	Mesófito seco	$0,66 < I_h < 0,88$
Mh	Mesófito húmedo	$0,88 < I_h < 1,32$
H	Higrofito	$1,32 < I_h < 2,64$
HH	Poligrofito	$I_h > 2,64$

Podemos caracterizar la zona como **Higrofito (H)**.

-Régimen estacional de humedad:

Para saber qué tipo de mes es cada uno debemos de calcular su coeficiente de humedad ( $i_h$ ):

$$i_h = \frac{\text{agua disponible}}{\text{necesidades}} = \frac{P + R}{ETP}$$

Y aplicar los siguientes criterios:

Húmedo:  $i_h > 1$

Intermedio:  $1 > i_h > 0,5$

Seco:  $i_h < 0,5$

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	124,07	100,11	92,65	109,23	79,54	61,67	51,32	63,87	83,62	108,73	167,83	115,68
R	100	100	100	100	100	67,4	7,62	0	1,69	48,68	100	100
ETP	24,77	24,92	39,28	49,52	74	94,27	111,1	107,92	81,93	61,74	35,81	26,34
$i_h$	9,05	8,03	4,9	4,23	2,43	1,37	0,53	0,6	1,04	2,55	7,48	8,19
Tipo	H	H	H	H	H	H	I	I	H	H	H	H

En resumen tenemos 10 meses húmedo y 2 intermedios.

Regímenes fundamentales		
<b>Húmedo</b>		
Siempre húmedo (HU)	No hay ningún mes seco.	Todos los meses húmedos
Húmedo (Hu)	$i_{h \text{ anual}} > 1$	Uno o más meses no son húmedos.
<b>Mediterráneo</b>		
Húmedo (ME)	$P_{\text{invernal}} > P_{\text{estival}}$ Latitud $> 20^\circ$	$i_{h \text{ anual}} > 0,88$
Seco (Me)		$0,22 < i_{h \text{ anual}} < 0,88$
Semiárido (me)		$i_{h \text{ anual}} < 0,22$
<b>Monzónico</b>		
Húmedo (MO)	$i_{h \text{ Julio y Agosto}} > i_{h \text{ Abril y Mayo}}$	$i_{h \text{ anual}} > 0,88$
Seco (Mo)		$0,44 < i_{h \text{ anual}} < 0,88$
Semiárido (mo)		$i_{h \text{ anual}} < 0,44$
<b>Estepario (St)</b>	La precipitación de los tres meses de primavera cubre más de la mitad de la ETP correspondiente. Latitud $> 20^\circ$	
<b>Desértico</b>		
Absoluto (Da)	Todos los meses $T_m > 15^\circ\text{C}$ son secos. $i_{h \text{ anual}} < 0,22$	$i_{h \text{ anual}} < 0,09$
Mediterráneo (De)		$P_{\text{invernal}} > P_{\text{estival}}$
Isihigro (Di)		
Monzónico (Do)		$i_{h \text{ Abril y Mayo}} > i_{h \text{ Julio y Agosto}}$
<b>Semiárido-isohigro (Si)</b>		

Según la tabla nuestra zona es de tipo climático **Húmedo (Hu)**.

Según Papadakis nuestra zona posee un rigor invernal de tipo avena cálida (Av), un calor de verano tipo maíz (M) o arroz (O), es decir clima templado (AvM). Su caracterización

hídrica es de tipo Hidrofítico (H) según el índice hídrico anual y Húmedo (Hu) según el régimen de humedad. La fórmula climática es la siguiente: **AvM H Hu**.

## ANEJO 2: ESTUDIO EDAFOLÓGICO

1.	Introducción .....	3
2.	Toma de muestras.....	3
1.	Interpretación de los resultados .....	4
1.1.	Propiedades físicas.....	4
1.1.1.	Textura .....	4
1.1.2.	Estados de humedad del suelo.....	5
1.1.3.	Permeabilidad .....	7
1.1.4.	Pedregosidad.....	8
1.1.5.	Erosionabilidad.....	8
1.2.	Propiedades químicas .....	9
1.2.1.	pH .....	9
1.2.2.	Conductividad eléctrica.....	10
1.2.3.	Materia orgánica .....	10
1.2.4.	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).....	12
1.2.5.	Fosforo (P) .....	13
1.2.6.	Potasio (K) .....	14
1.2.7.	Magnesio (Mg) .....	15
1.2.8.	Calcio, Carbonatos y Caliza activa .....	17
1.2.9.	Micronutrientes: Fe, Mn, Bo, Zn, Cu y Mo .....	19
2.	Resumen.....	21



Tabla 1: Clasificación tierra fina (USDA).....	5
Tabla 2: Composición granulométrica de nuestro suelo.....	5
Tabla 3: Densidad aparente en función de la textura.....	6
Tabla 4: Velocidad de infiltración en función de la textura. ....	8
Tabla 5: Clasificación de suelos según el valor del pH (USDA).....	9
Tabla 6: Clasificación de suelos según el valor de la salinidad.....	10
Tabla 7: Clasificación de suelos según la cantidad de materia orgánica.....	11
Tabla 8: Clasificación de suelos según la capacidad de intercambio catiónico. ....	12
Tabla 9: Clasificación del suelo según su contenido en arcilla.....	13
Tabla 10: Nivel de fósforo disponible en función del fósforo Olsen.....	14
Tabla 11: Contenido de P disponible según el método del acetato amónico.....	15
Tabla 12: Contenido de Mg asimilable , mediante el método del acetato amónico. ....	16
Tabla 13: Contenido de carbonatos mediante el método del calcímetro. ....	18
Tabla 14: Clasificación del suelo en función de su contenido de caliza activa por el método Drouineau.....	19

## 1. Introducción

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta, y por lo tanto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

El arándano es un arbusto que requiere suelos especialmente ácidos, con un ph óptimo entre 4 y 5, aunque puede soportar niveles cercanos al 6 siempre que los niveles de materia orgánica sean elevados (>3%). Son ideales los suelos ligeros, franco-arenosos y bien drenados, sin capas freáticas superficiales. La profundidad efectiva del suelo debe ser, como mínimo 60 cm.

Aparte de este estudio es recomendable que se efectúen análisis foliares y de suelo cada 2-3-4 años.

## 2. Toma de muestras

En este proyecto se utilizará el guión de toma de muestras de suelos aportado por el CIFA (centro de investigación y formación agraria de Cantabria), con datos aportados por su mismo laboratorio).

El análisis se realiza antes de la plantación, en frutales la época de recogida suele ser entre Noviembre y Enero. En caso de haber aplicado alguna enmienda se debe esperar 4 meses como mínimo para muestrear.

Nuestra zona de estudio tiene una superficie de 3 ha homogénea.

Lo primero que haremos es una calicata, abriremos el terreno en 2 puntos diferentes de la finca con azadas y palotes y un tamaño de 60-80 cm de profundidad y 50x50 cm de anchura.

Observamos el espesor, la calidad y el color de cada capa.

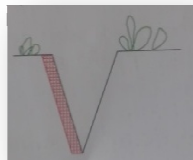
En nuestro ejemplo no se aprecia ni capa freática, ni la aparición de roca madre ni capa de arcilla muy densa superficial que incapacite el drenaje natural y el desarrollo normal de las

raíces. Horizontes más o menos uniformes siendo un poco más oscuros los primeros 10-15 cm, debido al mayor contenido de materia orgánica.

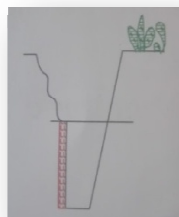
Estudiado el perfil del suelo y comprobada la idoneidad de la parcela para el cultivo, se tomarán un conjunto de muestras de tierra para proceder a su análisis físico químico.

Los puntos se seleccionan al azar, desplazándose en zig-zag. Se hacen dos muestreos, de la capa superficial y de la capa profunda del suelo.

Para la capa superficial, se toma una muestra compuesta por 10 submuestras donde se cava un hoyo de 20 cm. Se limpia el fondo, y se corta con la pala una rebanada fina de tierra de arriba hacia abajo.



Para la capa profunda, en los mismos hoyos se cava hasta los 40 cm, donde se recoge una porción paralela al corte.



Es importante que de cada agujero se obtenga, aproximadamente la misma cantidad y que no se contaminen las muestras de diferentes capas. Después se mezclan todas las submuestras, se desterronan y se preparan para el laboratorio.

## 1. Interpretación de los resultados

Una vez que el laboratorio realiza los análisis, debemos relacionar los resultados y las necesidades de los cultivos.

### 1.1. Propiedades físicas

#### 1.1.1. Textura

Los suelos se clasifican por clases texturales según las proporciones de partículas de arena, limo y arcilla.

**Tabla 1: Clasificación tierra fina (USDA).**

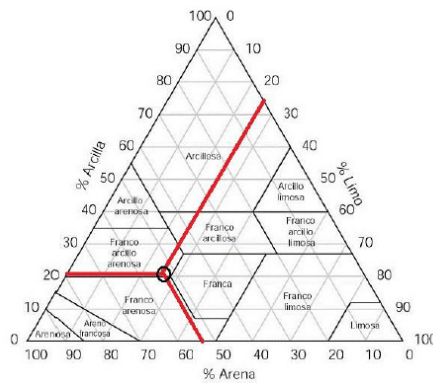
Diámetro equivalente (mm)	Fracción granulométrica
$2 > D > 0,05$	Arena
$0,05 > D > 0,002$	Limo
$< 0,002$	Arcilla

Esta característica del suelo influye en la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

**Tabla 2: Composición granulométrica de nuestro suelo.**

	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
Capa superficial	55,2	24,8	20
Capa profunda	53,8	26	20,2

Para conocer qué tipo de suelo tenemos en nuestra parcela necesitamos el triángulo de texturas (USDA):



El suelo de la parcela es de tipo **franco-arcillo-arenoso**. Este tipo de suelo tiene una textura promedio apta para el suelo requerido en el cultivo de arándano.

**1.1.2. Estados de humedad del suelo**

Existen tres formas de agua en el suelo:

Agua gravitacional: no está retenida por las partículas sólidas del suelo y se desplaza libre por los poros a causa de la gravedad.

Agua capilar: está retenida por las partículas sólidas del suelo mediante tensión superficial.

Agua higroscópica: está retenida por las partículas sólidas del suelo mediante fuerzas eléctricas.

A partir de la textura, la cantidad y tamaño de los poros, cada suelo tendrá diferentes capacidades de retener el agua.

En el arándano la zona de mayor absorción de agua (profundidad de raíces efectiva) se encuentra generalmente en los primeros 25 a 30 cm del perfil del suelo, por eso aplicaremos los cálculos a la capa profunda.

CAPACIDAD DE CAMPO: es la cantidad máxima de agua que un suelo retiene una vez que ha finalizado el drenaje interno.

Para determinar la capacidad de campo en nuestra parcela aplicaremos la fórmula de Peele (Fuentes Yagüe, 1999).

$$CC (\%) = 0,48 * (\% \text{ Arcilla}) + 0,162 * (\% \text{ Limo}) + 0,023 * (\% \text{ Arena}) + 2,62$$

$$CC (\%) = 0,48 * 20,2 + 0,162 * 26 + 0,023 * 53,8 + 2,62 = 17,76 \%$$

Para expresar la CC en mm utilizamos la siguiente expresión:

$$CC (mm) = 10^4 * p * d_a * \frac{CC(\%)}{100}$$

Siendo:

p: profundidad (m), en nuestro caso escogemos 0,4 m.

d<sub>a</sub>: densidad aparente (t/m<sup>3</sup>).

Tabla 3: Densidad aparente en función de la textura.

Textura	Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )
Arenoso	1,55-1,80
Franco arenoso	1,40-1,60
Franco	1,35-1,50
Franco arcilloso	1,30-1,40
Arcilloso arenoso	1,25-1,35
Arcilloso	1,20-1,30

El suelo de nuestra parcela pertenece a una textura franco-arcillo-arenosa, por ello se elige el valor medio de  $1,40 \text{ t/m}^3$ .

$$CC (mm) = 10^4 \text{ m}^2/\text{ha} * 0,4 \text{ m} * 1,4 \text{ t}/\text{m}^3 * 0,178 = 996,8 \text{ m}^3/\text{ha} = 99,68 \text{ mm}$$

PUNTO DE MARCHITEZ: es el contenido de humedad del suelo en la zona de raíces para el que la planta marchita no recupera su turgencia al colocarla en una atmósfera saturada durante 12 horas (Veihmeyer y Hendrickson, 1945).

Para calcular el punto de marchitamiento utilizaremos la fórmula de Briggs, (Fuentes Yagüe, 1999).

$$PM(\%) = 0,302 * (\% \text{ Arcilla}) + 0,102 * (\% \text{ Limo}) + 0,0147 * (\% \text{ Arena})$$

$$PM(\%) = 0,302 * 20,2 + 0,102 * 26 + 0,0147 * 53,8 = 9,54 \%$$

Como hemos hecho anteriormente con la CC, expresaremos el PM en mm:

$$PM (mm) = 10^4 * p * d_a * \frac{PM(\%)}{100}$$

$$PM (mm) = 10^4 \text{ m}^2/\text{ha} * 0,4 \text{ m} * 1,4 \text{ t}/\text{m}^3 * 0,0954 = 535,92 \text{ m}^3/\text{ha} = 53,42 \text{ mm}$$

AGUA ÚTIL PARA LAS PLANTAS: es el agua retenida en el intervalo comprendido entre la capacidad de campo y el punto de marchitez. Es decir el agua que se encuentra entre las partículas de diámetro  $0,2$  y  $8 \mu\text{m}$  y tiene una tensión inferior a la succión de las raíces.

$$AU(\%) = CC(\%) - PM(\%) = 17,8 - 9,54 = 8,26\%$$

$$AU(mm) = CC(mm) - PM(mm) = 99,68 - 53,42 = 46,26 \text{ mm}$$

A la hora de controlar el riego hay que tener en cuenta que a medida que se va agotando el agua de suelo antes de llegar al punto de marchitez, la planta debe vencer cada vez más fuerzas de retención que hacen que dentro del agua utilizable, se divida el fácilmente y el difícilmente utilizable, que a su vez se traducen en diferentes rendimientos del cultivo.

### 1.1.3. Permeabilidad

Es la velocidad de infiltración del agua cuando no está saturado. Se mide en mm/h. Depende del tamaño y disposición de los poros. Importante para determinar la instalación del riego y prever los riesgos de asfixia y pudrición radicular.

Tabla 4: Velocidad de infiltración en función de la textura.

Textura	Velocidad de infiltración (mm/h)
Arenoso	>30
Franco-arenoso	20-30
Franco	10-20
Franco-arcilloso	5-10
Arcilloso	<5

Nuestro suelo, al ser de textura casi franca, tiene una velocidad de infiltración de 10-20 mm/h.

#### 1.1.4. Pedregosidad

Presencia de elementos gruesos ( $D > 2$  mm).

Reducen la capacidad de retención de agua y de nutrientes, así como la sección de suelo para el drenaje de agua y aireación.

En nuestra parcela después de observar el terreno y tomar muestras de suelo, podemos decir que la presencia de elementos gruesos es mínima y no presenta ningún problema. De todos modos con el laboreo primario nos aseguraremos de eliminar estos cantos sueltos.

#### 1.1.5. Erosionabilidad

Se refiere a la susceptibilidad de un sustrato a ser movilizado a condiciones inferiores a las originales y consecuentemente desciende su rendimiento. Depende de:

Factores climáticos, principalmente el viento y la lluvia, que arrastra los elementos más finos del complejo arcillo-húmico, por lo tanto los nutrientes para las plantas. Por otra parte, el desplazamiento de partículas de suelo, ricas en fósforo, que se depositan en los lagos, provocan la eutrofización de sus aguas.

La propia estructura del suelo, su contenido en materia orgánica y si dispone de cobertura vegetal.

Topografía, ángulo de pendiente y longitud de ladera.

En nuestro caso, la parcela tiene una pendiente aproximada del 3 %, aunque es asumible intentaremos reducirla y allanar lo máximo posible en las labores de preinstalación, por lo que el factor que más influirá en la erosión es la intensidad de lluvia y viento. Además el terreno entre líneas estará cubierto por una pradera vegetal que protegerá el sustrato.

## 1.2. Propiedades químicas

### 1.2.1. pH

Es un parámetro que expresa la acidez del suelo, mide la concentración de iones  $H^+$  del mismo. La acidez se divide en activa o actual (los protones libres en el suelo) y potencial o de cambio (los protones fijados en el complejo). Para cada una de ellas hay un método de análisis diferente.

La mayor parte de las plantas cultivadas tienen su óptimo de crecimiento en las proximidades de la neutralidad, aunque soportan mejor la acidez que la basicidad. En los suelos ácidos puede haber los siguientes aspectos negativos:

**Tóxicos:** debido a elevados contenidos de Al y Mn intercambiables y con la mayor movilidad de elementos metálicos contaminantes.

**Tróficos:** problemas en la nutrición de las plantas y microorganismos edáficos, por el bajo contenido de Mo, de bases y precipitaciones de los fosfatos por Fe y Al.

**Estructurales:** se frenan los procesos de humificación y de mineralización de la materia orgánica, la fijación biológica del N atmosférico...

Tabla 5: Clasificación de suelos según el valor del pH (USDA).

pH	Tipo de suelo	Efectos
<4,5	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables
4,5-5	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por Al
5,1-5,5	Fuertemente ácido	Deficiencia de: Ca, K, Mg, N, P, S y Mo Exceso de: Cu, Fe, Mn, Zn y Co Actividad microbiana escasa
5,6-6	Medianamente ácido	Adecuado para la mayoría de los cultivos
6,1-6,5	Ligeramente ácido	Disponibilidad máxima de nutrientes
6,6-7,3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7,4-7,8	Medianamente básico	Suele haber $CaCO_3$
7,9-8,4	Básico	Falta de disponibilidad de: P y Bo Deficiencia de: Cu, Fe, Mn, Zn Y Co Clorosis férrica
8,5-9	Ligeramente alcalino	Problemas mayores de clorosis férrica
9,1-10	Alcalino	Presencia de $Na_2CO_3$
>10	Fuertemente alcalino	Elevado % de Na intercambiable Falta de disponibilidad de nutrientes excepto Mo Actividad microbiana escasa



El intervalo óptimo para el cultivo de arándano se encuentra entre 4,5 y 5,5. En nuestra parcela, el valor de pH obtenido en los análisis es de **4,04 pH (agua) y 4,75 pH (KCl) en suelo superficial** y de **5,13 pH (agua) y 5,63 pH (KCl) en subsuelo**, por lo que se considera un suelo muy fuertemente ácido y fuertemente ácido respectivamente, como la mayoría de los suelos de pastizal en Cantabria.

### 1.2.2. Conductividad eléctrica

Es la medida para determinar la salinidad del suelo, el conjunto de todas las sales solubles (principalmente  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) que tienen el origen en la meteorización de la roca madre y el transporte de agua, riego sobre todo y se concentran en el substrato como resultado de la evaporación y transpiración de la planta. Esta concentración de sales en la solución del suelo produce un aumento del potencial osmótico. Este incremento afecta de forma que los cultivos deben consumir una energía extra para poder extraer el agua de la solución del suelo en el que se concentran las sales. Estos procesos pueden darse de forma natural en zonas deprimidas topográficamente, suelos pobremente drenados, y/o clima árido, semiárido o seco-subhúmedo donde la evaporación supera a la precipitación.

Tabla 6: Clasificación de suelos según el valor de la salinidad.

CE <sub>1:5</sub> (mmhos/cm=dS/m)	Clasificación
<0,35	No salino
0,35-0,65	Ligeramente salino
0,65-1,15	Salino
>1,15	Muy salino

Según el análisis del laboratorio, se tiene una conductividad eléctrica (25 °C, extracto 1:5) de **0,35 dS/m en la capa superficial** y de **0,31 dS/m en la capa profunda**, por lo tanto según la tabla anterior se clasifica como No salino y aunque el arándano sea una planta sensible a la salinidad, este parámetro se considera inapreciable.

### 1.2.3. Materia orgánica

La materia orgánica es el conjunto de residuos vegetales y animales, más o menos descompuestos por la acción de los microorganismos del suelo, que se encuentra en estado de evolución en el suelo. Se degrada en dos procesos simultáneos:

Humificación: los residuos orgánicos son transformados rápidamente en nuevos complejos orgánicos más o menos descompuestos. Primero pasan a humus joven y después a humus estable. Para caracterizar el estado más o menos avanzado de la materia orgánica del

suelo, se utiliza la relación C/N (orgánico), si la relación es elevada habrá gran contenido de materia orgánica fresca y poca actividad microbiana.

Mineralización: el humus se descompone lentamente y se convierte en elementos minerales, CO<sub>2</sub> y agua. En esta fase existen dos etapas: la amonización y la nitrificación.

La MO humificada tiene una influencia favorable sobre la fertilidad del suelo agrícola, por eso a la hora de tener en cuenta la materia orgánica es más importante la velocidad con la que alcanza el equilibrio húmico que la propia cantidad de esta. La velocidad depende de:

Composición de los residuos: las moléculas con cadena lineal se degradan con mayor facilidad que las de cadena cíclica o muy ramificada (Ej. Residuos vegetales lignificados).

Humedad: la multiplicación microbiana exige agua que debe encontrarse en el propio residuo o en el suelo.

Aireación: la población microbiana aerobia es la que mayor actividad presenta, por tanto necesita oxígeno para la descomposición.

Temperatura: a partir de 5°C, la actividad de los microorganismos aumenta y la alteración de los residuos orgánicos es más rápida a medida que sube.

Presencia de nutrientes minerales: la multiplicación microbiana exige la presencia de elementos minerales (N, P, S, Ca...), sobretodo N, que sino se encuentra en los residuos orgánicos de forma fácilmente asimilable puede detener el proceso de humificación.

pH: el óptimo para la evolución de la MO varía entre 6 y 7,2.

Los niveles de materia orgánica (%) fluctúan según la textura del suelo, en nuestro caso, para un suelo que se comporta como franco.

**Tabla 7: Clasificación de suelos según la cantidad de materia orgánica.**

<b>% Materia orgánica (en suelo franco)</b>	<b>Clasificación</b>
0-1,5	Muy bajo
1,6-2	Bajo
2,1-2,9	Normal
3– 3,75	Alto
<b>&gt;3,75</b>	<b>Muy alto</b>

El contenido de **materia orgánica** de nuestro suelo es de **4,51%**, lo que determina un

**nivel muy alto** y debido a lo cual no será necesaria una enmienda orgánica de corrección. Tras la plantación, y pasado un tiempo, será necesaria una enmienda orgánica de mantenimiento. En el anejo de fertilización y enmiendas debemos calcular en toda su extensión las aplicaciones de esta enmienda orgánica.

#### 1.2.4. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Es la cantidad total de cargas negativas que están disponibles en el complejo arcillo-húmico del suelo que es un sistema coloidal formado por partículas de arcilla y humus cargadas negativamente que para unirse necesitan elementos con cargas positivas (cationes). Estos cationes, que se hallan en continuo movimiento alrededor de las partículas coloidales, no son retenidos constantemente sino que pueden cambiarse o sustituirse unos por otros más o menos fácilmente.

Los principales cationes de cambio son potasio ( $K^+$ ), ( $Ca^{2+}$ ) y ( $Mg^{2+}$ ) y en menor medida ( $H^+$ ), ( $Na^+$ ), ( $NH_4^+$ ) y ( $Al^{3+}$ ).

Cuando un suelo presenta una baja capacidad de intercambio catiónico, quiere decir que tiene poca capacidad de adsorción, y por tanto, excesiva facilidad de lavado.

Si por el contrario tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto se traduce en un bloqueo de cationes, provocado por un exceso de adsorción. En este último caso se requiere un nivel muy alto de elementos nutritivos para conseguir una correcta nutrición de los cultivos.

Tabla 8: Clasificación de suelos según la capacidad de intercambio catiónico.

CIC (meq/100g=cmol(+)/kg)	Valoración
<6	Muy débil
6-10	Débil
10-20	Normal
20-30	Elevada
>30	Muy elevada

El boletín de análisis indica que se tiene una **CIC de 14,57 meq/100g de suelo superficial** y **12,10 meq/100g de subsuelo** que según la tabla son **contenidos normales**.

También debemos tener en cuenta que es una capacidad que depende del tipo del suelo, por lo que la valoraremos en función del contenido de arcilla:

Tabla 9: Clasificación del suelo según su contenido en arcilla.

Textura	Contenido en arcilla (%)	CIC (meq/100g=cmol(+)/kg)
Arenosa	<15	<12
Media	15-25	12-20
Arcillosa	>25	>20

Para nuestro suelo de textura franco-arcillo-arenosa con un porcentaje de arcilla de 20,2% y 20% corresponde una CIC de 12 a 20 meq/100g.

Comprobamos que el valor de **14,57 meq/100g** y **12,10 meq/100g** es un **valor adecuado** a la estimación según el contenido en arcilla.

La capacidad total de cambio en nuestro suelo es correcta, pero se procurará mantener con una enmienda orgánica de mantenimiento.

#### 1.2.5. Fosforo (P)

Macronutriente de gran importancia para el desarrollo del cultivo porque interviene en funciones fundamentales, como:

Fotosíntesis y formación de compuestos orgánicos.

Respiración, transporte y almacenamiento de energía.

Desarrollo de raíces.

Crecimiento y vigor.

Floración, cuajado, calidad y cantidad de los frutos y semillas.

En el suelo es un elemento con poca movilidad. Se encuentra combinado de diferentes formas:

Fosfatos minerales (fosforita, apatito, variscita, estrengita...).

Fosfatos orgánicos, que se transforman en fosfatos libres durante la mineralización.

Iones ácidos fosfóricos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$  y  $\text{H}_2\text{PO}_4^{3-}$ ), encontraremos uno u otro

dependiendo del pH. Es la única manera asimilable para las plantas, el 95% de P que utiliza la planta lo absorbe de los pelos radiculares y las ectomicorrizas VA, el 5% sobrante lo hace del agua que absorben las raíces en compensación de la transpiración.

Para evaluar el contenido en fósforo disponible se utilizan métodos que lo separen de las formas insolubles del suelo. En España está aceptado como método oficial, el propuesto por Olsen y Watanabe (1965).

**Tabla 10: Nivel de fósforo disponible en función del fósforo Olsen.**

<b>Fósforo Olsen (mg/kg)</b>	<b>Niveles de P disponible</b>
< 5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-15	Correcto o normal
15-20	Alto
>20	Muy alto

La muestra obtenida, con **16,4 mg/kg**, determina un valor **alto** de fósforo para nuestro suelo. En principio no es necesario su aportación en el abonado de fondo.

En la planta de arándano puede llegar a darse el caso que se note una falta de este nutriente con coloraciones rojizas en el borde de las hojas.

### **1.2.6. Potasio (K)**

Junto al nitrógeno y al fósforo, son los macronutrientes que todas las plantas necesitan en mayores cantidades. El mantenimiento de determinados niveles de potasio en el suelo es decisivo para distintas funciones, como son:

Incrementar la consistencia y dureza de los tejidos, dando más aguante contra enfermedades.

Aumentar la calidad de los frutos, mejora el tamaño, la coloración, el sabor y olor. Juega un papel importante en la elaboración de azúcares.

Estimula la eficiencia en el uso del agua, resistencia a heladas (aumenta la concentración salina de los jugos celulares), y a sequías (al influir en la apertura de los estomas), también disminuye la transpiración en situaciones de estrés.

El potasio en el suelo se clasifica de 4 formas:

Dentro de las rocas de origen magmático (feldespatos, micas...) de las cuales se libera muy lentamente por meteorización o ataque microbiano.

También aparece potasio en rocas sedimentarias, en forma de cloruros y sulfatos, (silvinita, carnalita...) las cuales se meteorizan más fácilmente que las anteriores.

En arcillas y en menor medida en la materia orgánica.

Iónica ( $K^+$ ) libre en la solución del suelo, asimilable por las plantas y absorbido sobre el complejo de cambio (el cual representa un nivel bajo del CIC total), parte de este potasio es fácilmente cambiante y presenta un equilibrio dinámico entre ambas.

La planta puede absorber cantidades de potasio superiores a sus necesidades, no suele originar problemas salvo partiduras de los frutos tras lluvias debido a la alta presión osmótica generada por él. También tiene efecto antagónico con el calcio y el magnesio, lo que puede provocar deficiencias de éstos o viceversa.

El contenido de potasio del suelo, según el análisis, por el método del acetato amónico a pH 7, es de **167,5 mg/kg**.

**Tabla 11: Contenido de P disponible según el método del acetato amónico.**

Potasio (mg/kg)	Niveles de P disponible
< 75	Muy bajo
75-150	Bajo
150-300	Correcto o normal
300-500	Alto
>500	Muy alto

En base a nuestro contenido en potasio nuestro suelo se clasifica de **correcto**, por lo que no tendremos problemas de carencias, al menos por el momento. Habrá que tener en cuenta más adelante si, debido a las concentraciones de  $K^+$ , hay ciertos antagonismos con otros elementos del suelo.

### 1.2.7. Magnesio (Mg)

Es uno de los constituyentes de la molécula de la clorofila, representando el 2,7% en peso. Además, es indispensable para la formación de otros pigmentos (carotenos y xantofilas) y como activador de numerosos sistemas enzimáticos interesados en el metabolismo de los glúcidos y en la síntesis proteica (Bastin, 1970). Aumenta el color verde, la actividad

fotosintética de las hojas.

Una transpiración excesiva, favorecida por fuerte absorción de  $\text{Ca}^{2+}$ , puede ser frenada por el magnesio. El  $\text{Mg}^{2+}$  se complementa con el  $\text{K}^+$  para restablecer el equilibrio hídrico de la planta y el tono celular.

Interviene regulando el equilibrio ácido-base de los jugos celulares y neutraliza algunos ácidos orgánicos. A su vez, interviene en la movilización de los fosfatos tanto en el suelo como en la planta, favoreciendo la formación de ATP y los procesos de fosforilación.

Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada.

Se encuentra combinado en formas orgánicas y minerales, distribuido en el suelo como magnesio lentamente asimilable (no intercambiable), asimilable (intercambiable) y rápidamente asimilable (en la solución del suelo). La mayor parte del magnesio se encuentra bajo la forma no intercambiable, inutilizable por las plantas. El paso del magnesio de forma insoluble a forma soluble depende de la acción de los agentes atmosféricos y ocurre muy lentamente.

La planta absorbe por vía radicular el  $\text{Mg}^{2+}$  de las soluciones del suelo o a través de los estomas, por vía foliar el de las soluciones fertilizantes. Las cantidades absorbidas son variables según la especie y rendimiento de la cosecha, expresadas en *magnesia* (MgO). El magnesio se encuentra libre en la solución del suelo y adsorbido al complejo de cambio. La energía de retención es pequeña, por lo que pasa con facilidad a la solución y puede perderse con el agua de percolación.

En los suelos ligeros, muy lavados o con baja capacidad de retención catiónica se pueden producir carencias primarias de magnesio.

Las carencias secundarias o inducidas se producen por antagonismos con el  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$  tras encalados o después de fuertes abonados potásicos. También la acidificación (empleo de azufre, sulfato amónico...) tiende a provocar falta de magnesio.

Para valorar el contenido de magnesio asimilable de nuestro suelo, obtenido mediante la solución extractora de acetato amónico a pH.

**Tabla 12: Contenido de Mg asimilable , mediante el método del acetato amónico.**

Magnesio (mg/kg)	Niveles de Mg disponible
<60	Muy bajo

60-80	Bajo
80-100	Medio
100-120	Alto
>120	Muy alto

Según la tabla, el resultado del análisis, un contenido de **74,3 mg/kg suelo** corresponde a un **suelo bajo** en magnesio.

Para aumentar el contenido en magnesio del suelo deberemos realizar un aporte de  $Mg^{2+}$  mediante una enmienda magnésica (en el año 0 de plantación) hasta alcanzar valores medios próximos a 90 mg/kg suelo.

A continuación vamos a estudiar el antagonismo  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  que suele ser el más frecuente. Para que esto no ocurra, la relación  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  debe mantenerse por debajo de 10, según Urbano Terrón. En nuestro análisis viene determinado que la **relación es de 8,7**.

La relación es menor de 10 por lo que no tendremos problemas de carencia de magnesio debido al antagonismo con el calcio.

Otro antagonismo importante es el existente entre  $K^+$  y  $Mg^{2+}$ , en el que cuando la relación  $K^+/Mg^{2+}$  es mayor a 3, según Urbano Terrón, hay riesgo de que se produzca tetania en la hierba o deficiencias nutritivas en otros cultivos.

En este caso, y según los datos aportados por los análisis, no tendremos problemas por antagonismo entre  $K^+$  y  $Mg^{2+}$ , ya que su relación es inferior a 3. **Relación  $K^+/Mg^{2+}$  =2,25**.

Cuando realicemos la enmienda magnésica, el aumento del contenido en magnesio, no influirá negativamente en estas relaciones, ya que disminuirá aún más.

### 1.2.8. Calcio, Carbonatos y Caliza activa

El calcio en el suelo se encuentra en muchas formas diferentes:

- Compuestos minerales: silicatos, aluminosilicatos, fosfatos, carbonatos, sulfatos...
- Compuestos orgánicos: materia orgánica, humatos y fosfhumatos de cal...
- Calcio iónico ( $Ca^{2+}$ ): fijado sobre el complejo arcillo-húmico o libre en la solución del suelo. En ocasiones el  $Ca^{2+}$  fijado llega a representar hasta el 80% de la CIC del suelo.

Los carbonatos más abundantes en el suelo son: el carbonato cálcico (caliza), carbonato



magnésico (magnesita) y el carbonato de calcio y magnesio (dolomita).

El carbonato cálcico es la principal fuente de calcio de los suelos, encontrándose en distintos tamaños, desde guijarros hasta polvo muy fino.

Los carbonatos tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad de los microorganismos, aunque un exceso de éstos puede ocasionar problemas de nutrición por antagonismos con otros elementos.

Se determina el contenido de carbonatos mediante el método del calcímetro.

**Tabla 13: Contenido de carbonatos mediante el método del calcímetro.**

<b>% Carbonatos (% CaCO<sub>3</sub> equivalente)</b>	<b>Clasificación</b>
0-5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-20	Normal
20-40	Alto
>40	Muy alto

En nuestro análisis el valor de carbonatos (CaCO<sub>3</sub>) en el **suelo** es de **5,78%** y en el **subsuelo** es de **7,11%**. Ambos se clasifican con un **contenido bajo de carbonatos**, característico de suelos calizos.

El contenido total de los carbonatos NO da una idea exacta de sus efectos en el suelo, ya que la actividad de los carbonatos depende de la facilidad con que reaccionan con los ácidos, lo cual depende sobre todo del tamaño de las partículas. Por eso la cuantificación de los carbonatos se complementa con la de la caliza activa, que corresponde a la parte de los carbonatos capaz de solubilizarse en solución acuosa de CO<sub>2</sub>.

La caliza activa se define como partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a las 0,5 mm de diámetro, muy activas químicamente, cuyo exceso puede producir inmovilización de elementos nutritivos o alterar la asimilación de hierro (clorosis férrica).

Se determina cuando la cantidad de carbonatos totales es superior al 10%, en nuestro caso no sería necesario.

**Tabla 14: Clasificación del suelo en función de su contenido de caliza activa por el método Drouineau.**

<b>% Caliza activa (% CaCO<sub>3</sub> equivalente)</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Interpretación</b>
<6	Bajo	No hay problemas por clorosis
6 – 9	Medio	Se ven afectadas plantas sensibles
> 9	Alto	Problemas graves de clorosis

En los análisis tenemos los siguientes resultados de caliza activa para nuestra tierra: **0,75%** en el **suelo** y **1,78%** en el **subsuelo**, ambos clasificados como **niveles bajos de caliza activa** lo cual nos indica que no hay problemas de clorosis férrica.

En nuestra muestra no se ha realizado análisis de calcio asimilable propiamente dicho pero se halla a partir de la relación entre dicho elemento y el magnesio, del cual sí se dispone análisis.

Al conocer que la cantidad de magnesio asimilable es de 74,3 mg/kg suelo, y su relación con el calcio es de 8,7. La cantidad de Ca es igual a 646,41 mg Ca/kg suelo.

Consideramos que los resultados son equivalentes a los obtenidos por el método de extracción con acetato amónico, los cuales se clasifican en la siguiente tabla:

<b>mg Ca / kg de suelo</b>	<b>Tipo de suelo</b>
<700	Muy pobre
<b>700-2000</b>	<b>Pobre</b>
2000-4000	Medio
>4000	Rico

Nuestro suelo posee **646,41 mgCa/kg** suelo, que según la tabla, resulta un suelo muy pobre. Pero el arándano es un arbusto calcífugo, es decir, que no prospera en suelo calizo. Se toma la decisión de no realizar enmiendas respecto al calcio.

### **1.2.9. Micronutrientes: Fe, Mn, Bo, Zn, Cu y Mo**

En general, en los suelos recomendados para el arándano, con porcentajes altos de materia orgánica, no son frecuentes las carencias de microelementos.

La planta absorbe,  $\text{Fe}^{2+}$  y quelatos (compuestos organominerales). Para caracterizar el nivel de nutrición de la planta, se acude a los niveles de análisis foliares. Las cifras pueden variar entre 25-500 mg Fe/kg de materia seca. Por debajo de 50 mg Fe/kg de materia seca aparecen signos de clorosis. Los síntomas de carencia de Fe son parecidos a los del Mg, pero en este caso las hojas más afectadas son las jóvenes, puesto que no se desplaza con facilidad. En suelos ácidos, ricos en fosfatos solubles, pueden aparecer clorosis férrica por precipitaciones del  $\text{Fe}^{3+}$  en forma de  $\text{FePO}_4$ .

Al igual que el Fe, la planta absorbe manganeso en forma de ión:  $\text{Mn}^{2+}$  y quelatos. Los suelos ácidos como es el nuestro son poco propensos a la carencia de este elemento. Puede llegar a existir toxicidad dependiendo de las condiciones del suelo y de su contenido en  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$ .

El boro aparece fundamentalmente en forma de boratos minerales (turmalina) inutilizable por la planta y (Bórax). También en la materia orgánica y óxidos de  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Al}^{3+}$  lo retienen que después queda en libertad en formas de iones ( $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{BO}_3\text{H}^2$ ,  $\text{BO}_3\text{H}^-$  y  $\text{BO}_3^{3-}$ ) que es lo que finalmente aprovechan las plantas. Las necesidades de B suelen ser muy diferentes según las especies, en general para árboles frutales suelen ser 200 g B/ha. Deficiente nutrición de boro se manifiesta por falta de vigor y debilitamiento de las yemas terminales y hojas jóvenes.

El cinc es un elemento poco exigido por la planta, se puede encontrar en forma de mineral, sulfuros (blenda), carbonatos, silicatos... La meteorización de estos liberará  $\text{Zn}^{2+}$ , que a su vez se fijará al complejo, la mayoría debido a su enérgica fijación o quedará en la solución del suelo. Puede resultar tóxico con cantidades aproximadas de 200 mg Zn/kg materia seca.

El cobre aparece en forma de sulfuro, carbonato (malaquita), óxido (cuprita)... La meteorización de estos minerales liberará  $\text{Cu}^{2+}$  que podrá fijarse al complejo absorbente o pasar a la solución del suelo. En suelos con mucha materia orgánica, hay inmovilización de cobre en forma de quelato. La planta absorbe el  $\text{Cu}^{2+}$  por vía radicular o foliar, las necesidades son pequeñas (125 g Cu/ha). Al igual que el hierro y el manganeso interviene en la síntesis de clorofila. Se ha comprobado que puede darse antagonismo entre él y el hierro, oxidándolo, precipitándolo y acumulándolo en la planta.

El molibdeno procede de la meteorización de minerales como olivino, molibdenita, molibdato cálcico... los cuales liberan diferentes óxidos, entre ellos el  $\text{MoO}_3$  que se combina con agua dando molibdatos solubles que liberan  $\text{MoO}_4^{2-}$  a la solución del suelo que absorbe la

planta en pequeñas cantidades.

## 2. Resumen

PROPIEDADES FÍSICAS				
Textura	Franco-arcillo-arenosa	Arena (%)	Suelo	55,2
			Subsuelo	53,8
		Limo (%)	Suelo	24,8
			Subsuelo	26
		Arcilla (%)	Suelo	20
			Subsuelo	20,2
Capacidad de campo		mm	99,68	
		%	17,76	
Punto de marchitez		mm	53,42	
		%	9,54	
Agua útil		mm	46,26	
		%	8,22	
Velocidad de infiltración		10-20 mm/h		

PROPIEDADES QUÍMICAS				
Parámetro			Valor	Valoración
pH	Suelo	(Agua)	4,04	Muy fuertemente ácido y ácido
	Subsuelo	(KCl)	4,75	
	Suelo	(Agua)	5,13	
	Su bsuelo	(K Cl)	5,63	
Salinidad (dS/m)	Suelo		0,35	No salino
	Subsuelo		0,31	
Materia orgánica (%)			4,51	Muy alto
C.I.C (capacidad de intercambio catiónico) (meq/100g)	Suelo		14,57	Contenidos normales valor adecuado
	Subsuelo		12,10	
P (fósforo) (mg P/kg suelo)			16,4	Alto
K (potasio) (mg K/kg suelo)			167,5	Correcto
Mg (magnesio) (mg Mg/kg suelo)			74,3	Bajo
$Ca^{2+}/Mg^{2+}$			8,7	<10
$K^{+}/Mg^{2+}$			2,25	<3
% Carbonatos	Suelo		5,78	Bajo
	Subsuelo		7,11	
% Caliza activa	Suelo		0,75	Bajo
	Subsuelo		1,78	

El suelo de la parcela es de buena calidad para la implantación de arándano. Ninguno de los factores va a resultar limitante. Además va a ser necesaria muy poca corrección.

## **ANEJO 3: ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO**

1. Introducción .....	3
2. Toma de muestras.....	3
3. Comprobación de análisis .....	3
4. Índices de primer grado .....	4
4.1. pH.....	4
4.2. Conductividad eléctrica.....	4
1.1. Contenido total de sales disueltas .....	4
1.2. Presión osmótica .....	5
1.3. Iones:.....	5
2. Índices de segundo grado .....	8
2.1. Relación de adsorción de sodio (RAS).....	8
2.2. Carbonato sódico residual (CSR) .....	8
2.3. Dureza .....	9
2.4. Coeficiente alcalimétrico (Índice de Scott) .....	10
3. Normas combinadas.....	10
3.1. Riverside (USDA) (1954) .....	10
3.2. D.W. Thorne y H.B. Peterson (1954) .....	12
3.3. Blasco y de la Rubia (1973).....	13
3.4. H. Greene (FAO) .....	14
3.5. Wilcox (USDA) .....	15
3.6. Permeabilidad-RAS.....	16
4. Resumen.....	18

Tabla 1: Clasificación del agua en función del riesgo por problemas de salinidad.....	4
Tabla 2: Interpretación de agua con sodio.....	6
Tabla 3: Interpretación de agua con cloruro.....	7
Tabla 4: Riesgo por excesos de sulfato. ....	7
Tabla 5: Riesgo por exceso de Boro. ....	7
Tabla 6: Alcalinidad del agua en función del RAS.....	8
Tabla 7: Calidad de agua según el CSR. ....	9
Tabla 8: Clasificación del agua según grados franceses.....	9
Tabla 9: Tipo de agua según la clasificación de Stabler, según el índice de Scott. ....	10
Tabla 10: Total de sales. ....	15

## 1. Introducción

El arándano es un arbusto, de raíces fibrosas y superficiales que alcanza los 60-70 cm de profundidad, cuya densidad se concentra en los primeros 30 cm, con pocos pelos radicales, lo que explica su buena respuesta al riego.

El objetivo de este anejo es el estudio de la calidad del agua de riego procedente del pozo, de 60 m de profundidad, propio de nuestra parcela. Tras su análisis, se podrán determinar las estrategias de riego de acuerdo a nuestro cultivo.

La calidad del agua viene determinada, además de por su procedencia (subterránea), su temperatura (uniforme, aunque fría en verano), los gases disueltos componentes del aire atmosférico ( $N_2$ ,  $O_2$  y  $CO_2$ , mayoritariamente), las sustancias en suspensión (minerales y orgánicas) y en solución.

Las principales consecuencias negativas que puede presentar el uso del agua de mala calidad son la salinización, sodificación, fitotoxicidad y alteraciones de las propiedades físico-químicas del suelo.

## 2. Toma de muestras

Las muestras de agua se tomaron del pozo según el folleto informativo del laboratorio Laborcan s.l: el envase fue una botella de plástico de 1 l, que previamente, se enjuagó varias veces con el mismo agua de riego para dejarlo limpio de cualquier residuo.

Una vez recogida la muestra, se transporta al laboratorio regional en un tiempo inferior a 24 horas, sin luz y a una temperatura fresca. Tras identificar el envase con la documentación clara y concisa se espera a los resultados.

## 3. Comprobación de análisis

Para verificar que no han existido errores en los análisis debe cumplirse que la suma de los aniones ha de coincidir con la de cationes en meq/l, admitiendo un margen de error (e) menor del 5%.

$$e = \frac{\Sigma \text{cationes} - \Sigma \text{aniones}}{\Sigma \text{cationes}}$$

$$= \frac{(Ca^{2+} + Na^+ + K^+ + Mg^{2+} + NH_4^+) - (Cl^- + NO_3^- + SO_4^{2-} + CO_3^{2-} + HCO_3^-)}{(Ca^{2+} + Na^+ + K^+ + Mg^{2+} + NH_4^+)}$$

$$e = \frac{(3,02 + 6,49 + 0,08 + 1,38 + 0,011) - (5,88 + 0,14 + 3,58 + 0 + 1,42)}{(3,02 + 6,49 + 0,08 + 1,38 + 0,011)} = \frac{-0,039}{10,981} = -0,00355$$



El resultado obtenido da un error de 0,35%, por lo tanto es inferior del 5% admitido y podemos dar por correctos los análisis.

## 4. Índices de primer grado

### 4.1. pH

Es interesante disponer de un agua neutra, cercana al valor 7, para no producir problemas en los equipos de riego (corrosión, formación de precipitados...), en los equilibrios físico-químicos del suelo ni en la actividad biológica. Según el análisis la muestra tiene un pH de **7,51**. Este valor entra en el intervalo de 6 a 8,5. En consecuencia se puede decir que respecto al pH, es **apta** para el presente proyecto.

### 4.2. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (C.E) indica la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua, de forma que aumenta linealmente a medida que se eleva su concentración salina.

**Tabla 1: Clasificación del agua en función del riesgo por problemas de salinidad.**

CE (mmho/cm=dS/m)	Riesgo de problemas por salinidad
<1,2	Ninguno
1,2<CE<3,5	Ligero a moderado
>3,5	Alto a severo

La muestra del agua del pozo posee una conductividad eléctrica de 1,185 mmho/cm, por lo que, según la anterior clasificación NO hay ningún riesgo. Estos resultados fluctúan cada cierto tiempo, por lo que habrá que medirlo con frecuencia para evitar problemas de acumulación de sales en el suelo.

### 1.1. Contenido total de sales disueltas

La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasará a través de ésta, se calcula con la siguiente fórmula:

$$ST = CE * K$$

ST: concentración de sales totales

CE: conductividad eléctrica

K: constante de proporcionalidad

$$ST = 1,185 \text{ mS/cm} * 0,64 = 0,76 \text{ g/l}$$

El contenido en sales totales del agua es de 0,76 g/l < 1 g/l, que es el parámetro considerado como correcto. Teniendo en cuenta que este criterio no es suficiente para asegurarse que no haya problemas por efectos salinos y a parte de la cantidad hay que determinar la composición.

## 1.2. Presión osmótica

La presión osmótica que las raíces deben superar para poder absorber agua debe ser mayor cuanto más concentración de sales haya en dicho agua. Una elevada presión osmótica puede provocar una sequía fisiológica en el cultivo. El agua de riego será más efectiva cuanto menor sea su presión osmótica y, por lo tanto, su salinidad.

Podemos conocer la presión osmótica a partir de la conductividad eléctrica con la siguiente fórmula:

$$PO = 0,36 * CE$$

PO: presión osmótica en atmósferas

CE: conductividad eléctrica en mmhos/cm

$$PO = 0,36 * 1,185 \text{ mmhos/cm} = 0,43 \text{ atm}$$

La presión osmótica de nuestra muestra de agua de riego es 0,43 atm.

## 1.3. Iones:

Aparte de saber si pueden producir toxicidad, saber su concentración es importante a la hora de calcular la dosis de abonado necesaria para el cultivo.

### 1.3.1. Potasio

El contenido en K<sup>+</sup> de las aguas de riego suele ser relativamente bajo, aunque ejerce un efecto favorable sobre la fertilidad del suelo, no nos dará problemas de toxicidad.

En el presente caso, según los resultados de los análisis, el contenido en potasio del agua es de 0,003 g/l.

### 1.3.2. Calcio

El  $\text{Ca}^{2+}$  es más abundante. No supone ningún riesgo de toxicidad para el cultivo y, además, contribuye a contrarrestar la toxicidad que puede generar un exceso de sodio o magnesio en la solución del suelo. El único problema que puede generar el calcio es la obturación de goteros o tuberías, y se resolverá realizando tratamientos que solubilizan el exceso de calcio.

En el análisis se observa un contenido en calcio de 0,061 g/l. Una concentración que no implica un riesgo a tener en cuenta.

### 1.3.3. Magnesio

El  $\text{Mg}^{2+}$  es un elemento esencial en la nutrición vegetal que, al igual que el potasio, no presentará problemas de toxicidad.

El contenido en magnesio en el análisis de agua tiene un valor de 0,017g/l.

### 1.3.4. Sodio

El ión sodio ( $\text{Na}^+$ ) es responsable de toxicidades específicas en los cultivos. El aporte de sodio al suelo tiene un efecto degradante sobre la estructura del suelo y en las plantas un exceso de sodio produce sequedad o quemaduras en los bordes exteriores de las hojas.

Tabla 2: Interpretación de agua con sodio.

Sodio (g/l)	Interpretación
<0,25	No tóxico
0,25-0,6	Toxicidad media
>0,6	Toxicidad alta

El análisis de agua indica un valor en sodio de 0,149g/l. Este valor es inferior a 0,25 g/l, por lo que podemos afirmar que el contenido en sodio del agua de nuestro embalse **no** es **tóxico**.

### 1.3.5. Cloruro

Un exceso de ión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) puede dar lugar a que los cultivos queden afectados por clorosis foliares, que se manifiestan por quemaduras o necrosis en la punta y que luego avanza por los bordes de las hojas. También genera condiciones negativas en el suelo, puesto que queda libre sin fijarse al complejo.

Tabla 3: Interpretación de agua con cloruro.

Cloruro (g/l)	Interpretación
<0,3	No tóxico
0,3-0,7	Toxicidad media
>0,7	Toxicidad alta

En este caso, el agua lleva un contenido en cloruros de 0,208g/l. Según la tabla, el valor es inferior a 0,3 g/l y no es tóxico.

### 1.3.6. Sulfato

La presencia de ión sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) en el agua de riego puede dar lugar a problemas de corrosión en las tuberías cuando en su fabricación ha intervenido el hormigón, pero no resulta tóxico para la planta.

Tabla 4: Riesgo por excesos de sulfato.

Sulfato (g/l)	Corrosividad
<0,5	No corrosivo
0,5-1,2	Corrosividad media
>1,2	Corrosividad alta

El contenido en sulfatos del análisis de agua tiene un valor de 0,172g/l. Según la clasificación de la tabla, el contenido en sulfatos es no corrosivo.

### 1.3.7. Nitrato

Ni el nitrato ( $\text{NO}_2^-$ ) ni el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) del agua suponen un riesgo en sí mismo, los problemas de estos derivan únicamente del excesivo aporte de nitrógeno que pueden dar a la planta. En el arándano a partir de 30 ppm se podría considerar peligroso.

El valor de contenido en nitratos del agua es 8,78 ppm (0,009 g/l) y el de amonio es de 0,19 ppm (0,0002 g/l).

### 1.3.8. Boro

El boro es un elemento tóxico que se manifiesta en las hojas más viejas. Éstas se caracterizan por la presencia de un amarilleamiento en las puntas que va desplazándose hasta el centro entre los nervios. También provoca sequedad en otras zonas de las plantas.

Tabla 5: Riesgo por exceso de Boro.

Boro (g/l)	Interpretación
<1	No tóxico
1-3,5	Toxicidad media
>3,5	Toxicidad alta

Como en el análisis se obtiene que hay menos de 0,050 ppm de boro (menos de 0,00005g/l), se puede afirmar que el contenido en boro del agua no es tóxico.

## 2. Índices de segundo grado

Valores obtenidos a partir de más de un índice de primer grado.

### 2.1. Relación de adsorción de sodio (RAS)

Este índice pretende evaluar a partir del sodio y restantes cationes contenidos en el agua de riego, el sodio que quedará adsorbido en el complejo de cambio y en equilibrio con el de la solución del suelo regado con ella. Conocer esta relación es importante puesto que el sodio por separado favorece la degradación del suelo, sin embargo, si junto a él se encuentran los iones  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  los efectos se contrarrestan.

Su valor numérico se determina mediante la siguiente expresión, donde los contenidos de sodio, calcio y magnesio vienen expresados en meq/l:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{6,49}{\sqrt{\frac{3,02 + 1,38}{2}}} = 4,37$$

Tabla 6: Alcalinidad del agua en función del RAS.

RAS	Tipo de agua	Recomendaciones
0-10	Baja	Se puede utilizar
10-18	Media	Puede dar problemas en suelos arcillosos
18-26	Alta	Se puede utilizar en suelos drenados y con mucha materia orgánica y yeso
26-30	Muy alta	Se puede dar en suelos con una salinidad muy baja

En nuestro caso el valor del **RAS** es de **4,37** que es un resultado bajo, por lo que el agua **no presenta riesgo de alcalinizar el suelo**, es decir, no hay riesgo de sodificación del suelo y no dará lugar a pérdidas de estructura o degradación.

### 2.2. Carbonato sódico residual (CSR)

Propuesto por Eaton (1950), indica la peligrosidad del carbonato sódico ( $Na_2CO_3$ ) una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula a partir de los valores analíticos en meq/l:

$$CSR = (CO_3^{2-} + CO_3H^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (0 + 1,42) - (3,02 + 1,38) = -2,98 \text{ meq/l}$$

Tabla 7: Calidad de agua según el CSR.

CSR	Calidad
<1,5	Buena
1,5-2,5	Media
>2,5	Mala

El agua es de gran calidad en este aspecto, hay mucha mayor concentración de elementos neutralizantes de la acción de degradación (cationes) que aquellos que podrían provocar la misma (aniones).

### 2.3. Dureza

La dureza se debe casi exclusivamente a la presencia de iones calcio y magnesio. Las aguas duras no se recomiendan en suelos pesados porque, con la escasa aireación, no se favorece la precipitación de las sales y aumenta la presión osmótica del suelo. Sin embargo, si el suelo tiene un alto porcentaje de saturación de sodio, el empleo de aguas duras favorecerá el intercambio de sodio por calcio y magnesio, consiguiendo una mejora de las propiedades físicas del suelo y un menor riesgo de toxicidad por sodio.

Hay varias maneras de expresar la dureza del agua, en este caso utilizaremos los grados franceses (°f), para transformar la concentración de  $Ca^{2+}$  en  $CaCO_3$  se debe dividir dicho valor por 20 (peso equivalente del ión calcio) y multiplicar por 50 (peso equivalente del carbonato cálcico). Para transformar la concentración de  $Mg^{2+}$  en  $CaCO_3$  se ha de dividir dicho valor por 12,15 (peso equivalente del ión magnesio) y multiplicar por 50 (peso equivalente del carbonato cálcico). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{°f} &= \frac{\text{mg/l de } Ca^{2+} \text{ y } Mg^{2+} \text{ expresados en } CaCO_3}{10} = \frac{Ca^{2+} * 2,5 + Mg^{2+} * 4,12}{10} = \frac{61 * 2,5 + 17 * 4,12}{10} \\ &= 22,25 \end{aligned}$$

Tabla 8: Clasificación del agua según grados franceses.

grados franceses (°f)	Características del agua
<7	Muy dulce
7-14	Dulce
14-22	Medianamente dulce
22-32	Medianamente dura
32-54	Dura
>54	Muy dura

El resultado obtenido para nuestros **grados franceses** es de **22,25** por lo que el agua se clasifica como **medianamente dura casi medianamente dulce**. No habrá problemas a la hora de diseñar el riego.

#### 2.4. Coeficiente alcalimétrico (Índice de Scott)

Se define como “la altura de agua, expresada en pulgadas (1 in = 2,45 cm), que al evaporarse, dejaría en un suelo, de cuatro pies de espesor (1 ft = 0,3048 m), una cantidad de sales suficiente para convertirlo en un medio perjudicial” (Urbano Terrón, 2001). El cálculo del índice de Scott (K), difiere según las concentraciones de los distintos iones en mg/l:

Si en el agua hay:

$$- Na^+ - 0,65 * Cl^- \leq 0 \text{ entonces, } K = \frac{2,040}{Cl^-}$$

$$- 0 < Na^+ - 0,65 * Cl^- \leq 0,48 * SO_4^{2-} \text{ entonces, } K = \frac{6,620}{Na^+ + 2,6 * Cl^-}$$

$$- Na^+ - 0,65 * Cl^- \geq 0,48 * SO_4^{2-} \text{ entonces, } K = \frac{6,620}{Na^+ + 2,6 * Cl^- - 0,48 * SO_4^{2-}}$$

Sustituyendo en la fórmula del segundo caso que es nuestra situación:

$$K = \frac{6,620}{149 + 2,6 * 208} = 9,59$$

Tabla 9: Tipo de agua según la clasificación de Stabler, según el índice de Scott.

K	Calidad del agua
<1,2	No utilizables
1,2-6	Peligrosa
6-18	Tolerable
>18	Buena

El **índice alcalimétrico** es de **9,59** por lo que se puede clasificar el agua de riego como **tolerable**, es decir, que habrá que emplearla con ciertas precauciones.

### 3. Normas combinadas

Se usan para catalogar la calidad agronómica del agua, basándose en la utilización de los índices de segundo grado.

#### 3.1. Riverside (USDA) (1954)

Esta norma permite clasificar las clases de agua en función del riesgo de salinización y alcalinización que puede originar su uso en el riego, fue establecido por el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Utilizando los dos parámetros anteriores, el agua se caracteriza mediante una fórmula de tipo  $C_i S_j$ , en la que los valores de  $C_i$  son los correspondientes a la conductividad eléctrica y los  $S_j$ , los del RAS (relación de adsorción de sodio). Los subíndices varían entre 1 y 4, siendo la calidad del agua peor cuanto más alto es el subíndice.

La valoración distingue los siguientes tipos en función de la calidad y uso del agua:

**C<sub>1</sub>:** Aguas de baja salinidad. Pueden ser usadas para el riego de la mayoría de las cosechas y en la práctica totalidad de los suelos, con poco riesgo de salinización.

**C<sub>2</sub>:** Aguas de salinidad media. Pueden ser usadas en condiciones de lavado moderado de los suelos. Las plantas con una moderada tolerancia a las sales pueden regarse, en la mayor parte de los casos, sin medidas especiales para el control de la salinidad.

**C<sub>3</sub>:** Aguas de salinidad alta. No pueden ser usadas en suelos con drenaje deficiente, y aún en caso de tratarse de suelos con un adecuado drenaje, deberán controlarse los posibles riesgos de salinización de los mismos. Deben emplearse sólo para el riego de plantas con buena tolerancia a la salinidad.

**C<sub>4</sub>:** Aguas de salinidad muy alta. Sólo deben usarse bajo circunstancias especiales, en caso de suelos permeables con buen drenaje. El riego debe ser abundante para favorecer la lixiviación y evitar la acumulación de sales. Debe de controlarse la salinización del suelo. Sólo deben emplearse para el riego de plantas muy tolerantes a la salinidad.

**S<sub>1</sub>:** Aguas de sodicidad baja. Pueden ser usadas en casi todos los suelos con poco, o ningún, riesgo de alcanzar niveles perjudiciales de sodio adsorbido o cambiante. Sin embargo, puede darse el caso, en suelos muy pesados y cultivos extremadamente sensibles al Na, de acumular cantidades tóxicas de este elemento.

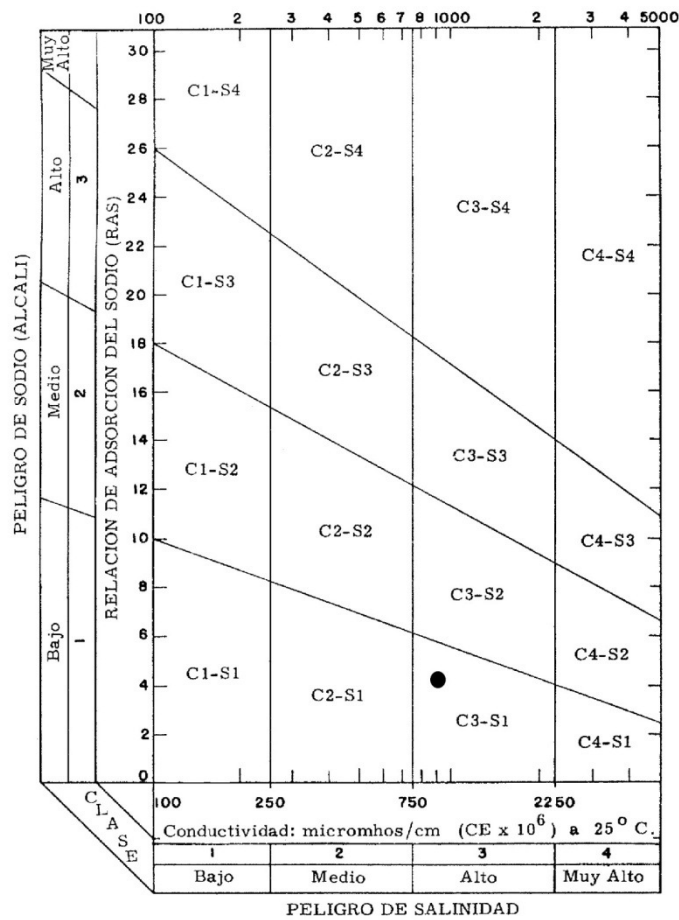
**S<sub>2</sub>:** Aguas de sodicidad media. Presentan un cierto peligro de sodicidad en suelos de textura fina, que tienen una alta capacidad de intercambio catiónico, especialmente en condiciones de lavado insuficiente, excepto cuando el suelo contenga yeso.

**S<sub>3</sub>:** Aguas de sodicidad alta. Pueden producir niveles perjudiciales de sodio adsorbido en la mayor parte de los suelos. Deben usarse en suelos con buen drenaje. Los suelos yesosos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio. La incorporación de una adecuada fertilización orgánica puede disminuir el riesgo de sodicidad que comporta el uso de este tipo de aguas.



**S<sub>4</sub>**: Aguas de sodicidad muy alta. En general, no son aptas para el riego salvo que la salinidad sea muy baja, en cuyo caso se establecerían equilibrios entre el sodio del agua y el conjunto de cationes adsorbidos en el suelo, produciéndose, en conjunto, una disminución de la concentración de sodio en la disolución del suelo.

El agua de riego de la que se dispone posee una conductividad eléctrica de 1185  $\mu\text{mhos/cm}$ , y un  $\text{RAS}=4,37$ . Con estos datos se puede clasificar, según la siguiente figura:

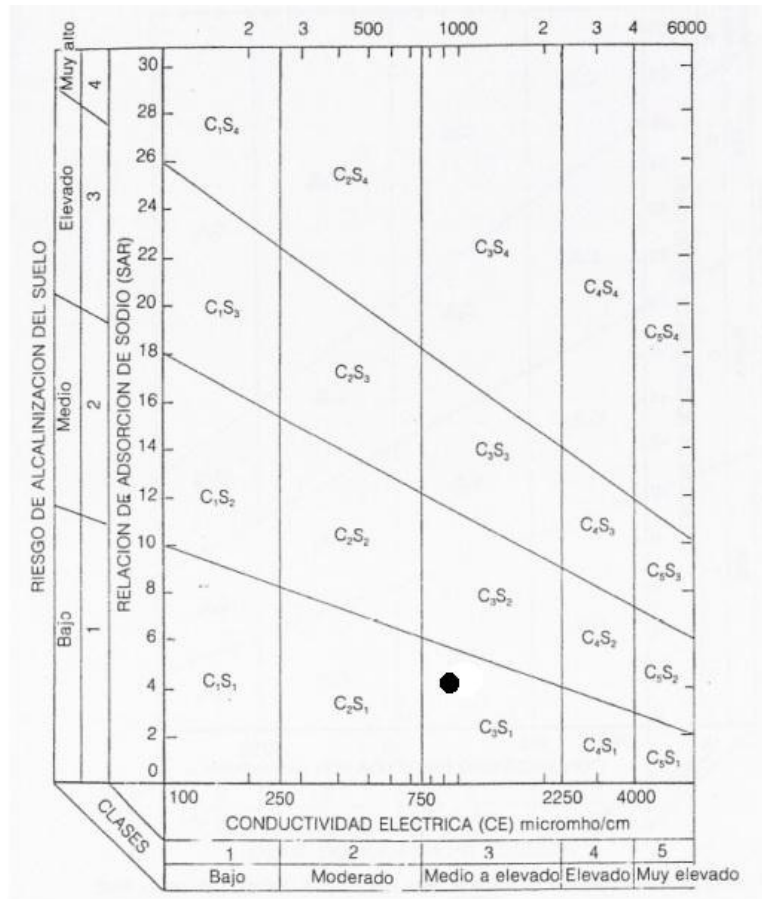


El agua analizada se clasifica en el gráfico en la zona **C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>**, es decir, es un agua de salinidad alta y sodicidad baja. Por tanto, esta agua, se puede utilizar para el riego con ciertas precauciones.

### 3.2. D.W. Thorne y H.B. Peterson (1954)

Modificaron la norma anterior considerando veinte clases de aguas, al ampliar la escala de CE a 5 clases.

La siguiente figura muestra la modificación:



Según esta clasificación, el resultado no cambia respecto a la anterior, **C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>**. Riesgo medio-elevado de salinización y bajo de alcalinización.

### 3.3. Blasco y de la Rubia (1973)

En esta nueva clasificación se establecen siete tipos de conductividad eléctrica, subdividiendo en dos el tipo C<sub>3</sub> y variando los límites para los C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> y C<sub>6</sub>.

También se pueden emplear datos accesorios, como el carbonato sódico residual, el contenido en boro y la razón Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup>, con la que se establecen tres categorías de aguas: buenas (M<sub>1</sub>), dudosas (M<sub>2</sub>), y malas (M<sub>3</sub>), para los siguientes valores:

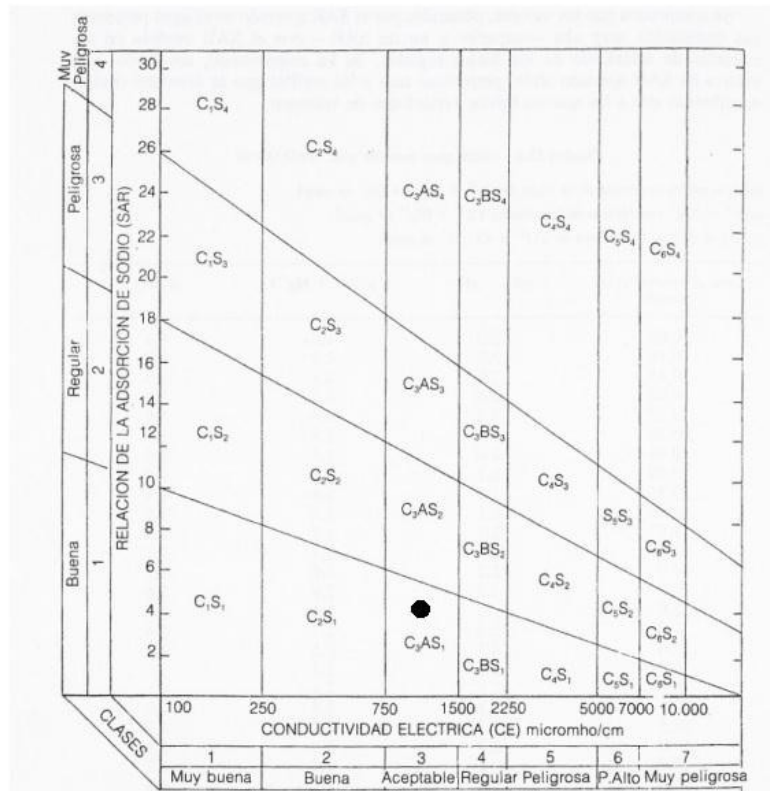
**M<sub>1</sub>**: Cuando el valor es superior a 1, cualquiera que sea el contenido de Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, o superior a 0,7 pero siendo el contenido en Mg<sup>2+</sup> inferior a 5meq/l.

**M<sub>2</sub>**: Cuando su valor se encuentra entre 0,7 y 1 y su contenido en Mg<sup>2+</sup> es superior a 5meq/l, o inferior a 0,7 con un contenido en Mg<sup>2+</sup> inferior a 5meq/l.

**M<sub>3</sub>**: Cuando el valor es inferior a 0,7 y el contenido en Mg<sup>2+</sup> supera los 5 meq/l.

En nuestro caso:  $\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}} = \frac{3,02}{1,38} = 2,19 = M_1.$

A continuación se muestra el diagrama para clasificar las aguas de riego según Blasco y de la Rubia (1973):



**C<sub>3</sub>AS<sub>1</sub>**, el agua queda determinada como **aceptable en función a su conductividad eléctrica y buena en función del RAS.**

### 3.4. H. Greene (FAO)

Establecen la concentración total de sales, expresada en meq/l, y el porcentaje de sodio existente, en relación al total de cationes expresados igualmente en meq/l.

Son poco restrictivas. Si un agua se califica, según estas normas, como “buena”, podemos tener razonables dudas de que efectivamente lo es, pero si, por el contrario, la calificación es “mala”, es que realmente debe desaconsejarse su utilización agrícola.

Para clasificar nuestra agua, primero debemos conocer el %Na<sup>+</sup>, en relación al total de cationes, expresados todos en meq/l:

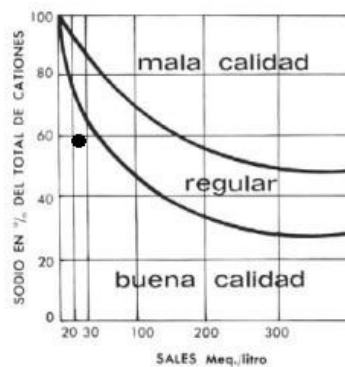
$$\%Na^+ = \frac{Na^+}{Na^+ + Ca^{2+} + K^+ + Mg^{2+} + NH_4^+} * 100 = \frac{6,49}{6,49 + 3,02 + 0,08 + 1,38 + 0,011} * 100 = 59,1\%$$

Tabla 10: Total de sales.

Aniones	meq/l
Cloruro	5,88
Sulfato	3,58
Nitrato	0,14
Carbonato	0
Bicarbonato	1,42
Fósforo	<0,02
Fosfato	<0,02
TOTAL	11,06

Cationes	meq/l
Calcio	3,02
Magnesio	1,38
Sodio	6,49
Potasio	0,08
Amonio	0,011
TOTAL	10,98

La concentración total de sales, es de 22 meq/l, sin tener en cuenta los aniones fósforo y fosfato cuya concentración es tan pequeña y tan poco significativa que simplemente la despreciamos. Con estos datos ya se puede clasificar el agua, con la ayuda del diagrama facilitado a continuación:

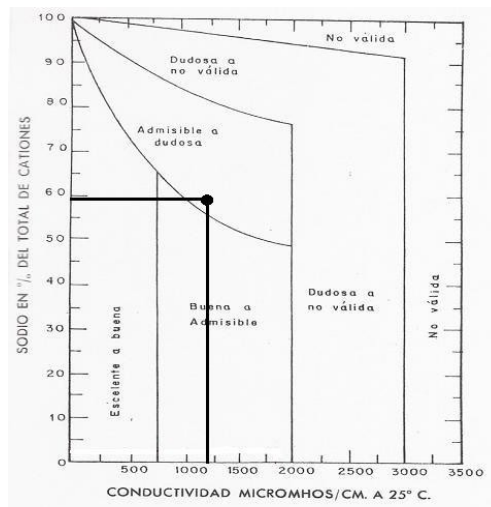


El agua queda clasificada como de **buena calidad**, aunque, como se ha comentado anteriormente, estas norma sólo es representativa cuando determina el agua de mala calidad.

### 3.5. Wilcox (USDA)

Wilcox propuso una nueva fórmula que permitiese conocer la calidad del agua mediante el estudio de la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio respecto del total de cationes presentes en el agua.

Sabiendo que poseemos una conductividad de 1185  $\mu\text{mhos/cm}$  y el porcentaje de sodio de 59,1%, podemos clasificar el agua, con la ayuda del diagrama siguiente:



El gráfico indica que, según Wilcox, el agua de los análisis va de **admisible a dudosa**.

### 3.6. Permeabilidad-RAS

Se interpreta la calidad del agua de riego (CE y RAS) en relación con la permeabilidad del suelo que se va a regar, como indican las figuras a continuación:

La textura del suelo es franco-arcillo-arenosa, comportándose como franca, la consideramos como permeable y la  $CE = 1,185 \text{ mmhos / cm}$ , por lo que, según la figura, se puede clasificar el agua como:

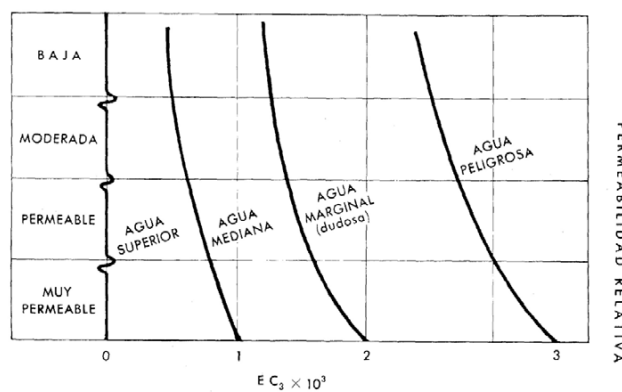


Gráfico n.ºn. 6-A. Clasificación del agua basada en el riesgo de salinidad.

**Relación CE / permeabilidad = agua mediana.**

La textura del suelo es franco-arcillo-arenosa, comportándose como franca, la consideramos como permeable y la RAS = 4,37, por lo que, según la figura, se puede clasificar el agua como:

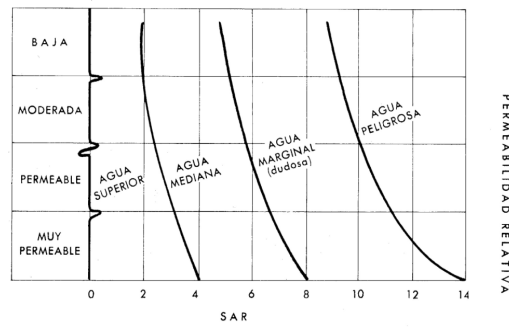


Gráfico núm. 6-B. Clasificación del agua basada en riesgo de sodio.

**Relación RAS / permeabilidad = agua mediana.**

#### 4. Resumen

Índice de 1 <sup>er</sup> orden	Valor	Determinación
pH	7,51	Apta
Contenido total de sales	0,76 g/l	Bueno
Conductividad eléctrica	1,185mmhos/cm	Aceptable
Presión osmótica	0,43 atm	Aceptable
Concentración de K <sup>+</sup>	0,08 meq/l	Aceptable
Concentración de Ca <sup>2+</sup>	3,02 meq/l	Aceptable
Concentración de Mg <sup>2+</sup>	1,38 meq/l	Aceptable
Concentración de B <sup>3+</sup>	<0,00005g/l	No tóxica
Concentración de Na <sup>+</sup>	6,49 meq/l	No tóxica
Concentración de cloruros	5,88 meq/l	No tóxica
Concentración de sulfatos	3,58 meq/l	No corrosivo
Concentración de nitratos	0,14 meq/l	Aceptable
Concentración de amonio	0,011 meq/l	Aceptable

Índice de 2º orden	Valor	Clasificación
RAS	4,37	No hay riesgo de alcalinización ni de degradación
Dureza	22,25 grados franceses	Agua medianamente dura casi dulce
I. de Scott	9,59	tolerable

Normas Combinadas	Clasificación	
Riverside	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	Riesgo de salinización alto
		Riesgo de alcalinización bajo
D.W Thorne y H.B. Peterson	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	Riesgo de salinización medio-elevado
		Riesgo de alcalinización bajo
Blasco y de La Rubia	C <sub>3</sub> AS <sub>1</sub>	Riesgo de salinización aceptable
		Riesgo de alcalinización bajo
Greene	Agua de buena calidad	
Wilcox	Agua de calidad admisible-dudosa	

## **ANEJO 4: ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN**

1. Introducción .....	2
2. Flora.....	2
3. Caracterización biogeográfica y bioclimática del territorio .....	3
4. Metodología de estudio y tipología de vegetación.....	3
5. Características .....	4
6. Dinámica.....	5



## 1. Introducción

Este informe constituye una evaluación de los principales elementos de biodiversidad floral presentes en el entorno del área de plantación y sus alrededores.

Para el análisis de la flora presente se realizó, un trabajo visual de campo y una búsqueda bibliográfica, como la consulta al catálogo de la flora vascular de Cantabria de Juan Antonio Durán Gómez.

## 2. Flora

El listado de táxones se presenta ordenado inicialmente en los cuatro grandes grupos evolutivos de la flora vascular (Pteridófitos, Gimnospermas, Angiospermas Dicotiledóneas y Angiospermas Monocotiledóneas). Dentro de cada grupo, los táxones se agrupan por familias, en orden alfabético, y dentro de cada familia también por orden alfabético:

ANGIOSPERMAS DICOTILEDÓNEAS:

**Fam. Asteraceae:**

*Achillea millefolium*

*Bellis perennis*

*Centaurea debeauxii*

*Crepis capillaris*

*Hypochoeris radicata*

*Leontodon autumnalis*

*Taraxacum officinale*

**Fam. Caryophyllaceae:**

*Cerastium fontanum*

*Stellaria graminea*

**Fam. Fabaceae:**

*Lathyrus pratensis*

*Lotus corniculatus*

*Trifolium pratensis*

*Trifolium repens*

**Fam. Malvaceae:**

*Malva moschata*

**Fam. Plantaginaceae:**

*Plantago lanceolata*

*Veronica chamaedrys*

*Veronica serpyllifolia subsp.*

*Serpyllifolia*

**Fam. Polygonaceae:**

*Rumex acetosa*

**Fam. Ranunculaceae:**

*Ranunculus acris*

*Ranunculus bulbosus*

ANGIOSPERMAS MONOCOTILEDÓNEAS:

**Fam. Poaceae:**

*Dactylis glomerata subsp. glomerata*

*Agrostis capillaris*

*Festuca arundinacea*

*Anthoxanthum odoratum*

*Festuca rubra*

*Arrhenatherum elatius*

*Holcus lanatus*

*Brachypodium*

*Lolium perenne*

*pinnatum subsp. rupestre*

*Phleum pratense subs. Pratense*

*Cynosurus cristatus*

### 3. Caracterización biogeográfica y bioclimática del territorio

Desde el punto de vista biogeográfico, y siguiendo la sectorización propuesta por RIVAS-MARTÍNEZ (2007), el área de estudio queda incluida en:

Región MEDIOEUROPEA

Subregión ATLÁNTICA CENTRAL EUROPEA

Provincia ATLÁNTICO EUROPEA

Subprovincia CANTABRO-ATLÁNTICA

Sector GALAICO ASTURIANO

Distrito OVETENSE LITORAL

### 4. Metodología de estudio y tipología de vegetación

Para la identificación y codificación de la comunidad vegetal presente en el ámbito del estudio se ha utilizado el atlas y manual de los hábitats naturales y seminaturales de España.

Este es el resultado de cartografiar la vegetación de España considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000.

Como base para su elaboración se utilizó la cartografía del inventario de hábitat de la Directiva 92/43/CE, realizando una labor de revisión y mejora de la misma e implementándola con la cartografía de los hábitats no incluidos en la Directiva.

Tras descargar estos datos (cartografía digital .shp y tablas de relación .mdb) del MAPAMA y traspasarlos al formato ArcGis concretamos que nuestra parcela pertenece al siguiente hábitat:

**Prados mesófilos de diente cantábrico:**

Según el esquema sintaxonómico de Rivas-Martínez et al. (2001,2002 y 2011):

59.6.8. Lino angustifolii-Cynosuretum cristati Allorge ex Oberdorfer & Túxen in Túxen & Oberdorfer 1958.

Otras clasificaciones:

CORINE	38.11
EUNIS	E2.11
MHN	4.3.2

También debemos añadir que NO se encuentra catalogado como hábitat de interés comunitario, ni protegido de manera especial por ninguna ley.

## 5. Características

Los prados densos constituidos por numerosas especies pratenses, sobre todo gramíneas, leguminosas (tréboles la mayoría) y compuestas. Prefieren los sustratos calcáreos y se distribuyen por toda la Cordillera Cantábrica.

Los prados de siega son formaciones de origen antrópico que se desarrollan sobre suelos profundos, frescos, húmedos y bien estructurados. Tradicionalmente, se han manejado para obtener heno, un recurso fundamental para el mantenimiento del ganado durante el largo invierno. Dicho manejo ha implicado su siega en un número variable en función de la productividad. También ha sido habitual la adición de estiércol de origen animal. Pese a un manejo tan intenso, son comunidades de una enorme diversidad biológica. Además, poseen un elevado valor paisajístico dado que son zonas que se mantienen verdes durante los momentos más secos del verano.

Son comunidades muy fuertes que soportan muy bien las perturbaciones como no podría ser de otra manera dado su origen antrópico.

## 6. Dinámica

Los procesos de cambio a los que se ven sometidos estos prados son los siguientes:

Propia degradación natural, en el momento que son abandonados comienza una rápida e inexorable alteración hacia comunidades arbustivas de carácter lacerante: rosaledas y zarzales.

En el caso contrario, si sostienen una carga ganadera excesiva, además de su destrucción directa por el consumo y pisoteo por parte del ganado se produce un aumento de los niveles de nutrientes en el suelo que generalmente suelen determinar la transformación en otro tipo de pastos mucho más exigentes en recursos nitrogenados en el suelo.

El cambio climático, la posición de estas comunidades limitada por la altitud de las montañas por las que se distribuyen hacen que no tengan margen para la migración.

## **ANEJO 5: ESTUDIO GEOTÉCNICO**

1. Introducción .....	2
2. Información previa .....	2
3. Trabajo de campo y resultados .....	3
3.1. Calicata .....	3
3.2. Ensayos in situ .....	4
3.3. Ensayos de laboratorio.....	4
4. Trabajos de gabinete.....	6
4.1. Caracterización del terreno.....	6
4.2. Tensión admisible.....	6
5. Conclusión final .....	6
Tabla 1: Columna litológica de la calicata. ....	4
Tabla 2: LÍMITES DE ATTERBERG.....	5

## 1. Introducción

Con el siguiente estudio se pretende dar una información cuantitativa de las características del terreno donde se ubica la edificación y su entorno. Este estudio tiene como objeto determinar las características litológicas y físico-mecánicas del subsuelo.

Aunque la edificación que se realiza en el proyecto no se considera dentro del ámbito de aplicación de la LOE (Ley de Ordenación de la Edificación) según su artículo 2º, dicha ley se cumplirá teniendo en cuenta las características de la edificación y en la medida de lo posible para cumplir el mínimo de seguridad con el fin de garantizar ésta y su funcionalidad estructural con el fin de reducir a límites aceptables el riesgo de que la estructura tenga un comportamiento inadecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, considerando la totalidad de su vida útil y por lo tanto podrán aplicarse por extensión la EHE-08 y el CTE (código técnico de la edificación) que desarrollan dicha ley en varios de sus puntos.

Por lo tanto el siguiente estudio desarrollará los siguientes puntos:

-Condiciones de diferentes niveles del subsuelo donde se ubicará la cimentación de la caseta.

-Determinación de las características geotécnicas de los diferentes niveles, identificación, propiedades de estado y parámetros resistentes.

-Fijar unos criterios conforme a los estudios anteriores acerca de las condiciones de cimentación y de las precauciones que se puedan tomar frente a posibles fenómenos de inestabilidad.

## 2. Información previa

Las características de la parcela donde se realiza el proyecto y lugar del estudio geotécnico son las siguientes:

-Situación: Término municipal de Reocín, provincia de Cantabria.

-polígono y parcelas: BO PUENTE S MIGUEL 36[B] Polígono 6, Parcela 28, MIES DE VALDECIA.

-forma: irregular

-superficie de la parcela: 19.880 m<sup>2</sup>

- Número de edificaciones y tipo: caseta prefabricada de hormigón a un agua de 4 x 4.

-Superficie edificada: 16,00 m<sup>2</sup>

Según CTE DB SE-C se ha realizado un reconocimiento del terreno y a efectos de reconocimiento la unidad a considerar es el edificio para así clasificar la construcción y el terreno como se cita a continuación:

-La construcción es del tipo C-0: construcciones menores de 4 plantas y superficie construida inferior a 300m<sup>2</sup>

-EL terreno es de grupo T-1: Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.

Según el artículo 3.2.1 el CTE DB SE-C cita que la prospección del terreno se debe realizar generalmente mediante un mínimo de 3 puntos de reconocimiento, teniendo en cuenta la extensión que ocupa dicha edificación se estima oportuno que con la realización de dos puntos de reconocimiento dentro de la futura superficie proyectada y escogidos al azar se definirán perfectamente las características del suelo buscadas.

Aunque según el artículo 3.2.1 el CTE DB SE-C, no figure el número mínimo de sondeos mecánicos correspondiéndose con las características C-0 y T-1 y según el artículo 3.2.2 del CTE DB SE-C se deberá complementar la prueba de penetración junto con la de una calicata para suelos definidos por las características C-0 y T-1. Se determina realizar una calicata y una prueba de penetración.

Los trabajos llevados a cabo han consistido en la ejecución de prospecciones de campo y ensayos de laboratorio con el fin de determinar las características geotécnicas del terreno para así definir las condiciones de cimentación y posibles problemas constructivos.

### **3. Trabajo de campo y resultados**

Primeramente para conocer la situación real de dicha zona se procede a la visita de la zona de estudio con el fin de contrastar la información con las características geológicas del entorno.

Los trabajos de campo realizados consistieron en la realización de una calicata y de un ensayo de penetración ubicados aleatoriamente dentro del emplazamiento de la caseta.

#### **3.1. Calicata**

Tabla: Mediante una excavación en zanja se procede a la observación directa, ensayos in situ y toma de muestras.

Se realizará una calicata con retroexcavadora con una profundidad de hasta 2,70 metros.

La presencia de la capa freática se encuentra a 1,70 metros sin embargo teniendo en cuenta la magnitud de la obra la necesidad de la profundidad de excavación será inferior a la de la capa freática por lo que no interferirá con las labores de cimentación.

La columna litológica obtenida fue la siguiente:

**Tabla 1: Columna litológica de la calicata.**

PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
0,00-0,30	TIERRA VEGETAL. Suelo franco con gravas dispersas y abundante materia orgánica
0,30-2,70	ARENAS LIMOSAS HOMOGÉNEAS (aluvial fino)

Se infiere por tanto que es un suelo grueso compuesto mayoritariamente por arenas medias (0,20-0,60 mm).

### 3.2. Ensayos in situ

Se realiza el ensayo de penetración estándar NSPT, se calcula mediante el nº de golpes NSPT para hincar 30 cm de un cilindro hueco de dimensiones normalizadas. Golpeo con maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm.

-NSPT: 38-45

-Módulo de elasticidad del suelo (E): 60 MN/m<sup>2</sup>

-Resistencia a compresión simple (qu): 600 kN/m<sup>2</sup>

-Ángulo de rozamiento efectivo: 38-40°

Por lo tanto sacamos las siguientes conclusiones, las arenas son clasificadas según su compactación como densas, el suelo es de tipo medio y se puede dar un valor orientativo del módulo de elasticidad del suelo.

### 3.3. Ensayos de laboratorio

Conforme a las muestras tomadas se busca comprobar el comportamiento del suelo frente a las cargas a las que se le pueda someter.

-densidad seca: 1,95 t/m<sup>3</sup>

-humedad natural: 6,9%

La densidad seca y la humedad natural se usarán como base comparativa con el ensayo proctor.



-Análisis granulométrico: clasificación según los porcentajes de peso de fracciones de suelo para clasificar el terreno y conocer el contenido de finos.

	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
Capa superficial	55,2	24,8	20
Capa profunda	53,8	26	20,2

Por lo tanto es un suelo clasificado como del grupo defranco-arcillo-arenoso según el USDA.

**Tabla 2: LÍMITES DE ATTERBERG.**

LÍMITE LÍQUIDO (L.L.)	LÍMITE PLÁSTICO (L.P.)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
21	14	7

-Límites de atterberg, nos permite fijar la coherencia entre partículas sólidas de un terreno según porcentajes de humedad y estimar así su capacidad resistente al suelo.

Teniendo en cuenta estos valores y los del análisis granulométrico se le asignan al suelo los siguientes atributos:

-Facilidad de tratamiento en obra: moderado.

-Permeabilidad: moderada.

-Resistencia al corte: muy alta.

-Compresibilidad: alta.

-Ensayo proctor normal: Se establece la relación entre humedad y densidad del suelo para comparar la densidad máxima a la cuál se puede compactar el suelo:

D máx: 1,98

H ópt.: 10,10%

-Determinación de sulfatos: Con este parámetro se determina si es necesario algún tipo de cemento resistente a este parámetro (sulforesistentes). La analítica muestra que no se detectaron en cantidad apreciable.

## **4. Trabajos de gabinete**

Acorde con los datos de campo y ensayos de laboratorio se elabora su caracterización y las siguientes conclusiones.

### **4.1. Caracterización del terreno**

El terreno posee una capa vegetal de unos 30cm de espesor y unas arenas limosas homogéneas de los 0,3 a los 2,70 m. El nivel freático no nos afectará para las obras de cimentación debido a su profundidad.

### **4.2. Tensión admisible**

En base al ensayo realizado de resistencia a compresión simple  $q_u$ : 600 kN/m<sup>2</sup> según el CTE se estima que  $q_u/3$ = tensión admisible del terreno.

Obtenemos una tensión admisible del terreno de 0,2 MPa.

## **5. Conclusión final**

Conforme a las características de la parcela y los datos recogidos tanto en campo como en laboratorio se comprueba la no problemática de la capa freática para la cimentación y la tensión admisible del terreno de 0,2 MPa para la cimentación.

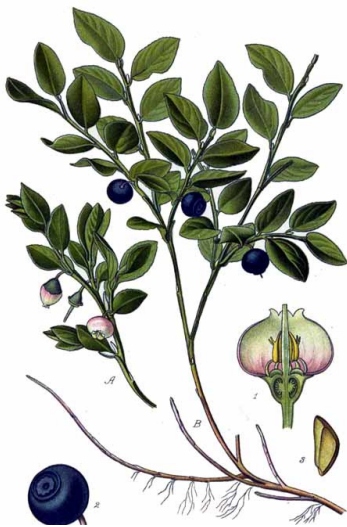
## **ANEJO 6: MATERIAL VEGETAL**

1. Introducción .....	2
2. Ecología del cultivo.....	3
2.1. Descripción de la planta .....	3
2.2. Requerimientos edafoclimáticos.....	5
3. Variedades de arándano .....	7
4. Elección del material vegetal .....	12

## 1. Introducción

El arándano es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las Ericáceas, dentro del género *Vaccinium*. Constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas por el Hemisferio Norte: Norteamérica, Europa Central y Euroasia, encontrándose también en América del Sur, y unas pocas especies en África y Madagascar.

En España, se encuentran formando cobertura vegetal de sotobosques y pastizales de montaña a lo largo de toda la Cordillera Cantábrica, Pirineos y en la sierra de Gredos y Guadarrama. Existen más de 30 especies silvestres, siendo las de mayor presencia en Cantabria: *Vaccinium myrtillus* (arándano negro) y *Vaccinium uliginosum* (arándano azul), los frutos de ambos se conocen popularmente con el nombre de ráspanos. Se diferencian en que el *V. myrtillus* se encuentra a alturas de 600-1600 m, tiene las ramas verdes, tallo subterráneo con corteza rojiza y las hojas son verdes por ambas caras, de forma oval-elíptica aguda, con bordes finamente dentados, mientras que *V. uliginosum*, se encuentra a alturas de 1200-2500 m, ramas de corteza gris oscura que se distinguen de las del “myrtillus” por no ser angulosas. Las hojas son verde oscuras de forma oblongo-espátulada.



*V. myrtillus*



*V. uliginosum*

Los arándanos cultivados actualmente en Europa proceden, en su mayoría, de plantas silvestres mejoradas de las especies:

***Vaccinium corymbosum*** o arándano gigante americano: crece espontáneo en los montes y bosques húmedos de la costa atlántica de EEUU. Tiene porte erecto (puede superar los 3 m de altura), hojas grandes, caducas, de forma ovalada con ápice puntiagudo y bordes

enteros o ligeramente aserrados. Las flores son de color blanco-rosado, cilíndrico-urceoladas, agrupadas en abundantes racimos. Las bayas son de color negro-azulado.

**Vaccinium ashei** o arándano gigante “ojo de conejo”: crece espontáneo a lo largo de los valles fluviales de los estados sureños de EEUU. Las matas silvestres pueden alcanzar los 4-6 m de altura. Más tolerante que *V. corymbosum* a la sequía y suelos básicos. Las hojas, flores y bayas son muy parecidas a las de “Corymbosum”.

**Vaccinium vitis idaeae** o arándano rojo europeo “vid de monte”: crece en los bosques de coníferas y páramos subalpinos entre los 1000 y 2000 m de altitud, formando matas de unos 30 cm de altura. Las hojas son perennes, coriáceas de color verde oscuro brillante en el haz y verde claro en el envés. Las flores tienen una corola urceolada blanca o jaspeada de rojo, agrupándose en pequeños racimos terminales. Las bayas tienen al principio color blanco que, en la maduración, torna a rojo coral.

El arándano es una de las especies vegetales de más reciente domesticación. Fue el genetista Coville, del departamento de agricultura de los estados unidos (USDA), quien en 1906 inició los trabajos de mejora genética con cruzamientos entre distintas especies silvestres. Como resultado se han obtenido nuevas variedades adaptadas a diferentes climas en función de las horas de frío necesarias.

## 2. Ecología del cultivo

### 2.1. Descripción de la planta

El arándano es un arbusto erecto o rastrero de hoja caduca (especies domesticadas) o perenne. Es una planta leñosa, con una altura variable entre los 0,3 y 7 m y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años. Aunque existan diferencias botánicas entre todas las especies y sus respectivas hibridaciones, a modo ilustrativo se describe la morfología más general:

El **sistema radicular** es reducido, fibroso y superficial, situándose el 80 % de éste en los primeros 40 cm. No cuenta con pelos radiculares, por lo tanto, las raíces jóvenes son las encargadas de la absorción. Los hongos simbióticos que se asocian a las raíces del arándano son *Hymenoscyphus ericae* o *Pezizella ericae*.

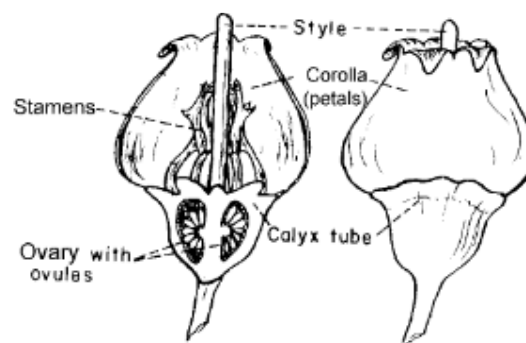
Entre las raíces y la parte aérea se encuentra el tronco subterráneo (**corona**), recto, cuadrangular y muy ramificado, emite muchos brotes.

Los **brotos** de arándanos pueden ser de tres tipos dependiendo de su origen y de la yema que le dio origen. Brotes que se originan desde yemas vegetativas formadas la temporada anterior ubicadas en ramillas, brotes vigorosos que se originan de la corona de la planta o de yemas latentes ubicadas en cañas viejas y brotes anticipados aquellos que se originan de yemas formadas la misma temporada en brotes.

Las **hojas** simples, alternas, de margen entero o aserrado, que varían de 1 a 8 cm de largo, son de forma lanceolada u ovalada, coriáceas o no, con diferentes tonalidades de verde según cultivares, ligeramente dentadas y finamente nerviadas por el envés. Es típica la coloración rojiza que adquieren en el otoño. Los estomas están ubicados exclusivamente en el envés, y este puede poseer pilosidades o no.

Las **yemas**, pueden ser florales o vegetativas, las primeras son más grandes y redondeadas, siempre ubicadas en la porción apical de los brotes invernantes, que se han producido el año anterior. Las vegetativas son más pequeñas y puntiagudas ubicadas en la parte basal del brote.

El arándano es una especie monoica, con **flores** hermafroditas, con bajo porcentaje de autogamia, son pedunculadas, axilares o terminales, se producen solitarias o en inflorescencias (racimos). Los sépalos son cortos, pentalobados, y la corola es gamopétala tubular, pentalobada (formada por 4-5 pétalos fusionados), y generalmente blanca-rosada. El ovario ínfero provisto de 4- 10 lóculos, contiene 20-30 óvulos en placentación axial, está unido al cáliz. La flor tiene de diez a ocho estambres que están insertados en la base de la corola, con anteras aristadas o no, prolongadas en tubos terminales con una apertura en el ápice, rodean completamente al estilo, que sobresale por encima de la corola.



Esquema de la flor del arándano.

El **fruto**, es una falsa baya esférica que va de 1-3 cm de diámetro, con un peso de 0,5-4 g. Su color depende de la variedad y tiene secreciones cerosas. Algunos frutos contienen hasta

100 semillas al interior del endocarpio. Los frutos más cercanos a las ramas son más grandes que los distales, y cuanto más vigorosa sea la rama, los frutos que da, serán más grandes. Además los primeros frutos en madurar serán mayores que los que se recogen más tarde. Comercialmente el fruto tiene una cicatriz estilar que se busca sea pequeña y seca a fin de dificultar la acción de los patógenos.

## **2.2. Requerimientos edafoclimáticos**

En este apartado haremos un breve resumen de los factores externos más representativos del arándano, aunque ya han sido analizados en profundidad en los anejos de clima y suelo.

### **CLIMA:**

La acumulación de horas de frío es el factor determinante para decidir si el cultivo de arándanos puede producirse comercialmente en un área o no. Cuantas más horas de frío sean acumuladas, más rápida será la ruptura de la dormancia o reposo vegetativo invernal y mejor es la respuesta a la producción floral. En general, las variedades de arándanos gigantes tienen las mismas exigencias que un manzano, en torno a las 800 horas. No obstante, la oferta varietal que existe en la actualidad, permite desarrollar cultivos de arándanos en zonas climáticamente muy diferentes, como es el caso, en España, de las provincias de Asturias y Huelva.

Por otro lado, temperaturas altas, superiores a 28-30 °C, pueden afectar negativamente al fruto, ocasionándole escaldado y arrugamiento, perdiendo valor comercial. Son de poca importancia las heladas primaverales debido a su floración tardía y escalonada. La flor del arándano puede soportar hasta -2, -3 °C.

Para conocer los momentos críticos, hace falta saber el estado fenológico de la planta. Para determinar un estado, debe tomarse el que represente más del 50 % de la variedad plantada. A continuación se muestran los diferentes estados del arándano:

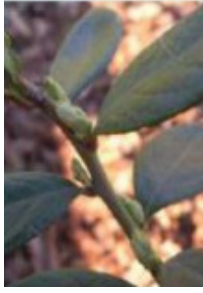
V1: Punta Verde. Yema vegetativa inicia su apertura

V2: Brotación. Hojas recién formadas, dispuestas en roseta.

V3: Brote nuevo. Brotes extendiendo entrenudos y hojas expandiendo láminas

V4: Rama nueva: Brote con entrenudos largos, hojas expandidas, engrosando láminas

V5: Rama formada. Rama cargadora, con yemas sin diferenciar



V1



V2



V3



V4

R1 Yema Hinchada diferenciada, origina flores

R2 Yema Abierta. Inicio floración

R3: Botones de flor

R4: Corola cerrada

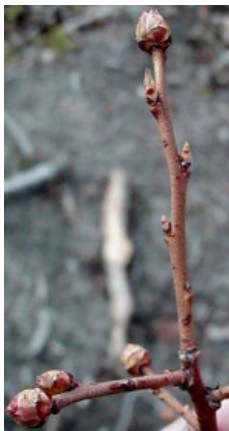
R5: Flor abierta

R6: Cuaje. Fruto cuajado, caída de corola, división celular del fruto

R7: Fruto Verde 25% de su tamaño final

R8: Fruto Verde-rosado 50% de tamaño final

R9: Fruto formado, cambiando color



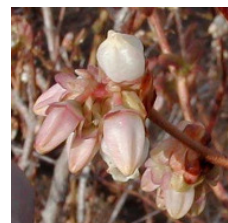
R1



R2



R3 y R4



R5



R6



R7





R8



R9

Los vientos fuertes dominantes, sobre todo en los primeros años de vida de la planta, perjudican el crecimiento de ésta, provocando daños en el follaje, afectando a la floración y a la polinización por insectos. También ocasiona la caída de frutos y lesiones en éstos.

#### SUELO:

El arándano se adapta bien a suelos ligeros, profundos (mín. 0,6 m) con buen drenaje y abundante materia orgánica (>3%), que permita mantener la humedad necesaria para el óptimo desarrollo del sistema radicular.

Exige valores ácidos de pH (4,5-5), aunque el tipo “ojo de conejo”, tolera suelos con pH ligeramente superiores. Es sensible a la falta de oxígeno en el suelo y a la salinidad.

Los mejores terrenos son los que están de praderas, sin restos de cultivos frutales o forestales, y sobre todo que no contengan herbicidas residuales, tipo Simazina.

### 3. Variedades de arándano

Como en casi todas las producciones, no hay una variedad ideal que reúna todas las características deseables, por eso en el anejo estudio de las alternativas realizaremos un baremo que nos permitirá elegir la que cumpla más requisitos o los prioritarios con nuestras necesidades.

En el caso del arándano las consideraciones más importantes son:

#### -HORAS DE FRÍO:

En la gran mayoría de las nuevas variedades el componente principal de las hibridaciones es la especie *V. corymbosum*, por eso los técnicos clasifican las variedades cultivadas en tres grandes grupos: gigantes del norte con altos requerimiento en horas frío ( $\geq 800$  h/f) o gigantes del sur con bajos requerimientos en horas frío (300-500 h/f). Las variedades ojos de conejo tienen requerimientos medios (400-600 h/f). Según nuestro estudio climático deberemos escoger las variedades gigantes del norte y ojo de conejo.

#### -ÉPOCA DE MADURACIÓN:

Esta variable la necesitaremos tener en cuenta para colocar nuestro producto en la época con precios de mercado más interesantes. Aunque luego en la práctica los periodos de maduración pueden variar de un año a otro. Por lo general las variedades más adaptadas a Cantabria son las gigantes del norte con maduraciones entre junio y septiembre y las ojo de conejo con maduraciones entre septiembre y octubre. Dicho periodo de maduración se puede concentrar en 2-3 semanas o alargar hasta 4-6 semanas, en función si queremos recolectar todo el fruto de una pasada para vender en la misma vez o abastecer regularmente a mercados locales.

#### -DESTINO DE LA FRUTA:

Si nuestra explotación está dirigida al mercado en fresco, necesitamos frutos grandes, en cambio, si son destinados a la industria agroalimentaria, el tamaño de fruto no tiene gran importancia.

#### -RESISTENCIA A LA MANIPULACIÓN:

Es la mayor o menor consistencia de las bayas. Esta característica depende del grosor de la epidermis. Durante los procesos de recolección, llenado de envases, transporte, almacenamiento, venta de mercados y sobre todo cuando son destinados a la exportación, necesitan minimizar daños para una larga conservación.

#### -RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES.

#### -PRODUCTIVIDAD:

Cuanto mayor número de racimos y más grandes sean estos más preferible será la variedad.

#### -COLOR:

La demanda del mercado se orienta a bayas de color uniforme azul intenso.

#### -SABOR:

Las bayas más apreciadas comercialmente son las de sabor dulce o agridulce y aromáticas.

#### -CICATRIZ:

Al desprender la baya del pedúnculo, queda una cicatriz más o menos grande, que puede producir desgarros en la piel. Son deseables variedades con cicatriz pequeña y seca.

**-FACILIDAD DE RECOLECCIÓN:**

Es interesante que los racimos sean laxos y cuelguen hacia el exterior.

A continuación se muestra las variedades más importantes y representativas para nuestra zona:

**Gigantes del norte:**

<b>DUKE</b>	
<b>Época de maduración</b>	Primera quincena de Junio
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Mejora su sabor con conservación frigorífica
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Sensible a la botrytis
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, medianamente vigoroso
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Agradable
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Se adapta bien a la recogida mecánica

<b>BLUECROP</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda quincena de Julio
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Baya firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, vigoroso, muy ramificado, requiere poda severa
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Buen sabor
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Maduración 5-6 semanas

<b>LEGACY</b>	
<b>Época de maduración</b>	Tercera semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Medio
<b>Conservación</b>	Muy firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, pero algo lento de entrada Bastante vigoroso
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>BRIGGITTA</b>	
<b>Época de maduración</b>	Tercera semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Excelente conservación, bayas firmes (2 meses en atmósfera controlada)
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo
<b>Color</b>	Azul-claro
<b>Sabor</b>	Semiácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>OZARKBLUE</b>	
<b>Época de maduración</b>	Última semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Baya firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>LIBERTY (Briggitta x Elliot)</b>	
<b>Época de maduración</b>	Última semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Mediano-grande
<b>Conservación</b>	Muy firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Buena producción
<b>Color</b>	Azul-claro
<b>Sabor</b>	Semiácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Maduración concentrada

<b>ELLIOT</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda semana de agosto-Septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Mediano
<b>Conservación</b>	Mejora su calidad hasta 12 semanas en cámara frigorífica
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Ácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Apto para la recolección mecánica

<b>AURORA</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda semana de agosto-Septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Buena conservación en cámara
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Buena producción (mayor que Elliot)
<b>Color</b>	Azul medio
<b>Sabor</b>	Ácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Maduración concentrada

**Ojo de conejo:** Las flores de arándano de estas variedades son hermafroditas, pero a diferencia de las flores de arándano gigante, son en su mayoría autoestériles. Por lo tanto será necesario como mínimo plantar dos variedades compatibles entre sí con floraciones coincidentes.

<b>POWDERBLUE (polinizadora)</b>	
<b>Época de maduración</b>	Extra-tardía, septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Mediano
<b>Conservación</b>	Buena conservación en cámara frigorífica
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Resistente al agrietamiento
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Más vigoroso y productivo que los gigantes del norte
<b>Color</b>	Azul celeste
<b>Sabor</b>	Bueno
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Fácil recolección

<b>OCHLOCKONEE (se poliniza con Powderblue)</b>	
<b>Época de maduración</b>	Extra-tardía, septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Bayas firmes
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Resistentes al agrietado
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Medianamente vigoroso y muy productivo
<b>Color</b>	Azul medio
<b>Sabor</b>	Muy dulce
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

#### **4. Elección del material vegetal**

El propietario y promotor de la parcela indica expresamente su preferencia por la venta de arándano en fresco y elegir variedades que permitan una recolecta escalonada durante el mayor tiempo, a ser posible, altamente productivas con frutos grandes y dulces.

Por lo tanto se plantarán variedades tempranas, medias y tardías, que cubran el mercado desde Julio hasta Septiembre.

Como ya se ha dicho antes en el estudio de las alternativas se concretarán el número y variedades a plantar.

En España no existe planta certificada de arándano. Todo el material se comercializa como estándar, lo que garantiza su origen y un control con los servicios oficiales, pero no autentifica la variedad y ausencia de virosis.

A la hora de adquirir la planta en vivero, se nos presentan varias opciones, atendiendo a:

**SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN EMPLEADO:**

-Estaquillado: opción más barata

-Micropropagación o cultivo in vitro: mayor seguridad genética, sanitaria y productiva.

**EDAD DE LA PLANTA:** es recomendable que no sea mayor de 2 años, pero que tenga un buen desarrollo radicular.

**MODELO O TAMAÑO DEL CONTENEDOR:** bolsas de plástico con cepellón de 1-4 litros.

Obtendremos los plantones en bolsas de plástico con cepellón a partir del vivero Planasa (Segovia), reproducidas por propagación in vitro o micropropagación y con una edad menor de 2 años.

Es recomendable realizar la plantación en el período de la parada vegetativa invernal, es decir entre los meses de Noviembre-Diciembre. Al tener el plantón una actividad radicular mucho más temprana que la parte aérea, daremos tiempo a que se desarrollen y expandan nuevas raicillas consiguiendo plantas bien enraizadas antes del inicio de la brotación primaveral.

## ANEJO 7: ESTUDIO DE MERCADO

1. Introducción .....	2
2. Oportunidad .....	2
3. Producción mundial .....	3
4. Comercio exterior.....	5
5. Calendario anual .....	7
6. El arándano en España .....	8
7. El arándano en Cantabria.....	10
8. Comercialización .....	10

Tabla 1: Composición nutricional por 100 g de arándanos, fuente: base de datos del departamento de Agricultura de los EEUU. ....	3
Tabla 2: Creciente evolución y situación de la producción en toneladas de los principales países productores.....	4
Tabla 3: Mayores producciones dentro de Europa (t). ....	5
Tabla 4: Países exportadores de arándano (Trade Map 2016). ....	6
Tabla 5: Importación mundial por países en toneladas (Trade Map 2016). ....	7
Tabla 6: Producción española, en regadío el total de ella, (MAPAMA, 2016). ....	9

## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es poder conocer las salidas productivas que tiene la explotación: bayas y poda en verde. Se analizará el interés humano por el arándano, las producciones y consumiciones totales, épocas y superficies dedicadas a este cultivo a nivel mundial, europeo, estatal y comarcal. Su comercio y preferencia de consumo. Así se conseguirá poder estimar un precio aproximado de la materia prima para el estudio de rentabilidad del presente proyecto.

## 2. Oportunidad

A pesar de ser una de las especies de más reciente introducción en la fruticultura mundial, la producción y consumo de arándanos en la última década ha tenido un crecimiento espectacular, debido a la promoción de sus numerosas cualidades. Un dato muy elocuente en cuanto a este crecimiento es que en Estados Unidos, el mayor productor y consumidor a nivel mundial, a principios de los 90 el consumo per cápita estaba en torno a los 250 g/habitante y año, y hoy día está próximo a los 1000.

Las propiedades más destacadas que lo convierten en un producto atractivo para el consumidor son las siguientes:

- Organolépticas y culinarias: pulpa jugosa y aromática con excelente sabor.
- Fácil consumo, no necesita ser pelado, ni perder tiempo en quitar las pepitas.
- Apto para el consumo casual, como aperitivo, aparece como la solución a la demanda de comer sano entre horas y fuera de casa.
- Gran valor nutricional:

Según recientes estudios se encuentran entre los alimentos más saludables a nivel mundial.



**Tabla 1: Composición nutricional por 100 g de arándanos, fuente: base de datos del departamento de Agricultura de los EEUU.**

<b>Nutriente</b>	<b>x 100 g</b>	<b>Unidades</b>
Valor energético	57	kcal
Proteínas	0,74	g
Grasas totales	0,33	g
Carbohidratos	14,49	g
Fibra alimentaria	2,4	g
Cenizas	0,24	g
Agua	84,21	g
<b>Minerales</b>		
Calcio	6	mg
Cobre	0,06	mg
Hierro	0,28	mg
Magnesio	6	mg
Manganeso	0,34	mg
Fósforo	12	mg
Potasio	77	mg
Selenio	0,1	mg
Sodio	1	mg
Zinc	0,16	mg
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	54	IU
Tiamina (B1)	0,04	mg
Riboflavina (B2)	0,04	mg
Niacina (B3)	0,42	mg
Ácido pantoténico(B5)	0,12	mg
Ácido fólico (B9)	6	µg
Vitamina C	9,7	mg

-Contiene pigmentos de acción antioxidante, reductores del colesterol y protectores de riesgos cardiovasculares.

-Numerosos estudios realizados recientemente han atribuido a las mirtilinas de este fruto mejora de la agudeza visual.

De las hojas del arándano se obtiene un extracto de acción hipoglucemiante que se usa conjuntamente con la insulina en el tratamiento de la diabetes y por la presencia de hidroquinona también se usa como antiséptico de las vías urinarias.

### 3. Producción mundial

Aunque el arándano se produce en todos los continentes, su cultivo se centra principalmente en el hemisferio Norte, donde ya había una gran tradición debido a la gran disponibilidad de estos frutos procedentes de poblaciones silvestres.

Actualmente la producción mundial de arándano es de 555.000-600.000 toneladas según la base de datos de la FAO (FAOSTAT), de los cuales Estados Unidos, Canadá y Chile participan con el 75% del total producido.

La situación actual del arándano en el mundo se puede expresar en superficie cultivada (ha) o toneladas producidas tanto de arándano en fresco y congelado. En este proyecto hemos decidido la segunda, teniendo en cuenta que en el primer año de cosecha, año 3 se producen en torno a las 3 t/ha, los siguientes son ascendentes hasta que logra estabilizarse en el año 7 con 14 t/ha aproximadamente.

**Tabla 2: Creciente evolución y situación de la producción en toneladas de los principales países productores.**

<b>Países</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Mundo</b>	256607	281909	420305	553308	515235	546402
<b>EEUU</b>	134446	135534	188926	196905	214708	239071
<b>Canadá</b>	59035	69410	83550	105140	121780	109007
<b>Chile</b>	100	17300	96300	141900	92872	93897
<b>UE</b>	55288	51399	44055	52961	56991	59982
<b>China</b>	800	1200	8165	27100	36450	43074
<b>Marruecos</b>	40	45	60	6660	12600	15000
<b>México</b>	285	260	1059	6704	7191	10160
<b>Oceanía</b>	1500	4525	5426	6241	6419	6636
<b>Sudáfrica</b>	-	-	-	2200	4150	5869
<b>Rusia</b>	-	2500	1900	2500	2400	3292
<b>Perú</b>	-	-	30	2000	2314	3079

América del norte (EEUU y Canadá) es la mayor productora mundial de arándanos cultivados. A continuación está Chile, dónde a pesar de ser un cultivo de reciente introducción, se ha situado en poco tiempo como tercer productor mundial, representa el 90% de producción de América del Sur, donde en menor medida, también se cultiva en: Argentina, Uruguay y Perú. Otras zonas productoras en el hemisferio sur son Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda. Además están apareciendo nuevos productores como Marruecos, Sudáfrica o Japón y China en Asia.

Según la última organización mundial del arándano en Quijing, China en el 2017, China y Europa son las regiones con más crecimiento activo y para 2026 la producción de China podrá superar a la de Estados Unidos.

Tabla 3: Mayores producciones dentro de Europa (t).

Países	2005	2010	2014	2015
<b>España</b>	1500	6509	19700	28350
<b>Polonia</b>	7550	16000	15500	12000
<b>Alemania</b>	7550	11925	12900	10600
<b>Portugal</b>	100	4900	3000	4550
<b>Holanda</b>	2897	3528	3400	4400
<b>Francia</b>	18000	11001	1900	3050
<b>Italia</b>	1489	1617	2600	3000

En cuanto al consumo, los principales consumidores de arándanos se sitúan en Estados Unidos, Canadá y Europa, Alemania sola supera los 950 g/persona. Reino Unido, Alemania y Holanda superan los 450 g/persona por año, aunque en el caso de España, donde el arándano es aún un fruto poco conocido y de difícil acceso, se ha pasado de 0,5 g/habitante, en menos de diez años a 5 g.

Según datos de una de las empresas más importantes del sector como es Fall Creek Farm & Nursery, Estados Unidos más Canadá tendrían un potencial de consumidores de unos 140 millones y Europa 380 millones.

#### 4. Comercio exterior

Las exportaciones mundiales de arándano fresco muestran un comportamiento creciente, con una tasa de incremento promedio del 10 %. Año tras año se han ido incorporando nuevos países. Como ejemplo se dan los siguientes datos: en 2008, 59 países se dedicaban a las exportaciones, mientras que en 2015, ascendía hasta 73 países. Aunque el 95% de la exportación mundial en toneladas se representa en los siguientes países, (Trade Map 2016) entre los que se encuentra España en cuarto lugar:

Tabla 4: Países exportadores de arándano (Trade Map 2016).

Países	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Mundo</b>	192885	193490	222547	255547	291969	326171	338200	373137
<b>Canadá</b>	67290	60734	55057	55828	88434	90218	94183	106888
<b>Chile</b>	35318	38394	54975	73787	69134	81656	83914	87194
<b>EEUU</b>	55481	50529	53205	59601	54028	59362	49036	42070
<b>España</b>	3299	6440	7388	10983	12711	14725	23250	30249
<b>Países Bajos</b>	3677	4859	8221	9572	11914	11982	16122	17388
<b>Argentina</b>	10537	10787	14954	15608	15050	12225	16302	14780
<b>Polonia</b>	4207	5034	4981	3383	6181	8981	11142	13781
<b>Perú</b>	-	-	-	-	50	1513	2899	10210
<b>Marruecos</b>	137	636	1785	2759	2711	4695	6750	8394
<b>Suecia</b>	985	2173	3712	4021	7561	12044	1182	5758
<b>México</b>	110	308	635	1040	2415	2808	4527	4881
<b>Alemania</b>	623	1553	1487	1578	1861	2204	2732	3212
<b>Reino Unido</b>	239	239	533	453	910	779	1276	2574
<b>Francia</b>	1053	1264	1374	2229	2663	2020	1343	23277

En cuanto a importaciones, también es creciente en el tiempo con una tasa promedio del 15%, algo más que las exportaciones. En el 2008 se registran 83 países importadores y en el 2015 aumentan a 108 mercados.

Sin embargo, de ese mercado, el 95% del volumen total importado, lo ocupan 15 países, entre los que destacan: Estados Unidos, que participa con el 58% de las importaciones totales en el 2015 (187,2 mil toneladas), Canadá con el 12% (demanda solo en contra estación) y Reino Unido con el 9% de participación (mercado muy exigente en calidad), los otros mercados más poderosos son Holanda y Alemania.

### Países Importadores

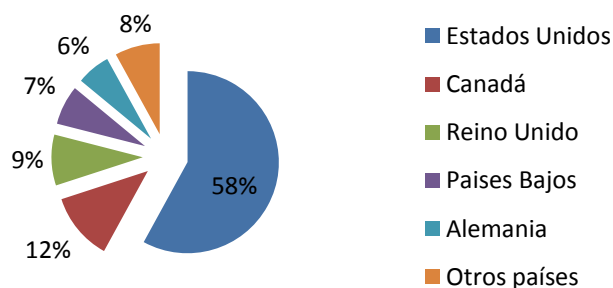


Tabla 5: Importación mundial por países en toneladas (Trade Map 2016).

Países	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Mundo</b>	147621	188452	214822	250491	286118	324519	336628	368604
Estados Unidos	61482	101505	110866	124888	156692	164777	164728	187238
<b>Canadá</b>	41650	38708	45470	50810	45942	54751	46353	37497
<b>Reino Unido</b>	12044	11987	15968	19869	23633	24924	24814	29957
<b>Países Bajos</b>	5240	3456	8864	17641	12223	14805	21135	22464
<b>Alemania</b>	3140	5318	6131	7077	9551	12236	14673	18855
<b>España</b>	448	653	890	1112	1521	2958	5402	6907
<b>China</b>	686	393	194	835	852	2482	5169	6450
<b>Francia</b>	1287	1775	1670	2907	3732	3016	3440	6286
<b>Austria</b>	2290	3072	2518	2769	1500	4081	3127	4054
<b>Noruega</b>	464	594	878	1236	2528	4853	4564	3964
<b>Hong Kong</b>	1339	589	1736	2232	2729	3061	4238	3917
<b>Suiza</b>	450	580	794	1123	1437	1931	2726	3685
<b>Bélgica</b>	1469	1578	1667	2104	2362	3123	3861	3644
<b>Italia</b>	1346	1577	1966	2214	2699	3679	4364	3510
<b>Suecia</b>	709	510	903	1354	2494	2692	3485	3266

El arándano es un fruto en incremento tanto de consumo como producción. Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea, a pesar de ser los productores más importantes, también son altamente demandantes, debido a la exigencia de arándano fresco de calidad durante todo el año.

## 5. Calendario anual

Hoy en día, podemos encontrar arándanos frescos todo el año, en cualquier parte del mundo, esto es debido a la expansión ya comentada del cultivo tanto en países del Hemisferio Norte como del Sur, las técnicas de conservación y la agilidad del transporte. La producción mundial del arándano es un círculo cerrado: comenzando por el Hemisferio Sur, en los países de Uruguay y Argentina la cosecha se prolonga de Septiembre a Noviembre, después continúa con Chile, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica que cubren el periodo de Noviembre a Abril. Todos estos países del Hemisferio Sur, con poca tradición de consumo destinan sus producciones a la exportación. Cuando finaliza la temporada en las zonas mencionadas comienza en el Hemisferio Norte con las cosechas tempranas de Marruecos (Febrero-Abril), sur de España (Huelva) y los estados sur de EEUU (Marzo-Junio). Para finalizar el ciclo de Junio a Octubre se recogen los frutos en centro Europa, norte América y Canadá.

La producción al aire libre en la cornisa cantábrica puede alargarse desde la segunda semana de Junio hasta mediados de Octubre. Desde el punto de vista económico, el periodo más interesante (en rojo en el gráfico), es decir, en el que existe una oferta menor de



Tabla 6: Producción española, en regadío el total de ella, (MAPAMA, 2016).

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)		Árboles diseminados (número)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)	
	Total	En producción			Árboles diseminados	Plantación regular
Asturias	160	110	2000	2140	4	235
Cataluña	2	2	-	8000	-	16
CyL	3	2	-	3000	-	6
Madrid	1	1	-	5200	-	5
Extremadura	17	9	-	2089	-	19
Andalucía	2075	1380	-	17870	-	24660
<b>España TOTAL</b>	<b>2258</b>	<b>1504</b>	<b>2000</b>	<b>16584</b>	<b>4</b>	<b>24945</b>

En la gráfica anterior no tiene en cuenta comunidades como Galicia con 100 ha y Cantabria con otras tantas.

El cultivo intensivo del arándano es relativamente moderno en España. Las primeras explotaciones se realizaron hace 20 años en el Sur (Huelva). Le siguieron hace 10 años la incorporación de este fruto en la cornisa cantábrica con variedades tardías, aprovechando los canales de comercialización abiertos por los primeros.

Existen diferencias en la forma de producción entre el Sur y el Norte debido a la cantidad de superficie que cuenta cada parte. En el primer caso, se constituyen sociedades que se desarrollan como una integración, es decir, al socio se le proporciona la planta, el asesoramiento técnico y se recoge el fruto para su comercialización, este método necesita mucha mano de obra en épocas concretas. Otra forma más habitual en el Norte es en la cual cada productor de pocas hectáreas (de media 5 ha), planta y cosecha él mismo la producción y después la vende a partir de cooperativas cercanas.

Dada la rusticidad del arándano y los escasos y moderados ataques de plagas y enfermedades, es factible, y se puede llevar a cabo fácilmente el cultivo ecológico del mismo. En la actualidad, los frutos del bosque (arándano, grosella, frambuesa), están ganando prestigio y cuota de mercado por sus beneficios saludables y asociación a producciones silvestres naturales, por lo tanto, es una buena estrategia apostar por producciones ecológicas.

## 7. El arándano en Cantabria

En Cantabria, en el año 2010 había unas 40 ha dedicada a este fruto ahora ya son 150, todas ellas en regadío y con variedades tardías como Rabbiteye, Aurora u Ozarkblue donde su cosecha va desde Junio a Octubre.

La comunidad cántabra no destaca en superficie de cultivo frente a otras como es el caso de Andalucía pero sí en calidad de producción. Por eso la comercialización a granel, envasada o preparada (mermeladas, confituras, quesos...) con los arándanos producidos en esta región cuenta con etiquetas de calidad diferenciada.



## 8. Comercialización

Estudiar la distribución del producto es fundamental para obtener una producción rentable. Pero además de hacer llegar el producto al consumidor, hay que conseguir que se decante por nuestro fruto entre el resto de competencia.

Como la floración del arándano es gradual, es decir, las flores se abren a lo largo de un periodo de días, en la época de maduración de los racimos frutales nos encontraremos con bayas totalmente maduras de color azul y otras aún inmaduras de color verde claro, por lo tanto, la recolección ha de hacerse en varias pasadas (3-5) de 2 a 5 semanas para terminar la recolección de una variedad. Si esperamos estos 5-6 días, los frutos incrementan los azúcares, dando el máximo aroma y sabor. Las bayas así recolectadas, transpiran a un nivel menor, por lo que se conservan mejor y durante más tiempo. Estas exigencias hacen que la recolección sea manual y directamente en los envases (125 g) dirigidos al público. Se hará en un periodo libre de lluvias y, una vez llenadas las tarrinas, se llevarán lo más rápido posible a un lugar sombreado, ventilado y fresco. Antes de pasadas las 4 horas desde la recolección es importante llevarlos a cámara frigoríficas controladas de 0 °C con humedad relativa de 90-95%, en estas condiciones los frutos se pueden mantener durante 15 días en perfectas condiciones. En cámaras frigoríficas de atmósfera controlada (12% de CO<sub>2</sub> Y 10% O<sub>2</sub>) se pueden mantener más de 2 meses sin que sufran pérdida de calidad.



El destino de los frutos pequeños, de los sobremaduros, de los que presentan daños por rozaduras, los desecados, arrugados o agrietados suele ser la industria transformadora. Estas bayas se recolectan a granel, sin selección previa en recipientes amplios. Y se congelarán donde permanecerán hasta el momento de su venta.

Teniendo en cuenta la organización comercial de la zona donde se ubica nuestro cultivo nos decidimos por vender nuestros arándanos a un mayorista en origen ubicado cerca de nuestro municipio, concretamente a una cooperativa. Así lograremos reducir costes productivos, comerciales y logísticos, para poder ofrecer un producto de agricultura local de gran calidad.

Los precios en principio son indistintos entre una variedad y otra. Además será la cooperativa quien se encargue de proporcionar los envases, tarrinas... así como la comercialización del producto.

Gran parte de la producción de arándano de Cantabria se vende en ferias y mercados locales directamente al consumidor. El precio medio en estos casos suele ser de 12 €/kg. Pero puede llegar hasta los 2,50 €/tarrina de 125 g.

En Cantabria el precio del kilo de arándano fresco, se encuentra en torno a los 10-15 euros, una cantidad que se reduce si se conserva refrigerado o congelado para una posterior comercialización.

Por otro lado, según la junta de Andalucía que es la única entidad que da valores a los precios medios en origen del arándano durante la campaña 2015/2016 fue de 4,58€/kg y en la campaña 2016/2017 bajo a 3,47€/kg. Pasando por precios superiores a 10€ al principio de la temporada a por debajo de 3€.

## **ANEJO 8: CONDICIONANTES LEGALES**

1.	Legislación general .....	2
1.1.	Legislación de ordenación de suelo y ordenación urbana .....	2
1.1.1.	Legislación estatal .....	2
1.1.2.	Legislación autonómica .....	2
1.1.3.	Legislación municipal .....	2
1.2.	Legislación de construcción .....	2
1.3.	Legislación en materia de seguridad y salud.....	2
1.4.	Legislación de medio ambiente.....	2
1.4.1.	Legislación estatal .....	2
1.4.2.	Legislación autonómica.....	3
	Ley de Cantabria 17/2006, de 11 de diciembre, de Control Ambiental Integrado.....	3
1.5.	Legislación de residuos.....	3
1.6.	Legislación de las instalaciones .....	3
2.	Legislación propia de la tipología del proyecto.....	3
2.1.	Legislación relacionada con la producción de arándano .....	3
2.1.1.	Legislación comunitaria.....	3
2.1.2.	Legislación estatal .....	4
2.1.3.	Legislación autonómica.....	4
2.2.	Ayudas al cultivo de arándano .....	4

## **1. Legislación general**

### **1.1. Legislación de ordenación de suelo y ordenación urbana**

#### **1.1.1. Legislación estatal**

Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

#### **1.1.2. Legislación autonómica**

DECRETO 65/2010 de 30 Septiembre, por el que se establecen las normas urbanísticas regionales de Cantabria.

#### **1.1.3. Legislación municipal**

Normas subsidiarias del planeamiento urbanístico de Reocín N.N.S.S (1986-07-28//1986-11-03)

TEXTO REFUNDIDO CON LAS MODIFICACIONES INTRODUCIDAS HASTA LA C.R.U (28-12-1992)

### **1.2. Legislación de construcción**

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

### **1.3. Legislación en materia de seguridad y salud**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

### **1.4. Legislación de medio ambiente**

#### **1.4.1. Legislación estatal**

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

### **1.4.2. Legislación autonómica**

Ley de Cantabria 17/2006, de 11 de diciembre, de Control Ambiental Integrado.

Decreto 19/2010 de 18 de marzo, por el que se aprueba el reglamento de la Ley 17/2006 de 11 de diciembre de Control Ambiental Integrado.

Decreto 127/2005, de 14 de Octubre, por el que se designa el órgano competente para otorgar la Autorización Ambiental Integrada y se crea la Comisión de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. (BOC 4 de Noviembre de 2005).

### **1.5. Legislación de residuos**

Decreto 72/2010, de 28 de octubre, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

### **1.6. Legislación de las instalaciones**

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y las ITC (Instrucciones Técnicas Complementarias).

## **2. Legislación propia de la tipología del proyecto**

### **2.1. Legislación relacionada con la producción de arándano**

#### **2.1.1. Legislación comunitaria**

Reglamento (CE) nº 889/2008 de la comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.

Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2273 de la Comisión, de 8 de diciembre de 2017, que modifica el Reglamento (CE) n.º 889/2008, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.

Reglamento (UE) nº 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013, relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader).

### **2.1.2. Legislación estatal**

Real Decreto 1076/2014, de 19 de diciembre, sobre asignación de derechos de régimen de pago básico de la Política Agrícola Común.

### **2.1.3. Legislación autonómica**

Orden GAN/19/2014, de 7 de abril, por la que se aprueba la norma técnica para el uso de la marca de garantía CC Calidad Controlada para el arándano.

## **2.2. Ayudas al cultivo de arándano**

Decreto 2/2009, de 15 de enero, por el que se establece la concesión directa de ayudas a la suscripción de pólizas de seguros agrarios incluidos en el Plan Anual de Seguros Agrarios Combinados.

Orden MED/47/2014, de 5 de octubre, por la que se modifica la Orden MED/44/2015, de 9 de septiembre, por la que se regulan y convocan las ayudas a la primera instalación de agricultores jóvenes y la modernización de las explotaciones agrarias en Cantabria.

## ANEJO 9: ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

1.	Introducción .....	3
1.1.	Restricciones impuestas por condicionantes.....	3
1.2.	Objetivos .....	3
2.	Elección del material vegetal .....	4
2.1.	Elección de la variedad.....	4
2.1.1.	Criterios.....	4
2.1.2.	Método de decisión.....	5
2.1.3.	Alternativas .....	5
2.1.4.	Elección de las alternativas .....	10
2.2.	Forma de presentación del material vegetal .....	13
2.2.1.	Criterios.....	13
2.2.2.	Método de decisión.....	13
2.2.3.	Alternativas .....	13
2.2.4.	Elección de las alternativas .....	15
3.	Sistema de conducción de la planta de arándano .....	16
3.1.	Densidad de la plantación .....	16
3.1.1.	Criterios.....	16
3.1.2.	Método de decisión.....	17
3.1.3.	Alternativas .....	17
3.1.4.	Elección de las alternativas .....	17
3.2.	3.1. Orientación de la plantación .....	18
3.2.1.	Criterios.....	18
3.2.2.	Método de decisión.....	19
3.2.3.	Alternativas .....	19
3.2.4.	Elección de las alternativas .....	20
4.	Sistemas de poda en arándano .....	21
4.1.	Poda de formación .....	22
4.2.	Poda de producción .....	22
4.2.1.	Criterios.....	22
4.2.2.	Método de decisión.....	23
4.2.3.	Alternativas .....	23
4.2.4.	Elección de alternativas.....	24

5.	Recolección del arándano .....	25
5.1.	Forma de recogida .....	25
5.1.1.	Criterios .....	25
5.1.2.	Método de decisión.....	25
5.1.3.	Alternativas .....	25
5.1.4.	Elección de alternativas.....	26
6.	Sistemas de mantenimiento del suelo de la plantación .....	27
6.1.	Acolchado o “Mulching” .....	27
6.2.	Mantenimiento de calles y pasillos .....	28
6.2.1.	Criterios .....	28
6.2.2.	Método de decisión.....	28
6.2.3.	Alternativas .....	28
6.2.4.	Elección de las alternativas .....	30
7.	Sistema de riego a utilizar .....	31
7.1.	Métodos de riego .....	31
7.1.1.	Criterios .....	31
7.1.2.	Método de decisión.....	32
7.1.3.	Alternativas .....	32
7.1.4.	Elección de las alternativas .....	34

Tabla 1:	Cálculo del número de yemas y brotes a dejar en la poda de arándanos plantados en baja densidad. ....	22
Tabla 2:	Ventajas y desventajas de cubierta vegetal. ....	29
Tabla 3:	Ventajas y desventajas del laboreo. ....	29
Tabla 4:	Ventajas y desventajas de tratamiento con herbicidas.....	29
Tabla 5:	Ventajas e inconvenientes del riego localizado.....	32
Tabla 6:	VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.....	33

## **1. Introducción**

### **1.1. Restricciones impuestas por condicionantes**

El promotor exige un proyecto con viabilidad económica que permita al terreno incrementar los ingresos.

El emplazamiento de la explotación se ubicará en la parcela del promotor anteriormente citada ocupando su totalidad salvo los espacios reservados a servidumbre, entradas y alrededores de la nave.

Se contará con un trabajador fijo, reduciendo al máximo posible la mano de obra eventual.

El agua provendrá del pozo existente en la finca, el cual abastecerá el sistema de riego.

En régimen ecológico.

Se colocarán diferentes variedades que permitan la venta en fresco y una recolección escalonada durante el mayor tiempo posible (Junio-October), altamente productivas con frutos grandes y dulces.

Cubierta vegetal permanente con acolchado en las filas, en la ingeniería del proceso se explicará cómo llevarlo a cabo, sus partes y diferentes aspectos importantes a señalar.

### **1.2. Objetivos**

Los fines que se desean alcanzar con este proyecto son los siguientes:

Económico, máxima rentabilidad.

Calidad de producto.

Respeto y sostenibilidad del medio ambiente.

Social, crear puestos de trabajos fijos y temporales en el medio rural.



## 2. Elección del material vegetal

### 2.1. Elección de la variedad

#### 2.1.1. Criterios

Como en casi todas las producciones, no hay una variedad ideal que reúna todas las características deseables, por eso realizaremos un baremo que nos permitirá elegir la que cumpla más requisitos o los prioritarios con nuestras necesidades.

En el caso del arándano las consideraciones más importantes son:

#### -HORAS DE FRÍO:

En la gran mayoría de las nuevas variedades el componente principal de las hibridaciones es la especie *V. corymbosum*, por eso los técnicos clasifican las variedades cultivadas en tres grandes grupos: gigantes del norte con altos requerimiento en horas frío ( $\geq 800$  h/f) o gigantes del sur con bajos requerimientos en horas frío (300-500 h/f). Las variedades ojos de conejo tienen requerimientos medios (400-600 h/f). Según nuestro estudio climático deberemos escoger las variedades gigantes del norte y ojo de conejo.

#### -ÉPOCA DE MADURACIÓN:

Esta variable la necesitaremos tener en cuenta para colocar nuestro producto en la época con precios de mercado más interesantes. Aunque luego en la práctica los periodos de maduración pueden variar de un año a otro. Por lo general las variedades más adaptadas a Cantabria son las gigantes del norte con maduraciones entre junio y septiembre y las ojo de conejo con maduraciones entre septiembre y octubre. Dicho periodo de maduración se puede concentrar en 2-3 semanas o alargar hasta 4-6 semanas, en función si queremos recolectar todo el fruto de una pasada para vender de la misma vez o abastecer regularmente a mercados locales.

#### -DESTINO DE LA FRUTA:

Si nuestra explotación está dirigida al mercado en fresco, necesitamos frutos grandes, en cambio, si son destinados a la industria agroalimentaria, el tamaño de fruto no tiene gran importancia.

#### -RESISTENCIA A LA MANIPULACIÓN:

Es la mayor o menor consistencia de las bayas. Esta característica depende del grosor de la epidermis. Durante los procesos de recolección, llenado de envases, transporte, almacenamiento, venta de mercados y sobre todo cuando son destinados a la exportación, necesitan minimizar daños para una larga conservación.

-RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES.

-PRODUCTIVIDAD:

Cuanto mayor número de racimos y más grandes sean estos más preferible será la variedad.

-COLOR:

La demanda del mercado se orienta a bayas de color uniforme azul intenso.

-SABOR:

Las bayas más apreciadas comercialmente son las de sabor dulce o agrisado y aromáticas.

-CICATRIZ:

Al desprender la baya del pedúnculo, queda una cicatriz más o menos grande, que puede producir desgarros en la piel. Son deseables variedades con cicatriz pequeña y seca.

-FACILIDAD DE RECOLECCIÓN:

Es interesante que los racimos sean laxos y cuelguen hacia el exterior.

### 2.1.2. Método de decisión

Escogeremos el método discreto de suma ponderada, con un número finito de soluciones.

Teniendo en cuenta las especies más usadas en la cordillera cantábrica: gigante del norte *Vaccinium corymbosum* y ojo de conejo *Vaccinium ashei*. Analizaremos las características de sus variedades con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior.

### 2.1.3. Alternativas

A continuación se muestra las variedades más importantes y representativas para nuestra zona:

**Gigantes del norte:**

<b>DUKE</b>	
<b>Época de maduración</b>	Primera quincena de Junio
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Mejora su sabor con conservación frigorífica
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Sensible a la botrytis
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, medianamente vigoroso
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Agradable
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Se adapta bien a la recogida mecánica

<b>SPARTAN</b>	
<b>Época de maduración</b>	Mediados de Junio a mediados de Julio.
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Moderadamente vigoroso y erecto
<b>Color</b>	Azul medio
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Media
<b>Facilidad de recolección</b>	Se adapta bien a la recogida mecánica

<b>BLUECROP</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda quincena de Julio
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Baya firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, vigoroso, muy ramificado, requiere poda severa
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Buen sabor
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Maduración 5-6 semanas

<b>SIERRA</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda y tercera semana de Julio
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Baya firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Buena, arbusto erecto y compacto
<b>Color</b>	Azul
<b>Sabor</b>	Dulce
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>LEGACY</b>	
<b>Época de maduración</b>	Tercera semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Medio
<b>Conservación</b>	Muy firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, pero algo lento de entrada Bastante vigoroso
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>BRIGGITTA</b>	
<b>Época de maduración</b>	Tercera semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Excelente conservación, bayas firmes (2 meses en atmósfera controlada)
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo
<b>Color</b>	Azul-claro
<b>Sabor</b>	Semiácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>DRAPER</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda semana de Julio-Primera de agosto
<b>Usos principales</b>	En fresco y mermelada
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Excelente
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Resistencia a varias enfermedades
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, arbusto vigoroso y erguido
<b>Color</b>	Azul-claro
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Apto para la recolección mecánica

<b>OZARKBLUE</b>	
<b>Época de maduración</b>	Última semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Baya firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

<b>LIBERTY (Briggitta x Elliot)</b>	
<b>Época de maduración</b>	Última semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	Mermelada y comercialización en fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Mediano-grande
<b>Conservación</b>	Muy firme
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Buena producción
<b>Color</b>	Azul-claro
<b>Sabor</b>	Semiácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Maduración concentrada

<b>CHANDLER</b>	
<b>Época de maduración</b>	Tercera semana de Julio-Agosto
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Extra grande
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Muy productivo, arbusto de vigor medio y abierto
<b>Color</b>	Azul-claro
<b>Sabor</b>	Excelente
<b>Cicatriz</b>	Media

<b>ELLIOT</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda semana de agosto-Septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Mediano
<b>Conservación</b>	Mejora su calidad hasta 12 semanas en cámara frigorífica
<b>Color</b>	Azul claro
<b>Sabor</b>	Ácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Apto para la recolección mecánica

<b>AURORA</b>	
<b>Época de maduración</b>	Segunda semana de agosto-Septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Buena conservación en cámara
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Buena producción (mayor que Elliot)
<b>Color</b>	Azul medio
<b>Sabor</b>	Ácido
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Maduración concentrada

**Ojo de conejo:** Las flores de arándano de estas variedades son hermafroditas, pero a diferencia de las flores de arándano gigante, son en su mayoría autoestériles. Por lo tanto será necesario como mínimo plantar dos variedades compatibles entre sí con floraciones coincidentes.

<b>POWDERBLUE (polinizadora)</b>	
<b>Época de maduración</b>	Extra-tardía, septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Mediano
<b>Conservación</b>	Buena conservación en cámara frigorífica
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Resistente al agrietamiento
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Más vigoroso y productivo que los gigantes del norte
<b>Color</b>	Azul celeste
<b>Sabor</b>	Bueno
<b>Cicatriz</b>	Pequeña
<b>Facilidad de recolección</b>	Fácil recolección

<b>OCHLOCKONEE (se poliniza con Powderblue)</b>	
<b>Época de maduración</b>	Extra-tardía, septiembre
<b>Usos principales</b>	En fresco
<b>Tamaño del fruto</b>	Grande
<b>Conservación</b>	Bayas firmes
<b>Resistencia a enfermedades</b>	Resistentes al agrietado
<b>Productividad, vigor del arbusto</b>	Medianamente vigoroso y muy productivo
<b>Color</b>	Azul medio
<b>Sabor</b>	Muy dulce
<b>Cicatriz</b>	Pequeña

### 2.1.4. Elección de las alternativas

Variedad	Maduración	Uso	Tamaño	Resistencia	Conservación	Productividad	Color	Sabor	Cicatriz	Recolección
<b>DUKE</b>	1-15 Junio	M-F	G	Sensible a la botrytis	Muy firme	Muy productivo, vigor medio.	Azul claro	Agradable	P	
<b>SPARTAN</b>	15-30 Junio	F	G		Buena	Media	Azul medio	Excelente	M	Adaptado a recolección mecánica
<b>BLUECORP</b> (tarda en entrar en producción)	15-31 Julio	M-F	G		Firme	Muy productivo, vigor alto*	Azul claro	Buen sabor	P	
<b>SIERRA</b>	15-31 Julio	F	G		Firme	Media	Azul	Dulce	P	
<b>LEGACY</b>	20 Jul-7 Ago	M-F	Med		Muy firme	Muy productivo, vigor medio.	Azul claro	Excelente	P	
<b>BRIGITTA</b>	20 Jul-7 Ago	F	G		Muy buena	Muy productivo	Azul claro	Semi-ácido	P	
<b>DRAPER</b>	20 Jul-7 Ago	M-F	G	A varias enfermedades	Excelente	Muy productivo	Azul claro	Excelente	P	Adaptado a recolección mecánica
<b>OZARKBLUE</b>	20 Jul-7 Ago	F	G		Firme	Muy productivo	Azul claro	Excelente	P	
<b>LIBERTY</b>	20 Jul-7 Ago	M-F	Med		Muy firme	Media	Azul claro	Semi-ácido	P	Adaptado a recolección mecánica
<b>CHANDLER</b>	1-15 Agosto	F	EG		Buena	Muy productivo	Azul claro	Agradable	M	
<b>ELLIOT</b>	15-30 Agosto	F	Med		Excelente	Buena producción	Azul claro	Ácido	P	Adaptado a recolección mecánica
<b>AURORA</b>	15-30 Agosto	F	G		Muy buena	Buena producción	Azul medio	Ácido	P	Maduración concentrada
<b>POWDERBLUE</b> (polinizadora de Ochlockonee)	1-15 Sept	F	Med	Agrietamiento	Buena	Muy productivo	Azul celeste	Bueno	P	Adaptado a recolección mecánica
<b>OCHLOCKONEE</b>	1-15 Sept	F	G		Firme	Muy productivo	Azul medio	Muy dulce	P	

En la tabla mostrada nos encontramos:

-Uso:

M-F: apto para el procesado en mermelada y para fresco.

F: aconsejado para su comercialización en fresco y mercados locales.

-Tamaño:

EG: extragrande

G: grande

Med: mediano

-Cicatriz:

P: pequeña

M: mediana

Variedad	Maduración	Uso	Tamaño	Resistencia	Conservación	Productividad	Color	Sabor	Cicatriz	Recolección
<b>DUKE</b>	1-15 Junio	2	2-3	Sensible a la botrytis	2-3	2-3	2	1-2	3	
<b>SPARTAN</b>	15-30 Junio	3	2-3		1	1	3	3	1	Adaptado a recolección mecánica
<b>BLUECORP</b> (tarda en entrar en producción)	15-31 Julio	2	2-3		2	2-3	2	2	3	
<b>SIERRA</b>	15-31 Julio	3	2-3		2	1	2-3	2-3	3	
<b>LEGACY</b>	20 Jul-7 Ago	2	2		2-3	2-3	2	3	3	
<b>BRIGITTA</b>	20 Jul-7 Ago	3	2-3		1-2	3	2	1-2	3	
<b>DRAPER</b>	20 Jul-7 Ago	2	2-3	A varias enfermedades	3	3	2	3	3	Adaptado a recolección mecánica
<b>OZARKBLUE</b>	20 Jul-7 Ago	3	2-3		2	3	2	3	3	
<b>LIBERTY</b>	20 Jul-7 Ago	2	2		2-3	1	2	1-2	3	Adaptado a recolección mecánica
<b>CHANDLER</b>	1-15 Agosto	3	3		1	3	2	1-2	1	
<b>ELLIOT</b>	15-30 Agosto	3	2		3	2	2	1	3	Adaptado a recolección mecánica
<b>AURORA</b>	15-30 Agosto	3	2-3		1-2	2	3	1-2	3	Maduración concentrada
<b>POWDERBLUE</b> (polinizadora de Ochlockonee)	1-15 Sept	3	2	Agrietamiento	1	3	1	2	3	Adaptado a recolección mecánica
<b>OCHLOCKONEE</b>	1-15 Sept	3	2-3		2	3	3	2-3	3	

Después de caracterizar las variedades, y puesto que estos valores asignados están todos en positivo y conmensurados se pasa a la asignación de pesos según los criterios del promotor. Sólo se darán pesos a ciertos criterios, el resto se tendrán en cuenta una vez escogidos los de mayor puntuación. Ej: la época de maduración, el promotor exige la colocación de diferentes variedades, que permitan una recolección continua y prolongada por tanto se escogerán una o dos variedades de cada periodo de maduración.

#### Asignación de pesos:

El criterio productividad vale 6 veces más que el criterio color, el criterio conservación vale 5 veces más que el criterio color, el criterio tamaño vale 4 veces más que el criterio color, el criterio sabor vale el triple que el criterio color y por último el criterio cicatriz vale el doble que color.



CRITERIO	Maduración	Uso	Tamaño	Resistencia	Conservación	Productividad	Color	Sabor	Cicatriz	Recolección
PESO			P1=4P4		P2=5P4	P3=6P4	P4	P5=3P4	P6=2P4	

En nuestro caso no hace falta la normalización de pesos.

Evaluación de cada alternativa:

Alt.1 (Var. Duke) = 50

Alt. 8 (Var. Ozarkblue) = 50,5

Alt.2 (Var. Spartan) =35

Alt. 9 (Var. Liberty) = 39,5

Alt.3 (Var. Bluecorp) =48

Alt. 10 (Var. Chandler) = 43,5

Alt. 4 (Var. Sierra) = 42

Alt. 11 (Var. Elliot) = 46

Alt. 5 (Var. Legacy) = 50

Alt. 12 (Var. Aurora) = 43

Alt. 6 (Var. Brigitta) = 48

Alt. 13 (Var. Powderblue) = 44

Alt. 7 (Var. Draper) = 60

Alt. 14 (Var. Ochlockonee) = 54,5

Las alternativas que más nota consiguieron ordenadas de mayor a menor fueron las variedades Draper, Ochlokonee, Ozarkblue, Duke, Legacy, Brigitta y Bluecorp. Pero para cumplir el condicionante de una recolección escalonada durante el mayor tiempo posible (Junio-Octubre). Se elige escoger las siguientes 5 variedades: **Duke** (recolección más temprana), **Spartan** (segunda recolección), **Draper** (tercera recolección), **Elliot** (cuarta recolección) y **Ochlokonee** (quinta recolección), ésta se polinizará con la variedad Powderblue, puesto que las especies ojo de conejo aunque igual que las especies gigantes del norte son hermafroditas son en su mayoría autoestériles. Como hemos visto en el estudio de mercado desde el punto de vista económico, el periodo más interesante para la venta de arándano, es decir, en el que existe una oferta menor de productos frescos, es el que va desde mediados de Agosto a mediados de Octubre. Por tanto se instaurará la misma cantidad de plantas de las 4 variedades de gigante del norte y el doble de la especie ojo de conejo, es decir, variedad Ochlockonee que abarca el periodo de Septiembre y Octubre.

## 2.2. Forma de presentación del material vegetal

### 2.2.1. Criterios

En España según el reglamento existen diversas calificaciones según el origen del material vegetal: material libre de virus (VF), sometido a control de virus (VT) o estándar, de categoría inferior que satisface unas condiciones mínimas.

A la hora de adquirir la planta en vivero, se nos presentan varias opciones, atendiendo a:

Calidad: uniformidad en la plantación y sanidad de la planta.

Precio: dependiendo de las infraestructuras necesarias incrementará su coste.

Mano de obra: los cuidados que necesita una vez comprado.

Tiempo: lo que tardará en entrar en producción la planta comprada.

### 2.2.2. Método de decisión

Será el mismo que en la elección de variedades, el método discreto de suma ponderada, con un número finito de soluciones.

Analizaremos las características de producción de planta con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior.

### 2.2.3. Alternativas

#### **Estaquillado herbáceo o leñoso:**

Lo único que cambia es el estado de desarrollo de la planta, la utilización de estaquilla herbácea, al igual que en la propagación sexual, supone alargar el período de crianza de los plantones con el consiguiente retraso en la entrada en producción.

Leñoso: los brotes del año deberán recogerse a finales del invierno (febrero o marzo) en el momento más próximo al inicio de la brotación. Las estaquillas deben estar bien lignificadas, tener una longitud de 12-15 cm y un grosor similar al de un lapicero. Es imprescindible eliminar las yemas de flor que puedan llevar las varetas, sobre todo en su zona apical, ya que su presencia inhibe el enraizamiento. Las estaquillas se cortan justo por debajo de una yema y se sumergen en un caldo fúngico. Posteriormente, se introducen en bolsas de plástico de color negro y se mantienen en cámara frigorífica a 7-8 ° C durante 20 días (proceso de etiolado). Al finalizar el proceso de etiolado se sumergen las estaquillas nuevamente en la solución fungicida. Acto seguido se procede a colocarlas en un sustrato formado por turba rubia ácida y

perlita, en cajonera protegida y con nebulización. En estas condiciones se mantendrán hasta el invierno. Durante este período resulta imprescindible mantener una humedad adecuada, tanto en el sustrato como en el ambiente. Las estaquillas enraizadas se trasplantan a macetas o contenedores de 1.5-2 litros de capacidad, utilizando como sustrato turba rubia ácida mezclada con perlita y añadiendo a cada contenedor 10-20 g de un abono compuesto N-P-K y Mg de liberación lenta de 6-9 meses. Estas macetas se mantendrán en un umbráculo cubierto con una malla de color negro o blanco con un 40% de umbría hasta el verano. En esta fase hay que esmerar el suministro necesario de agua para mantener las condiciones óptimas de humedad en el sustrato y en el ambiente. Al final del verano conviene retirar la malla para que las plantas se vayan adaptando a las condiciones de cultivo, ya que al llegar el invierno estarán aptas para el trasplante a suelo definitivo.

#### **Micropropagación o cultivo in vitro:**

Es una forma especial de reproducción asexual, a partir de un segmento de la planta madre, los más usados son las yemas apicales o axilares. Caracterizada por manejar condiciones de esterilidad, que posee ventajas como, rapidez, exclusión de patógenos y potencial para conservación a largo plazo, respecto a los métodos convencionales. Se ha demostrado que las plantas de arándano derivadas de cultivo de tejido tienen un hábito de crecimiento más tupido, con mayor brotación lateral, mayor desarrollo de corona, mayor cantidad de yemas, lo que significa mayor cantidad de frutos y se traduce en mayores producciones, otra ventaja que presenta la micropropagación es la calidad sanitaria, así como su utilización en variedades que son difíciles de enraizar. No obstante, presenta el inconveniente de requerir una gran infraestructura. Se prepararán soluciones de macronutrientes, micronutrientes, hierro con un agente quelante y vitaminas, así como soluciones concentradas específicas para los demás reguladores de crecimiento. Una vez obtenido el volumen de medio deseado se procede a ajustar su pH al valor de 5,0 a 5,2 mediante la adición de NaOH 0.1N y/o HCl 0.1-1 N. Posteriormente se añade al medio un agente solidificante, 0.5 a 0.7% de agar, y se funde por calentamiento breve en microondas e inmediatamente se dosifican en frascos de vidrio sellados. A continuación se procede a esterilizar los medios y sus frascos en autoclave a 121°C durante 20 minutos. Para la siembra y repiques in vitro se utiliza una cámara de flujo laminar horizontal, donde se procede a sembrar las yemas desinfectadas que son depositadas sobre los medios nutritivos.

Luego se llevan a superficies controladas de 3000 lux y un fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad y temperatura (21°C), en una sala con acceso restringido. Este proceso dura de 30 a 45 días, hasta que la planta alcanza los 4 cm de altura aproximadamente.

Después se sacan del frasco de vidrio y se les extrae los restos de agar con agua tibia, luego se enraízan los microesquejes en bandejas de material inerte tipo poliestireno expandido.

Finalmente son llevados a un invernadero para el enraizamiento de los brotes micropropagados. La temperatura de fondo debe estar en un rango de los 20°C a los 24°C y una humedad ambiental de 80% la cual es aportada por un sistema de nebulizadores controlados con un programador.

#### 2.2.4. Elección de las alternativas

Forma de presentación	Calidad	Precio	Mano de Obra	Tiempo
Estaquillado	1	3	2	1
Micropropagación	3	1	2	3

Asignación de pesos:

El criterio calidad vale cuatro veces más que la mano de obra, el criterio tiempo vale el triple que la mano de obra y el criterio precio vale el doble que la mano de obra.

Criterio	Calidad	Precio	Mano de Obra	Tiempo
Peso	P1=4P3	P2=2P3	P3	P4=3P3

Evaluación de cada alternativa:

Alt.1 (Estaquillado)=15

Alt.2 (Micropropagación)=25

La alternativa que más nota ha conseguido y por tanto la elegida para este proyecto es la de conseguir los plantones reproducidos mediante la técnica de micropropagación.

Además es recomendable que la planta no sea mayor de 2 años, pero que tenga un buen desarrollo radicular y que se transporte en bolsas de plástico con cepellón de 1-4 litros.

También se realizará la plantación en el período de la parada vegetativa invernal, es decir entre los meses de Noviembre-Diciembre. Al tener el plantón una actividad radicular mucho más temprana que la parte aérea, daremos tiempo a que se desarrollen y expandan nuevas raicillas consiguiendo plantas bien enraizadas antes del inicio de la brotación primaveral.

### **3. Sistema de conducción de la planta de arándano**

Entendemos como sistemas de conducción al conjunto de operaciones sobre el suelo y la planta que determinan una superficie foliar y una distribución de los frutos. Este epígrafe es bastante importante puesto que influirá de manera determinante sobre:

- la captación de luz
- microclima de hojas y racimos
- fisiología de la planta
- desarrollo vegetativo
- características de la producción
- manejo de la plantación

#### **3.1. Densidad de la plantación**

En este apartado primero, definiremos la densidad de plantas más adecuada a la parcela: nos tendremos que adecuar al tamaño de esta (6,5 ha), teniendo en cuenta que necesitaremos cierta mecanización para labores de cultivo y recolección. Y además contamos con variedades vigorosas que podrán necesitar un marco más amplio. Por todo ello, compararemos y analizaremos cual será la mejor elección.

##### **3.1.1. Criterios**

-FACILIDAD DE RECOLECCIÓN: si se trata de pequeños huertos, donde no es necesario circular por las calles con maquinaria, el marco puede ser de 0,75 a 1 m entre plantas y 2 a 2,5 entre calles. En el caso de superficies mayores de 1 ha, el marco entre plantas puede ser igual al anterior, pero la calle ha de tener como mínimo 3 m o incluso 3,5 m si se va a mecanizar la recogida de fruta con máquinas autopropulsadas.

-AIREACIÓN E INTERFERENCIA DE RAMAS: es necesaria una distancia entre plantas para que, al alcanzar la plenitud de desarrollo, las ramas y copas no interfieran unas con otras y se sombreen. Con marcos de 3 m entre filas y 1,5 m entre plantas, es decir una densidad

aproximada de 2000 plantas/ha, podemos evitar estos problemas en las condiciones ecológicas de Cantabria.

-PRODUCCIÓN: hoy en día cada vez es más frecuente realizar plantaciones de arándano con densidades mayores, pudiendo a llegar a las 6000 plantas/ha con el fin de obtener producciones altas los primeros años y amortizar rápidamente la inversión.

-NECESIDAD DE ENTRESACAS: cuando el crecimiento de las plantas llegue a provocar el contacto e interferencia de ramas y copas, es el momento de retirar ciertas plantas. Con densidades de 6000 plantas/ha, la entresaca es necesaria entre el 6º y 8º año, mientras que con densidades de 4000 plantas/ha, se puede retrasar hasta el 9º o 10º año. Una vez retiradas estas plantas, el marco final los restantes años de vida de plantación, será 3 x 1,5 m.

### 3.1.2. Método de decisión

Será el mismo que el empleado con la elección de variedades y la producción de plantones, el método discreto de suma ponderada, con un número finito de soluciones.

Analizaremos los criterios que afecten a la densidad de plantación con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior.

### 3.1.3. Alternativas

**Densidad alta:** >6000 plantas/ha, si queremos conseguir esta concentración de arándanos, tenemos dos opciones quitar filas accesibles a maquinaria o dejar 3 m entre filas y 0,5 m entre plantas, lo que sería una medida ajustada para variedades más vigorosas como las ojo de conejo.

**Densidad media:** 4000-6000 plantas/ha, lo que corresponde a un marco de plantación aproximado de 3 x 0,75 m.

**Densidad baja:** 2000-4000 plantas/ha, lo que corresponde a marcos de plantación tipo 3 x 1 m, 3,5 x 1 m o 3 x 1,5 m.

### 3.1.4. Elección de las alternativas

Densidad	Facilidad de recolección	Aireación e interferencia de ramas	Producción	Necesidad de entresacas
<b>Alta</b> (>6000 plantas/ha)	1-2	1	2-3	1
<b>Media</b> (4000-6000 plantas/ha)	1-2	2	2	2
<b>Baja</b> (2000-4000 plantas/ha)	3	3	1-2	3

Asignación de pesos:

El criterio producción vale cuatro veces más que la necesidad de entresacas, el criterio facilidad de recolección vale el triple que la necesidad de entresacas y el criterio aireación e interferencia de ramas vale el doble que la necesidad de entresacas.

Criterio	Facilidad de recolección	Aireación e interferencia de ramas	Producción	Necesidad de entresacas
<b>Peso</b>	P1=3P4	P2=2P4	P3=4P4	P4

Evaluación de cada alternativa:

Alt. 1 (densidad alta)=17,5

Alt.2 (densidad media)=18,5

Alt.3 (densidad baja)=22

La alternativa que más nota ha conseguido y por tanto la elegida para este proyecto es la de una densidad baja, con un marco de plantación de 3 x 1,5 m, lo que hace aproximadamente unas 2220 plantas/ha. Esto nos permite el buen desarrollo del vigor de las plantas, evitar sombreos y la mecanización del cultivo. Además coincide con la que muchos autores recomiendan en diversa bibliografía.

### 3.2. 3.1. Orientación de la plantación

Antes de plantar hay que marcar en la parcela la dirección de las filas y la separación entre ellas, que ya hemos indicado en el apartado anterior. Tenemos diferentes opciones en función de los siguientes criterios.

#### 3.2.1. Criterios

-HORAS DE SOL: la orientación norte-sur es la más equilibrada para que todas las plantas reciban las mismas horas de luz.

-FACILIDAD DE RECOLECCIÓN: aunque en nuestra parcela, no existe un desnivel excesivo, es más fácil circular con la maquinaria siguiendo la línea de máxima pendiente, en nuestro caso serían las líneas Noroeste-Sureste.

-APROVECHAMIENTO DE LA GEOMETRÍA DE LA PARCELA: si colocamos las filas dirección Noreste-Suroeste las hacemos más largas y así podremos colocar más plantas.

- VIENTO DOMINANTE: en nuestro caso la dirección por la que procede el más fuerte es la Noroeste.

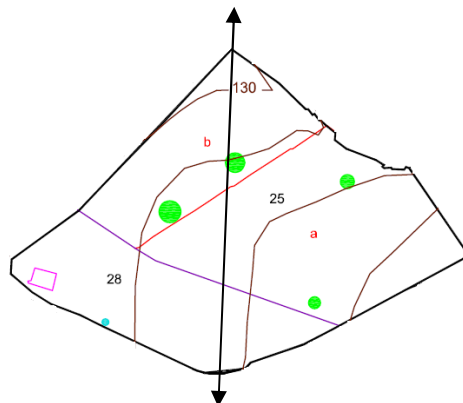
-EROSIÓN DEL TERRENO: al ser un terreno con pendiente, si colocamos las filas perpendiculares a la línea de máxima pendiente, evitaremos pérdida de suelo.

### 3.2.2. Método de decisión

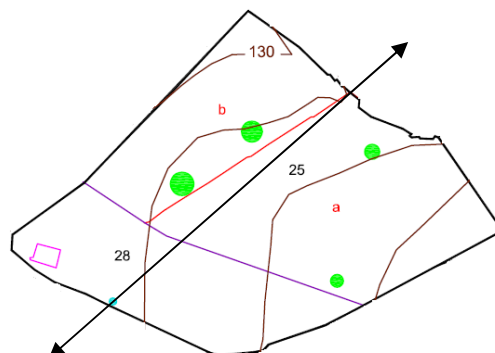
Será el mismo que con las anteriores alternativas. Analizaremos los criterios que afecten a la orientación de plantación con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior. Todos en valores positivos.

### 3.2.3. Alternativas

**Norte-Sur:** en esta dirección sería la ideal según el criterio horas de sol.

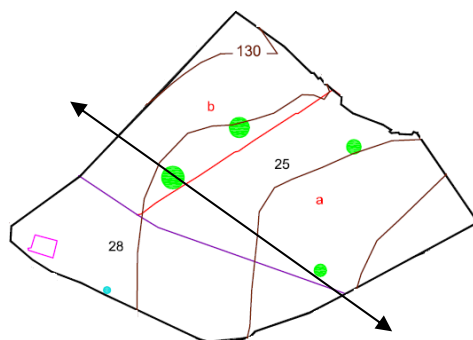


**Noreste-Suroeste:** colocadas en esta disposición las líneas irían paralelas al lado que más mide de la finca, aprovecharíamos las filas más largas en la zona más llana de la parcela y las más cortas en la zona más alta, lo que facilitaría el riego, de las tres alternativas sería la que provocaría menor erosión al terreno.





**Noroeste-Sureste:** sería la dirección que más se aproxima a la línea de máxima pendiente, en este caso la maquinaria tendría más facilidad para el acceso.



### 3.2.4. Elección de las alternativas

Orientación	Horas de sol	Facilidad de recolección	Aprovechamiento geometría de la parcela	Viento dominante	Erosión del terreno
Norte-Sur	3	1	1	2	2
Noreste-Suroeste	2-3	2	3	3	3
Noroeste-Sureste	2	3	2-3	2	1

Asignación de pesos:

El criterio aprovechamiento geometría de la parcela vale cinco veces más que viento, el criterio facilidad de recolección vale cuatro veces más que viento, el criterio horas de sol vale el triple que viento y el criterio erosión del terreno vale el doble que viento.

Criterio	Horas de sol	Facilidad de recolección	Aprovechamiento geometría de la parcela	Viento dominante	Erosión del terreno
<b>Peso</b>	P1=3P4	P2=4P4	P3=5P4	P4	P5=2P4

Evaluación de cada alternativa:

Alt. 1 (Orientación N-S)=24

Alt.2 (Orientación NE-SO)=39,5

Alt.3 (Orientación NO-SE)=34,5

La alternativa que más nota ha conseguido y por tanto la elegida para este proyecto es la de orientación Noreste-Suroeste, es decir, las filas paralelas al lado más largo de la finca, esto nos permitirá colocar más plantas que con las otras alternativas. Las filas más largas coincidirán en la parte más llana y las más cortas en la parte más alta, lo que facilitará, la llegada de agua de riego en todas las partes de la parcela. En cuanto al sol al inclinarse un poco se compensa la intensidad con las horas de luz. Con esta colocación evitaremos la pérdida de suelo por erosión y deslizamiento. Además tras las labores de preparación y mejora del terreno, obtendremos una superficie más o menos uniforme para que la maquinaria pueda moverse por las calles sin ningún problema de patinaje, aunque la pendiente no sea ningún problema para circular en cualquier sentido del terreno.

#### **4. Sistemas de poda en arándano**

Se entiende como poda, al conjunto de intervenciones que se realizan en el arbusto frutal para regular el crecimiento con un objetivo básico: conseguir una cosecha regular y abundante a lo largo de la vida productiva. Este objetivo principal, se puede desarrollar en otros 3 más específicos:

- Buena estructura, con 4-6 ramas principales que configuren una copa bien equilibrada.

- Renovar las ramas débiles, para conseguir el crecimiento de brotes nuevos y vigorosos.

- Evitar un excesivo número de yemas por planta, dejándolas distribuidas uniformemente.

- Regular el crecimiento para facilitar la recolección manual o mecánica.

El fin de esta técnica es formar las plantas los primeros años y luego mantenerla durante toda su producción, además de mantener un equilibrio, regularizar las cosechas y mejorar la relación cantidad/calidad.

Primeramente clasificaremos las podas en dos tipos según la edad de la planta de arándano:

- De formación: durante los dos primeros años

- De producción: durante el resto de su vida productiva.

#### 4.1. Poda de formación

Los primeros dos años desde la plantación la poda consiste básicamente en eliminar los crecimientos débiles desde su base y dejar aquellos brotes más vigorosos, y en eliminar las yemas florales para favorecer la formación de la planta. Si las ramas del primer año han tenido un crecimiento reducido, se podan a la mitad eliminando las yemas de flor que se han formado en el extremo de los ramos. Si por el contrario el crecimiento de los brotes ha sido satisfactorio se pueden dejar las ramas sin podar para conseguir la primera cosecha en el segundo año.

#### 4.2. Poda de producción

A partir del 2º o 3º año, después de la primera cosecha, la poda de producción y la de formación se solapan hasta el momento que conseguimos formar la mata con 4-6 brazos principales. Después nuestro objetivo será mantener un equilibrio entre ramas viejas, cada vez más improductivas, y ramas jóvenes que aún no han alcanzado la máxima producción. Para esto habrá que ir renovando entre una y dos ramas viejas por año. También será necesario realizar una poda para dar a la planta una estructura bien abierta y permitir así la penetración de la luz y la aireación.

##### 4.2.1. Criterios

-AJUSTAR EL NÚMERO DE YEMAS/PLANTA: cada yema frutal puede originar 5 a 8 frutos dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo. Dependiendo de que la poda sea en exceso, damos origen a brotes nuevos muy vigorosos que no llegan a madurar suficientes yemas de flor. Si podemos poco, la planta tiene un crecimiento y renovación de brotes débil.

**Tabla 1: Cálculo del número de yemas y brotes a dejar en la poda de arándanos plantados en baja densidad.**

Plantas/ha	Producción esperada t/ha	Producción por planta kg/planta	Frutos/planta	Yemas necesarias por planta	Brotes de 8 yemas a dejar por planta	Brotes de 6 yemas a dejar por planta
2222 (3 x 1,5 m)	15	6,8	3700	620	75	100

-ESTIMULAR BROTES ANTICIPADOS: de las yemas formadas la misma temporada, se emitirán ramos que formarán numerosas ramas, aumentando la capacidad productiva de la planta. En la cual hará falta un posterior aclareo para eliminar el exceso de ramas más viejas y aquellas que se rocen en el interior de la copa.

-ELIMINAR RAMAS VIEJAS, DÉBILES, BAJAS O CON DIRECCIÓN HACIA EL INTERIOR DE LA PLANTA: las plantas muy densas, con proliferación de estas características en las ramas, son más propensas a la incidencia de enfermedades y plagas.

-CONOCIMIENTO DE LOS OPERARIOS QUE REALICEN LA TAREA: el uso de la poda en verde en arándanos o el para qué utilizarla debe ser cuidadosamente evaluado, ya que es una práctica debilitante, que se justifica solo en huertos vigorosos y con temporadas de crecimiento largas.

-APROVECHAMIENTO DE RAMAS, BROTES Y HOJAS TRAS LA PODA CON FINES TERAPÉUTICOS: estas partes de la planta son utilizadas por la industria farmacéutica para ayudar a proteger los vasos capilares, para problemas del sistema respiratorio, estomacales, del hígado y vesícula. Como antisépticas y antioxidantes, evitar el deterioro prematuro de la piel. Para combatir infecciones de las vías urinarias, retención de líquidos y problemas renales y reducir el azúcar en sangre (diabetes).

#### 4.2.2. Método de decisión

Será el mismo que con las anteriores alternativas. Analizaremos los criterios que afecten a las diferentes alternativas en poda de producción con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior. Todos en valores positivos.

#### 4.2.3. Alternativas

**Poda en verde:** es una práctica que se utiliza en algunas plantaciones de arándano. El objetivo central que persiguen los productores varía dependiendo de la zona. En algunos casos se quiere estimular la emisión de brotes laterales anticipados, aumentando la capacidad productiva de la planta, pero esto sólo se consigue en podas tempranas con ramas vigorosas sino puede causar un efecto debilitante al eliminar brotes antes de acumular las sustancias de reserva, las cuales están ejecutando aún la fotosíntesis; en otros, simplemente limpiar la planta después de la cosecha. Por último hay que tener en cuenta que no se pueden visualizar las yemas florales, por lo tanto la estimación de carga para la temporada siguiente es más complicada.

**Poda invernal:** La poda invernal debe realizarse anualmente durante el período de letargo de la planta, lo que en nuestra zona ocurre entre los meses de Diciembre y Febrero. Normalmente se espera que hayan caído la gran mayoría de las hojas para empezar a podar, lo cual imposibilita aprovecharlas como recurso para la industria farmacológica. Se trata de conseguir crecimiento de brotes nuevos y vigorosos, puesto que esta especie sólo fructifica en

madera de un año. Cuando alcancemos el 7º u 8º año de plantación deberemos cortar un cuarto o un tercio de las ramas envejecidas cada año, de manera que en 3-4 años tenemos toda la plantación renovada con madera joven.

#### 4.2.4. Elección de alternativas

<b>Poda</b>	<b>Nº de yemas/planta</b>	<b>Anticipados-productividad</b>	<b>Eliminación de ramas viejas, débiles, bajas o maldireccionadas</b>	<b>Conocimiento de los operarios</b>	<b>Aprovechamiento de ramas, brotes y hojas</b>
<b>En verde</b>	1	2-3	2	1	3
<b>Invernal</b>	3	2	2	2-3	0

Asignación de pesos:

El criterio nº de yemas/planta vale cinco veces más que anticipados-productividad, el criterio eliminación de ramas viejas, débiles, bajas o maldireccionadas vale cuatro veces más que anticipados-productividad, el aprovechamiento de ramas, brotes y hojas vale el triple que anticipados-productividad y el criterio conocimiento de los operarios vale el doble que anticipados-productividad.

<b>Criterio</b>	<b>Nº de yemas/planta</b>	<b>Anticipados-productividad</b>	<b>Eliminación de ramas viejas, débiles, bajas o maldireccionadas</b>	<b>Conocimiento de los operarios</b>	<b>Aprovechamiento de ramas, brotes y hojas</b>
<b>Peso</b>	$P1=5P2$	$P2$	$P3=4P2$	$P4=2P2$	$P5=3P2$

Evaluación de cada alternativa:

Alt. 1 (Poda en verde)=26,5

Alt.2 (Poda invernal)=30

La alternativa que más nota ha conseguido y por tanto la que realizaremos para este proyecto durante la época de producción es la invernal, es decir, eliminaremos las ramas durante el letargo de la planta.

## 5. Recolección del arándano

### 5.1. Forma de recogida

#### 5.1.1. Criterios

-RENDIMIENTO: kg/ha/tiempo.

-CALIDAD DEL FRUTO: la recolección manual, nos permite realizar una selección directamente sobre la planta, controlando el estado de madurez, el tamaño y la ausencia de daños. La floración del arándano es gradual, es decir, las flores van abriendo a lo largo de un período de varios días, en la época de maduración de los racimos frutales nos encontraremos con bayas totalmente maduras de color azul y otras aún inmaduras de color verde claro. Por lo tanto la recolección ha de hacerse, en varias pasadas (de 3 a 5). En general, se necesitan de 2 a 5 semanas para terminar una variedad. Si se destina al mercado en fresco, como es nuestro caso, es aconsejable que el inicio de la recolección sea 5-6 días a partir de que hayamos visto el 10-15% de la plantación con frutos totalmente de color azul, en este periodo los frutos incrementarán los azúcares dando el máximo aroma y sabor a las bayas, además de lograr un aumento del volumen de hasta un 20%. La fruta así recolectada también transpira a un nivel menor, por lo que se conserva mejor y durante más tiempo. Después los siguientes pases, se irán realizando con intervalos de 5 a 7 días. En el caso de la fruta destinada a la industria transformadora, no es necesario que la recolección sea tan delicada. Por ello se espera a tener toda la fruta madura para pasar 1 o 2 veces como máximo con la máquina recolectora.

-GASTO: la recolección es la tarea más costosa en los gastos anuales de una explotación, la manera de reducir este gasto en lo posible, es introducir aparatos mecánicos que mejoren sensiblemente los rendimientos de producción.

#### 5.1.2. Método de decisión

Será el mismo que con las anteriores alternativas. Analizaremos los criterios que afecten a la forma de recolección con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior. Todos en valores positivos.

#### 5.1.3. Alternativas

A la hora de realizar la cosecha, nos encontramos ante dos posibilidades:

**Manual:** recurriendo a la contratación de jornaleros que lleven a cabo el trabajo, las bayas se recogen directamente en los envases que van a ir a la venta directa al público. Aunque los frutos del arándano son firmes deben manejarse con delicadeza y precaución. Se

deben escoger uno a uno, sin presionar con fuerza para no dañarlos. Deben estar secos en el momento de la recolección y se llevarán lo más pronto posible a un lugar sombreado, bien ventilado y fresco. El rendimiento conseguido con la recolección manual clásica es de 5-7 kg/persona/hora.

**Mecánica:** dentro de esta posibilidad existen dos tipos de cosecha mecanizada

**-Recolectores manuales eléctricos:** cuya mecánica se compone básicamente de un cabezal vibratorio previsto de dedos o varillas de goma-espuma que oscilan 800-900 rpm. Mediante un brazo alargadera, los dedos vibratorios se pasan por los racimos de las bayas provocando que las maduras se desprendan y caigan a una lona colocada en la base de la planta. Con estos vibradores se logran rendimientos de 30-40 kg/persona/hora.

**-Cosechadora autopropulsada:** estas máquinas permiten la total mecanización de la recogida de los frutos trabajando tanto por arriba como por debajo de las filas. El sistema de recolección es semejante al de las vibradoras manuales y consiste en un conjunto de varillas de goma-espuma situadas a ambos lados de un túnel de vibrado, las cuales con sus movimientos oscilatorios rápidos, provocan el desprendimiento de las bayas a medida que la máquina avanza. Las bayas van cayendo a una cinta transportadora de limpieza y selección donde dos operarios retiran los frutos no aptos. El rendimiento de una cosechadora autopropulsada puede ser de 1500-2500 kg/hora, según las condiciones orográficas de la parcela y el modelo de la máquina. Debido al alto coste de este tipo de máquinas, su empleo sólo es aconsejable en grandes plantaciones de más de 20 ha.

#### 5.1.4. Elección de alternativas

Recolección		Rendimiento	Calidad del fruto	Gasto
Manual		1	3	2
Mecánica	Recolectores manuales eléctricos	2	2	3
	Cosechadora autopropulsada	3	1	1

Asignación de pesos:

El criterio calidad del fruto vale tres veces más que rendimiento y el criterio gasto vale el doble que rendimiento.

<b>Criterio</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Calidad del fruto</b>	<b>Gasto</b>
<b>Peso</b>	P1	P2=3P1	P3=2P1

Evaluación de cada alternativa:

Alt. 1 (Recolección manual)=14

Alt.2 (Recolección con vibradores eléctricos)=14

Alt.3 (Recolección con cosechadora autopropulsada)=8

Las alternativas recolección manual y recolección con vibradores eléctricos han quedado empatadas con la misma puntuación, pero al ser una recolección escalonada que nos de fruta desde Junio hasta Octubre, nos decantaremos por la recolección manual, que nos permitirá organizar los trabajadores y reducirlos al mínimo necesario, aunque en época de mayor solapamiento se alquilará una vibradora manual que nos facilite el trabajo.

## 6. Sistemas de mantenimiento del suelo de la plantación

Un sistema de mantenimiento del suelo lo componen una serie de técnicas definidas como el conjunto de operaciones culturales que tienen la finalidad de crear y mantener un medio favorable para el desarrollo de la planta (crecimiento y actividad vegetativa) y para facilitar otras operaciones culturales.

### 6.1. Acolchado o “Mulching”

Dado que el sistema radicular del arándano es superficial y, por tanto, muy sensible a la falta de humedad, es necesario recubrir el suelo de la fila de plantas con materiales sintéticos que contribuyan a mantener esa humedad a lo largo del ciclo vegetativo. Además de la humedad, mantiene la temperatura, impide el crecimiento de plantas adventicias evitando competencia por agua y nutrientes e induce un mayor crecimiento y una precoz entrada en producción.

Entre los diferentes tipos de acolchado ha sido el plástico el más utilizado por su bajo coste, fácil instalación, impermeabilidad y resistencia al agua y a los microorganismos. No obstante, el uso de plásticos supone un grave problema de impacto paisajístico por su lenta degradación y su poca durabilidad, puesto que cada 2 ó 3 campañas hay que cambiarlo. En la actualidad se prefiere malla geotextil, de rafia de polipropileno, entre las características de



este tipo de acolchado se podrían destacar las siguientes: permeabilidad de 2,9 l/m<sup>2</sup>/s, durabilidad aproximada de 15 años, peso aproximado de 105 g/m<sup>2</sup> y porcentaje de sombra del 99%.

Instalaremos acolchado con **malla geotextil, de rafia de polipropileno de color verde oscuro**, simultáneamente con la tubería de riego y las plantas, en todas las filas de la plantación.

## 6.2. Mantenimiento de calles y pasillos

Aparte de la recolección, quizá sea el mantenimiento de la cobertura vegetal de las calles y pasillos una de las labores que más trabajo da en una plantación de arándanos.

### 6.2.1. Criterios

-EROSIÓN DEL SUELO: la cubierta vegetal impide el deslizamiento y pérdida de terreno.

-COMPACTACIÓN DEL SUELO: la hierba disminuye la suela de labor al paso de la maquinaria.

-COMPETENCIA CON LAS PLANTAS DE ARÁNDANO: suelo limpio de malas hierbas, aumenta el volumen de recursos que puede captar la planta de arándano y por tanto, la producción de fruta.

-ACCESIBILIDAD A LA PARCELA: necesitaremos una técnica que permita el acceso a cualquier punto de la parcela, teniendo en cuenta que Cantabria es un clima lluvioso, que en suelos desprotegidos de cobertura vegetal, rápidamente dificulta su entrada.

-GASTOS: dependiendo de la técnica de mantenimiento que utilicemos será más caro o no.

### 6.2.2. Método de decisión

Será el mismo que con las anteriores alternativas. Analizaremos los criterios que afecten al mantenimiento de calles y pasillos de servicio con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior. Todos en valores positivos.

### 6.2.3. Alternativas

**Cubierta vegetal permanente:** consiste en el mantenimiento del suelo de las calles y pasillos mediante implantación de cultivos pratenses (césped). En toda la cordillera cantábrica con clima oceánico la hierba crece con suma facilidad a lo largo de todo el año, por eso

deberemos controlar su crecimiento excesivo con pases de segadora-desbrozadora manual de hilo impidiendo que alcance alturas por encima de los 30 cm.

**Tabla 2: Ventajas y desventajas de cubierta vegetal.**

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Disminución de la erosión	Favorece la aparición de ciertas malas hierbas
Menor compactación	Favorece el desarrollo de plagas y enfermedades
Mayor actividad biológica	Reducción del volumen explorable del sistema radicular
Aumento del contenido en m.o. del suelo	Menor vigor
Control de ciertas malas hierbas	Riesgos de helada primaveral
Menor lixiviación	Presencia de parásitos
Desarrollo del sistema radicular	
Al no labrar, se reducen los riesgos de daños a la fisiología de la planta	

**Laboreo:** consiste en la realización de limpieza de calles y pasillos mediante pases superficiales de grada.

**Tabla 3: Ventajas y desventajas del laboreo.**

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Resulta fácil el enterrado de enmiendas y abonos	Rápida mineralización de la m.o. requiere aportes continuos de ésta
Airea el perfil labrado	Suela de labor
Mejora la estructura del suelo	Formación de charcos y barro por baja infiltración de la suela de labor
Rompe la costra superficial	Favorece la erosión
Favorece la infiltración de agua	Riesgo de heladas primaverales aumenta
No contamina	Efectos temporales de control de malas hierbas
Buena estética	Favorece la dispersión de malas hierbas que se reproducen vegetativamente
Favorece el desarrollo en profundidad del sistema radicular	Difícil acceso a la parcela en periodos lluviosos
Control temporal de las malas hierbas	

**Tratamiento con herbicidas:** consiste en la no realización de labores y en la conservación del suelo mediante escarda química. En las plantaciones llevadas en régimen ecológico está prohibido el uso de estos productos químicos.

**Tabla 4: Ventajas y desventajas de tratamiento con herbicidas.**

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Conserva la estructura del suelo	Formación de costra superficial. Los herbicidas producen una degradación de la estructura que afecta a los primeros 3-4 cm de suelo.
Reduce erosión en situaciones de pendiente moderada frente al laboreo	Evacuación de agua en terrenos llanos
Suelo limpio y permanente de malas hierbas	Riesgos de fitotoxicidad
Menor potencia y necesidades de maquinaria	Franqueamiento
Facilita el acceso a la plantación en periodos lluviosos	Exige conocimiento de las malas hierbas, de su forma de propagarse y de su ciclo vital
Permite la colonización superficial del sistema radicular	Difícil incorporación de abonos y enmiendas
Aumento del vigor	Exige tener conocimientos de las materias activas empleadas así como de la reglamentación

#### 6.2.4. Elección de las alternativas

Mantenimiento de calles y pasillos de servicio	Erosión	Compactación	Competencia con arándano	Accesibilidad a la parcela	Gastos
Cubierta vegetal	3	3	1	3	3
Laboreo	1	1	3	1	2
Tratamiento con herbicidas	2	1	3	3	1

Asignación de pesos:

El criterio accesibilidad a la parcela vale cinco veces más que competencia con arándano, el criterio erosión vale cuatro veces más que competencia con arándano, el criterio compactación vale el triple que competencia con arándano y el criterio gastos vale el doble que competencia con el arándano.

Criterio	Erosión	Compactación	Competencia con arándano	Accesibilidad a la parcela	Gastos
Peso	$P1=4P3$	$P2=3P3$	$P3$	$P4=5P3$	$P5=2P3$

Evaluación de cada alternativa:

Alt. 1 (Cubierta vegetal)=33

Alt.2 (Recolección con vibradores eléctricos)=19

Alt.3 (Recolección con cosechadora autopropulsada)=31

La alternativa mantenimiento de calles y pasillos de servicio con cubierta vegetal ha sido la que más puntuación ha obtenido y por tanto la que se llevara a cabo en este proyecto. En el anejo de ingeniería del proceso productivo se explicará cómo llevarlo a cabo, sus partes y diferentes aspectos importantes a señalar.

## 7. Sistema de riego a utilizar

La distribución del agua dentro del suelo tiene un efecto importante en la producción de arándanos, de modo que el riego es un factor a considerar dentro del manejo del cultivo, principalmente por el sistema radical superficial de esta especie.

### 7.1. Métodos de riego

#### 7.1.1. Criterios

-LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO Y LA FORMA DE LA PARCELA: cuando se hace una instalación de riego a veces es necesario una nivelación del terreno. Si la pendiente es irregular o existen pendientes fuertes es más recomendable usar emisores autocompensados.

-LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO: los terrenos arenosos, con escasa retención de humedad, requerirán un sistema que aporte más cantidad de agua, como puede ser riego por goteo con doble vía de emisores.

-DISPONIBILIDAD DEL AGUA: se debe evaluar la demanda de agua de cultivo con respecto al agua disponible, para diseñar un método que sea eficiente.

-COSTE DE LA INSTALACIÓN: es una gran inversión que se justifica con el aumento de rendimiento de la plantación al aplicar agua en la cantidad y momento adecuado.

-DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA: en cultivos mayores de 3 ha, el riego localizado requiere electrificación trifásica. Es necesario verificar la distancia al tendido eléctrico, si los costes son muy altos y no se quiere optar por otro tipo de riego, es posible evaluar el uso de energías renovables, como solar.

-DISPONIBILIDAD DE LA MANO DE OBRA: si la disponibilidad de mano de obra es baja es recomendable el riego automático puesto que libera personal para otras actividades productivas.

-RIESGO DE HELADAS: si existe riesgo de heladas es recomendable contar con un sistema de riego por aspersión para su control.

### 7.1.2. Método de decisión

Será el mismo que con las anteriores alternativas. Analizaremos los criterios que afecten al riego con una valoración de 0 a 3, siendo 0 la puntuación mínima y 3 la superior. Todos en valores positivos.

### 7.1.3. Alternativas

#### -Riego localizado:

Consiste en aplicar agua a una zona más o menos restringida de volumen de suelo que ocupan las raíces. El riego localizado se divide en 3 tipos según el tipo de emisor:

**-Riego por goteo:** el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota. Recomendado para cultivos leñosos como vid o frutales. Presión de trabajo entorno a  $1 \text{ kg/cm}^2$  y caudales entre 2 y 16 l/h. En ocasiones las tuberías laterales se entierran entre 20 y 70 cm y los goteros aportan el agua a esa profundidad, conociéndose entonces como riego por goteo subterráneo.

**-Riego por tuberías emisoras:** se instalan tuberías emisoras sobre la superficie del suelo creando una banda continua de suelo humedecido. Éstas tuberías conducen y aplican el agua a través de unas perforaciones poco espaciadas o a través de la pared porosa (tuberías goteadoras y exudantes). Presiones inferiores a  $1 \text{ kg/cm}^2$  y caudales de descarga inferiores a 16 l/h.

**-Riego por microaspersión y microdifusión:** el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Los difusores son unos emisores con toberas fijos y los microaspersores poseen un movimiento de rotación. Presión de trabajo entorno a 1 y 2  $\text{kg/cm}^2$  y caudales entre 16 y 200 l/h.

**Tabla 5: Ventajas e inconvenientes del riego localizado.**

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Mayor eficiencia de aprovechamiento del agua	Gran inversión inicial y mantenimiento
No requiere nivelación del terreno	Contratación de personal cualificado
mayor uniformidad de riego dependiente en su mayoría del diseño hidráulico	Posibilidad de salinización del bulbo húmedo
Mayor calidad y cantidad de las cosechas	Revisión del sistema para evitar obturaciones
Permite una automatización del sistema	
Ahorro de mano de obra	
Posibilidad de aplicar fertilizantes y fitosanitarios mediante el agua de riego	
Menor infestación de malas hierbas	

**-Riego por aspersión:**

Es una técnica de riego mediante la cual el agua se aplica en forma de lluvia por medio de unos aparatos de aspersión alimentados por agua a presión.

Los podemos clasificar en dos tipos:

**-Sistemas estacionarios:** aquellos que permanecen fijos mientras riegan

**Sistemas estacionarios móviles.** Ejemplo: grupo motobomba accionado por la toma de fuerza del tractor.

**Sistemas estacionarios fijos.** Todas las tuberías de la red de riego permanecen fijas durante el ciclo del cultivo. Podemos distinguir entre sistemas aéreos o enterrados, y a su vez para cada caso de los anteriores los aspersores pueden ser móviles o no.

-Sistemas de desplazamiento continuo:

**Pívots.** Desplazamiento circular alrededor de una torreta central donde se realiza la toma de agua.

**Lateral de avance frontal.** Similar al pívot pero su desplazamiento es frontal.

**Enrollador.** Consta de un bastidor con ruedas provisto de un cilindro o tambor, en el que se enrolla una tubería de polietileno con un sistema de tracción y un carrito provisto de ruedas en el que se va montado un cañón de riego.

**Ala sobre carro.** Una torre central autopropulsada que soporta unas alas de riego con aspersores.

**Tabla 6: VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.**

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Permite una mayor eficiencia de agua respecto al riego por gravedad	Elevado coste de instalación y de mantenimiento
Posibilidad de variación de la dosis de riego.	Incremento de enfermedades criptogámicas en ciertas épocas y según climatología
Capaz de adaptarse a terrenos muy permeables o lo contrario	Dificultad del reparto uniforme en presencia de viento
No necesita nivelaciones.	No se pueden usar aguas salinas
Conserva las propiedades físicas óptimas del suelo	Necesidad de un suministro de agua continua para reducir costes
Se adapta a los riegos de socorro	
Dosifica de forma rigurosa los riegos ligeros (importante en nascencia)	
Pueden conseguirse altos grados de automatización	
Permite el reparto de fertilizantes y tratamientos fitosanitarios así como lucha frente a heladas	
Método más eficaz para el lavado de sales	

### 7.1.4. Elección de las alternativas

Riego	Topografía y forma de la parcela	Características físicas del suelo	Ajuste a las necesidades de la planta	Riesgo por heladas	Aprovechamiento de agua	Sanidad de la plantación e infestación de malashierbas
Localizado	3	2	3	2	3	3
Aspersión	2	3	1-2	3	1	1

Asignación de pesos:

El criterio ajuste a las necesidades de la planta vale seis veces más que características físicas del suelo, el criterio sanidad de la plantación e infestación de malashierbas vale cinco veces más que características físicas del suelo, el criterio riesgo por heladas vale 4 veces más que características físicas del suelo, el criterio aprovechamiento de agua vale el triple que características físicas del suelo y el criterio topografía y forma de la parcela vale el doble que características físicas del suelo.

Criterio	Topografía y forma de la parcela	Características físicas del suelo	Ajuste a las necesidades de la planta	Riesgo por heladas	Aprovechamiento de agua	Sanidad de la plantación e infestación de malashierbas
Peso	P1=2P2	P2	P3=6P2	P4=4P2	P5=3P2	P6=5P2

Evaluación de cada alternativa:

Alt. 1 (Riego localizado)= 64

Alt.2 (Riego por aspersión)=36

La alternativa riego localizado ha sido la que más puntuación ha obtenido y por tanto la que se llevara a cabo en este proyecto. Después de evaluar cada sistema con sus pros y contras se opta por recomendar **riego localizado por goteo a dos vías autocompensante** para conseguir la mayor eficiencia de aplicación y máxima calidad de cultivo.

## ANEJO 10: INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

1.	Introducción .....	3
2.	Programa productivo .....	3
2.1.	Superficie de la plantación .....	3
2.2.	Vías de acceso y zonas de servicio .....	3
2.3.	Marco de plantación .....	3
2.4.	Orientación de las filas .....	3
2.5.	Producciones esperadas.....	4
3.	Proceso productivo .....	4
3.1.	Preplantación .....	4
3.1.1.	Labores preparatorias .....	5
3.1.2.	Incorporación de enmiendas y abonos .....	6
3.2.	Plantación.....	7
3.2.1.	Plantones.....	7
3.2.2.	Replanteo .....	11
3.2.3.	Tareas de plantación .....	11
3.2.4.	Revisión de plantones y reposición de marras.....	13
3.3.	Mantenimiento del suelo .....	13
3.3.1.	Cubierta vegetal de las calles .....	13
3.3.2.	Acolchado en las líneas .....	13
3.4.	Fertilización .....	15
3.4.1.	Enmienda orgánica.....	15
3.4.2.	Enmienda mineral .....	19
3.4.3.	Programa de fertirrigación. Dosis y época de aplicación de los nutrientes.....	20
3.4.4.	Consideración final.....	23
3.5.	Operaciones de cultivo.....	23
3.5.1.	Poda de formación .....	23
3.5.2.	Poda de producción invernal .....	24
3.6.	Control fitosanitario .....	24
3.6.1.	Identificación de plagas y enfermedades.....	25
3.6.2.	Planificación de tratamiento .....	54
3.7.	Cosecha .....	55
3.7.1.	ÉPOCA DE RECOGIDA DE ARÁNDANO.....	55



3.7.2.	NECESIDADES DE OPERARIOS EN LA RECOLECCIÓN .....	56
3.8.	Calendario de las fechas previsibles de la ejecución de los trabajos.....	58
4.	Implementación necesaria.....	59
4.1.	Materias primas .....	59
4.1.1.	Material vegetal .....	59
4.1.2.	Enmiendas y abonos.....	59
4.1.3.	Tratamientos fitosanitarios .....	60
4.2.	Maquinaria .....	60
4.2.1.	Descripción de la maquinaria .....	61
4.2.2.	Horas de trabajo de la maquinaria.....	63
4.2.3.	Cálculo de la vida útil de la maquinaria.....	64
4.3.	Mano de obra.....	65
Tabla 1:	estimación de producciones.....	4
Tabla 2:	Número total de plantas de cada especie y variedad. ....	10
Tabla 3:	CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES MALAS HIERBAS DE HOJA ANCHA (DICOTILEDÓNEAS).....	13
Tabla 4:	CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES MALAS HIERBAS DE HOJA ANCHA (MONOCOTILEDÓNEAS).....	14
Tabla 5:	Balance húmico del suelo.....	18
Tabla 6:	Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio de arándano en etapa productiva. ....	20
Tabla 7:	Aportes minerales del estiércol vacuno en función del tiempo que ha pasado desde su aplicación y cantidad.....	20
Tabla 8:	Balance mineral. ....	21
Tabla 9:	Nutrientes a aportar en las distintas etapas fenológicas, en años de máximas necesidades.....	23
Tabla 10:	Periodos de recolección de cada variedad.....	55
Tabla 11:	Estimación de la producción de cada variedad por año.....	56
Tabla 12:	Operaciones a realizar durante el año 0. ....	58
Tabla 13:	Operaciones a realizar año 1. ....	58
Tabla 14:	Material vegetal del que se dispone .....	59
Tabla 15:	Tratamientos fertilizantes año 0. ....	59
Tabla 16:	Tratamiento fitosanitarios año 1.....	60
Tabla 17:	Años de vida útil de la maquinaria. ....	65
Tabla 18:	Labores del proceso productivo año 0. ....	67
Tabla 19:	Labores del proceso productivo año 1. ....	68

## 1. Introducción

El siguiente proyecto tiene por objeto la plantación en toda su totalidad del cultivo de arándano y según lo redactado en el anejo estudio de las alternativas estratégicas se plantarán las variedades Duke, Spartan, Draper, Elliot de la especie *Vaccinium corymbosum* y Ochlokonee que se polinizará con Powderblue de la especie *Vaccinium ashei*.

## 2. Programa productivo

### 2.1. Superficie de la plantación

La parcela posee un total de unos 66964 m<sup>2</sup> de los cuáles hay que descontar 522 m<sup>2</sup> por la construcción de la nave ya instalada en la finca, que servirá como zona de acopio de materiales, el resto se dividirán en 8640 m<sup>2</sup> para la variedad Duke, otros 8118 m<sup>2</sup> para Spartan, 8056 m<sup>2</sup> para Draper y otros 8118 m<sup>2</sup> para Elliot. La variedad Ochlokonee contará con 20392 m<sup>2</sup>. Finalmente los 11154 m<sup>2</sup> restantes serán destinados a zonas de servicio.

### 2.2. Vías de acceso y zonas de servicio

La parcela linda en el noroeste con la carretera local que comunica Puente San Miguel con el Barrio Mijares, esta parte de la finca está vallada con un muro de hormigón. La parte suroeste, por la cual tiene la entrada y sureste de la parcela están rodeadas por la carretera local que comunica Puente San Miguel con el Hospital de Sierrallana. Se establecen como zonas de servicio, aquellas zonas que facilitan el acceso a la parcela, su maniobrabilidad dentro de la misma, que se sitúan alrededor de la misma y la atraviesan convenientemente. En esta parcela se definen dos tipos de calles, habrá dos pasillos principales que atravesarán la parcela de oeste a este y de norte a sur de la misma con una anchura de 6 metros y unas calles perimetrales que bordearán la parcela con una anchura de 4 metros.

### 2.3. Marco de plantación

El marco que se establecerá para la plantación será de 3 metros de distancia entre las calles y de 1,50 metros de distancia entre plantas. Con una consiguiente densidad de 2223 plantas por hectárea.

### 2.4. Orientación de las filas

En el estudio de las alternativas se eligió la de orientación Noreste-Suroeste, es decir, las filas paralelas al lado más largo de la finca, esto nos permitirá colocar más plantas que con las

otras alternativas. Las filas más largas coincidirán en la parte más llana y las más cortas en la parte más alta, lo que facilitará, la llegada de agua de riego en todas las partes de la parcela.

## 2.5. Producciones esperadas

Se establecen en nuestra plantación una carga en cada planta de arándano de entorno a 600 yemas por planta y las siguientes producciones, redondeadas a enteros.

Tabla 1: estimación de producciones.

AÑO	Kg fruta/planta	Kg fruta/ha
1	0	0
2	0	0
3	0,2	400
4	2	4000
5	3,5	8000
6	5,5	12000
7	6,5	14000
8	7	16000
9	8	18000
10	9	20000
20	9	20000

Por lo tanto obtendremos los kg fruta/ ha que pone en la tabla para cada variedad de la especie *V.corymbosum* y el doble por tener 2 ha de la variedad Ochlokonee (*V.ahei*). La vida útil del proyecto se estima en 20 años, y desde el décimo hasta este se estima la misma producción.

## 3. Proceso productivo

A continuación se irán desglosando las diferentes actividades que se desarrollarán para el normal funcionamiento del proceso productivo que se va llevar a cabo en este proyecto del cultivo de arándano.

### 3.1. Preplantación

La preparación del terreno para realizar una plantación de frutales incluye todas las operaciones agrícolas encaminadas a dejar el suelo en las condiciones idóneas para llevar a cabo la plantación y favorecer el establecimiento y posterior desarrollo de las plantas. Sus objetivos básicos son:

- Nivelación o explanación del terreno si fuese necesario.
- Eliminación de los restos vegetales anteriores.

- Realización de drenajes si existen problemas de encharcamiento.
- Remover, mullir, igualar y alisar el suelo para airearlo, aumentar la capacidad de retención de agua y eliminar la compactación natural del suelo.
- Permitir la incorporación en profundidad de enmiendas y abonos.
- Eliminar grandes piedras, raíces y, en general, cualquier obstáculos que pueda perjudicar a la plantación o al desarrollo del cultivo.
- Facilitar el desarrollo radicular inicial del cultivo.
- Eliminar los posibles organismos parásitos existentes en el suelo.

En este apartado se describirán todas las labores de cultivo que se realizarán previa a la plantación que influirán positivamente en el crecimiento y la rápida entrada en producción del cultivo.

### 3.1.1. Labores preparatorias

Es muy importante realizar todas estas labores de preparación con maquinaria cuando el suelo tenga buenas condiciones de humedad (estado de tempero), para evitar su apelmazamiento, es decir, lo suficientemente húmedo pero no mojado en exceso, para ello se espera a las primeras lluvias tras el verano.

-**Desbroce mecánico**, con una cargadora frontal, eliminaremos la cubierta vegetal, facilitando los trabajos posteriores y consiguiendo una labor de nivelación, eliminando el microrrelieve y logrando una pendiente constante.

-**Labor de subsolado**, con un subsolador, se consigue un labor primaria vertical sin alterar los horizontes del suelo, con este apero, removeremos las capas profundas de terreno sin voltearlas ni mezclarlas. El removido del suelo se hace en una franja longitudinal cuya anchura es aproximadamente igual a la profundidad de la labor. Para conseguir una buena labor, primero se hace una pasada a una profundidad de 40-50 cm y una segunda pasada, cruzada perpendicularmente a la anterior, a la máxima profundidad posible (70-100 cm). Aunque el subsolado no muelle el suelo tanto como el desfonde (arado de vertedera) y sus efectos sean más pasajeros, no sacaremos a la superficie horizontes no deseados, ni semillas latentes de malas hierbas, al igual que cantos que podemos encontrar en el suelo.

Después de un subsolado, el terreno puede quedar irregular, alomado y duro en superficie. Por ello, y con el fin de eliminar las rodaduras de los elementos mecánicos

empleados y para enterrar los abonos y enmiendas, resulta imprescindible realizar una o varias labores complementarias.

-**Labor de chisel**, una vez incorporado el estiércol y las enmiendas, el paso siguiente será realizar una labor con arado de vertedera, hasta los 30cm con el fin de aumentar la velocidad de mineralización de la m.o., facilitar la aireación, evitar la compactación y mejorar el almacenamiento de agua, pero se opta por utilizar las técnicas de laboreo reducido, que tienen como objetivo disminuir el número de pases y el volumen de suelo trabajado. Para conseguirlo se utiliza maquinaria más eficaz, combinando aperos y máquinas polivalentes. Por eso, se toma la decisión de sustituir el arado de vertedera por un arado chisel (cincel), con el que se hará un pase cruzado de 30 cm de profundidad unos 20 días después de la labor fundamental de subsolado. Los dientes del chisel fisuran el suelo, pero no lo voltean.

-**Labor preparación del lecho de siembra**, inmediatamente antes de la plantación se darán dos pases cruzados con cultivador ligero, fresadora o rotovátor. Con esto se conseguirá tener el terreno en condiciones óptimas para recibir a las plantas, eliminando la vegetación espontánea que haya surgido y desmenuzando el terreno en superficie. La profundidad de esta labor estará comprendida en torno a los 15 o 20 cm.

### 3.1.2. Incorporación de enmiendas y abonos

Con el fin de tener unos adecuados niveles de los nutrientes en el suelo para que favorezcan el desarrollo normal del cultivo siempre teniendo en cuenta el siguiente nivel de prioridad:

- 1-corregir carencias
- 2-elevar niveles
- 3-crear reservas

Tal y como se dijo en el anejo estudio edafológico, el suelo de la parcela es de buena calidad para la implantación de arándano y necesita muy poca corrección, por lo tanto, las enmiendas y abonados de preplantación serán los siguientes:

-Enmienda orgánica: Se aplicarán 20t/ha de estiércol mediante una abonadora localizadora a principios de Septiembre. Con el fin de mantener los niveles de m.o. y los niveles de los nutrientes del suelo especialmente nitrógeno, fósforo y potasio.

-Azufre: con el fin de mantener el grado óptimo de acidez para el desarrollo del arándano, incorporaremos azufre elemental finamente molido, pues es el producto más

económico y de más fácil aplicación. La cantidad escogida para nuestra textura de suelo es 500 kg /ha, para que el azufre incorporado haga el efecto deseado (su transformación en ácido sulfúrico), es necesario que transcurra un periodo de 6-8 meses.

-Magnesio, en función de los bajos niveles que se demostraron con la analítica de suelo, se llevará a cabo una enmienda de corrección en el mes de Septiembre, con 400 kg/ha de sulfato de magnesio con una abonadora, este fertilizante está permitido en agricultura ecológica.

## 3.2. Plantación

Todas las labores correspondientes a este apartado serán llevadas a cabo por una empresa contratada con personal cualificado y maquinaria especializada con el fin de conseguir los mejores resultados ya que de ello dependerá el éxito de la vida productiva de la plantación. Por tanto realizarán las labores de replanteo, instalación de riego, acolchado y plantación.

### 3.2.1. Plantones

En el anejo de estudio de las alternativas se eligen cinco variedades para ser cultivadas en la plantación. Como se puede apreciar en el plano de replanteo, la parcela se divide en 6 sectores separados por tres pasillos de anchura 6 m los paralelos a las filas y 4 m los perpendiculares a ellas. También se ha tenido en cuenta un pasillo perimetral de 4 m para facilitar las tareas. Cada sector se dedicará al cultivo de una especie, salvo la orientada más al este Ochlockonee que contará con dos.

Las plantas se disponen en cada sector según el marco de plantación mencionado anteriormente en este mismo anejo. Se ha buscado la orientación más idónea para que la mayor cantidad de filas tengan la misma longitud, y poder desaprovechar el mínimo material. Las variedades están ordenadas según periodo de fructificación, las más tempranas en la zona más baja de la parcela, más cercanas a la nave y la más tardía en la parte más alta. Aún así, para un mayor aprovechamiento del espacio disponible y, debido a que la parcela es irregular, todas las filas de cultivo no tendrán la misma longitud. A continuación se incluyen unas tablas en las que se refleja la longitud de cada fila, el número de plantas y la variedad a la que corresponden. Destaca que la variedad Ochlockonee se intercalará con Powderblue para conseguir una mejor polinización. Se considera que las filas de cada variedad están de izquierda a derecha.

Fila	Longitud (m)	Número de	Especie	Variedad
------	--------------	-----------	---------	----------

		<b>plantas</b>		
1	27	19	<i>V.corymbosum</i>	DUKE
2	40,5	28	<i>V.corymbosum</i>	DUKE
3	55,5	38	<i>V.corymbosum</i>	DUKE
4-28	123	83	<i>V.corymbosum</i>	DUKE
1-25	123	83	<i>V.corymbosum</i>	SPARTAN
1-14	123	83	<i>V.corymbosum</i>	DRAPER
15	121,5	82	<i>V.corymbosum</i>	DRAPER
16-20	120	81	<i>V.corymbosum</i>	DRAPER
21-22	118,5	80	<i>V.corymbosum</i>	DRAPER
23-25	117	79	<i>V.corymbosum</i>	DRAPER
1-25	123	83	<i>V.corymbosum</i>	ELLIOT
1	111,81	69	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
2	110,94	68	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
3	110,07	68	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
4	109,15	67	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
5	107,68	66	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
6	106,22	65	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
7	104,75	65	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
8	102,66	64	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
9	100,66	63	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
10	96,68	60	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
11	92,32	56	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
12	87,37	54	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
13	82,21	50	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
14	76,83	47	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE

15	71,25	42	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
16	64,14	39	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
17	57,03	35	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
18	49,92	30	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
19	42,81	26	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		3	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
20	35,7	20	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
21	28,59	18	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		2	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
22	21,48	14	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		1	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
23	14,37	9	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		1	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
24	7,26	5	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
1-25	126	77	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		8	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
26	123	75	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		8	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
27	115,5	70	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		8	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
28	108	66	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		7	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
29	100,5	60	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		8	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
30	94,5	58	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		6	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
31	87	54	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		5	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
32	79,5	50	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
33	72	45	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
34	64,5	40	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
35	57	35	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		4	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE



36	48	30	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		3	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
37	40,5	26	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		2	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE
38	31,5	20	<i>V.ashei</i>	OCHLOCKONEE
		2	<i>V.ashei</i>	POWDERBLUE

La superficie útil total de la plantación queda distribuida de la siguiente manera:

- 9378 m<sup>2</sup> de variedad Duke
- 8856 m<sup>2</sup> de variedad Spartan
- 8702 m<sup>2</sup> de variedad Draper
- 8856 m<sup>2</sup> de variedad Elliot
- 17703 m<sup>2</sup> de variedad Ochlockonee

**Tabla 2: Número total de plantas de cada especie y variedad.**

<b>Especie</b>	<b>Variedad</b>	<b>Número de plantas</b>
<i>V.corymbosum</i>	Duke	2160+4
	Spartan	2075+4
	Draper	2034+4
	Elliot	2075+4
<i>V.ashei</i>	Ochlockonee	3654+8
	Powderblue	400+1

Se utilizarán 12423 plántones certificados teniendo en cuenta un 2 por mil para la reposición de mallas.

Los plántones reproducidos mediante la técnica de micropropagación, tendrán 2 años de edad, con un buen desarrollo radicular y serán transportados en bolsas de plástico con cepellón de 1-4 litros.

### 3.2.2. Replanteo

Una vez terminada la fase de preparación del terreno, este queda con un lecho de plantación listo para plantar. Pero, previamente a la plantación se debe marcar en el terreno la posición de las plantas, y para ello hay que señalarlo físicamente, mediante una operación de marqueo o replanteo, que consiste en traspasar la información contenida en el “plano de plantación” marcando alineaciones mediante estacas, cañas, jalones o con elementos mecanizados. Para trazar las alineaciones rectas de las filas se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud y de color visible que se colocarán al principio de la fila, en los puntos intermedios necesarios y fin de los tramos marcados en el plano. Esta labor se realizará a finales de Abril.

El replanteo se inicia a partir de un punto, generalmente situado en una de las esquinas de la parcela. Este punto “0” debe distanciarse de las lindes de la parcela tantos metros como se haya decidido dar a las calles periféricas de servicio, en nuestro caso 4 m.

Con un aparato topográfico se estaciona en el punto “0” y se señala con jalones la dirección elegida, uniendo después éstos entre sí mediante cuerdas.

En primer lugar se hace el trazado de la alineación fundamental o base, sobre la que se apoya el resto del replanteo y que viene definida por la orientación de las filas, en este caso suroeste-noreste.

Aún así, actualmente esta alineación puede conseguirse de manera casi perfecta utilizando un emisor de rayo láser colocado en la cabecera de la parcela, concretamente en el lugar de los postes cabeceros, que conducirá a la máquina plantadora en una línea recta. De este modo únicamente es necesario realizar el replanteo de los postes cabeceros.

### 3.2.3. Tareas de plantación

Es aconsejable realizar la plantación en el periodo de la parada vegetativa invernal, es decir, entre los meses de noviembre a marzo. Para permitir que el plantón comience la actividad radicular más temprano que la actividad vegetativa de la parte aérea, si se realiza una plantación temprana al final del otoño, en noviembre – diciembre, se da tiempo a que se desarrollen y expandan nuevas raicillas consiguiendo plantas bien arraigadas antes del inicio de la brotación primaveral. Esta plantación temprana se recomienda en zonas con pocos riesgos de heladas, como es nuestro caso. No obstante, como los plantones vienen de vivero en bolsas de plástico con cepellón, se puede plantar en cualquier época del año siempre que tengamos disponible sistema de riego.

Para que el azufre incorporado haga el efecto deseado, (transformación en ácido

sulfúrico y descenso de pH), es necesario que transcurra un período de tiempo de 6-8 meses. Por eso, los arándanos se pueden plantar en suelos donde el pH no se sitúe en los niveles adecuados, a condición de que tomen medidas, como incorporación de turba con corteza de pino antes de la plantación, así nos aseguramos que las jóvenes plantas inicien su desarrollo con normalidad.

Como se comenta en apartados anteriores, es aconsejable realizar la plantación inmediatamente después de la recepción del material vegetal. Por esto, se toma la decisión de realizar la plantación progresivamente, empezando por las variedades más tempranas a las más tardías.

Después de realizados el laboreo, abonado, corrección de pH y replanteo, llevaremos a cabo con una máquina transplantadora automática simultáneamente el trasplante con la colocación del riego y el acolchado con malla geotextil, de rafia de polipropileno de color verde oscuro sobre caballones. Los caballones facilitan el drenaje del suelo y la expansión de raíces, evitando problemas de encharcamiento.

Estas máquinas primero constan de discos aporcadores o ruedas aplomadoras convergentes que forman los caballones, después desenrollan las tuberías de riego y las colocan a ambos lados de la fila, luego cubren la fila con la malla y por último plantan enterrando ligeramente el cepellón según la profundidad que hayamos programado (20 cm más o menos).

Necesitaremos un operario que vaya controlando la perfecta colocación de las filas y apretando la tierra alrededor de la planta, para no dejar bolsas de aire y mejorar el contacto de la tierra con las raíces, más el tractorista que conduzca la maquinaria.

Según la cantidad a plantar y según las máquinas, el rendimiento varía de 500 a 1000 plantas por persona y hora. La velocidad de avance varía de 0,5 a 0,8 km/h.

Antes de comenzar la plantación hay que regular las distancias de la máquina:

- Distancia entre plantas: 1,5 metros
- Profundidad de plantación: 0,20 metros

Después de la plantación se procederá a regar para afirmar el suelo y proveer de humedad la raíz (riego de asentamiento). Conviene repetir este riego unos 15 días después si no se producen lluvias posteriores como para asegurar el arraigo de las plantas.

### 3.2.4. Revisión de plantones y reposición de marras

Tras el riego de asentamiento o de plantación hay que proceder a realizar una revisión general de las plantas. Ésta será llevada a cabo por personal cualificado que se encargará de enderezar plantas torcidas y tapar las raíces que hayan podido quedar al descubierto por la acción del agua de riego, en esta revisión se puede aprovechar para hacer la poda de plantación.

Durante el primer año se supervisará aquellos plantones que por cualquier causa no hayan sobrevivido y con los plantones que se habían pedido para dicho fin ir reponiéndolos manualmente.

## 3.3. Mantenimiento del suelo

Como ya se explicó en el estudio de las alternativas estratégicas, se ha decidido escoger la cubierta vegetal en las calles y la técnica de acolchado en las líneas de las que a continuación se explicarán en qué consisten, cómo se realizarán y que se persigue con ello.

### 3.3.1. Cubierta vegetal de las calles

Con ello se pretende mejorar las propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas), disminuir la erosión, aumentar la actividad biológica y el contenido de m.o.

Consiste en el mantenimiento del suelo de las calles y pasillos mediante implantación de cultivos pratenses (césped). En toda la cordillera cantábrica con clima oceánico la hierba crece con suma facilidad a lo largo de todo el año, por eso deberemos controlar su crecimiento excesivo con pases de segadora-desbrozadora manual de hilo o una cortacésped impidiendo que alcance alturas por encima de los 30 cm.

### 3.3.2. Acolchado en las líneas

Con esta medida se pretende controlar las malas hierbas que crecen sobre la línea de cultivo evitando así las labores mecánicas y químicas que podrían dañar la planta y no ser tan eficaces. A la hora de segar la cubierta vegetal revisaremos los espacios de malla por los cuales ha podido colarse alguna planta y se procederá a su arrancamiento manual.

Aunque con la colocación de malla nos aseguramos un buen control de malas hierbas, es importante conocer las malas hierbas más problemáticas que nos podemos encontrar en la zona.

**Tabla 3: CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES MALAS HIERBAS DE HOJA ANCHA (DICOTILEDÓNEAS).**

Nombre común	Nombre científico	Época de germinación	Forma de	Hábitats favorables
--------------	-------------------	----------------------	----------	---------------------

			<b>multiplicación</b>	
Bledo	"amaranthus spp"	Tardía en primavera	Por semillas (sexual)	Cultivos escardados, montes bajos, terraplenes.
Cenizo	"chenopodium spp."	Primavera tardía-otoño	Por semillas (sexual)	en suelos limosos y arenosos arcillosos, húmedos,
Cardo	"cirsium arvense" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	en todo tipo de suelos, tierras cultivadas
Hierba cana	"senecio vulgaris" L.	Todo el año	Por semillas (sexual)	Sobre suelos arenosos, arenosos-limosos
Tomatito	"solanum nigrum" L.	Primavera tardía	Por semillas (sexual)	Sobre suelos sueltos, porosos,
Epilobium	"epilobium brachicarpum"	Primavera	Por semillas (sexual)	Reciente introducción procedente de norte américa
Malva	"malva silvestris" L.	Primavera y otoño	Por semillas (sexual)	en suelos limosos y arenosos ricos en elementos nutritivos
Acedera	"rumex acetosa" L.	Otoño y primavera	Por semillas (sexual)	En los suelos limosos-arcillosos bien provisto de agua
Fumaria	"fumaria officinalis" L. "fumaria capreolata" L.	Primavera tardía y otoño	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Margarita	"Bellis perennis" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Llantén	"Plantago lanceolata" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Diente de León	"Plantago lanceolata" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Mil en rama	"Achillea millefolium" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Brassica	"Brassica sp" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Trifolium	"Trifolium pratensis" L. "Trifolium pratensis" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Alfalfa	"Medicago sativa" L. "Medicago lupulina" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Capsella	Capsella bursapastoris" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Vicia	"Vicia sativa" L.	Primavera	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos
Lecherina	"Euphorbia sp" L.	Primavera y otoño	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos friables, ricos en elementos nutritivos

**Tabla 4: CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES MALAS HIERBAS DE HOJA ANCHA (MONOCOTILEDÓNEAS).**

bromus	"bromus spp."	Otoño	Por semillas (sexual)	Favorecido por un trabajo mínimo del suelo
Cola de zorra	"alopecurus myosuroides"	Otoño-primavera	Por semillas y vegetativamente	Suelos ricos en caliza, pobres y húmedos
almorejo	"setaria viridis"	Primavera tardía-verano	Por semillas (sexual)	preferentemente en suelos arenosos-limosos, permeables
vallico	"lolium rigidum"	Otoño-invernal	Por semillas (sexual)	Prados secos y ruderales, pastos,

				sembrados
Gramma	"cynodon dactylon"	Primavera.preverano	Por semillas y vegetativamente	Secano y regadío
Avena loca	"avena spp."	Primavera	Por semillas (sexual)	sobre suelos cultivados calcáreos y pesados

### 3.4. Fertilización

Para tener unas buenas producciones es fundamental que tengamos un correcto estado nutricional en el suelo para que esto se traduzca en unas cosechas de máxima calidad, buenos rendimientos y un buen crecimiento de la planta. El objetivo que busca la fertilización es el de mantener en el suelo un contenido adecuado de elementos minerales, en condiciones de asimilabilidad para que las plantas puedan absorberlos en el momento preciso y en las cantidades necesarias.

En este apartado calcularemos las necesidades de abono orgánico y mineral mediante la técnica de fertirrigación, en la cual suministraremos los fertilizantes en forma de abonos solubles incorporados al caudal de riego por diferentes sistemas de inyección. Recientes estudios han demostrado la superior eficacia de la fertirrigación frente a la aplicación tradicional sobre la superficie del suelo. Con la fertirrigación se consigue localizar mejor los fertilizantes cerca de la zona radicular de las plantas, dando lugar a una asimilación más eficaz de los mismos a la vez que permite una aplicación precisa de nutrientes según la demanda del cultivo en cada estado fenológico.

Al ser los arándanos especies que han evolucionado en suelos ácidos y ricos en materia orgánica, donde los nutrientes se encuentran en niveles asimilables bajos, son plantas que no tienen grandes exigencias en fertilizantes y que, incluso, son muy sensibles a los excesos de abonado. Estas características hacen necesario dosificar con cuidado las aportaciones de fertilizantes, resultando imprescindible un programa bien estudiado.

#### 3.4.1. Enmienda orgánica

Los niveles mínimos aceptables para garantizar la fertilidad de los suelos francos cultivados en regadío varían entre 2-3%. El contenido de materia orgánica del suelo estudiado es 3,75%, un nivel alto para un cultivo en suelo franco y en regadío. Aún así, los frutos del bosque son plantas muy exigentes en m.o., por lo que el objetivo será mantener este valor en su nivel o niveles próximos a lo largo del cultivo.

En este caso se toma la decisión de utilizar estiércol natural, debido a que resulta más económico que otros fertilizantes orgánicos y a que la explotación se encuentra en una zona ganadera, por lo que será más fácil la adquisición.

El estiércol natural está compuesto por las deyecciones sólidas y líquidas del ganado mezcladas con los materiales que les sirven de cama. Este tipo de enmienda satisface completamente las necesidades de materia orgánica del suelo y además aporta cierta cantidad de nutrientes minerales principales como son el nitrógeno, el fósforo y el potasio; y oligoelementos como manganeso, cinc, boro o cobre. El aporte de estiércol tiene como objetivo primario mantener un equilibrio del humus del suelo.

El estiércol escogido es de ganado bovino, que presenta un valor para el coeficiente isohúmico de  $K_1 = 0,5$  según Henin, y un contenido de materia seca de 225‰ según Wolf. Su composición mineral se detalla en el siguiente cuadro:

Tipo de estiércol	H <sub>2</sub> O ‰	N ‰	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ‰	K <sub>2</sub> O ‰	CaO ‰
Caballo	713	5,8	2,8	5,3	2
Vaca	775	3,4	1,6	4,0	3
Oveja	646	8,3	2,3	6,7	3
Cerdo	724	4,5	1,9	6,0	0,8

Aunque los frutos del bosque son plantas muy exigentes en materia orgánica, hasta el 3%, los análisis de suelos muestran un contenido del 3,75%, por lo que no se considera necesaria una enmienda orgánica de corrección. Lo que sí puede resultar conveniente es aportar una enmienda orgánica de conservación para que a lo largo de la vida del cultivo el porcentaje de materia orgánica no disminuya excesivamente.

En primer lugar, se calcula el contenido inicial de humus en el suelo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Contenido en humus} = p * da * m. o.$$

p = profundidad de trabajo (m)

da = densidad aparente (t/m<sup>3</sup>)

% M.O. = porcentaje de materia orgánica en el suelo (%)

$$\text{Contenido en humus} = 0,4m * 1,4 \frac{t}{m^3} * \frac{3,75}{100} * 10^4 \frac{m^2}{ha} = 210 t \text{ de humus/ha}$$

A continuación se realiza un balance húmico del suelo, que tendrá en cuenta tanto las pérdidas de materia orgánica por mineralización como las ganancias por aportes de estiércol y de restos vegetales producidos en la explotación.

#### PÉRDIDAS POR MINERALIZACIÓN:

La cantidad de materia orgánica mineralizada es proporcional al contenido del suelo, por lo que los suelos ricos en materia orgánica pierden más que los suelos pobres.

Las pérdidas por mineralización se calculan multiplicando el contenido del suelo por

la velocidad de mineralización:

$$P = p * da * m. o. * v. m$$

p = profundidad de trabajo (m)

da = densidad aparente (t/m<sup>3</sup>)

% M.O. = porcentaje de materia orgánica en el suelo (%)

V.M. = velocidad de mineralización (%), depende de factores climáticos, edáficos y bióticos. Según Barbier (1949) este valor suele variar entre el 1 y el 3% anual. Según las condiciones climáticas y agrícolas de la zona del proyecto se considera una velocidad de mineralización de 1,0%.

#### GANANCIAS DE MATERIA ORGÁNICA:

Los residuos de la cosecha y la materia orgánica fresca han de humificarse y, en consecuencia, su capacidad para generar humus (valor húmico) depende de su constitución: materia seca, contenido en lignina, celulosa, hemicelulosa, etc. Se usa el coeficiente isohúmico ( $K_1$ ) para expresar la cantidad de humus que puede formarse a partir de un kilogramo de materia seca.

En la explotación, los restos de poda de las diferentes especies serán extendidos en las calles por lo que constituirán un aporte importante de materia orgánica fresca.

Según P. Urbano Terrón los restos de poda pueden estimarse en 2 – 5 toneladas de material vegetal por hectárea, con un contenido muy elevado en materia seca. Tomando un valor medio de 4 t/ha, con un contenido en materia seca del 40% y un coeficiente isohúmico de 0,3 (según Gros), el aporte de humus por los restos de poda se calcula:

$$H = RF * m. s. * k_1$$

H= ganancias de materia orgánica (t/ha)

RF= restos de cosecha frescos (t/ha)

m.s.= materia seca (%)

$k_1$ = coeficiente isohúmico

$$H = 4 \frac{t}{ha} * \frac{40}{100} * 0,3 = 0,48 \text{ t humus/ha}$$

Además de estos aportes, también se gana materia orgánica a través de las siegas de la vegetación espontánea que se dejará crecer para el mantenimiento de las calles. Se estima un valor medio total de aproximadamente 6 t/ha, con lo que, aplicando la misma expresión, se obtendrá:

$$H = 6 \frac{t}{ha} * \frac{40}{100} * 0,3 = 0,72 \text{ t humus/ha}$$

A continuación se realizará el estudio del balance húmico del suelo para comprobar si



con el aporte de los restos de poda se cubren las pérdidas por mineralización de materia orgánica.

-Balance positivo:  $FO+RF>P$  el nivel de materia orgánica aumenta.

-Balance negativo:  $FO+RF<P$  el nivel de materia orgánica disminuye.

Una vez realizado el balance se observa que todos los años se pierde materia orgánica en la explotación. Aunque estas pérdidas no influirán en el cultivo hasta los últimos años de su vida útil, se toma la decisión de mantener el nivel de materia orgánica para futuros proyectos.

De acuerdo con Hebert (1957) el valor húmigeno estimado para un estiércol bien descompuesto es del 10% por lo que hay que aportar 15 toneladas de estiércol por hectárea y por año. Para ahorrar costes en maquinaria se aplicarán 20 toneladas de estiércol por hectárea cada dos años. Esta cantidad nos permitirá mantener el nivel de materia orgánica del suelo durante el periodo de vida de la plantación.

**Tabla 5: Balance húmico del suelo.**

Año	% M.O.	Contenido en humus (t/ha)	Perdidas por mineralización (t/ha)	Restos vegetales (t/ha)	Fertilización orgánica (t/ha)	BALANCE (t/ha)
0	3,75	210	2,1	0	2	0,1
1	3,75	210,1	2,101	1,2		-0,901
2	3,74	209,199	2,092	1,2	2	1,108
3	3,76	210,307	2,103	1,2		-0,903
4	3,74	209,404	2,094	1,2	2	1,106
5	3,76	210,510	2,105	1,2		-0,905
6	3,74	209,605	2,096	1,2	2	1,104
7	3,76	210,709	2,107	1,2		-0,907
8	3,75	209,802	2,098	1,2	2	1,102
9	3,77	210,904	2,109	1,2		-0,909
10	3,75	209,995	2,100	1,2	2	1,100
11	3,77	211,095	2,111	1,2		-0,911

12	3,75	210,184	2,102	1,2	2	1,098
13	3,77	211,282	2,113	1,2		-0,913
14	3,76	210,369	2,104	1,2	2	1,096
15	3,78	211,465	2,115	1,2		-0,915
16	3,76	210,551	2,106	1,2	2	1,094
17	3,78	211,645	2,116	1,2		-0,916
18	3,76	210,729	2,107	1,2	2	1,093
19	3,78	211,821	2,118	1,2		-0,918
20	3,77	210,903	2,109	1,2	2	1,091

La época de aplicación será a principios de otoño coincidiendo con la parada vegetativa del arándano intentando evitar interferencia con otras labores y conseguir una correcta mineralización para que cuando esté durante el periodo activo ya puedan estar a disposición de la planta los nutrientes.

### 3.4.2. Enmienda mineral

-AZUFRE: como ya hemos dicho en las labores de preplantación incorporaremos azufre elemental para acidificar el suelo con una cantidad de 500 kg/ha. Después en los demás años de plantación añadiremos anualmente ácidos incorporados en el sistema de riego.

-MAGNESIO: el principal problema que nos encontramos en la analítica de suelo fue un bajo nivel de magnesio, para el cual será conveniente realizar una enmienda de corrección.

El contenido de magnesio del suelo de la parcela es de 74,3 mg Mg/kg. Tal y como se indicaba en el estudio edafológico, estos resultados corresponden a un suelo pobre en magnesio. Para aumentar el contenido, se llevará a cabo una enmienda en el año 0, hasta alcanzar valores próximos a 100 mg Mg/kg. Es decir se deben aportar 25,7 mg Mg/kg de suelo, y como se calcula el peso del suelo a una profundidad de 0,3 m, y con el dato de densidad aparente 1,4 t/m<sup>3</sup>, con estos datos ya se puede calcular la cantidad de magnesio a aportar por ha:

$$Mg = 10^4 \frac{t}{m^2} * 0,3 m * 1,4 \frac{t}{m^3} * 25,7 \frac{g Mg}{t} = 108 \text{ kg Mg/ha}$$

Esta enmienda magnésica se realizará aplicando sulfato de magnesio, que posee una riqueza del 27 % de Mg. A continuación se calcula la cantidad de magnesita a aportar para alcanzar el nivel deseado de magnesio en el suelo.

$$\text{Enmienda de Mg} = \frac{108 \frac{\text{kg Mg}}{\text{ha}}}{0,27 \frac{\text{kg Mg}}{\text{sulfato de magnesio}}} = 400 \text{ kg Mg/ha}$$

Se aplicará, antes de realizar la plantación (año 0), 400 kg de sulfato de magnesio/ha con una abonadora.

### 3.4.3. Programa de fertirrigación. Dosis y época de aplicación de los nutrientes.

El abonado tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo sin tener que agotar los niveles del suelo. Para mantener la fertilidad de éste, es necesario “compensar” todas las pérdidas que se hayan podido ocasionar (extracción del cultivo, de la vegetación espontánea de la calle, etc.).

Para calcular esos niveles a reponer, se tendrán en cuenta por un lado las extracciones del arándano y por otro los aportes de materia orgánica (estiércol y restos vegetales). De esta forma se calculará, en caso de ser necesario, el aporte de algún abono mineral.

Primeramente hay que tener en cuenta que:

Balance = aportes – extracciones

**Tabla 6: Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio de arándano en etapa productiva.**

Extracciones (kg/t de fruto)				
N	P	K	Ca	Mg
4,7	0,5	4	1,4	0,8

Para calcular los aportes debidos al estiércol, tal y como se ha comentado anteriormente, hay que tener en cuenta la acción del estiércol sobre el suelo que se puede manifestar durante 3 años con el siguiente ritmo:

**Tabla 7: Aportes minerales del estiércol vacuno en función del tiempo que ha pasado desde su aplicación y cantidad.**

20 t/ha estiércol vacuno	N(3,4 ‰)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (1,6 ‰)	K <sub>2</sub> O (4 ‰)	CaO (3 ‰)
50 %	34 kg/ha	16 kg/ha	40 kg/ha	30 kg/ha
35 %	23,8 kg/ha	11,2 kg/ha	28 kg/ha	21 kg/ha
15%	10,2 kg/ha	4,8 kg/ha	12 kg/ha	9 kg/ha
TOTAL	68 kg/ha	32 kg/ha	80 kg/ha	60 kg/ha

AÑO	Estiércol (t/ha)	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)
0	2	-	-	-	-
1	-	34	16	40	30
2	2	23,8	11,2	28	21
3	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
4	2	23,8	11,2	28	21
5	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
6	2	23,8	11,2	28	21
7	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
8	2	23,8	11,2	28	21
9	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
10	2	23,8	11,2	28	21
11	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
12	2	23,8	11,2	28	21
13	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
14	2	23,8	11,2	28	21
15	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
16	2	23,8	11,2	28	21
17	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
18	2	23,8	11,2	28	21
19	-	10,2+34=44,2	4,8+16=20,8	12+40=52	9+30=39
20	2	23,8	11,2	28	21

Los aportes de la cubierta vegetal no se tendrán en cuenta, puesto que la misma cubierta también extrae nutrientes del suelo. Se considera que las extracciones de la cubierta vegetal se compensan con los aportes que origina.

Tabla 8: Balance mineral.

AÑO	t fruta/ha	N (kg/ha)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)			K <sub>2</sub> O (kg/ha)		
		Ex.	A.E.	Balance	Ex.	A.E.	Balance	Ex.	A.E.	Balance
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	34	34	-	16	16	-	30	30
2	-	-	23,8	23,8	-	11,2	11,2	-	21	21
3	0,4	1,88	44,2	42,32	0,2	20,8	20,6	1,6	39	37,4
4	4	18,8	23,8	5	2	11,2	9,2	16	21	5
5	8	37,6	44,2	6,6	4	20,8	16,8	32	39	7
6	12	56,4	23,8	-32,6	6	11,2	5,2	48	21	-27
7	14	65,8	44,2	-21,6	7	20,8	13,8	56	39	-17
8	16	75,2	23,8	-51,4	8	11,2	3,2	64	21	-43
9	18	84,6	44,2	-40,4	9	20,8	11,8	72	39	-33
10	20	94	23,8	-70,2	10	11,2	1,2	80	21	-59

11	20	94	44,2	-49,8	10	20,8	10,8	80	39	-41
12	20	94	23,8	-70,2	10	11,2	1,2	80	21	-59
13	20	94	44,2	-49,8	10	20,8	10,8	80	39	-41
14	20	94	23,8	-70,2	10	11,2	1,2	80	21	-59
15	20	94	44,2	-49,8	10	20,8	10,8	80	39	-41

Como se ha deducido, por el momento sólo se contempla la aplicación de abono que contenga potasio y nitrógeno, puesto que el fósforo no es necesario, puesto que las necesidades de este se suplen con el estiércol. La aplicación de otros macro y micronutrientes quedará supeditada a la observación y detección de posibles carencias mediante análisis foliares: dichas carencias se tomarán como enfermedades abióticas.

Para dimensionar el sistema de fertirrigación, utilizaremos los datos de los años de mayor producción.

Cálculo de las necesidades de fertilizantes:

-Sulfato potásico  $K_2SO_4$ :

Riqueza: 53,5 %  $K_2O$ .

Necesidad máxima: 59 kg/ha,  $59/0,535=110,2$  kg de  $K_2SO_4$ /ha.

-Nitrógeno N:

Riqueza: 15 %.

Necesidad máxima: 70,2 kg/ha,  $70,2/0,15= 468$  kg/ha.

Cálculo de los tanques de fertilización:

Se colocará un tanque únicamente. Así que calcularemos la medida del tanque en caso de que se quieran suministrar los fertilizantes a la vez, como se explicará en el anejo de riego, cada sector se riega independientemente, por lo tanto se cubrirá más o menos 1 ha de superficie por cada fertirrigación. Habrá 4 fertirrigaciones en cada año de cultivo, una por cada etapa de cultivo: brotación-floración, cuajado-engorde de frutos, maduración-cosecha y postcosecha.

$K_2SO_4$ : 110,2 kg/ha.

N: 468 kg/ha.

$$\frac{(468 \frac{kg}{ha} + 110,2 \text{ kg/ha}) * 1ha}{4 \text{ fertirrigaciones}} = 144,6 \text{ kg/fertirrigación}$$

Con el objetivo de disminuir el riesgo de precipitados, se considera que la solubilidad de la solución madre coincide 0,1 kg/l.

$$\frac{144,6 \text{ kg}}{0,1 \text{ kg/l}} = 1446 \text{ l}$$

Por tanto se elige un tanque sobredimensionado de 2000 l, para que en épocas como la brotación que la fertirrigación no será proporcional al resto, no haga falta más riegos.

Una vez calculado el tanque se explica como se tendrá que dosificar estas cantidades de fertilizante durante cada año de vida de arándano.

**Tabla 9: Nutrientes a aportar en las distintas etapas fenológicas, en años de máximas necesidades.**

Fase fenológica	N (kg/ha)	K (kg/ha)
<b>Brotación</b>	30	12,6
<b>Cujado</b>	11,7	23,2
<b>Maduración</b>	9,1	17,4
<b>Postcosecha</b>	19,4	5,8
<b>Total</b>	70,2	59

Logicamente, esta tabla debe ser corregida en los primeros años de plantación, y en función de los análisis de suelo y hojas que se hagan.

#### 3.4.4. Consideración final

No obstante pese a las recomendaciones dadas y los tratamientos propuestos se deberá conocer la evolución del pH y del contenido de nutrientes del suelo. Para ello, habrá que realizar análisis periódicos de muestras de tierra y de hojas. Se recomienda analizar el suelo cada 2-3 años y el análisis foliar cada 1-2 años. Las muestras de tierra se tomarán siempre bajo la línea de riego, cerca de la planta y las muestras de las hojas durante el verano.

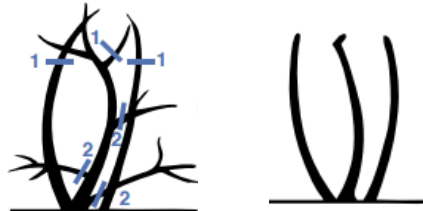
### 3.5. Operaciones de cultivo

Como se explicó en el anejo de “alternativas estratégicas” su fundamento y justificación, en este anejo se explicará su modo de proceder y la época a realizar.

#### 3.5.1. Poda de formación

Esta labor se realizará manualmente con tijeras de podar neumáticas, los restos se incorporan al suelo de las calles. Se realizará el año 0, durante el mes de Enero. Este tipo de

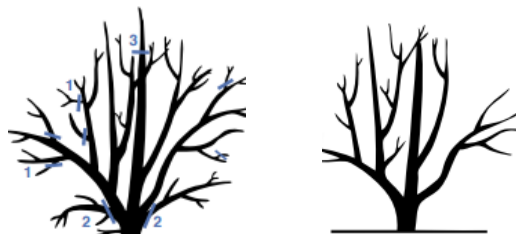
poda tendrá como objetivos estimular el crecimiento vegetativo y seleccionar las ramas que darán lugar a la estructura de la planta. El operario, tendrá que analizar la planta, y una vez catalogada, decidir si ha tenido un crecimiento reducido, podar las ramas a la mitad, eliminando yemas de flor o por el contrario si el crecimiento de los brotes ha sido satisfactorio dejarlos sin podar, para conseguir la primera cosecha el primer año.



- 1- Poda de ramas cortas y débiles.

### 3.5.2. Poda de producción invernal

Teniendo en cuenta que el arándano produce sobre madera del año anterior, y que las ramas de 4-5 años no son óptimas, a partir del 7º u 8º año deberemos cortar las ramas envejecidas 1/4 o 1/3 cada vez, de manera que en 3-4 años tengamos toda la plantación renovada con madera joven.



- 1- Eliminar ramas que han producido fruta.
- 2- Eliminar ramas bajas.
- 3- Eliminar el crecimiento excesivo y provocar crecimiento de brotes laterales.

### 3.6. Control fitosanitario

Es muy importante tener en cuenta las plagas y enfermedades que pueden llegar afectar al arándano en función de su estado fenológico, puesto que podrá tener repercusiones muy importantes en la calidad y producción de las bayas, por eso a continuación se expondrá la manifestación visual de las plagas y enfermedades más comunes en el cultivo y en el siguiente apartado se expondrá el plan de tratamiento anual para combatir las plagas y enfermedades más usuales en nuestra zona.

### 3.6.1. Identificación de plagas y enfermedades

#### 3.6.1.1. ALTERACIONES NO PARASITARIAS

Las plantas a veces manifiestan síntomas que pueden interpretarse erróneamente como consecuencia de ataques parasitarios, cuando en realidad depende de causas de otra naturaleza, como adversidades atmosféricas, mala composición del suelo, etc.

##### **-DAÑOS PRODUCIDOS POR EL FRÍO:**

Los daños producidos por el frío se notan especialmente al principio de la brotación, observándose numerosas yemas que permanecen cerradas y de color oscuro, sobre todo en las de la parte apical de los brotes. Los brotes fructíferos son débiles y en menor número de lo normal; la vegetación de los tallos es en conjunto “pobre” y como consecuencia final se produce una gran merma en la producción.

Como precaución, en zonas con fuertes fríos invernales o con heladas tardías es aconsejable hacer un despunte de los tallos una vez iniciada la primavera: de esa manera se pueden valorar mejor los daños por heladas y remediarlos en parte mediante una poda más larga.

Además, se usan métodos indirectos en la lucha contra las heladas como la elección de variedades resistentes o el mantenimiento del suelo, conservándolo cubierto de hierba y por tanto, evitando el laboreo en el periodo de heladas. También, el alto contenido en humus del suelo impide el enfriamiento del mismo. En el caso de que el problema sea grave, se aconseja contratar un seguro agrario contra las heladas.

##### **-DAÑOS PRODUCIDOS POR GRANIZO:**

Aunque los datos climatológicos estudiados no hacen prever daños importantes, en ocasiones puede provocar destrucción de hojas, frutos e incluso partes lignificadas de la planta, dependiendo fundamentalmente de la intensidad con que se produzca el fenómeno.

##### **-DAÑOS POR ASFIXIA RADICULAR:**

El sistema radicular del arándano es particularmente sensible a un exceso de humedad en el suelo. En el caso de una completa inundación durante un periodo superior a 24 horas las raíces mueren por asfixia.

Si el otoño o el invierno son muy lluviosos, puede aumentar el nivel de agua en el suelo, ahogando las raíces más profundas. Los daños se observarán en el verano siguiente, cuando la sequía del terreno obligue a la planta a buscar agua en las capas más bajas, por medio de las raíces profundas. En esta situación se producirá una disminución en el rendimiento del sistema



radicular, con los consiguientes fenómenos de amarilleamiento de las hojas, marchitez y desecación de los brotes fructíferos.

Con una textura de suelo franca, como es nuestro caso y un buen diseño del sistema de riego por goteo, no deberán existir estos problemas.

#### **-DAÑOS PRODUCIDOS POR “ESPIRILAMIENTO” RADICULAR:**

A veces tienen lugar muertes de plantas sin motivo aparente. Una vez descartadas todas las posibles enfermedades y los casos de asfixia radicular por exceso de humedad, esas muertes suelen estar producidas por el “espirilamiento radicular” o el estrangulamiento de las raíces.

En ocasiones, los viveristas mantienen durante una o dos campañas consecutivas las plantas en recipientes o contenedores de volumen reducido, normalmente en bolsas de un litro de capacidad, porque en su momento no tuvieron salida al mercado o no dio tiempo a repicarlas a contenedores mayores. Estas plantas desarrollan con normalidad la cabellera radicular durante el primer año pero, en los siguientes, el nuevo crecimiento apretado en exceso las raíces dentro del contenedor. Al ir engordando las raíces principales no pueden expandirse todo lo necesario en el pequeño volumen en que se encuentran limitadas. De esta forma dan vueltas dentro del recipiente, llegando a formar ángulos muy agudos que terminan por estrangular el paso de la savia originando la muerte y secado de la planta.

Para evitar este problema, al hacer el pedido al viverista elegido, cuando lleguen las plantas, se observarán las raíces, que deben ser finas y estar extendidas. Si presentan cierto grosor y se doblan en ángulos muy cerrados, se reclamarán al vivero la reposición de éstas.

#### **-DAÑOS POR AGRIETADO O RAJADO DE LOS FRUTOS:**

En determinadas ocasiones, después de un periodo más o menos prolongado de lluvias, los frutos próximos a la madurez de algunas variedades se agrietan, dejando la pulpa a la intemperie y a la acción de los agentes patógenos.

Al hincharse los frutos como consecuencia del exceso de agua en la savia, la piel no resiste la sobrepresión de la pulpa, agrietándose más o menos intensamente. Los frutos “rajados” pierden todo su valor comercial.

Para evitar este problema se han elegido variedades bastante resistentes.

### ***3.6.1.2. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS***

#### **-BOTRYTIS o PODREDUMBRE GRIS:**

Se trata de una enfermedad causada por hongos del género *Botrytis* sp.; especialmente la especie *Botrytis cinerea*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

La botritis inverna como esclerocios, restos de micelio y esporas en restos vegetales en descomposición. En primavera, cuando las temperaturas alcanzan entre 15 y 23º C y la humedad relativa es alta, el hongo produce numerosas conidias que son diseminadas por las gotas de lluvia y el viento. La primera inoculación ocurre en los estigmas de las flores abiertas o a través de heridas. Las conidias germinan y las hifas crecen dentro de los estilos hasta alcanzar los ovarios y si las condiciones son propicias la flor se atizona y muere. El hongo también puede permanecer en restos florales hasta que el contenido de azúcar en el fruto aumenta y se reanuda su crecimiento. Los frutos se pudren a medida que maduran e incluso en post-cosecha. Los receptáculos que quedan en la planta una vez cosechado el fruto son una gran fuente de inóculo para otras infecciones.

La mayor o menor actividad de este parásito fúngico depende en gran parte de las condiciones meteorológicas en las proximidades de la época de recolección: si la estación transcurre seca no se manifiesta ningún daño, mientras que si se producen precipitaciones se pueden dar ataques incluso masivos.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

En ataques a arándanos, es también conocida como “podredumbre gris de los racimos de flor” o como “botritis de las ramas”. Los síntomas de la enfermedad se manifiestan en las terminaciones de los brotes jóvenes, que adquieren un color marrón. Los extremos de estos brotes afectados junto con sus flores, se marchitan y se secan. El marchitamiento puede afectar a toda la rama.

También suele afectar a las hojas jóvenes, en las que aparecen manchas marrones que se necrosan y provocan la caída de las mismas. En las flores aparecen filamentos del hongo, dando un aspecto grisáceo.

#### MÉTODOS DE LUCHA

Para la lucha es necesario intervenir temprano, inmediatamente después del final de la floración en aquellos ambientes en donde este hongo aparece de forma habitual.

Se recomienda:

-Prácticas culturales que aumenten la circulación de aire en el follaje, la penetración de la luz y la velocidad de secado de las hojas después de una lluvia o riego.

-Aplicaciones moderadas de riegos y de fertilización nitrogenada, puesto que favorecen la infección.

-Cortar y eliminar los brotes y restos de poda afectados.

-El control biológico es otra opción, con productos a base de *Bacillus subtilis* o *Trichoderma harzianum*, pero se deben anticipar a la aparición de síntomas.

-Los extractos de cítricos pueden controlar focos incipientes de la enfermedad y son un buen complemento principalmente cerca de la cosecha.



Síntomas de botrytis en frutos de arándano



Síntomas de botrytis en yemas de arándano



## Síntomas de botrytis en flores de arándano

**-MUERTE REGRESIVA DEL TALLO O FOMOSIS:**

Puede llegar a ser una enfermedad causante de daños importantes en plantaciones adultas de arándanos. Está producido por el hongo *Phomopsis vaccinii*.

## CICLO DE LA ENFERMEDAD

El hongo sobrevive a los inviernos en ramas infectadas y muertas; y posiblemente en ramas, hojas y frutos caídos en los cuales se forman picnidios y peritecios. Las ascosporas y conidias son diseminadas bajo condiciones de lluvia o humedad. Se considera que el hongo invade los tallos a través del tejido vascular de las ramas y brotes y a través de las yemas florales en primavera, cuando la humedad ambiental es alta. Se cree que esta enfermedad se desarrolla desde la etapa de la floración.

## SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Se manifiesta en los brotes jóvenes que se van secando y doblando en el extremo apical adquiriendo la forma característica de bastón. La enfermedad va incrementándose año a año, llegando a reducir la producción y la calidad de los frutos que se vuelven blandos y se agrietan. Los daños más graves se suelen dar en las plantaciones adultas en las que se puede llegar a secar ramas principales enteras. Estas ramas se distinguen fácilmente en verano sobre el resto de las ramas verdes sanas.

Las ramas se secan de forma regresiva, es decir, del extremo apical hacia la base, por eso se conoce esta enfermedad con el nombre de “muerte regresiva del tallo o ramas”. Los efectos de la misma se pueden confundir con el secado de ramas producido por el hongo *Botryosphaeria* sp. o “chancro del cuello”.

## MÉTODOS DE LUCHA

-Podar todos los brotes y ramas infectadas y posteriormente quemarlos para evitar la propagación de la enfermedad.

-Tratamiento a base de cobre tras la poda.

-Tratamientos preventivos en primavera: uno antes de la floración y otro en la post-floración con fungicidas ecológicos.



Brotos atacados por *Phomopsis* sp, mostrando la típica forma de bastón.



Ramas afectadas por *Phomopsis* sp.

### **-CHANCRO DEL CUELLO:**

Es una enfermedad observada en algunas plantaciones de la Cornisa, pero con muy pequeña incidencia en nuestra región. Se origina a nivel del cuello de la planta por la acción del hongo *Botryosphaeria corticis* o *B. dothidea* o *B. ribis*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

El hongo sobrevive en el invierno como micelio, picnidios y pseudotecios en chancros, corteza muerta colonizada y frutos momificados en los árboles. Las esporas son liberadas en la primavera durante las lluvias; el agua o el viento las transportan hacia los puntos de infección. Cuando los frutos están desarrollados, las heridas son la principal vía de entrada del patógeno. El establecimiento de las infecciones se ve muy condicionado por el estado del huésped, estos hongos atacan generalmente a plantas debilitadas o favorecidas por algún tipo de estrés.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

La propagación de la enfermedad es favorecida por el exceso de humedad en la zona del cuello y en terrenos pesados. A veces, los riegos abundantes con goteros cerca del cuello de la planta facilitan la germinación de las esporas del hongo que en poco tiempo coloniza la base o corona de la planta.

A medida que la enfermedad avance, la madera del cuello se va secando progresivamente, manifestándose los primeros efectos al final del verano con una o varias



ramas secas. Cuando toda la madera del cuello es invadida por el hongo, la planta muere por colapso del paso de la savia.

Además, *B. dothidea* produce infecciones en la fruta que resultan en una podredumbre blanda o de color claro. Los síntomas iniciales son manchas pequeñas, circulares, levemente hundidas y de color marrón claro a veces rodeadas por un halo rojo.

#### MÉTODOS DE LUCHA

-Mantener la base del cuello de las plantas libres de excesos de humedad, vigilando la ubicación de los goteros y procurando no enterrar el cepellón excesivamente a la hora de plantar.

-Mantener las plantas vigorosas y no sometidas a ningún tipo de estrés.

-Controlar la existencia de heridas.

-Eliminar ramas afectadas antes de las primeras lluvias primaverales.

-Cuando aparezcan los primeros síntomas en una planta, es aconsejable tratar con un fungicida específico además de corregir los excesos de humedad.



Síntomas de *Botryosphaeria sp.* en corona de la planta.

#### **-PUDRICIÓN DE LAS RAÍCES:**

Esta infección la producen hongos del género *Phytophthora sp.* El arándano se ve especialmente afectado por *P. cinnamomi* y *P. citrophthora*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

El patógeno sobrevive al invierno en el suelo, en los desechos de las raíces en forma de clamidosporas, que pueden persistir en el suelo durante largos periodos de tiempo.

En condiciones favorables de temperatura y de humedad el hongo produce esporangios que liberan zoosporas. Éstas, en contacto con la raíz, germinan y producen millones de esporas que infectan la zona de alargamiento. Una vez que el hongo ha penetrado en la punta de la raíz, la infección puede avanzar hacia el córtex, produciendo la podredumbre de todo el sistema radicular.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

La infección de *Phytophthora* provoca oscurecimiento en la base de los tallos, desecación del follaje y reducción de la emisión y crecimiento de los brotes, pudiendo llegar incluso a provocar la muerte de los tallos, que presentan un reducido sistema radicular. En las raíces se observa necrosis y desprendimiento de la epidermis radicular.

Las plantas enfermas producen menos brotes, con menos vigor y síntomas de deficiencias nutricionales, producto de su menor área radicular para absorber nutrientes. A medida que progresa la enfermedad, la población de plantas disminuye, hasta que la plantación se hace económicamente inviable.

#### MÉTODOS DE LUCHA

-En caso de presentarse la enfermedad se recomienda la poda rasante para recuperar el sistema radicular y evitar el desgaste de la producción de frutos.

-Para el control biológico se recomienda el uso de *Trichoderma*, pero existe una alta especificidad de este hongo por *Phytophthora*, por lo que cual se debe estar seguro de que el aislamiento utilizado corresponde al que controla este hongo.

-Tratamientos químicos con fungicidas autorizados en épocas coincidentes con la actividad del hongo, es decir, a inicios de otoño y finales de invierno.



Síntomas de inicio de pudrición de raíz (izq.) y raíz afectada de *Phytophthora sp.* (dcha.)

#### **-ANTRACNOSIS:**

El agente causal de la antracnosis en arándano son hongos del género *Colletotrichum*, especialmente *C. gloeosporioides* y *C. acutatum*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

El patógeno sobrevive al invierno en hojas, frutos y ramas afectadas en forma de conidias, que son transportadas principalmente por el agua. A veces la invernación se produce en el suelo, donde puede permanecer en estado latente durante un tiempo.

Cuando las condiciones ambientales son favorables, las conidias germinan para formar apresorios sobre la superficie de las plantas. Existen varias formas de penetración, una de ellas a través de aberturas naturales como estomas y otra por penetración directa o a través de pequeñas heridas.

En condiciones favorables, el hongo puede crecer rápidamente dentro de la planta y causar diversos síntomas, pero en otras circunstancias el hongo puede permanecer quiescente durante un largo periodo dentro de los tejidos y en algunos casos solo se evidencia después de la cosecha.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

El síntoma más característico de la antracnosis en plantas de arándano es la aparición de pequeños puntos anaranjados sobre los frutos, que contienen las esporas del hongo. Normalmente se desarrollan en post-cosecha. En condiciones de alta humedad relativa adquieren consistencia líquida o gelatinosa.

Estas lesiones necróticas pueden llegar a fusionarse, dando lugar a la podredumbre parcial o total del fruto, que sufre un proceso de deshidratación, se arruga y queda momificado.

#### MÉTODOS DE LUCHA

- Evitar que las plantas estén mojadas constantemente.
- No dejar frutos en la plantación tras la cosecha, ya que si estos se infectan, aumentará el inóculo para la próxima temporada.
- Control químico con fungicidas autorizados. Mezcla de compuestos cúpricos con fungicidas orgánicos.



Frutos de arándanos afectados por *Colletotrichum*.

#### **-CHANCRO DE LAS YEMAS:**

También conocida como “chancro o cáncer del fusicoco” es una enfermedad que afecta al arándano, pero que tiene poca incidencia en las plantaciones. Está producida por el hongo *Godronia cassandrae* y su forma conídica *Fusicoccum putrefaciens*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

El hongo *Godronia cassandrae* inverna en las ramas y en el cuello de la planta infectada. La diseminación de las esporas se produce cuando en los meses de marzo a julio, aparecen en los chancros unas pequeñas manchas negras que son los picnidios. Las lluvias dispersan las



esporas que éstos contienen, infectando nuevas ramas y brotes.

### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Los síntomas de la enfermedad aparecen en forma de manchas elípticas de color rosado alrededor de una yema, generalmente en la parte basal de las ramas y brotes. Las manchas adquieren color rojizo al final del otoño.

Durante la primavera y el verano las manchas se van extendiendo a lo largo y ancho de las ramas y brotes, formando chancros de color marrón-rojizo que terminan rodeando la rama hacia mediados de verano. Las ramas afectadas se secan y mueren rápidamente. Las hojas de las ramas adquieren un color oscuro brillante y se quedan pegadas a las mismas.

### MÉTODOS DE LUCHA

-Poda y quema de las ramas y brotes afectados.

-Tratamientos fungicidas preventivos en el inicio de la brotación de primavera y durante el periodo de crecimiento.



Ramas y brotes afectados por *Fusicoccum sp.*

### **-VERTICILOSIS:**

Los agentes causantes de la verticilosis son los hongos pertenecientes al género *Verticillium*, sobre todo *V. dahliae* y *V. alboatrum*.

### CICLO DE LA ENFERMEDAD

Este hongo se reproduce asexualmente por medio de conidias y produce microesclerocios adaptados para soportar condiciones ambientales adversas. Gracias a ellos persiste en el suelo durante años, incluso en ausencia de plantas susceptibles o en condiciones de no cultivo.

Los microesclerocios germinan produciendo hifas que penetran en las raíces de la planta hasta alcanzar el sistema vascular. También aprovecha cualquier herida de la planta para

entrar.

Una vez en el xilema, el micelio produce conidias que colonizan la planta por translocación con la corriente de savia a zonas superiores.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

El síntoma más común producido por este hongo es la marchitez de tallos y hojas. Se debe a la obstrucción del sistema vascular de la planta por parte del micelio del hongo; la infección del parásito tiene lugar frecuentemente a través de lesiones microscópicas de la corteza, como pueden ser las provocadas por algunos insectos.

Los primeros síntomas se detectan hacia mediados de verano, las plantas afectadas dejan de crecer, y las hojas amarillean o se vuelven de color oscuro. El tallo de los brotes jóvenes se vuelve de color azul oscuro. También se observa un amarilleamiento intervenal en las hojas. Si se corta una caña afectada se aprecian tejidos amarronados bajo la corteza.

#### MÉTODOS DE LUCHA

-No se debe realizar el cultivo detrás de especies sensibles, especialmente melocotonero y fresal.

-No se conoce un método de lucha eficaz una vez que la enfermedad se ha manifestado.

- En caso de infección se deben arrancar y quemar las plantas afectadas.



Necroxia de la madera en arándano.

#### **-MOMIFICADO:**

Se trata de una enfermedad que se presenta ocasionalmente en las plantaciones de arándanos. El agente causal es el hongo *Monilia vaccinii-corymbosi*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

El hongo sobrevive al invierno en bayas infectadas en el suelo, donde puede permanecer vivo durante muchos años. A principio de primavera, cuando las hojas del arándano comienzan a abrirse y expandirse se desarrollan los apotecios. Éstos producen ascosporas que se diseminan a través del viento a largas distancias. Las condiciones más favorables para la

infección son temperaturas frescas con alta humedad. Una vez en el interior de las flores, las esporas germinan con el polen y el hongo se desarrolla lentamente a la vez que la baya. Por eso, no se ven los síntomas hasta el final de la temporada.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

La primera infección afecta a las yemas de flor, seguidas por los racimos florales. Los frutos afectados se desarrollan normalmente casi hasta la madurez pero, antes de llegar a ella, adquieren un color rojo-salmón y caen al suelo, donde se momifican. Las esporas de los frutos momificados en el suelo pueden repetir el ciclo en la primavera siguiente.

#### MÉTODOS DE LUCHA

- Podar y quemar las ramas secas.
- Retirar los frutos momificados que queden en el suelo.
- Tratamientos con fungicidas permitidos a principios de primavera antes de la apertura de yemas, repitiendo el tratamiento 10 o 15 días después.



Bayas afectadas de monilia (mummy berry).

#### **-ROYA:**

Es una enfermedad bastante común en arándano producida por el hongo *Pucciniastrum vaccinii*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

La fuente de inóculo son las lesiones en hojas afectadas en la temporada anterior las que bajo condiciones ambientales favorables producen las primeras generaciones de esporas que constituyen el inóculo primario. Este inóculo primario es dispersado por el viento dentro de la misma finca e incluso a fincas vecinas. Las esporas se depositan sobre la planta y bajo condiciones favorables, al menos 12 horas de agua libre en la superficie de la hoja y 20 °C,

germinan y penetran en el hospedante. El proceso de colonización es rápido, los síntomas aparecen a los pocos días y el período de incubación y latencia es de aproximadamente 20 días. Es una enfermedad policíclica que produce numerosas y sucesivas generaciones de esporas durante el período favorable para su desarrollo.

### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

La enfermedad comienza en la parte superior de las hojas, mostrando puntos rojos o negros. Si volteamos las hojas podemos ver las pústulas del hongo de la roya, mostrando esporas naranjas o marrones, que son pulverulentas en la forma en que se presentan en las hojas.

En el arándano la roya no es sistémica, eso significa que no está dentro de los haces vasculares de las hojas o los tallos, entonces no se transmite a menos que las esporas de la roya sean transportadas vía aérea de otra planta. Esta roya no mata a la planta del arándano pero si causa caída de las hojas. Las esporas de la roya no afectan a las hojas secas. Sin agua de irrigación en las hojas, lluvia o humedad alta no se obtiene ninguna infección por roya.

### MÉTODOS DE LUCHA

-Podar y quemar las hojas afectadas.



Hojas afectadas por *Pucciniastrum vaccinii*.

### **-ALTERNARIA:**

Es una enfermedad producida por el hongo del género *Alternaria sp.*

### CICLO DE LA ENFERMEDAD

La enfermedad se origina principalmente a partir de las hojas caídas, en éstas cuando el período húmedo es de suficiente duración y el rango de temperatura es de 20-30°C, el hongo produce conidios, esporas que son llevadas a la superficie de las hojas por el viento. Los

conidios germinan y penetran en las hojas a través de los estomas y al cabo de unos días se producen las manchas en las hojas. En los tejidos necróticos de estas manchas se producirán nuevos conidios que, llevados por el viento o el agua, pueden caer en plantas vecinas y ocasionar las infecciones secundarias.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Manchas irregulares marrones sobre las hojas. Reducción del área foliar y defoliación, por lo que disminuye la tasa fotosintética de la planta y su correspondiente producción.

#### MÉTODOS DE LUCHA

- Zonas ventiladas, secas y de buen drenaje para variedades susceptibles.
- No permitir un crecimiento vegetativo excesivo.
- Evitar alta fertilización nitrogenada.
- Eliminar las hojas secas.



Hojas afectadas por Alternaria

#### **-SEPTORIA:**

Es una enfermedad producida por el hongo del género *Septoria sp.*

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

Las infecciones se producen en las hojas inmaduras, mientras que los síntomas pueden tardar un mes o más en hacerse visibles. La mayoría de las manchas foliares comienzan a aparecer a mediados y finales de la temporada y son favorecidas por el clima húmedo. Las esporas se dispersan por salpicadura de lluvia e hibernan en tejidos infectados.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Pequeñas a medianas manchas de hojas marrones con márgenes violáceos. Lesiones en tallos verdes succulentos. Defoliación prematura de los arbustos.

#### MÉTODOS DE LUCHA

- Uso de variedades resistentes.
- Limitar el riego por encima de la cabeza de la planta.



Hojas y brotes afectados por *Septoria sp.*

#### **-ARMILARIOSIS:**

La enfermedad se presenta a causa del hongo *Armillaria mellea*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

La principal forma de diseminación es a través de los rizomorfos, los que se pasan desde una raíz enferma a las sanas y desde árboles circundantes a la plantación o entre plantas dentro del huerto; estos rizomorfos son muy difíciles de controlar. Las plantas afectadas no tienen control y terminan muriendo, por lo cual se debe dar énfasis a la prevención. Al morir



las plantas, en invierno, se producen grupos de carpóforos, de 5 a 10 cm de diámetro, de color miel, las cuales producen numerosas esporas que se pueden diseminar a grandes distancias.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Las plantas sufren un lento decaimiento junto con clorosis del follaje. El cuello de las plantas se torna corchoso, la corteza se desprende con facilidad y bajo ésta se observan masas de micelios gruesos, de color blanco y dispuestos en abanicos, las que también pueden ser visibles hacia el interior de la corona. En las raíces primarias se producen rizomorfos de color negro, los que corresponden a micelios que se trenzan entre sí hasta formar estructuras tipo cordones que son utilizadas por el hongo para colonizar plantas nuevas.

#### MÉTODOS DE LUCHA

-No plantar después de un bosque, hay que eliminar raíces gruesas o esperar hasta que se hayan descompuesto.

-También eliminar árboles débiles o muertos que rodeen el cultivo.

- Las plantas enfermas no tienen control.



Cuello de planta con micelio blanquecino del hongo *Armillaria mellea*.

#### **-PUDRICIÓN POR PESTALOTIA O TIZÓN DE LOS TALLOS:**

Es una enfermedad producida por un hongo parásito llamado *Pestalotia vaccinii*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

Es importante en viveros donde las condiciones de alta humedad y temperatura, más la presencia de abundantes tejidos tiernos, facilita el desarrollo de la enfermedad. También, el inóculo puede provenir de tejidos enfermos de arándanos u otros huéspedes, destacándose la acícula de pino como tejido susceptible. Otra fuente de inóculo son los tallos y hojas enfermas

que quedan en el suelo. Las conidias son diseminadas por la lluvia y el viento, en el caso de los viveros se disemina con los riegos por aspersión.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Sólo se produce en tallos nuevos, los que muestran clorosis del follaje y muerte completa de ramas, y en la base se produce un anillado de color café oscuro, con o sin partiduras en la corteza. En la zona del cuello se producen numerosos acérvulos (estructuras reproductivas con forma de cojín), que levantan la corteza para liberar gran cantidad de conidias de color negro. En las hojas se produce una necrosis extensiva, de bordes definidos y similar a la que produce *Botrytis cinerea*, esta necrosis va acompañada de la formación de acérvulos similares a los que se producen en el tallo.

#### MÉTODOS DE LUCHA

Esta enfermedad debe manejarse en vivero, eliminando los residuos de plantas y en particular de hojas y restos de tallos de las macetas y el suelo, de lo contrario el reservorio de inóculo es constante. La ventilación es importante para no crear ambientes tropicales en los invernaderos, necesarios para la germinación de la conidia. En los huertos se debe evitar la recepción de plantas con tallos anillados en la base, la poda sanitaria permite eliminar este tipo de ramillas, pero siempre que no queden en el mismo huerto. Fungicidas aplicados al cuello ayudan al control de las conidias. No se debe utilizar acículas de pino en substratos de vivero o en la preparación de caballones.



Hoja con necrosis (izqda.) y tallos con anillado (centro) y con estructuras reproductivas (derecha) de *Pestalotia vaccinii*.

#### **-PLATEADO:**

Es una enfermedad causada por el hongo *Chondrostereum purpureum*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD



Los cuerpos frutales del hongo (basidiocarpos) se forman cuando la necrosis interna de la madera logra alcanzar el borde de la corteza, aparecen en otoño e invierno entremedio de las estrías de la corteza o en cortes de poda de ramas gruesas. Los basidiocarpos son de color rosado a púrpura, adheridos a la corteza y con los bordes ligeramente levantados. Estos producen una gran cantidad de esporas que son diseminadas por el viento, si encuentran una herida profunda en la madera, como un corte de poda, se produce la infección.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Las hojas muestran una coloración plomiza que se intensifica en las hojas superiores, la epidermis de estas hojas se puede desprender con facilidad exponiendo un mesófilo sano, que luego se quemará con el sol dejando lesiones necróticas en las hojas. En los tallos se observa necrosis en el centro de la madera, la que se intensifica hacia la base. Los tallos son más frágiles y se pueden despatillar con facilidad. La fruta de ramas plateadas es más pequeña y no completa la madurez. El arbusto muere en 3 a 4 temporadas si no se realiza manejo de la enfermedad.

#### MÉTODOS DE LUCHA

- Podar lo antes posible en la temporada y proteger los cortes con pinturas protectoras.
- Eliminar las plantas enfermas o, en su defecto, podar las ramas sintomáticas desde la base tan pronto como aparecen los síntomas.
- Té de compost para estimular mecanismos de defensa y revertir síntomas.
- No existe control químico.



Síntomas de *Chondrostereum purpureum* en plantas de arándano, color plateado de las hojas (izqda.) y tallo con necrosis central (dcha.).

### 3.6.1.3. ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

#### -TIZÓN BACTERIANO:

Se trata de una enfermedad que afecta al arándano, cuyo agente causal son las bacterias de la especie *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Cuando la bacteria infecta la planta, se observan ramillas con lesiones rojizas, que luego se tornan color café y secan las yemas.

Los brotes nuevos muestran muerte regresiva y ennegrecimiento. En las hojas se observan manchas necróticas y desprendimiento de la epidermis.

La enfermedad se ve favorecida por condiciones ambientales de temperatura fresca y alta humedad. Se dispersa entre las plantas a través del agua y penetra en ella por las heridas.

#### MÉTODOS DE LUCHA

- Controlar el exceso de humedad, impidiendo riegos excesivos.
- Eliminar los residuos del cultivo.
- No existe control químico eficaz.

#### **-AGALLAS DEL CUELLO:**

La enfermedad la produce una bacteria llamada *Agrobacterium tumefaciens*.

#### CICLO DE LA ENFERMEDAD

La bacteria se moviliza con la ayuda de los flagelos hasta una herida en raíces o cuello. Esta bacteria puede ingresar con el agua de riego o estar presente en el suelo o sustratos, una vez que ubica la herida se adhiere al tejido dañado y traspa un trozo de información genética (plasmidio o plásmido) a la célula huésped. El plásmido contiene información que induce a que la célula crezca y se divida sin control, generando una agalla. Además, el plasmidio induce la producción de proteínas (opines) que le sirven de alimento a *Agrobacterium*, y permiten la multiplicación de la bacteria. Las agallas eventualmente pueden desaparecer cuando éstas se pudren, pero nuevas agallas se forman en otros sectores, siempre y cuando se sigan produciendo heridas.

#### SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

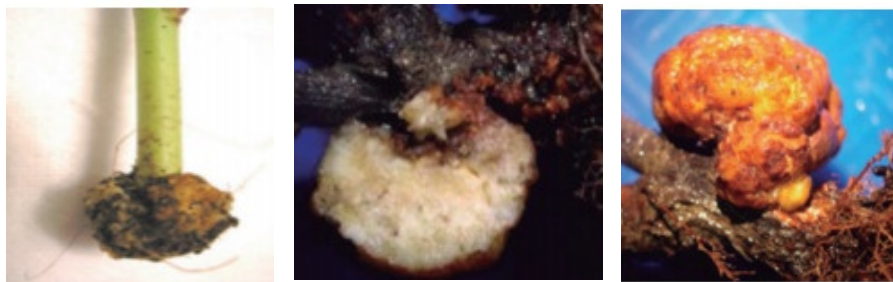
En la zona del cuello y raíces principales se producen tumores o agallas que pueden llegar al tamaño de una pelota de pin-pon. Los síntomas aéreos pueden pasar desde inadvertidos hasta clorosis y enrojecimiento del follaje, disminución del crecimiento y eventualmente la muerte de estas plantas. Mientras más joven es la planta al momento de la aparición de agallas, más llamativos serán los síntomas. Lo normal es detectar las agallas en la zona del cuello, donde se instalan después de recibir alguna herida mecánica o por insectos masticadores. Las agallas tienen una consistencia relativamente más blanda que un callo de cicatrización, su interior presenta un tejido esponjoso y de textura irregular y crecen rápido hasta alcanzar el tamaño de una pelota de 5 cm. Las plantas que se infectan a temprana edad son más débiles y pueden morir.

#### MÉTODOS DE LUCHA

-La enfermedad debe prevenirse, ya que una vez enfermas las plantas quedan modificadas de por vida. Se deben inspeccionar las plantas de viveros, en busca de agallas en la base del cuello, y en caso de estar presentes deben ser eliminadas.

-Como control biológico existe *Agrobacterium radiobacter* raza K84, la cual es efectiva sólo en forma preventiva, evitando el contacto de *A. tumefaciens* con la raíz.

-Una vez que se presenta la enfermedad no existe control curativo y se debe convivir con ella, evitando en lo posible las heridas a las raíces, única forma que tiene la bacteria para causar nuevas infecciones.



Plantas de arándano afectadas por *Agrobacterium tumefaciens*, agallas en cuello (izqda.) y raíces (centro y dcha.).

#### 3.6.1.4. VIROSIS

##### **-VIRUS DE LA MANCHA ANULAR DEL TOMATE-Tomato Ringspot Virus (ToRSV):**

Se trata de un virus que afecta al arándano. Las hojas infectadas sufren malformaciones y presentan manchas cloróticas o necróticas que varían de tamaño. Estos síntomas también se pueden dar en las cañas. Otros síntomas son la muerte regresiva de los tallos, retrasos en el crecimiento y un debilitamiento lento que conduce a la muerte de la planta. Las flores se

desarrollan anormalmente.

El virus se propaga lentamente y se transmite por nematodos que se alimentan de las raíces de las plantas en el suelo. Además, también puede ser transmitido por semillas.

**-VIRUS DE LA MANCHA ANULAR NECRÓTICA DEL TABACO-Tobacco ringspot virus (TRSV):**

Este virus ataca al arándano. Los síntomas se detectan cuando las hojas se deforman, se curvan o arrugan y se cubren de pequeñas manchas rojizas o necróticas. Las manchas se pueden caer, dejando las hojas llenas de agujeros. Algunos cultivares muestran rosetas de hojas terminales o muerte regresiva del tallo. En general, las plantas muestran una disminución constante en el crecimiento y la productividad a lo largo de los años.

La enfermedad se propaga lentamente en forma más o menos circular. Se transmite a través de nematodos y malas hierbas como el diente de león pueden servir como reservorios del virus.

**-VIRUS DE LA QUEMADURA DEL ARÁNDANO-Blueberry scorch virus (BIScV):**

Este virus afecta solamente a las plantas de arándano. Durante la floración se produce la muerte súbita y la necrosis completa de flores y hojas. Las ramas también se pueden ver afectadas. Las flores quemadas suelen mantenerse durante toda la primavera y el verano, y sus síntomas se pueden parecer a los producidos por frío o por botritis. Algunas variedades también muestran clorosis marginal y pueden llegar a morir.

La enfermedad se transmite por el material vegetal infectado, por áfidos en primavera y verano y mecánicamente con las herramientas de poda.



Flores marchitadas en arándano por (BIScV).



Quemadura de hojas (izqda.) y falta de fruta y color más pálido en hojas de arándanos infectados.

**-VIRUS DEL MOTEADO DE LA HOJA DE ARÁNDANO-Blueberry leaf mottle virus (BLMV):**

Las hojas del arándano muestran un patrón moteado, de color verde pálido. Las hojas pueden formarse en roseta. Se dan retrasos en el crecimiento de las plantas y si la infección es muy severa se producirá la muerte de todos los tallos, aunque se da una pequeña cantidad de recrecimiento en la base de la planta, pero se trata de nuevos brotes que dan escasa o nula producción.

**-VIRUS DE LA MANCHA ROJA DEL ARÁNDANO-Blueberry Red Ringspot virus (BRRV):**

Los principales síntomas son manchas pequeñas en el haz de las hojas de color marrón rojizo a finales de verano. Al principio de la temporada aparecen anillos concéntricos de color amarillos. La fruta puede mostrar manchas blanquecinas y el rendimiento global se reduce. Se transmite por plantas madre asintomáticas.



Hojas, brotes y frutos de arándanos afectados por el virus (BRRV).

**-VIRUS DE LA MANCHA ANULAR NECRÓTICA DE ARÁNDANO-Blueberry necrotic ring blotch virus (BNRBV):**

Los síntomas son manchas concéntricas de color marrón a negro irregulares. A diferencia de los anillos causados por el virus de la mancha roja del arándano, estos anillos son visibles tanto en el haz como en el envés de la hoja. Los arbustos tienden a dejar caer las hojas más temprano, y esto puede traducirse en menos yemas de flor para el año siguiente. Las hojas más viejas se ven afectadas primero y la mayoría de las manchas permanecen verdes en el centro. No se transmite a través de la propagación vegetativa, y el virus no persiste en las plantas una vez que se han caído las hojas en otoño.



Manchas producidas en hojas de arándano por el virus (BNRBV).

**3.6.1.5. PLAGAS**

Un apartado menos importante corresponde a las plagas, puesto que sus ataques son esporádicos y tienen poca incidencia en la producción de las plantaciones en Cantabria.

**3.6.1.5.1. INSECTOS**

**-PULGONES:**

En el caso del arándano, los pulgones que más frecuentemente le atacan son *Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* Sulzer. Constituyen uno de los más importantes grupos de insectos que afectan al cultivo, no tanto por su acción directa sobre las plantas sino por ser vectores de diversas enfermedades, especialmente virus. Sus daños son escasos y se derivan de la extracción de nutrientes que realizan al chupar la savia, aparecen sobre los brotes tiernos numerosas colonias que se denotan por la presencia de hormigas atraídas por las gotas de sus secreciones melosas. Estos parásitos se localizan en el envés de las hojas apicales, que se tornan amarillas y se deforman y arrugan como consecuencia de las picaduras.

El control de los pulgones puede realizarse mediante lucha biológica soltando en las plantas afectadas la avispa parasítica "*Aphidius colemani* Viereck". También pueden emplearse insecticidas ecológicos como la "quasia amara" con habón potásico o las "piretrinas naturales", obtenidas de las flores de las plantas del género *Chrysanthemum* sp.

**-COCHINILLAS:**

En algunas plantaciones se ha detectado la presencia de diferentes cochinillas *Lepidosaphes ulmi* L., *Icerya purchasi* Maskell, *Pulvinaria* sp., *Ceroplastes chinensis*, *Coccus hesperidum*, *Parthenolecanium corni* y *Aspidiotus* sp., pero sus daños son muy limitados.

Las cochinillas tienen una escasa movilidad sobre el cultivo, solo algunos estadios



juveniles poseen patas y de esta forma se trasladan hacia otras partes de las plantas donde se establecen formando nuevas colonias. Las primeras fases de las ninfas se alimentan de los nutrientes de los vasos conductores de la savia de las hojas y los pequeños brotes. Además, estos insectos segregan una melaza, sobre la cual se pueden multiplicar distintos hongos que producen daños añadidos a la planta.

Se pueden controlar por lucha biológica soltando depredadores específicos como *Rodolia cardinalis* (Mulsant), parasitoides afelínidos o con pulverizaciones de aceite mineral en invierno.



Cochinilla parasitando una rama principal de arándano.

#### **-DROSOFILA DE ALAS MANCHADAS:**

*Drosophila suzukii*, se trata de un pequeño díptero de la misma familia que la mosca del vinagre. Las hembras, moscas de 3 mm, con el tórax amarillo claro, abdomen con bandas negras y ojos rojos, buscan la fruta madura y depositan los huevos en el interior donde la larva entra en el fruto y, al desarrollarse y alimentarse, provoca la descomposición del fruto perdiendo su valor comercial.

Es conveniente vigilar desde que el fruto empieza a formarse y cuando las temperaturas son superiores a 10 ° C, momento en el que las moscas salen de la diapausa reproductiva. Se pueden observar orificios del tamaño del alfiler causados por el ovopositor. Posteriormente, dos días después, las larvas ablandan el fruto.

#### **-GUSANO DEL ARÁNDANO:**

Se trata de la plaga más importante del arándano en América del Norte. Este insecto es un díptero, la especie *Rhagoletis mendax*, que vive exclusivamente en arándanos.

Los adultos son pequeñas moscas que ponen sus huevos sobre las bayas, en donde nacen las larvas que a continuación se introducen en el fruto para alimentarse de éste. Cuando el fruto infectado cae al suelo, la larva se transforma en pupa para pasar en el invierno. Una vez en el suelo, los gusanos atacan a las raíces, dando lugar a tumores en las plantas, con síntomas parecidos a agallas.

Seguimiento y control durante el periodo de aparición de la mosca, aproximadamente en

mayo o junio.

Otro díptero poco frecuente en las plantaciones de Cantabria que puede causar daños ocasionales es el “Prodiplosis”, *Prodiplosis vaccinii* Felt.

#### **-CACOECIA:**

Este lepidóptero, *Cacoecimorpha pronubana*, es poco frecuente en las plantaciones de la cordillera cantábrica pero puede causar daños ocasionales.

Las hembras adultas, de color marrón claro, depositan los huevos sobre la madera u hojas viejas. Una vez nacidas las larvas forman nidos en las hojas y flores, donde posteriormente se alimentan de las hojas y los frutos recién cuajados. Muchos de esos frutos caen.

El uso de feromonas comerciales para el seguimiento de los machos permite controlar las curvas de vuelo y sugerir las fechas para los tratamientos. Estos se realizan con emulsiones de *Bacillus thuringiensis*, aplicados antes o a mediados de la floración.



Adulto de *Cacoecimorpha pronubana*.

#### **-CHEIMATOBIA:**

Se trata de un lepidóptero con nombre científico *Operophtera brumata*, que ataca principalmente a las plantaciones de arándano.

Los adultos son polillas de 3 cm de largo que emergen de la tierra a principios de otoño. En invierno, las hembras depositan los huevos en las grietas y hendiduras de la corteza de la planta. En primavera las larvas eclosionan y se alimentan de yemas florales y flores recién abiertas. Los daños producidos en éstas y en los pequeños frutos producen un descenso del rendimiento de la cosecha.

Puede resultar útil la aplicación de bacterias de *Bacillus thuringiensis*.

Como medidas culturales, puede resultar eficaz el control de las malas hierbas espontáneas que sirven como refugio a estos insectos.

#### **-GUSANO BLANCO:**



En contadas ocasiones, de forma esporádica, se pueden producir daños notables, originados por las larvas de *Melolontha melolonta* presentes en el terreno. Se trata de una plaga muy polífaga, que puede afectar al arándano. En algunos años puede dejar el sistema radicular completamente destruido, con lo cual los tallos se desecan y un gran porcentaje de las plantas muere.

Los ataques son especialmente dañinos en terrenos sometidos a la técnica del “no cultivo”, que deja a las larvas cumplir su ciclo evolutivo sin interrupción.

**-AVISPA ASIÁTICA o AVISPA NEGRA:**

*Vespa velutina nigrithorax* es un himenóptero social, catalogada como especie exótica invasora y una de las mayores plagas que afectan a toda la cornisa cantábrica.

Los daños en la plantación pueden ser directos por mordeduras en frutos maduros y daños en la cosecha o indirectos por pérdidas de biodiversidad, puesto que es depredadora de abejas y otros polinizadores.

Durante gran parte del ciclo vital vive en colonias compuestas por varios miles de individuos, y todos ellos viven en nidos, excepto en invierno, época en la que sólo sobreviven las reinas jóvenes.

A principios de primavera, emergen las fundadoras de la colmena, que instalan sus nidos primarios en zonas resguardadas, donde crece la primera generación de obreras, hasta principios de Mayo, después construyen nidos más grandes en otro lugar para albergar la fase reproductiva y en Septiembre aparecen los machos y las reinas jóvenes.

Como método de control, se recomienda destruir todos los nidos avistados, siempre de noche, puesto que es más posible cazar al mayor número de avispas y trampa en otoño con alcohol (espanta a las abejas) para eliminar las avispas reinas que comenzarán un nuevo ciclo después del invierno.



Morfología de *Vespa velutina nigrithorax* (izqda.), ataque en arándano (centro) y nido de éstas (dcha.).

#### 3.6.1.5.2. ÁCAROS

Es una plaga poco probable en nuestra zona, puesto que, prefiere condiciones de baja humedad, además, se suele controlar de forma natural con otros depredadores. Existen muchas variedades distintas de ácaros fitófagos, siendo la araña roja, *Tetranychus urticae* y *Panonyichus ulmi*, las principales en plantaciones frutícolas.

Estos ácaros son capaces de provocar importantes daños en el caso de que se encuentren en gran número sobre las plantas; pudiendo sucederse hasta 7-8 generaciones durante un solo verano, con un número extraordinario de individuos.

Las plantas atacadas por infestaciones masivas muestran signos evidentes de debilidad; las hojas pierden la clorofila y el haz adquiere un color amarillento plomizo si el ataque se debe a *Panonyichus ulmi*; y machas rojizas y abombamientos decolorados debido a *Tetranychus urticae*. En la mayor parte de las ocasiones las hojas se desecan y caen prematuramente. Además, puede inhibirse la formación de flor para la próxima cosecha.

El control biológico es posible gracias a la utilización de uno de sus enemigos naturales, el ácaro fitoseido *Phytoseiulus persimilis*, que una vez distribuido sobre las hojas del cultivo realiza una buena acción de control de las poblaciones.

#### 3.6.1.5.3. NEMATODOS

Los nematodos, o larvas del suelo, son gusanos cilíndricos no segmentados, de tamaño muy pequeño, que viven en grandes cantidades en el suelo y el agua. Todas las especies de nematodos se originan en huevos y pasan por una serie de estadíos larvales antes de llegar a la forma adulta. La mayoría son vermiformes, es decir, largos y delgados, y tiene ambos extremos terminados en forma aguzada, excepto *Meloidogyne*, que tienen forma de pera en su estado adulto.

Generalmente se alimentan insertando el estilete, una estructura similar a una aguja, la cual les permite perforar y succionar los nutrientes del interior de las células. Los nematodos que se pueden encontrar en los cultivos de los frutos del bosque se pueden clasificar como ectoparásitos, que son los que no ingresan dentro de las raíces, como *Xiphinema* sp. y *Paratylenchus* sp.; y endoparásitos, que se introducen en las raíces para obtener su alimento, como *Pratylenchus* sp. y *Meloidogyne* sp.

#### **-NEMATODO DE LAS LESIONES:**

*Pratylenchus* sp., se trata de un endoparásito migratorio que causa extensas necrosis en el sistema radicular a medida que se moviliza dentro de la raíz. Su daño es tanto directo, al alimentarse de los tejidos, como indirecto, al disminuir la resistencia natural de la planta a

enfermedades y dejar numerosas heridas que sirven de entrada a otros patógenos.

**-NEMATODO DE LAS AGALLAS:**

*Meloidogyne* sp., endoparásito sedentario cuyas hembras producen tumores radiculares o agallas. La presencia de este nematodo reduce paulatinamente el rendimiento de la planta y aumenta la susceptibilidad de ésta a otras enfermedades. Además, disminuye la absorción de agua y nutrientes por parte de la planta. Quizás sea este el nematodo más importante en cuanto a los daños causados, debido a su gran facilidad para transmitirse dentro de las plantas parasitadas.

**-NEMATODO ANILLADO:**

*Criconemoides* sp., ectoparásito migratorio que posee un largo estilete con el cual produce severas y extensivas lesiones en las raíces. Se destruyen los ápices de crecimiento de éstas, dando lugar a cambios fisiológicos en toda la planta, tales como el aumento de la susceptibilidad a la sequía o cambios en los contenidos de azúcar y proteínas. El daño de este nematodo se hace más notorio en verano con las altas temperaturas.

**-NEMATODO ALFILÉR:**

*Xiphinema* sp., también es un ectoparásito migratorio. Sus síntomas más característicos son deformaciones en los ápices radiculares. El daño directo se puede considerar de menor importancia comparado con la transmisión de virus.

**-NEMATODO AGUJA:**

*Paratylenchus* sp., también un ectoparásito migratorio, el cual detiene el crecimiento de los ápices radiculares. Se considera que los daños que causa no son graves, salvo cuando se dan grandes poblaciones.

Cualquier sospecha de presencia de nematodos debe ser confirmada con un análisis del suelo previo a la plantación. En el caso de que el suelo este infectado, puede ser saneado durante una temporada antes de realizar la plantación, mediante rotaciones con cultivos no huéspedes o plantas tóxicas, como el espárrago, pegletta o el sorgo. Prácticas tales como la solarización o uso de corteza de pino. Dentro del control biológico existen numerosos organismos que se alimentan de nematodos, incluyendo bacterias como *Pausteria* sp., hongos como *Paecilomyces* sp., *Pleurotus* sp., *Arthrobotrys* sp., *Trichotecium* sp. y nematodos predadores como *Monochus* sp. También existen insectos y ácaros que se alimentan de nematodos, todos los cuales se ven favorecidos cuando existen altos niveles de materia orgánica en las plantaciones.

#### 3.6.1.5.4. ROEDORES

A veces, si cerca de la parcela del proyecto se encuentran zonas montañosas con bosques o zonas de monte bajo o matorrales, se da la presencia de roedores, como topillos o ratones.

Se trata de roedores caracterizados por vivir en colonias subterráneas, manifestando su presencia en la superficie de la parcela con grupos de “toperas” formadas con la tierra excavada por los ejemplares adultos.

Los daños que causan estos mamíferos están relacionados con el consumo y rotura de raíces. Por otra parte, las numerosas galerías excavadas al pie de la planta son causa, en periodo de lluvias, de inundaciones prolongadas, que pueden provocar casos de asfixia radicular. Las lesiones producidas por rotura de raíces pueden ser más o menos intensas, manifestándose por un debilitamiento general de la planta, con desarrollo de brotes cortos, poco vigorosos y hojas cloróticas. En ataques muy intensos, el sistema radicular es destruido totalmente, impidiendo la circulación de la savia, por lo que la planta muere.

En la lucha contra esta plaga, se recomienda vigilar periódicamente la plantación y, en el momento en que aparezcan los primeros roedores, actuar con prontitud colocando cepe-trampa, con objeto de eliminar las camadas fundadoras de nuevas colonias. Además, es muy importante la colaboración de los depredadores naturales, como son los zorros, perros ratoneros, comadrejas, milanos, búhos, etc. Hay que tratar de favorecer y proteger esta fauna salvaje conservando el entorno y los lugares de cría y refugio de la misma.

En el control biológico de plagas, también es frecuente el uso de preparados vegetales. Se trata de productos a base de sustancias producidas por las plantas, contra roedores, funciona pulverizar extracto de tártago (*Euphorbia lathyris*), el mal olor de esta planta los repele. Generalmente, las épocas más indicadas para realizar el tratamiento son la primavera y el final del otoño.

#### 3.6.1.5.5. AVES

Otro de los problemas que pueden presentarse en determinadas plantaciones son los pájaros. Del mismo modo que ocurre con los roedores, aquellas parcelas en cuyas cercanías crezcan árboles donde se refugian y anidan, puede tener cierta importancia la acción de diferentes tipos de aves, como tordos, mirlos, estorninos, arrendajos o malvices, pudiendo llegar a consumir cantidades importantes de frutos. La importancia económica de los daños causados es muy variable, dependiendo de las densidades de población, las condiciones del

medio y el clima. En general, las poblaciones de pájaros no son tan importantes como para ocasionar pérdidas económicas que justifiquen algún tipo de intervención.

En caso de que sea necesario tomar algunas medidas, los métodos para controlar la acción de los pájaros se basan en artilugios ahuyentadores tales como cintas reflectantes, emisores de sonidos pregrabados de rapaces, espantapájaros acústicos automáticos, etc.

### 3.6.2. Planificación de tratamiento

Dada la rusticidad del arándano y los escasos y moderados ataques de plagas y enfermedades en nuestra zona, es factible y el promotor lo exige, llevar a cabo el cultivo en producción ecológica.

Para ello, es necesario un seguimiento y control exhaustivo de la plantación, prevención, limpieza y orden en las tareas anuales y una rápida refrigeración para mantener una calidad óptima del fruto. En caso de enfermedad, se precisa la identificación exacta con el asesoramiento técnico competente. Si hiciera falta, hoy en día, existe una amplia gama de productos ecológicos permitidos con gran eficacia sobre los patógenos que se den y se pueden consultar en el anexo II del Reglamento CE nº 889/2008.

Según el punto anterior y teniendo en cuenta los parásitos más frecuentes en las plantaciones de la zona y según su ciclo biológico se tiene a bien colocar trampas caseras y prevenir para:

-Hongos de madera: tratamiento de cobre, cada dos años, a finales de febrero-marzo tras la poda, en el periodo de caída de hoja y con temperaturas superiores a 5 °C, por riesgos de fitotoxicidad, como máximo se puede aplicar 6 kg/ha. La aplicación se realizará mediante un pulverizador hidroneumático. En nuestro caso optamos por una dosis preventiva de 1,5 kg/ha.

-Mosca de alas manchadas: para las primeras detecciones y para monitorizar la plaga, se colocarán unas 36 botellas de plástico (6 por sector) de 1-1,5 l con tapa y agujeros de 5mm en la parte superior. Como atrayente se introducen 250 ml de vinagre, sidra o vino tinto diluidos en agua al 50%. Las trampas las colocaremos cuando las temperaturas superen los 10 °C o cuando la fruta empiece a formarse. Es importante colocarlas a la sombra y observar el contenido y renovarlo semanalmente.

-Roedores: para prevenir esta plaga se plantará alrededor de la plantación, ejemplares de *Euphorbia lathyris*.

No obstante si fuera necesario y algún año se observara la presencia de alguna enfermedad o plagas de los que se describen en el epígrafe anterior se procederá a un tratamiento específico para ese determinado caso.

### 3.7. Cosecha

Como se definió en el anejo “alternativas estratégicas” se opta por la recogida manual, al ser una cosecha escalonada y delicada.

La cosecha se realizará conforme a la normativa que recoge la ONU referente a la calidad comercial de los frutos del bosque en UNECE STANDARD FFV-57 relativa a la comercialización y control de la calidad de los frutos rojos. Estas normas son de referencia y no son de obligado cumplimiento.

Los frutos deben estar: intactos, sanos, limpios, libres de plagas, con aspecto fresco y exentos de humedad, las condiciones de las frutas deben ser tales que permiten:

- Soportar el transporte y la manipulación.
- Llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

#### 3.7.1. ÉPOCA DE RECOGIDA DE ARÁNDANO

Así como, en general, las demás operaciones en estos cultivos no requieren mucha mano de obra, ya que pueden esparcirse ampliamente en el tiempo, cuando llega el momento de la maduración de los frutos es indispensable disponer de un número adecuado de recolectores, puestos que los frutos deben ser recogidos en el momento justo; de no ser así se caen o se deterioran.

El conseguir personal eventual para las labores de campaña no supone ningún problema debido a la localización de la parcela de cultivo. Ésta se encuentra próxima a núcleos de población, lo que puede facilitar la contratación de personas libres de empleo durante el periodo estival (sobre todo estudiantes) y dispuestas a realizar este tipo de trabajo poco duro físicamente.

Tabla 10: Periodos de recolección de cada variedad.

Especie	Junio			Julio				Agosto			Septiembre		
Duke													
Spartan													

Draper															
Elliot															
Ochlockonee															

### 3.7.2. NECESIDADES DE OPERARIOS EN LA RECOLECCIÓN

Debido a la floración gradual del arándano, en la época de maduración de los racimos frutales nos encontraremos con bayas listas para su recogida y otras aún inmaduras de color verde claro. Por lo tanto la recolección ha de hacerse en varias pasadas que duren un total de 2 a 5 semanas con intervalos de 5-7 días. Si se destina al mercado en fresco, como es nuestro caso, es aconsejable que el inicio de la recolección sea 5-6 días a partir de que hayamos visto el 10-15% de la plantación con frutos totalmente de color azul, esto aumentará la calidad del producto.

A continuación se hace una estimación de las necesidades de mano de obra para la recolección. Teniendo en cuenta que cada operario puede recoger 48 kg arándano/día en paquetes individuales y con la técnica de vibrado manual y remolque se pueden alcanzar rendimientos de 280 kg arándano/día, suponiendo que el horario de trabajo sean 8 horas/día.

Como la producción irá en aumento con el paso de los años, hasta que logre estabilizarse en el año 10, explicaremos como haremos cada época de recolección.



Remolque para la recolección de arándano.

Tabla 11: Estimación de la producción de cada variedad por año.

Año de plantación	Kg/planta	Producción (kg/año)					Nº de operarios
		Duke	Spartan	Draper	Elliot	Ochlockonee	

		(2160 plantas)	(2075 plantas)	(2034 plantas)	(2075 plantas)	(4054 plantas)	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	0,2	432	415	406,8	415	730,8	1-2
4	2	4320	4150	4068	4150	7308	2
5	3,5	7560	7262,5	7119	7262,5	12789	4
6	5,5	11880	11412,5	11187	11412,5	20097	4-5
7	6,5	14040	13487,5	13221	13487,5	23751	5
8	7	15120	14525	14238	14525	25578	5
9	8	17280	16600	16272	16600	29232	6
10	9	19440	18675	18306	18675	32886	6
20	9	19440	18675	18306	18675	32886	6

#### PRIMER Y SEGUNDO AÑO DE COSECHA:

El primer y segundo año de cosecha, equivale al tercero y cuarto de plantación, la producción aún es baja, los arándanos serán recogidos por 2 operarios, con la ayuda del promotor en época de solapamiento cada 5 días, es decir 6 pasadas por mes que dura la recolección de cada variedad. En Septiembre, la producción es mayor, puesto que hay más plantas de la variedad ojo de conejo, en este momento alternarán 6 días en un sector de la variedad y otros 6 días en el otro, haciendo un total de 12 pasadas.

#### TERCERO Y CUARTO AÑO DE COSECHA:

Lo que es lo mismo del quinto al tercero de plantación. Se contará con dos remolques como los de la foto y 4 operarios por tanto cada pareja de operarios irá por una línea con un remolque. El número de pasadas será el mismo que los dos anteriores, 6 pasadas cada 5 días. En Septiembre, la producción es mayor, el tercer año se harán 15 pasadas alternando los dos sectores que producirán cosecha este mes y el cuarto año, contaremos con 5 operarios que efectuarán unas 20 pasadas en total.

#### QUINTO Y SEXTO AÑO DE COSECHA:

Durante estos años, 5 operarios harán 10 pasadas cada 3 días con 2 carros, se dividirán en cuadrillas de 3 y 2, intercambiándose según el cansancio. En Septiembre, el quinto año de cosecha, séptimo de plantación, la recogida se efectuará como el año anterior, los 5 operarios trabajarán 20 días, y el sexto año de cosecha, octavo de plantación necesitarán 25 días para cubrir las necesidades de producción.

#### DEL SÉPTIMO AL VEINTIAVO AÑO DE COSECHA:



Contrataremos 6 operarios para el año noveno en adelante, hasta final de vida de la plantación, la recogida será cada 3 días, es decir 10 pasadas por mes, en las variedades *V.corymbosum*. En Septiembre, con la variedad Ochlockonee se recolectará todos los días alternando el sector.

### 3.8. Calendario de las fechas previsibles de la ejecución de los trabajos

A continuación presentamos las labores que habrá que llevar a cabo en el primer año agrícola.

Tabla 12: Operaciones a realizar durante el año 0.

LABOR	MAQUINARIA	INSUMOS	OPERARIOS	FECHAS
DESBROCE MECÁNICO	CARGADORA FRONTAL		TRACTORISTA	1-IX al 5-IX
SUBSOLADO	TRACTOR+SUBSOLAOR		TRACTORISTA	10-IX al 15-IX
ENMIENDAS	TRACTOR+REMOLQUE ESPARCIDOR+ABONADORA	ESTIÉRCOL (20t/ha) AZUFRE (500 kg/ha) SULFATO DE MAGNESIO (400 kg/ha)	TRACTORISTA	20-IX al 25-IX
CHISEL	TRACTOR+CHISEL		TRACTORISTA	25-IX al 30-IX
CULTIVADOR LIGERO	TRACTOR+CULTIVADOR		TRACTORISTA	1-XI al 5-XI
REPLANTEO	ESTACIÓN TOTAL		2 PEONES	5-XI al 10-XI
I ACOLCHADO	TRACTOR+REMOLQUE	CORTEZA DE PINO Y TURBA	TRACTORISTA	10-XI al 15-XI
PLANTACIÓN TÁRTAGO		SEMILLAS <i>Euphorbia lathyris</i>	1 PEÓN	15-XI al 20-XI
INSTALACIÓN RIEGO POR GOTEO + ACOLCHADO PLÁSTICO+TRANSPLANTE	MÁQUINA TRASPLANTADORA AUTOMÁTICA	TUBERÍAS PLANTONES Y MALLA PLÁSTICA	EMPRESA ESPECIALIZADA	20-XI al 30-XI
RIEGO DE ASENTAMIENTO		AGUA	1 PEÓN	20-XI al 30-XI

Tabla 13: Operaciones a realizar año 1.

MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS	CORTACÉSPED		1 PEÓN	15-II al 30-II
REVISIÓN DE PLANTONES- REPOSICIÓN DE MARRAS Y PODA DE FORMACIÓN	TIJERAS NEUMÁTICAS	PLANTONES	3 PEONES	1-III al 15-III
COLOCACIÓN DE COLMENAS		2 COLMENAS POR SECTOR	1 PEÓN	15-16 de III
TRATAMIENTO DE Cu	PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO	SULFATO DE Cu (1,5 kg/ha)	1 PEÓN	15-III al 30-III
COLOCACIÓN DE		TRAMPAS CASERAS	1 PEÓN	1-IV al 5-IV

TRAMPAS CONTRA MOSCA DE ALAS MANCHADAS				
MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS	CORTACÉSPED		1 PEÓN	15-V al 30-V
SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA PLANTACIÓN			1 TÉCNICO	15-VII al 30-VII
MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS	CORTACÉSPED		1 PEÓN	15-IX al 30-IX
MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS	CORTACÉSPED		1 PEÓN	15-XII al 30-XII

## 4. Implementación necesaria

Teniendo en cuenta que la superficie efectiva sobre la que se va a trabajar es de 6,5 ha se definirán las siguientes necesidades.

### 4.1. Materias primas

#### 4.1.1. Material vegetal

Tabla 14: Material vegetal del que se dispone

Especie	Variedad	Número de plantas	REPOSICIÓN (2 POR MIL)	Nº de PLANTAS+REPOSICIÓN
<i>V.corymbosum</i>	Duke	1994	4	1998
	Spartan	1909	4	1913
	Draper	1890	4	1894
	Elliot	1909	4	1913
<i>V.ashei</i>	Ochlockonee	4242	9	4251
	Powderblue	429	1	430
TOTAL	-	12373	26	12399

#### 4.1.2. Enmiendas y abonos

Tabla 15: Tratamientos fertilizantes año 0.

PRODUCTO	CANTIDAD UNITARIA A APORTAR	CANTIDAD TOTAL A APORTAR
Enmienda orgánica de estiércol bovino	20t/ha	120t

Azufre elemental	500 kg/ha	3t
Sulfato de magnesio 27% Mg	400 kg/ha	2,4t

#### 4.1.3. Tratamientos fitosanitarios

Los tratamientos planificados serán los siguientes.

Tabla 16: Tratamiento fitosanitarios año 1.

FECHA	MATERIA ACTIVA	PLAGA	CARACTERÍSTICAS	PLAZO DE SEGURIDAD	DOSIS	CANTIDAD UNITARIA A APORTAR	CANTIDAD TOTAL A APORTAR
15-III al 30-III	Sulfato cuprocálcico 20%	Hongos de madera	-Fungicidas con actividad sistémica y por contacto -Presentados en forma de polvo mojable	NP	0,6-1%	450l/ha 4kg/ha	2700l 24kg

## 4.2. Maquinaria

A continuación se describen las máquinas que se van a utilizar durante el proceso productivo.

El agricultor posee algunas que se podrán emplear en las operaciones de la finca objeto del proyecto, el resto se alquilará, no teniendo problemas en este sentido ya que existen en la zona, empresas dedicadas al alquiler de maquinaria agrícola. De forma general, la maquinaria alquilada se suele adquirir con su propio conductor, puesto que su experiencia en la utilización de la misma rentabilizará el trabajo haciéndolo más eficiente y seguro.

## 4.2.1. Descripción de la maquinaria

### 4.2.1.1. FASE DE PLANTACIÓN

#### 4.2.1.1.1. MAQUINARIA ALQUILADA

##### **-CARGADORA FRONTAL:**

Máquina de uso frecuente para movimientos de tierra, sirve para mover grandes cantidades de terreno en poco tiempo, las hay de diferente tamaño escogemos una pequeña, que son las que tienen un balde de carga de un metro cúbico o menor y con neumáticos, que nos permite un rápido traslado y operatividad en todo tipo de terreno.

##### **-TRACTOR+SUBSOLADOR:**

Como este trabajo se efectuará antes de la plantación, y no tenemos limitación de anchura se escogerá un subsolador de 9 brazos de acero, con anchura de 4,68 m, la profundidad que nos permite está máquina será hasta los 60 cm, y el tractor que necesitemos tendrá una potencia aproximada de 300 CV. El precio de alquiler aproximado será 60 €/h. (Incluye tractorista).

##### **-TRACTOR+REMOLQUE ESPARCIDOR:**

Distribuidor de estiércol de fondo móvil de 8000 kg de carga, con un ancho de trabajo de 3,50 metros. Precio de alquiler tractor más remolque: 70 €/h. (Incluye tractorista).

##### **-TRACTOR+ABONADORA CENTRÍFUGA:**

Abonadora centrífuga semisuspendida, de dos discos lanzadores movidos por la toma de fuerza del tractor, tolva de 600 kg de capacidad. Con un ancho de trabajo de 12m. Precio de alquiler: 30 €/h. (Incluye tractorista).

##### **-TRACTOR+ARADO CHISEL:**

Tractor 200 CV. Chisel de 13 brazos en 3 filas. Con una separación entre ellos de 25 cm. Anchura de trabajo: 3 m. Profundidad de trabajo: 0,30 m. Con una potencia máxima por cuerpo de 30 kW/m. La velocidad de trabajo debe de estar en torno (7- 9 km/h) para mejorar su eficacia. La eficiencia en parcela está entre 0,7. Precio de alquiler: 60 €/h. (Incluye tractorista).

**-TRACTOR+CULTIVADOR LIGERO:**

Implemento enganchado al tripuntal regulable en inclinación con una labor de profundidad inferior a 20cm. Cultivador de 25 brazos en 3 filas con una anchura de trabajo de 6 metros, con un sistema de seguridad por un enrollamiento o muelle y con rejas universales de 24cm de ancho de labor con porta herramientas trasero con posibilidad de incorporar un rodillo o rastra de púas. Potencia necesaria de tractor 180 CV. Precio de alquiler: 60 €/h. (Incluye tractorista).

**-TRACTOR+TRASPLANTADORA AUTOMÁTICA:**

Máquina que simultáneamente desenrolla las tuberías de riego localizado, además coloca el acolchado de 1,5 m haciendo caballones con discos flexibles y trasplanta los plantones a la distancia programada. Tractor 200 CV. Una línea por pase. Rendimiento horario 1000 plantas/hora. Con sistema de guiado de alineación por láser. Precio de alquiler: 150 €/h. (Incluye tractorista y dos operarios).

**4.2.1.2. FASE DE EXPLOTACIÓN****4.2.1.2.1. MAQUINARIA ALQUILADA****-TRACTOR+PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO o ATOMIZADOR:**

Es un equipo arrastrado aplicador de productos fitosanitarios de 3000l de 12 boquillas (2x6). Consta de un rodete helicoidal en la parte trasera por el que entra el aire de fuera hacia dentro mandándolo hacia adelante y provoca que choque contra una chapa orientando el aire hacia un determinado lugar por el que es canalizado, haciendo un cambio en la dirección del aire, la pulverización es hidráulica pero la distribución de las gotas que se produce por la corriente de aire para permitir que llegue hasta la superficie objetivo es neumática. 2 líneas por pase. Toma de fuerza 540 rpm. Velocidad de trabajo 5 km/h. Eficiencia en parcela 0,5 y potencia recomendada 80 CV. Caudal 140 l/min y caudal de aire 30000 m<sup>3</sup>/h. Diámetro ventilador 750mm.

**4.2.1.2.2. MAQUINARIA PROPIA****-CORTACÉSPED o DESBROZADORA:**

Segadora profesional rotativa de eje horizontal. Anchura de trabajo 2 m. Dispositivo de corte por tres cuchillas. Toma de fuerza 540 rpm. Velocidad de avance de 0,8-5 km/h. Potencia 28,6 CV. Valor de adquisición: 3.212 €.

**-TIJERAS NEUMÁTICAS+MOTOCOMPRESOR****4.2.2. Horas de trabajo de la maquinaria.**

A continuación se recogen las características de la maquinaria alquilada que se utilizará y el cálculo de horas necesarias para cada labor:

MÁQUINA	Potencia recomendada (kW)	Ancho de trabajo (m)	VELOCIDAD (km/h)	Eficiencia	C <sub>TT</sub> (ha/h)	C <sub>TR</sub> (ha/h)	T <sub>OP</sub> (h/ha)	Horas necesarias por cada labor
Pala	40	2,5	5	0,7	1,25	0,87	1,14	6,84
Subsolador	140	5	4	0,8	2	1,6	0,62	3,75
Remolque	90	3,5	6,5	0,8	2,27	1,82	0,56	3,36
Abonadora	80	12	4	0,75	4,8	3,6	0,28	1,68
Arado Chisel	140	3	8	0,8	2,4	1,92	0,52	3,12
Cultivador ligero	30	6	7	0,8	4,2	3,36	0,3	1,8
Trasplantadora	100	4,5	1,5	0,7	0,67	0,47	2,12	12,72
Atomizador	60	3	5	0,7	1,5	1,05	0,95	5,7
Cortacésped	30	2	5	0,75	1	0,75	1,33	7,98
Tijeras neumáticas	-	3	0,5	0,5	0,15	0,08	15	90

Potencia recomendada (kW): potencia que demanda el apero según el catálogo técnico. Necesitaremos diferentes tractores para cada apero, en función de la potencia que se exija para cada labor. Como todas estas tareas serán alquiladas. El tractorista será el encargado de escoger la unidad motriz correcta.

Ancho de trabajo (m): ancho de trabajo según el catálogo técnico.

VELOCIDAD (km/h): velocidad de trabajo según el catálogo técnico.

Eficiencia: eficiencia de trabajo según el catálogo.

$C_{TT}$ : capacidad de trabajo teórico (ha/h).

$$C_{TT} = \frac{v \left( \frac{km}{h} \right) * A \left( m \right) * 1000 \left( \frac{m}{km} \right)}{10000 \left( \frac{m^2}{ha} \right)}$$

$C_{TR}$ : capacidad de trabajo real (ha/h).

$$C_{TR} = C_{TT} * Eficiencia$$

$T_{OP}$ : tiempo de operación (h/ha).

$$T_{OP} = \frac{1}{C_{TR}}$$

Horas necesarias por cada labor:  $T_{OP} * superficie efectiva de la parcela (6 ha)$ .

#### 4.2.3. Cálculo de la vida útil de la maquinaria

La segadora-cortacésped y las tijeras automáticas con su motocompresor, serán las máquinas que compraremos.

Para estimar la vida útil, utilizaremos el método de la amortización técnica: cuando el coste horario de amortización, por el número de horas de trabajo anuales y por el número de años de trabajo se iguala al valor de la adquisición, se dice que se alcanza la amortización técnica y la máquina debe ser reemplazada.

$$CH * h * N = V_a$$

CH: coste horario de amortización

h: horas de trabajo anuales

N: número de años de trabajo

$V_a$ : valor de adquisición

Siendo CH:

$$CH = \frac{V_a}{H_{máx}} + \frac{V_a}{N_{máx} * h}$$

$H_{\max}$ : horas de vida máxima (estipulado en tablas)

$N_{\max}$ : años de vida máxima

Si despejamos el valor  $N$  el número de años de trabajo o vida útil nos queda la siguiente ecuación:

$$N = \frac{1}{\frac{h}{H_{\max}} + \frac{1}{N_{\max}}}$$

Tabla 17: Años de vida útil de la maquinaria.

MÁQUINA	Nº de labores al año	Horas necesarias de cada labor	Horas totales aproximadas por exceso= h (h/año)	$N_{\max}$	$H_{\max}$	$N$
Cortacésped	4	7,98	32	15	12000	14,5
Tijeras neumáticas + Motocompresor	1	90	90	15	12000	13,5

Por lo tanto, aguantaremos y no renovaremos la maquinaria en todo el periodo de vida útil de la plantación.

### 4.3. Mano de obra

La mano de obra tanto en el momento de la plantación como el resto de la vida del cultivo es fundamental, siendo uno de los elementos que más gasto supone a la explotación.

En la explotación se empleará dos tipos de mano de obra fija y temporal.

-Mano de obra fija:

Este tipo de mano de obra será cubierta en su totalidad por el promotor del proyecto que realizará las funciones de mantenimiento de calles y servicios, mantenimiento de la maquinaria, colocación de trampas, revisión de plantas, poda y riegos.

-Mano de obra temporal:

Entendemos por mano de obra temporal, aquella mano de obra que se contrata por un periodo de tiempo corto y que surge debido a las necesidades de la finca pudiendo ser tanto mano de obra especializada o no especializada, según sean las necesidades del momento.



Primeramente se definirán los rendimientos unitarios de las labores realizadas manualmente para poder conocer el tiempo necesario para realizar la labor:

<b>LABORES MANUALES</b>	<b>RENDIMIENTO POR OPERARIO (RO)</b>
PODA	15h/ha
PLANTACIÓN DE TÁRTAGO	1h/ha
REPOSICIÓN DE MARRAS	1h/ha
COLOCACIÓN DE TRAMPAS	1h/ha
COLOCACIÓN DE COLMENAS	1h/ha
SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA PLANTACIÓN	1h/ha
COSECHA CON REMOLQUE	0,22 h/kg

Se debe tener en cuenta que las labores realizadas se ponderarán como una disponibilidad de días hábiles respecto de los días naturales con las siguientes correcciones:

-Coeficiente de días válidos de 0,7 (CV)

-Jornada laboral de 8 horas (JL)

Los días naturales se obtienen del epígrafe 3.9. Calendario de las fechas previsibles de la ejecución de los trabajos.

Por lo tanto:

Horas disponibles: días naturales \* CV \* JL

Las horas necesarias se obtendrán según sea realizado el trabajo:

-Si se realiza a máquina se sacan del epígrafe 4.2.2. Horas necesarias por cada labor.

-Si se realiza manualmente se sacan de la tabla anterior rendimiento por operario (RO)\* superficie de la parcela (6 ha).

Operarios: horas necesarias / horas disponibles; en el caso de no ser un valor exacto se redondea por exceso.

Por lo tanto existirá una cierta holgura de las horas necesarias respecto de las horas disponibles, esto será importante y necesario por dos razones:

-La holgura necesaria nos permite realizar las labores de preparación de la maquinaria tanto del tractor como del apero con el que se va a trabajar. También da el tiempo para realizar las mezclas que sean necesarias o el llenado del apero con el producto si fuera necesaria. También nos permite la concesión de tiempo para el mantenimiento de la demás maquinaria en general y del tractor (lubricación y combustible).Que en este supuesto no se tienen en cuenta.

-Nos permite en ciertas labores cuya holgura es mayor realizar el trabajo en el día más apropiado ya que en este supuesto no se cuenta con la posible incidencia de condiciones meteorológicas adversas o de simplemente buscar las mejores condiciones para realizar la labor con el fin de que mejore la calidad de nuestro producto. Que en este supuesto no se tienen en cuenta.

**Tabla 18: Labores del proceso productivo año 0.**

LABOR	FECHAS	DÍAS NATURALES	HORAS DISPONIBLES	HORAS NECESARIAS	OPERARIOS
DESBROCE MECÁNICO	1-IX al 5-IX	5	28	6,84	1
SUBSOLADO	10-IX al 15-IX	5	28	3,75	1
ENMIENDAS (remolque+abonadora)	20-IX al 25-IX	5	28	3,36 + 1,68	1
CHISEL	25-IX al 30-IX	5	28	3,12	1
CULTIVADOR LIGERO	1-X al 5-X	5	28	1,8	1
REPLANTEO	5-X al 10-X	5	28	8	2
I ACOLCHADO	10-X al 15-X	5	28	1,68	1

<b>PLANTACIÓN TÁRTAGO</b>	15-X al 20-X	5	28	2	1
<b>INSTALACIÓN RIEGO POR GOTEO + ACOLCHADO PLÁSTICO+TRANSPLANTE</b>	20-XI al 5-XII	10	56	12,72	3
<b>RIEGO DE ASENTAMIENTO</b>	5-XII al 6-XII	1	6	1	1

Tabla 19: Labores del proceso productivo año 1.

<b>LABOR</b>	<b>FECHAS</b>	<b>DÍAS NATURALES</b>	<b>HORAS DISPONIBLES</b>	<b>HORAS NECESARIAS</b>	<b>OPERARIOS</b>
<b>MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS</b>	15-II al 30-II	5	28	7,98	1
<b>REVISIÓN DE PLANTONES-REPOSICIÓN DE MARRAS</b>	1-III al 5-III	15	84	6	1
<b>COLOCACIÓN DE COLMENAS</b>	15-16 de III	2	42	6	1
<b>PODA DE FORMACIÓN</b>	5-III al 25-III	20	112	90	2
<b>TRATAMIENTO DE Cu</b>	25-III al 30-III	5	28	5,7	1
<b>COLOCACIÓN DE TRAMPAS CONTRA MOSCA DE ALAS MANCHADAS</b>	1-IV al 5-IV	5	28	6	1
<b>MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS</b>	15-V al 30-V	5	28	7,98	1
<b>SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA PLANTACIÓN</b>	15-VII al 30-VII	15	84	6	1
<b>MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS</b>	15-IX al 30-IX	15	84	7,98	1
<b>MANTENIMIENTO DE CALLES Y SERVICIOS</b>	15-XII al 30-XII	15	84	7,98	1

Labores del proceso productivo año 2 y siguientes.

Como nuestra producción es escalonada y en aumento hasta que se regulariza a partir del año 10 cada labor la hemos explicado detalladamente en cada apartado.

## **ANEJO 11: CASETA DE RIEGO**

1.	Introducción .....	2
2.	Legislación aplicable.....	2
3.	Información previa .....	2
4.	Características constructivas.....	2
4.1.	Cimentación .....	2
4.2.	Solera.....	2
4.3.	Caseta prefabricada de hormigón.....	3
5.	Instalación de la caseta .....	3
5.1.	Materiales .....	3
5.2.	Maquinaria .....	3
5.3.	Fechas de desarrollo de la edificación .....	3
5.4.	Mano de obra.....	3
5.5.	Implementación de la edificación .....	4
	Tabla 1: Cantidades de los materiales empleados en la caseta.....	3
	Tabla 2: Fecha de operaciones prevista durante el año 0. ....	3

## 1. Introducción

Con el presente anejo se definirán las características constructivas de la caseta que por simplificación de obra alojará el cuarto que albergará los equipos de riego. Tendrá por misión salvaguardar la instalación aumentando su vida útil y disminuir el daño que pudieran causar los agentes climatológicos.

## 2. Legislación aplicable

Aunque dicha edificación como se expuso en el estudio geotécnico no queda enmarcada como aplicable la legislación de la LOE no es por ello un motivo de exención de cumplimiento en este proyecto ya que se buscan las máximas garantías de funcionalidad y seguridad de la edificación por tanto será de cumplimiento tanto el EHE-08 como el CTE, ambas normativas junto con la LOE serán de aplicación.

## 3. Información previa

Las características necesarias para el siguiente anejo son las siguientes:

- superficie de la edificación : 16,00 m<sup>2</sup>
- Características de edificación: Caseta prefabricada de hormigón a un agua de 16x2,5
- Características según CTE DB SE-C: C-0 Y T-1
- Tensión admisible del terreno 0,2 MPa.
- Presencia de la capa freática a 1,70 m.

## 4. Características constructivas

### 4.1. Cimentación

Teniendo en cuenta las características constructivas de la caseta de hormigón prefabricado, la compatibilidad de las obras a realizar sobre el terreno, se procede a describir las prescripciones sobre este apartado conforme a la cimentación más conveniente en este tipo de estructura según la empresa suministradora de dicha caseta. Se realizará una zapata corrida sobre muro de hormigón con unas dimensiones de 40 x 40 cm. Se empleará hormigón HA-25/B/20/Ila .

### 4.2. Solera

Se compondrá de dos pisos. Primeramente se procederá a un encachado de grava de 15 cm con el fin de asegurar el firme. Posteriormente y sobre el mismo se dispondrá una capa de

hormigón HA-25/B/20/IIa de otros 15 cm con el fin de impermeabilizar el firme y homogeneizar la superficie del suelo.

### 4.3. Caseta prefabricada de hormigón

Se trata de una caseta de hormigón prefabricada con unas dimensiones de una altura en la fachada principal de 2,50 m. Ocupa una superficie de 4 x 4 m. El cerramiento exterior es de bloque de hormigón por los laterales y la parte superior, con correas de hormigón prefabricadas. El espesor del panel de hormigón prefabricado es de 30 cm.

## 5. Instalación de la caseta

### 5.1. Materiales

Según lo especificado en el siguiente anejo y en las mediciones del apartado de presupuesto se deberá disponer de:

**Tabla 1: Cantidades de los materiales empleados en la caseta.**

MATERIALES	CANTIDAD(m <sup>3</sup> )
Hormigón HA-25/B/20/IIa	2,29
GRAVA	2,17

### 5.2. Maquinaria

- Retroexcavadora sobre orugas de 160 CV de potencia.
- Pisón vibrante a gasóleo de 4 CV.
- Pala cargadora 1,30 m<sup>3</sup>

### 5.3. Fechas de desarrollo de la edificación

**Tabla 2: Fecha de operaciones prevista durante el año 0.**

LABOR	FECHA PREVISTA
Desbroce y limpieza del terreno	10-XI
Excavación de zanjas de cimentación	11-XI
Cimentación	12-XI
Solera	13-XI
Instalación caseta	14-XI

### 5.4. Mano de obra

Para la instalación de la caseta se contrata a una empresa de instalación de sistemas de riegos que se encarga también de la instalación de casetas prefabricadas contando por ello de:

-2 peones ordinarios de la construcción

### **5.5. Implementación de la edificación**

Mediante una pala cargadora se procederá a la retirada de la capa de tierra vegetal. A continuación se realiza la excavación de las zapatas con retroexcavadora. Después se realiza el hormigonado de la zapata. Luego se realiza el enchachado de grava sobre la solera para dejar compacto y homogéneo el firme con el fin de impermeabilizar el suelo. Acto seguido se dispondrá una capa de hormigón sobre la grava y se compactará mediante un pisón vibrante. Finalmente se instalará la caseta prefabricada.

## ANEJO 12:INGENIERÍA DEL RIEGO

1.	Introducción .....	3
2.	Cálculos de la instalación .....	3
2.1.	Diseño agronómico .....	3
2.1.1.	Cálculo necesidades máximas arándano y periodo de riego .....	6
2.1.2.	Cálculo necesidades totales de agua.....	7
2.1.3.	Cálculo del número de emisores.....	12
2.1.4.	Cálculo de número de sectores.....	13
2.2.	Diseño hidráulico.....	14
2.2.1.	Características de los emisores .....	14
2.2.2.	Diseño de las subunidades de riego.....	14
2.3.	Sondeo.....	22
2.4.	Diseño de equipos de riego.....	23
2.4.1.	Grupo de presión.....	23
2.4.2.	Equipos de filtrado .....	24
2.4.3.	Equipos para la medida y control.....	25
2.4.4.	Equipo de fertirrigación.....	26
3.	Instalación del cabezal y tuberías .....	26
3.1.	Materiales .....	26
3.2.	Maquinaria .....	27
3.3.	Fechas de instalación .....	28
3.4.	Mano de obra.....	28
3.5.	Implementación de la instalación .....	28
3.5.1.	Colocación de la instalación de riego .....	28
3.5.2.	Colocación del cabezal de riego .....	29



Tabla 1: Valores de Kc en función del estado fenológico del arándano recomendado por la FAO. .....	6
Tabla 2: Variación de Kc en el cultivo de arándano. ....	6
Tabla 3: Evapotranspiración propia de arándano.....	6
Tabla 4: VALORES DE PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN SEGÚN JOBLING.....	10
Tabla 5: VALORES DE PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN SEGÚN KELLER .....	10
Tabla 6: VALORES DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU).....	11
Tabla 7: Necesidades completas del periodo de riegos.....	11
Tabla 8: Características del sector de riego VI. ....	15
Tabla 9: Características del sector de riego I.....	20
Tabla 10: Relación entre el diámetro del gotero, diámetro de la malla y número de malla, según Pizarro.....	24
Tabla 11: Cantidades de tuberías empleadas en la instalación de riegos.....	27
Tabla 12: Cantidades de los aparatos empleados en el cabezal y en la instalación de riego. ....	27
Tabla 13: Fechas previstas de las operaciones durante el año 0. ....	28

## 1. Introducción

Al ser el arándano una especie muy sensible a las carencias de humedad, principalmente por el sistema radical superficial (raíces fibrosas, de profundidad 60-70 cm, con pocos pelos radicales y cuya zona de mayor absorción de agua se concentra en los primeros 25-30 cm), es imprescindible mantener una humificación uniforme del suelo a lo largo de la fila de plantas, a través de un sistema de riego por goteo localizado.

Las mayores necesidades de agua del arándano corresponden al período de engrosamiento y maduración de los frutos, que son los meses que van de Mayo a Septiembre y concretamente Julio y Agosto, que tienen la máxima evapotranspiración potencial.

En la zona donde se ubica la parcela, la precipitación anual media es 1158,3 mm, lo que cubre de forma natural las necesidades de agua del arándano durante la mayor parte del periodo vegetativo. En estas condiciones sólo sería necesario regar en los días de sequía estival, sin embargo, para conseguir una rápida entrada en producción, cosecha abundante y de calidad para amortizar lo antes posible los costes de implantación. Se establecerá un programa de riego basado en el balance hídrico y de acuerdo a estas necesidades, en el periodo seco o semisecho. Tal y como recomienda la Norma Técnica, con el objetivo de garantizar la mayor eficiencia del uso del agua y la optimización de los recursos hidráulicos.

El agua de riego provendrá de un pozo propio situado en la misma parcela, al ser propio, se dispondrá del caudal necesario para regar siempre, todos los días que se precise.

## 2. Cálculos de la instalación

### 2.1. Diseño agronómico

Es fundamental un diseño agronómico adecuado que abastezca de agua a cualquier cultivo. Este diseño abarca diversos factores que determinan las necesidades hídricas, los parámetros de riego (dosis, frecuencia, caudal...) y la disposición de los emisores.

Primeramente es necesario calcular la evapotranspiración potencial (ETP) mediante distintas fórmulas empíricas que engloban los parámetros del clima.

A pesar de que en el anejo referente al clima para calcular la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) se aplicó la fórmula de Thornthwaite, la FAO recomienda un único método: el método FAO Penman-Monteith, que consta de dos pasos: la estimación de  $ET_0$  y la corrección por el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ).

Para estimar la  $ET_0$  o evapotranspiración de referencia utiliza, cinco variables agrometeorológicas:

- Temperatura del aire (°C).
- Humedad relativa del aire (%).
- Velocidad del viento (m/s).
- Radiación (MJ/m<sup>2</sup>).
- Precipitación (mm ó l/m<sup>2</sup>)

Con la siguiente fórmula:

$$ET_0 = W * R_n + (1 - W) * (e_a - e_d) * f(u) * c$$

Siendo:

W: factor de ponderación en función de la temperatura y de la altitud.

Rn: radiación neta, en mm/día.

$$R_n = 0,75R_s - R_{nl}$$

Rs: radiación solar neta de onda corta, diferencia entre la radiación solar que llega a la superficie de la tierra y la reflejada directamente por el suelo y los cultivos. Considerando que la reflexión es el 25% del total de la radiación que llega a la superficie.

$$R_s = \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N}\right) R_a$$

n: número de horas de luz.

N: máxima duración de horas de luz.

Ra: radiación extraterrestre expresada en equivalente de evaporación de agua en mm/día.

$$R_{nl} = f(t) * f(ed) * f\left(\frac{n}{N}\right)$$

f(t): función de la temperatura,  $f(t) = \sigma T_4$

f(ed):  $0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$

$e_d$ : presión real media del vapor en el aire (mbar), la cual puede ser estimada a partir de la expresión:

$$e_d = e_a * \frac{H_r(\%)}{100}$$

$e_a$ : presión saturante de vapor, en mbar, a la temperatura media del aire.

$f(n/N)$ :  $0,1 + 0,9 n/N$

$f(u)$ :  $0,27*(1 + u/100)$ , siendo  $u$  la velocidad del viento expresada en km/día a 2m de altura.

$c$ : factor de ajuste para compensar los efectos del clima durante el día y durante la noche. Al no estar en una zona árida de bajas humedades relativas, se usará el valor 1.

Con el programa CROPWAT informático de la FAO y los datos de la estación meteorológica que seleccionamos para el estudio climático de este mismo proyecto, hemos calculado  $ET_0$ :

Mes	Temp Min (°C)	Temp Máx (°C)	Humedad (%)	Viento (km/día)	Insolación (horas)	Rad (MJ/m <sup>2</sup> /día)	ET <sub>0</sub> (mm/día)
Enero	5,5	13,3	85	105	2,8	5,3	0,66
Febrero	5,2	13,6	85	121	4,4	8,5	1
Marzo	6,6	15,5	80	182	5,5	12,6	1,8
Abril	7,9	16,4	80	131	7,3	17,7	2,46
Mayo	10,7	19	82	143	6,2	18,3	2,86
Junio	13,5	21,4	78	126	6,9	20	3,43
Julio	15,4	23,4	77	102	6,6	19,2	3,49
Agosto	16	24,1	76	63	6,2	16,9	3,1
Septiembre	13,9	22,6	78	53	7,1	15,4	2,5
Octubre	11,6	20,4	80	70	6,1	10,9	1,6
Noviembre	8,4	16	85	96	4	6,6	0,85
Diciembre	6,4	14	87	108	2,9	4,8	0,58
Promedio	10,1	18,3	81	108	5,5	13	2,03

### 2.1.1. Cálculo necesidades máximas arándano y periodo de riego

Ahora calculamos las  $ET_0$  mensuales, a partir de  $ET_0$  (mm/día):

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$ET_0$ (mm/mes)	20,46	28	55,8	73,8	88,66	102,9	108,2	96,1	75	49,6	25,5	17,98

El valor de  $K_c$ , depende de las características de la planta, y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo.

Tabla 1: Valores de  $K_c$  en función del estado fenológico del arándano recomendado por la FAO.

FASES DEL PERIODO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO		
Kc Inicio	Kc medio	Kc final
0,3	1,05	0,5

Tabla 2: Variación de  $K_c$  en el cultivo de arándano.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	0	0,3	0,5	0,65	0,85	1,05	1,05	0,85	0,5	0	0

Evapotranspiración del cultivo:

$$ET_{\text{arándano}} = ET_0 * K_c$$

Tabla 3: Evapotranspiración propia de arándano.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$ET_0$ (mm/mes)	20,46	28	55,8	73,8	88,66	102,9	108,2	96,1	75	49,6	25,5	17,98
$K_c$	0	0	0,3	0,5	0,65	0,85	1,05	1,05	0,85	0,5	0	0
$ET_c$ (mm/mes)	0	0	16,74	36,9	57,63	87,5	113,6	100,9	63,75	24,8	0	0

Por lo tanto a la hora de hacer el estudio agronómico lo haremos poniéndonos en el caso más desfavorable siendo las mayores necesidades del cultivo en Julio con unas pérdidas de **113,6 mm/mes** o **3,66 mm/día**.

### 2.1.2. Cálculo necesidades totales de agua

El cálculo de las necesidades netas de agua se calcula de la siguiente manera:

$$Nn = ETarándano - Pe - Gw - \Delta w$$

donde:

$ETarándano$  : Evapotranspiración del cultivo.

$Pe$  : Precipitación efectiva.

$Gw$  : Aporte capilar de la capa freática.

$\Delta w$  : Variación de humedad en el suelo entre dos riegos consecutivos.

Para hallar las necesidades netas no se tendrá en cuenta la precipitación efectiva ( $Pe$ ), pues es poco probable que siempre ocurra una lluvia en el intervalo entre dos riegos.

En cuanto al aporte capilar de la capa freática ( $Gw$ ), en nuestro caso la capa freática no se encuentra cercana al cultivo, con lo cual no se tendrá en cuenta.

La variación de almacenamiento de agua del suelo ( $\Delta w$ ) no se tendrá en cuenta a la hora de calcular las necesidades punta, pues en un riego localizado de alta frecuencia la humedad del suelo no variará mucho.

De esta manera la ecuación inicial se reduce a:  $Nn = ETc$

Es válida para un riego con cobertura total, pero en riego localizado debe someterse a una serie de correcciones, pues al solo mojarse una fracción de suelo la evaporación disminuye, y en cambio la transpiración aumenta debido a:

-Que se produce un calentamiento mayor de la superficie del suelo, emitiendo más cantidad de radiación de onda larga (proporcional a la temperatura del suelo) que es captada por la masa foliar.

-Que el aire sobre el suelo se calienta más que si todo el suelo estuviese húmedo, aportando más energía a la planta.

Por lo tanto quedará una ecuación de la siguiente manera cuyos coeficientes se explicarán a continuación:

$$Nn = ETarándano * Kl * Kcl * Ka$$

$Kl$ : efecto de localización, fracción del área sombreado por el cultivo (A), se define como la fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio

de verano respecto a la superficie total. El sombreado se calculará mediante la siguiente expresión:

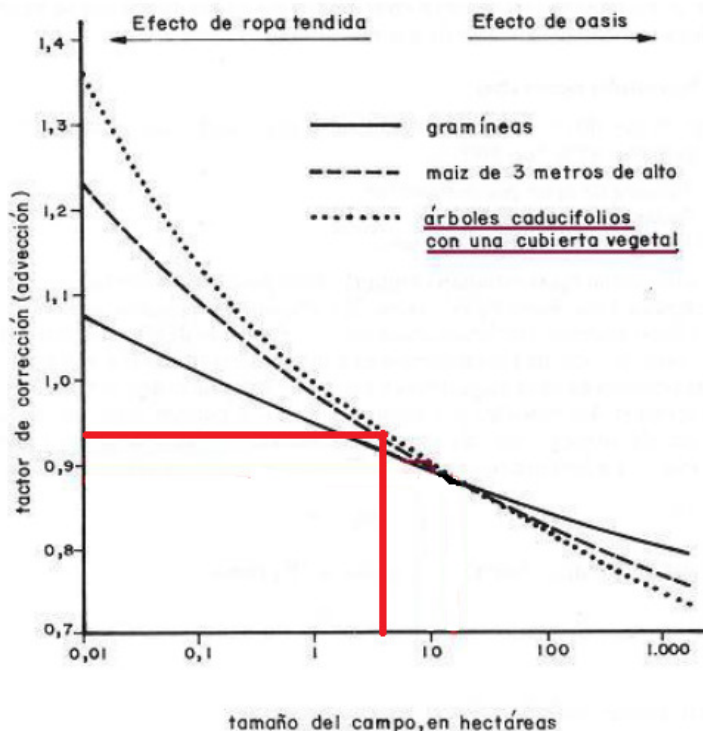
$$A = \frac{\text{superficie sombreada}}{\text{marco de plantación}} = \frac{0,75 * 0,75}{1,5 * 3} = 0,125$$

El 12,5% del suelo estará a la sombra. A continuación se exponen diversos autores que relacionan el KI con la superficie sombreada por lo que se hará una media de los valores y se escogerá el coeficiente del efecto de localización (KI).

AUTOR	FÓRMULA	KI	MEDIA
Aljibury et al.	1,34 x A	0,1675	0,3
Decroix	0,1+ A	0,225	
Hoare et al.	A+ 0,5(1-A)	0,5625	
keller	A+ 0,15 (1-A)	0,25625	

Kcl: corrección por variación climática, al tomar los datos para el cálculo de la ETo se hacen referencia a una media de años por lo que es posible que se den años que superen estos valores y nuestro riego no cubra las necesidades por lo tanto se aplica un coeficiente de mayoración para prever el posible aumento que pudiera darse. Normalmente según diversos autores y bibliografía consultada se suelen tomar valores de 1,2.

Ka: corrección por advección, depende directamente de la superficie que se ponga en regadío y se obtiene del siguiente gráfico FAO (1989):



Se observa que el coeficiente de corrección por advección es  $K_a=0,94$

Por lo tanto el valor de las necesidades netas de riego queda de la siguiente manera:

$$N_n = E T_{ar\acute{a}ndano} * K_l * K_{cl} * K_a = 3,66 * 0,3 * 1,2 * 0,94 = 1,24 \text{ mm/día.}$$

Las necesidades netas ( $N_n$ ), calculadas hasta ahora aún no coinciden con las cantidades que se deben aportar en el riego, a las que se denominan totales ( $N_t$ ).

Éstas son el resultado de considerar varios factores correctores de las necesidades netas en función de:

- falta de uniformidad en el riego
- posible exceso de salinidad
- pérdidas por percolación y transporte

Se calculan con la siguiente fórmula:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a}$$

$E_a$ : eficiencia de aplicación. Es el valor menor entre  $(1-RL_r)*C_U$  o  $(1-RP)*C_U$ .

La fracción de lavado neta se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$RL_n = \frac{C_{E_w}}{2 * C_{E_e}}$$

$C_{E_w}$ : Conductividad eléctrica del agua de riego, procedente del análisis de agua.

$C_{E_e}$ : Conductividad eléctrica del extracto de suelo saturado para una producción del 100 %, procedente de tablas en relación a cada cultivo. En nuestro caso 2 mmhos/cm=dS/m.

Según el análisis de aguas  $C_{E_w}= 1,18$  dS/m y el  $C_{E_e}=2$  según PIZARRO (1987) para una producción del 100%. Por lo tanto:

$$RL_n = \frac{1,18}{2 * 2} = 0,295$$

La eficiencia de lavado en el suelo ( $L_e$ ) tiene un valor en función a la textura del suelo:

Profundidad de las raíces (m)	Textura			
	Porosa	Arenosa	Media	Fina
<0,75	0,85	0,90	<b>0,95</b>	0,95
<b>0,75-1,50</b>	0,90	0,90	0,95	1,00
>1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Según el estudio edafológico, la textura de nuestro suelo es franco arcillo arenosa, casi franca, por lo que se considera media, y las raíces del arándano realmente importantes y



fundamentales en la absorción de agua y nutrientes se encuentran por tanto en los primeros 40 cm, así que, escogemos un valor de  $Le=0,95$ .

Por lo que finalmente las necesidades de lavado reales (RLr) quedan:

$$RLr = \frac{RL_n}{Le} = \frac{0,45}{0,95} = 0,47$$

Las pérdidas de agua por percolación son aquellas que se producen por la lixiviación de agua hacia el subsuelo y la cuál no se puede recuperar. Se conoce como relación de percolación (RP) y se calcula mediante el coeficiente de percolación de Jobling y la relación de transpiración de Keller, escogiendo el valor más bajo de los dos.

Según Jobling:

$$1 - RP = \frac{1}{f_2}$$

Escogemos el valor de  $f_2$  a partir de la siguiente tabla.

**Tabla 4: VALORES DE PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN SEGÚN JOBLING**

Tipo de suelo	$f_2$
Ligero	1,15
Arenoso	1,10
limoso	1,05
Franco-arcilloso	1,00

Por tanto al tener un suelo franco convenimos en función de la tabla arriba expuesta asignar un factor para nuestro suelo de  $f_2= 1,07$ , lo que implica:

$$1 - RP = \frac{1}{1,07} = 0,93$$

Según Keller:

$$1 - RP = \frac{1}{T_r}$$

Escogemos el valor de  $Tr$  a partir de la siguiente tabla.

**Tabla 5: VALORES DE PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN SEGÚN KELLER**

Zona climática y profundidad de raíces	Textura del suelo			
	Muy arenosa	Arenosa	Media	fina
<b>árida</b>				
< 0,75 m	1,15	1,10	1,05	1,05
0,75 a 1,50 m	1,10	1,10	1,05	1,00
>1,50 m	1,05	1,05	1,00	1,00
<b>Húmeda</b>				
<0,75 m	1,35	1,25	1,15	1,10
0,75 a 1,50 m	1,25	1,20	1,10	1,05
>1,50 m	1,20	1,10	1,05	1,00

El valor escogido es de 1,15 al estar en una zona climática húmeda, con una profundidad inferior al 0,75 metros y una textura media.

$$1 - RP = \frac{1}{1,15} = 0,87$$

Se debe escoger el de menor valor en este caso escogemos 0,87.

El tercer factor del que se depende es el coeficiente de uniformidad, hace referencia al reparto más o menos uniforme del agua infiltrada. Es importante tenerlo en cuenta ya que un mal valor del mismo provocará que haya plantas con excesos de agua y plantas con defecto del mismo. Hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea este valor menor serán las necesidades totales ya que eso querrá decir que el agua se reparte adecuadamente entre todas las plantas y mejor eficiencia del sistema. Se ponderará en función de la siguiente tabla.

**Tabla 6: VALORES DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)**

TIPO DE EMISOR	TOPOGRAFÍA DEL SUELO	CU
Emisores espaciados más de 4m en cultivos perennes	-uniforme( $\leq 2\%$ pendiente)	90 a 95%
	-ondulado( $> 2\%$ pendiente)	85 a 90%
Emisores espaciados menos de 4m en cultivos perennes	-uniforme( $\leq 2\%$ pendiente)	85 a 90%
	-ondulado( $> 2\%$ pendiente)	80 a 90%
Tuberías emisoras en cultivos anuales hortícolas o de escarda	-uniforme( $\leq 2\%$ pendiente)	80 a 90%
	-ondulado( $> 2\%$ pendiente)	70 a 85%

Por tanto teniendo en cuenta la pendiente de nuestra parcela según la hoja catastral de 3% y al encontrarnos en el caso de emisores espaciados menos de 4 metros nos encontramos en un rango de entre 80-90%, así que, suponemos un porcentaje del 85% de uniformidad para nuestro caso. Los factores que determinan la eficiencia de aplicación se valorarán escogiendo el menor valor de las dos expresiones siguientes:

$$1) E_a = (1 - R_{Lr}) \times CU = (1 - 0,47) \times 0,85 = 0,45$$

$$2) E_a = (1 - RP) \times CU = 0,87 \times 0,85 = 0,74$$

Por lo tanto si la  $E_a = 0,45$  mediante la siguiente fórmula se calcularán las necesidades totales:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a} = \frac{1,24}{0,45} = 2,75 \text{ mm/día}$$

**Tabla 7: Necesidades completas del periodo de riegos**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	124,07	100,11	92,65	109,23	79,54	61,67	51,32	63,87	83,62	108,73	167,83	115,68
ET <sub>c</sub> (mm/mes)	0	0	16,74	36,9	57,63	87,5	113,6	100,9	63,75	24,8	0	0
ET <sub>c</sub> (mm/día)	0	0	0,54	1,23	1,86	2,92	3,66	3,25	2,13	0,8	0	0

Nn (mm/día)	0	0	0,18	0,42	0,63	0,99	1,24	1,1	0,72	0,27	0	0
Nt (mm/día)	0	0	0,4	0,9	1,4	2,2	2,75	2,5	1,6	0,6	0	0
Nt (l/planta*día)	0	0	1,8	4,05	6,3	9,9	12,4	11,25	7,2	2,7	0	0

El mes con más necesidades es Julio con 2,75 mm o l/m<sup>2</sup>.

### 2.1.3. Cálculo del número de emisores

El cálculo del parámetro número de emisores viene condicionado fundamentalmente por el porcentaje de superficie mojada un concepto íntimamente ligado al de bulbo húmedo que se entiende como el volumen de suelo humedecido por un emisor de riego localizado. Su forma y tamaño depende de los siguientes factores:

-Textura del suelo: En suelos arenosos el bulbo adquiere una forma alargada mientras que en los arcillosos es de forma más achatada.

-Caudal de cada emisor, ya que si se tiene un caudal mayor el charco que se forma es más extendido en sentido horizontal.

-El tiempo de riego, a medida que aumenta suponiendo un caudal constante aumenta el tamaño del bulbo en profundidad.

Por lo tanto para el cálculo del número de emisores (Ne) recurrimos a la siguiente fórmula:

$$Ne = \frac{S_m}{A_m}$$

Suponemos que el caudal de nuestros emisores es de 2 l/h.

Siendo  $S_m$  : superficie de suelo mojada por planta.

$$S_m = \frac{a * b * p}{100}$$

a x b = marco de plantación.

p = porcentaje de suelo mojado, para cultivos leñosos se recomienda un 33 %.

$$S_m = \frac{4,5 \text{ m}^2 * 33}{100} = 1,45 \text{ m}^2$$

Siendo  $A_m$  : área mojada por el emisor.

$$A_m = \pi * \frac{Dm^2}{4}$$

Sabiendo que  $Dm$  es el diámetro mojado que depende de la textura del suelo (en nuestro caso media) y del caudal del emisor ( $Qe$ ) con la siguiente relación:

$$Dm = 0,7 + 0,11 * Qe = 0,7 + 0,11 * 2 = 0,92$$

Con lo cual:

$$Am = \pi * \frac{0,92^2}{4} = 0,66 \text{ m}^2$$

Recurriendo a la fórmula inicial:

$$Ne = \frac{Sm}{Am} = \frac{1,45}{0,66} = 2 \text{ emisores por planta}$$

Por lo tanto, si la distancia entre plantas es de 1,5 metros, entre cada emisor habrá 0,75 metros. Cada planta será suministrada por dos emisores con un caudal total de 4l/h.

#### 2.1.4. Cálculo de número de sectores

Primeramente calcularemos el número mínimo de sectores de riego que podremos tener. Para ello es necesario conocer el suministro del que se dispone. La parcela cuenta con un pozo propio tapado con rejilla de 20 m de profundidad y 200 mm de diámetro, en el cual hay una bomba centrífuga con caudal 10 m<sup>3</sup>/h que abastecerá las tuberías que riegan cada sector. Por lo tanto hay un suministro de caudal de 10000 l/h.

El número máximo de plantas que se pueden regar con el caudal dado son:

$$\text{Plantas que se pueden regar a la vez} = \frac{\frac{10000l}{h}}{\frac{4l}{h} * \text{planta}} = 2500 \text{ plantas}$$

Sabiendo que el número máximo de plantas es de 12423 plantones podemos conocer el número mínimo de sectores:

$$\frac{12423}{2500} = 5 \text{ sectores de riego}$$

Por lo tanto una vez definido el intervalo de sectores de riego teniendo en cuenta la disposición de la parcela y que cada sector es independiente y nunca se van a regar dos sectores al mismo tiempo, buscando siempre la mayor homogeneización e igualdad de reparto entre los diferentes sectores se opta por hacer 6 sectores de riego. Cada uno de estas subunidades de riego tendrán como máximo unas 2500 plantas y una extensión máxima de 1 ha.

En segundo lugar procedemos al cálculo de número máximo de horas por día, para ello contamos con las necesidades totales definidas en el diseño agronómico que son las de 12,4 l/planta/día. Sabiendo que el número de goteros por cada planta son 2 y tendrán un caudal de 2 l/h, total de 4 l/h. Por lo tanto el número de horas necesarias para cubrir las necesidades serían:

$$Tiempo\ de\ riego\ (Tr) = \frac{\frac{12,4\ \frac{l}{planta}}{día}}{\frac{4\ \frac{l}{h}}{planta}} = 3,1\ \frac{h}{día}$$

## 2.2. Diseño hidráulico

### 2.2.1. Características de los emisores

Es fundamental para hacer un buen diseño hidráulico la elección de unos goteros que tengan una serie de características entre las que destaquen ser autocompensantes (mantener un caudal constante pese a variaciones de presión), poco sensibles a obturaciones, resistencia al ataque de insectos, roedores, a las agresiones químicas, ambientales y demás operaciones agrícolas y poca sensibilidad a los cambios de temperatura.

Teniendo en cuenta las características anteriores se escogerá una tubería de gotero integrado autocompensante de caudal nominal 2 l/h, separados a 1,5 m, puesto que se instalará 2 ramales por línea de árboles y según el fabricante posee la siguiente ecuación característica:

$$q = K_d \times H^x$$

Donde:

q: caudal, expresado en L/h. El caudal nominal es el suministrado a la presión nominal por lo tanto son 2 l/h.

K<sub>d</sub>: 2,00. Coeficiente de descarga característico de cada emisor, representa el caudal a la presión unitaria.

H: Presión nominal o altura de presión hidráulica a la entrada del emisor, en m.c.a. Al ser un gotero autocompensante el rango de presiones en la que trabaja varía entre 1 y 4 bar. Aunque dependerá de la tubería en la que se dispongan.

x : 0,00: exponente de descarga del emisor. Indica la sensibilidad de los emisores a la variación de presión, y depende del nº de Reynolds, del flujo establecido en el emisor y de los dispositivos de autocompensación.

### 2.2.2. Diseño de las subunidades de riego

Se definen 6 subunidades de riego divididas por variedades y pasillos de servidumbre:

Sector 1: 2160 plantas de variedad Duke.

Sector 2: 2075 plantas de variedad Spartan.

Sector 3: 2034 plantas de variedad Draper.

Sector 4: 2075 plantas de variedad Elliot.

Sector 5: 1900 plantas de variedad Ochlockonee.

Sector 6: 2125 plantas de variedad Ochlockonee.

Con esta configuración se logran dos objetivos, uno de ellos es el de no superar el máximo de 2250 plantas por sector y el de disponer el sector 5, el más desfavorable, con las filas más alejadas del cabezal de riego y donde se habrá que superar las máximas pendientes coincidiendo con el sector más pequeño de superficie y número de plantas, con el fin de disminuir posibles pérdidas.

Con el objetivo de mantener la uniformidad de riego que proporciona un gotero autocompensante, en términos de diseño de la red de riego, y para simplificar los cálculos, manteniendo la eficiencia de riego, se va a considerar un exponente de descarga del emisor de 0 y una presión nominal de 30 m.c.a. que es la máxima que puede soportar la tubería comercial. Realizamos los cálculos respecto a la subunidad VI que tiene las siguientes características:

**Tabla 8: Características del sector de riego VI.**

$\Delta q/q=0,1$	Tolerancia de caudales en la subunidad, en tanto por 1
$P_n/\gamma = 30 \text{ m.c.a.}$	Presión nominal del emisor
$X=0$	Exponente de descarga
$Q_e= 2 \text{ l/h}$	Caudal nominal de un emisor
$L_l= 126,75 \text{ m}$	Longitud del lateral
$L_s=74,6 \text{ m}$	Longitud de la terciaria
$S_e=0,75 \text{ m}$	Separación entre emisores misma fila
$S_e=1,5 \text{ m}$	Separación entre emisores mismo ramal
$S_{oe}=0,75 \text{ m}$	Separación entre el 1er emisor y la terciaria
$S_l= 2,35\text{m}$ (laterales de distintas filas)	Separación entre laterales
$S_l= 0,65\text{m}$ (lateral misma fila de plantas)	
$N_e=170$	Número de emisores por fila
$N_e=85$	Número de emisores por ramal
$N_l=50$	Número de laterales/ramales
$Z_l=0 \text{ m}$	Desnivel del lateral
$Z_s= 1 \text{ m}$	Desnivel de la terciaria, descendente
$L_0=1,94\text{m}$	Distancia entre primer lateral e inicio de SECUNDARIA

A continuación se procede al cálculo para el dimensionamiento de la instalación. Primeramente suponemos que la variación de caudal entre el emisor más favorecido y el menor sea de un 10% para mantener una uniformidad de riego, lo cual implica una variación de presiones como máximo de un 20%.

TOLERANCIA DE PRESIONES EN LA SUBUNIDAD:

$$\Delta H_{sub} \leq \frac{\Delta Q}{Q} * \frac{P_n}{\gamma}$$

$$\Delta H_{sub} = 0,2 * 30m. c. a. = 6m. c. a.$$

-Cálculo del lateral:

El lateral, se entiende por un ramal de la fila, en nuestro caso al ser doble vía, contamos con dos ramales por fila.

Para conocer el porcentaje de pérdidas de carga que le corresponde al lateral y al estar alimentado por un extremo se aplica la siguiente fórmula:

$$\rho = 0,842 x \frac{C_f^{0,16}}{S_l^{0,06}}$$

Siendo  $C_f$  el coeficiente formado por la siguiente relación:

$$C_f = \frac{L_l}{L_s} = \frac{126,75}{74,76} = 1,76$$

Por lo tanto, sustituyendo, obtenemos:

$$\rho = 0,842 x \frac{1,76^{0,16}}{2,35^{0,06}} = 0,87$$

TOLERANCIA DE PRESIONES EN EL LATERAL:

$$\Delta H_l = \rho x \Delta H_{sub} = 0,87 x 6 = 5,22 m. c. a.$$

PÉRDIDA DE CARGA ADMISIBLE EN EL RAMAL:

La pérdida de carga máxima admisible, se calcula teniendo en cuenta el desnivel del lateral, en nuestro caso es  $0. hr = \Delta h$ ;  $hr = 5,22 m.c.a.$

Esta pérdida de carga se debe repartir entre pérdidas localizadas y continuas, considerando las pérdidas localizadas como un coeficiente de las continuas  $a=1,1$ ; llegamos mediante la siguiente ecuación a las pérdidas de carga continua en el lateral:

$$\Delta h = a x \Delta h_{continuas}; \Delta h_{continuas} = \frac{\Delta h}{a} = \frac{5,22}{1,1} = 4,7 m. c. a.$$

A continuación procedemos a calcular las pérdidas unitarias que se producen por metro de tubería para ello primero se calcula el factor de Christiansen, para  $S_e = S_{0e}$  se cumple la siguiente ecuación, para régimen turbulento ( $\beta = 1,8$ ):

$$F = \frac{1}{1 + \beta} + \frac{1}{2ne} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{6ne^2} = \frac{1}{1 + 1,8} + \frac{1}{2 * 85} + \frac{\sqrt{1,8 - 1}}{6 * 85^2} = 0,36$$

Como en nuestro caso no se cumple:  $S_e = S_{0e}$ , tenemos que usar el factor de Christiansen generalizado:

$$F_r = \frac{r + ne * F - 1}{r + ne - 1}$$

$$r: r = \frac{S_{0e}}{S_e} = \frac{0,75}{1,5} = 0,5$$

$$F_r = \frac{r + ne * F - 1}{r + ne - 1} = \frac{0,5 + 85 * 0,36 - 1}{0,5 + 85 - 1} = 0,36$$

Ahora ya tenemos todos los datos para sacar las pérdidas de carga unitarias, con la ecuación de pérdidas de carga continua admisible:

$$\Delta h_{continuas} = J * L_l * F_r ; J = \frac{\Delta h_{continuas}}{L_l * F_r} = \frac{4,7}{126,75 * 0,36} = 0,103 \text{ m/m}$$

DIÁMETRO INTERIOR DE LOS LATERALES (Fórmula de Blasius):

$$D_i = \sqrt[4,75]{C * \frac{ql^{1,75}}{J}}$$

Siendo:

C un factor dependiente de la temperatura del agua, a 20º (C= 0,46).

Ql: caudal del lateral, es igual a caudal de los emisores por el número de ellos, (Ql=Qe\*Ne=2l/h\*85=170 l/h).

$$D_i = \sqrt[4,75]{C * \frac{ql^{1,75}}{J}} = \sqrt[4,75]{0,46 * \frac{170^{1,75}}{0,103}} = 9,09 \text{ mm}$$

Normalización según fabricante: TUBERÍA PE 32 DN: 12,7 mm. e=2,54 mm . Di= 10,16 mm

Por lo tanto se vuelven a calcular las nuevas pérdidas de carga unitarias que se producen con la tubería normalizada:

$$J = C * \frac{ql^{1,75}}{D_i^{4,75}} = 0,46 * \frac{170^{1,75}}{10,16^{4,75}} = 0,061 \text{ m/m}$$

$$\Delta h_{continuas} = J * L_l * F_r = 0,061 * 126,75 * 0,36 = 2,78 \text{ m. c. a.}$$

Por lo que la pérdida de carga real será:

$$\Delta h = 1,1 * \Delta h_{continuas} = 1,1 * 2,78 = 3,06 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en el lateral, es decir la variación de presión admisible:



$$\Delta H = \Delta h = 3,06 \text{ m. c. a.}$$

Cálculo presión inicial del lateral:

$$\frac{pol}{\gamma} = \frac{pn}{\gamma} + \frac{3}{4}\Delta h + \frac{Z}{2}$$

$$\frac{pol}{\gamma} = 30 + \frac{3}{4} * 3,06 + 0 = 32,295 \text{ m. c. a.}$$

Cálculo de la presión de trabajo en el emisor extremo:

$$\frac{pe}{\gamma} = \frac{pn}{\gamma} - \frac{1}{4}\Delta h$$

$$\frac{pe}{\gamma} = 30 - \frac{1}{4} * 3,06 = 29,235 \text{ m. c. a.}$$

-Cálculo de la secundaria:

Tolerancia de presiones en la secundaria:

$$\Delta H_s = \Delta H_{sub} - \Delta H_{lateral}$$

$$\Delta H_s = 6 - 3,06 = 2,94 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en la secundaria:

$$\Delta h = \Delta H_s + Zt = 2,94 + 1 = 3,94 \text{ m. c. a.}$$

Pérdidas de carga continua en la tubería:

$$\Delta h_{continuas} = \frac{\Delta h}{a} = \frac{3,94}{1,1} = 3,58 \text{ m. c. a.}$$

A continuación procedemos a calcular las pérdidas unitarias que se producen por metro de tubería para ello primero se calcula el factor de Christiansen, para  $S_1=L_0$  se cumple la siguiente ecuación:

$$F = \frac{1}{1 + \beta} + \frac{1}{2nr} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{6nr^2} = \frac{1}{1 + 1,8} + \frac{1}{2 * 50} + \frac{\sqrt{1,8 - 1}}{6 * 50^2} = 0,37$$

Con el factor de Christiansen generalizado:

$$r = \frac{L_0}{S_1} = \frac{1,94}{2,35} = 0,83$$

$$F_r = \frac{r + nr * F - 1}{r + nr - 1} = \frac{0,83 + 50 * 0,37 - 1}{0,83 + 50 - 1} = 0,37$$

Siendo la ecuación de las pérdidas de carga continua admisible:

$$\Delta h_{\text{continuas}} = J * L_s * F_r ; J = \frac{\Delta h_{\text{continuas}}}{L_s * F_r} = \frac{3,58}{74,6 * 0,37} = 0,13 \text{ m/m}$$

DIAMETRO INTERIOR DE LA SECUNDARIA:

$$D_i = \sqrt[4,75]{C * \frac{ql^{1,75}}{J}}$$

Siendo:

C un factor dependiente de la temperatura del agua, a 20º (C= 0,46).

Qt: caudal de la terciaria, es igual a caudal de los emisores por el número de ellos, por el número de ramales (Qt=Qe\*Ne\*Nr=2l/h\*85\*50=8500 l/h).

$$D_i = \sqrt[4,75]{C * \frac{qt^{1,75}}{J}} = \sqrt[4,75]{0,46 * \frac{8500^{1,75}}{0,13}} = 36,6 \text{ mm}$$

NORMALIZACIÓN: PE, PN 10 atm DN 50,8mm e= 10,16; Di= 40,64 mm

$$J = C * \frac{q_s^{1,75}}{D_i^{4,75}} = 0,46 * \frac{8500^{1,75}}{40,64^{4,75}} = 0,0788 \text{ m/m}$$

$$\Delta h_{\text{continuas}} = J * L_s * F_r = 0,0788 * 74,6 * 0,37 = 2,18 \text{ m. c. a.}$$

Pérdida de carga total en la secundaria:

$$\Delta h = \Delta h_{\text{continuas}} * a = 2,18 * 1,1 = 2,39 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en la secundaria:

$$\Delta H = \Delta h + z_l = 2,39 - 1 = 1,39 \text{ m. c. a.}$$

-Presión al inicio de la secundaria (tubería descendente):

$$\frac{pos}{\gamma} = \frac{pol}{\gamma} + \frac{3}{4} \Delta h - \frac{z}{2}$$

$$\frac{pos}{\gamma} = 32,295 + \frac{3}{4} * 2,39 - \frac{1}{2} = 33,71 \text{ m. c. a.}$$

-Cálculo de la primaria:

La tubería primaria es la que abastecerá a todo el sistema de riego de los sectores 5 y 6, primero a las tuberías secundarias y a través de ellas, los ramales portagoteros.

Como el riego de la parcela se realizará sector por sector. Para el cálculo de ésta, elegiremos el sector por el cual el recorrido por la primaria es mayor. Dado que el caudal que pasará por la primaria será el mismo que el de las secundarias y por lo tanto elegimos una tubería con el mismo diámetro y características que la secundaria.

NORMALIZACIÓN: PE, PN 10 atm DN 50,8 e= 10,16mm; Di= 40,64mm

$$J = C * \frac{qr^{1,75}}{Di^{4,75}} = 0,46 * \frac{8500^{1,75}}{40,64^{4,75}} = 0,0788 \text{ m/m}$$

$$\Delta h_{continuas} = J * L_p * F_r = 0,0788 * (225 + 87,59 + 43,54) * 0,37 = 6,56 \text{ m. c. a.}$$

Pérdida de carga total en la primaria:

$$\Delta h = \Delta h_{continuas} * a = 6,56 * 1,1 = 7,2 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en la primaria (tubería ascendente):

$$\Delta H = \Delta h - z_l = 7,2 - 3 = 4,2 \text{ m. c. a.}$$

-Presión al inicio de la primaria (tubería ascendente):

$$\frac{pop}{\gamma} = \frac{pos}{\gamma} + \frac{3}{4} \Delta h + \frac{Z}{2}$$

$$\frac{pop}{\gamma} = 33,71 + \frac{3}{4} * 7,2 + \frac{1}{2} = 39,58 \text{ m. c. a.}$$

La tubería primaria posee las mismas características que las secundarias, un diámetro exterior de 50,8 mm y uno interior de 40,64 mm. También será de polietileno flexible y será enterrada de la misma forma.

Una vez hechos los cálculos y escogidos los diámetros para el sector 6 y la tubería primaria más larga y con más pendiente que llevará el agua del cabezal de riego hasta los sectores 5 y 6.

Comprobaremos si para el sector I, la subunidad con más plantas y más ramales sirve la misma tubería. Los datos son los siguientes:

Tabla 9: Características del sector de riego I.

$\Delta q/q=0,1$	Tolerancia de caudales en la subunidad, en tanto por 1
$Pn/\gamma = 30 \text{ m.c.a.}$	Presión nominal del emisor
$X=0$	Exponente de descarga
$Qe= 2 \text{ l/h}$	Caudal nominal de un emisor
$Ll= 124 \text{ m}$	Longitud del lateral
$Lprimaria=93,56 \text{ m}$	Longitud de la primaria
$Se=0,75 \text{ m}$	Separación entre emisores misma fila
$Se=1,5 \text{ m}$	Separación entre emisores mismo ramal
$Soe=1 \text{ m}$	Separación entre el 1er emisor y la primaria
$Sl= 2,35\text{m}$ (laterales de distintas filas)	Separación entre laterales
$Sl= 0,65\text{m}$ (lateral misma fila de plantas)	
$Ne=166$	Número de emisores por fila
$Ne=83$	Número de emisores por ramal
$Nl=56$	Número de laterales/ramales
$Zl=0 \text{ m}$	Desnivel del lateral
$Zs= 0,5\text{m}$	Desnivel de la terciaria, descendente
$L_0=11,91\text{m}$	Distancia entre primer lateral e inicio de primaria

Al tener menos emisores por ramal, hemos probado que el diámetro de los laterales vale el mismo para todos los sectores. En cambio para la primaria del sector I (no tiene secundaria por estar comunicado directamente con el cabezal de riego), lo comprobamos a continuación:

-Cálculo de la primaria:

Tolerancia de presiones en la primaria:

$$\Delta H_p = \Delta H_{sub} - \Delta H_{lateral}$$

$$\Delta H_p = 6 - 3,06 = 2,94 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en la primaria (tubería descendente):

$$\Delta = \Delta H_p + Z_p = 2,94 + 0,5 = 3,44 \text{ m. c. a.}$$

Pérdidas de carga continúa en la tubería:

$$\Delta h_{continuas} = \frac{\Delta h}{a} = \frac{3,44}{1,1} = 3,13 \text{ m. c. a.}$$

A continuación procedemos a calcular las pérdidas unitarias que se producen por metro de tubería para ello primero se calcula el factor de Christiansen, para  $S_1=L_0$  se cumple la siguiente ecuación:

$$F = \frac{1}{1 + \beta} + \frac{1}{2nr} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{6nr^2} = \frac{1}{1 + 1,8} + \frac{1}{2 * 83} + \frac{\sqrt{1,8 - 1}}{6 * 83^2} = 0,36$$

Con el factor de Christiansen generalizado:

$$r = \frac{L_0}{S_1} = \frac{11,91}{2,35} = 5,07$$

$$F_r = \frac{r + nr * F - 1}{r + nr - 1} = \frac{5,07 + 56 * 0,36 - 1}{5,07 + 56 - 1} = 0,40$$

Siendo la ecuación de las pérdidas de carga continua admisible:

$$\Delta h_{continuas} = J * L_p * F_r ; J = \frac{\Delta h_{continuas}}{L_p * F_r} = \frac{3,13}{93,56 * 0,40} = 0,084 \text{ m/m}$$

DIAMETRO INTERIOR DE LA PRIMARIA:

$$Di = \sqrt[4,75]{C * \frac{qt^{1,75}}{J}} = \sqrt[4,75]{0,46 * \frac{8640^{1,75}}{0,084}} = 40,34 \text{ mm}$$

Por lo tanto, aunque ajustado no hará falta cambiar ninguna tubería y todas las secundarias y primarias de la parcela serán diámetro exterior de 50 mm e interior de 40,64 mm, de polietileno y enterrado.

Corregimos los cálculos con el caudal del sector I y el diámetro normalizado:

$$J = C * \frac{qr^{1,75}}{Di^{4,75}} = 0,46 * \frac{8640^{1,75}}{40,64^{4,75}} = 0,081 \text{ m/m}$$

$$\Delta h_{\text{continuas}} = J * L_p * F_r = 0,081 * 93,56 * 0,40 = 3,04 \text{ m. c. a.}$$

Pérdida de carga total en la primaria:

$$\Delta h = \Delta h_{\text{continuas}} * a = 3,04 * 1,1 = 3,34 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en la primaria:

$$\Delta H = \Delta h + z_l = 3,34 - 1 = 2,34 \text{ m. c. a.}$$

-Presión al inicio de la primaria (tubería descendente):

$$\frac{pop}{\gamma} = \frac{pol}{\gamma} + \frac{3}{4} \Delta h - \frac{z}{2}$$

$$\frac{pop}{\gamma} = 32,422 + \frac{3}{4} * 3,34 - \frac{1}{2} = 34,43 \text{ m. c. a.}$$

### 2.3. Sondeo

A partir de las necesidades de presión manométrica, calculadas con el punto más alejado desde el pozo (39,58+20 m.c.a.). Por lo cual, para el sondeo hemos elegido una bomba comercial que nos da un caudal de 10,5 m<sup>3</sup>/h a 70m.c.a. En tres horas de funcionamiento de la bomba, obtendremos las necesidades hídricas diarias.

El bombeo del sondeo será de 20 m de profundidad, construido con tubería de acero galvanizado de 200 mm perforada en el último tramo para permitir el acceso del agua, se instala una bomba tipo lápiz de acero inoxidable AISI 304, con un motor trifásico de potencia 3 kW, intensidad nominal 7,9 A.

-Cálculo de la tubería de impulsión:

Esta tubería de impulsión unirá la bomba del pozo con las tuberías primarias, deberá conducir 10.500 l/h, que es el caudal que aporta la bomba escogida. Para ello, se utilizará una tubería del mismo diámetro que la primaria pero de acero galvanizado. Ésta tendrá una longitud de 20 m en vertical, más 8 m en horizontal hasta llegar al comienzo de la tubería primaria.

-Cálculo de las pérdidas de carga:

$$J = C * \frac{qt^{1,75}}{Di^{4,75}} = 0,46 * \frac{10500^{1,75} l}{40,64^{4,75} mm} = 0,114 \text{ m/m}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES:

$$\Delta h_{\text{continuas}} = J * L_p * F_r = 0,114 * 28 * 0,40 = 1,28 \text{ m. c. a.}$$

Pérdida de carga total en la tubería de aspersión:

$$\Delta h = \Delta h_{\text{continuas}} * a = 1,28 * 1,1 = 1,4 \text{ m. c. a.}$$

Tolerancia de presiones real en la tubería de aspersión:

$$\Delta H = \Delta h + z_{ta} = 1,4 + 20 = 21,4 \text{ m. c. a.}$$

-Presión al inicio de la tubería de aspersión (tubería ascendente):

$$\frac{pota}{\gamma} = \frac{pop}{\gamma} + \frac{3}{4} \Delta h - \frac{Z}{2}$$

$$\frac{pota}{\gamma} = 39,58 + \frac{3}{4} * 1,4 - \frac{20}{2} = 30,63 \text{ m. c. a.}$$

La tubería de aspiración será de diámetro exterior 50,8 y diámetro interior 40,64mm.

Esta tubería es apta para nuestra instalación, puesto que la presión al inicio es menor que los 70 m.c.a. capaz de impulsar la bomba, por lo que nos aseguramos que el agua llegue a su destino.

## 2.4. Diseño de equipos de riego

El cuarto de equipos consta de una serie de elementos que elevan la presión, filtran, abonan, regulan y controlan el caudal vertido a la instalación.

Comprende un conjunto de aparatos: un grupo de presión, un sistema de filtrado y los contadores de caudal, que permite automatizar los riegos mediante un programador automático que comanda las diferentes electroválvulas de los ramales.

### 2.4.1. Grupo de presión

Para simplificar las instalaciones se ha aprovechado la propia bomba de sondeo y se transformado en un grupo de presión, que alimenta directamente a la plantación.

Cumpliendo con creces las necesidades de abastecimiento de la plantación, como se puede apreciar en la tabla siguiente:

	Caudal (l/h)	Presión (m.c.a.)
<b>Necesidades plantación</b>	8500	39,58
<b>Características del equipo</b>	10500	70

### 2.4.2. Equipos de filtrado

Existen en el agua muchas partículas en suspensión, minerales y orgánicas, que pueden obturar los conductos o los emisores de riego.

**-Filtro de malla:** el filtro de mallas atrapa las partículas sólidas del sistema de abonado e impide que pasen a la instalación, donde podrían obturar los emisores. Generalmente se compone de una carcasa exterior de metal o plástico, con forma cilíndrica, y un elemento filtrante (malla) en el interior que puede ser de acero inoxidable o de plástico.

El agua penetra en el filtro por el centro y atraviesa sus paredes para continuar su salida a la red general. Periódicamente se purgan estos filtros abriendo el tapón inferior para que salga la suciedad, lavando los cartuchos filtrantes con agua limpia y un cepillo. Este filtro se colmata con rapidez, es por esto que se coloca el filtro de arena aguas arriba, para que retenga algas y otro tipo de impurezas de mayor tamaño, y posteriormente el filtro de malla.

La calidad del filtrado viene en función de la apertura de la malla. Se llama número de malla al número de orificios por pulgada lineal (2,54 mm).

Tabla 10: Relación entre el diámetro del gotero, diámetro de la malla y número de malla, según Pizarro.

Ø del gotero (mm)	Ø del orificio de malla (micras)	Nº de malla
1,50	214	65
1,25	178	80
<b>1,00</b>	<b>143</b>	<b>115</b>
0,90	128	115
0,80	114	150
0,70	100	170
0,60	86	200

Se optará por una malla de número 115.

Para dimensionar la malla se aumentará el caudal como se hizo en el filtro de arena un 20% por motivos de seguridad y se aplicará un valor de velocidad media del agua de 0,4 m/s.

$$Q_{MÁX}=8640 \text{ l/h}$$

$$Q_{SOBREDIMENSIONADO}=8640*1,2=10368 \text{ l/h}=10,368 \text{ m}^3/\text{h}$$

Una vez conocida la velocidad media del agua en el filtro, calculamos el caudal filtrado en una malla metálica, según la siguiente tabla:

Tabla: Relación entre la velocidad media del agua, el caudal y el área de filtro de la malla, según Pizarro.

v (m/s)	m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> de área neta	m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> de área total
0,4	1440	446
0,6	2160	670
0,9	3240	1004

Por lo tanto, el caudal será de 446 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup> de área de filtro. El filtro de malla debe tener una superficie:

$$\text{Superficie de filtrado} = \frac{Q_{SOBREDIMENSIONADO}}{\text{m}^3/\text{h por cada m}^2} = \frac{10,368}{446} = 0,02 \text{ m}^2$$

Se elige un filtro de malla comercial para riego de gran caudal 20 m<sup>3</sup>/h, con carcasa de poliamida, que le confiere gran resistencia y durabilidad, se elige este tipo de filtro, debido a que la instalación de mantenimiento es muy sencilla, al estar compuesto de módulos intercambiables. La malla elegida es de 130 micras.

### 2.4.3. Equipos para la medida y control

**-Válvulas manuales:** situadas justo antes de las electroválvulas en las tuberías secundarias, nos sirven para en caso de avería de la electroválvula funcionar con dicha válvula evitando sobrecostes hasta la reparación de la electroválvula. También están situadas en la salida del filtro y delante de la bomba de impulsión.

**-Medidor de caudal electromagnético:** nos permite medir el flujo de agua a la salida de la bomba de impulsión y de las tuberías primarias y secundarias. Esto nos facilitará su control y ajuste.

**-Válvula de retención o antirretorno:** permite el paso del agua en un solo sentido. Se coloca a la salida del grupo de presión y de la bomba dosificadora de fertirrigación.



**-Electroválvulas:** controlan el paso del agua a las subunidades de riego electrónicamente por medio del autómatas de riego, se encuentran situados al principio de cada una de las tuberías primarias y secundarias.

**-Autómata de riego:** sirve para automatizar y controlar el riego. Mediante este equipo, podemos controlar diariamente el comienzo del riego, a la hora que se desee. Dará una señal directamente a la bomba de sondeo, y regulará la velocidad del equipo con un variador de frecuencia, para alcanzar la presión de trabajo prefijada, dicha presión, nos lo dará un transductor de presión instalado en la propia tubería de impulsión. En todo momento el autómatas estará controlando el caudal de cada sector mediante la señal que le envían los caudalímetros electromagnéticos. En cuanto llegue al caudal diario preestablecido para cada sector, dará una señal a la bomba para que se apague.

#### 2.4.4. Equipo de fertirrigación

Válvula de bola.

Bomba dosificadora electromagnética de membrana: caudal 5 l/h y presión máxima 7 bares=70 m.c.a. Con rango de regulación 0-100 %.

Racor de inyección.

### 3. Instalación del cabezal y tuberías

#### 3.1. Materiales

Teniendo en cuenta el capítulo de mediciones del presupuesto y en base a las necesidades dispuestas por el presente anejo se muestra en el siguiente cuadro resumen las cantidades de los distintos materiales necesarios para la instalación de riegos y del cabezal.

-Cálculo de la tubería que compone el ramal:

Se deberán pedir tantos metros para suplir las necesidades de tubería hasta llegar a las tuberías primarias y secundarias respectivamente, en total, se obtiene:

-sector I: 6200 m

-sector II: 6452 m

-sector III: 6064,5 m

-sector IV: 6452 m

-sector V: 4498 m

-sector VI: 6337,5 m

-TOTAL: 36004 m de TUBERÍA PE32 PN10, de diámetro exterior 12,7 mm (1/2 ") y diámetro interior 10,16 mm, de goteros integrados.

-Cálculo de la tubería que compone la primaria y la secundaria:

Tenemos 6 secundarias de las siguientes medidas:

-sector II: 75,33 m

-sector III: 75,33 m

-sector IV: 75,33 m

-sector V': 73,54 m

-sector V'': 87,49 m

-sector VI: 74,6 m

Y 3 primarias de las siguientes medidas:

-sector I: 91,56 m

-sector II, III y IV: 135,18 m

-sector V y VI: 225,39 m

Tras sus mediciones se llega a un total de primarias y secundarias de 913,75 m de TUBERÍA PE32 PN10 diámetro exterior 50,8 mm (2") y diámetro interior 40,64 mm.

**Tabla 11: Cantidades de tuberías empleadas en la instalación de riegos.**

Materiales	Cantidad (m)
TUBERÍA PE 0,5"	36.004
TUBERÍA PE 2"	913,75
Tubería de impulsión acero galvanizado 2"	28

**Tabla 12: Cantidades de los aparatos empleados en el cabezal y en la instalación de riego.**

Materiales	Cantidad
Bomba de sondeo	1
Válvula manual	11
Variador de frecuencia	1
Calderín de presurización	1
Interruptor de presión	1
Filtro de malla	1
Válvula antirretorno	2
Medidor de caudal	10
Bomba dosificadora	1
Válvula de bola	3
Electroválvula	9

### 3.2. Maquinaria

Se alquilarán las siguientes máquinas para realizar las obras de excavación de las primarias y secundarias:

-Retroexcavadora sobre orugas de 160 CV.

-Camión de 10 t.

### 3.3. Fechas de instalación

Tabla 13: Fechas previstas de las operaciones durante el año 0.

LABOR	FECHA PREVISTA
Replanteo de las primarias y secundarias	8-X al 12-X
Apertura de zanjas	15-X al 17-X
Instalación de primarias y secundarias	18-X al 22-X
Instalación del cabezal	1-X al 2-X
Instalación de los laterales o ramales y goteros	23-X al 12-XI

### 3.4. Mano de obra

Para la instalación de los riegos y del cabezal de riegos se contratará a una empresa de la zona especializada en la instalación de sistemas de riegos que contarán con la siguiente mano de obra:

-3 peones especializados de riegos que realizarán el replanteo.

-3peones especializados y un oficial instalador de riegos que realizarán el montaje y la instalación del sistema de riegos y del cabezal.

### 3.5. Implementación de la instalación

Según se establece en el anejo de “alternativas estratégicas” se decide la instalación de un sistema de riego localizado en la plantación para favorecer la máxima calidad de la cosecha.

#### 3.5.1. Colocación de la instalación de riego

La instalación de riego se realizará durante el mes de Noviembre y serán necesarias hacer las siguientes acciones:

Primeramente se procederá al replanteo de las tuberías terciarias que consiste en traspasar la información contenida en el “plano de sistema de riego” marcando alineaciones mediante estacas, cañas, jalones o con elementos mecanizados. Para trazar las alineaciones rectas de las filas se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud por donde se ha estimado que pasen las primarias y secundarias.

A continuación mediante una retroexcavadora se procederá a la apertura de las zanjas

Posteriormente se realizará la instalación de las tuberías primarias y secundarias y el enterrado de las mismas.

Finalmente se colocarán los ramales portagoteros directamente sobre la superficie del suelo en la línea de cultivo.

### **3.5.2. Colocación del cabezal de riego**

Una vez construida y terminada la caseta se procederá a la colocación del cabezal que irá comunicado al pozo, se colocará todo el circuito de tuberías hasta llegar a las 3 derivaciones que den hacia los sectores y toda la valvulería, sistemas de control y manejo de la instalación.

## ANEJO 13: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.	Introducción .....	2
2.	Descripción de la instalación .....	2
3.	Potencia para la instalación .....	3
3.1.	Cálculo de las necesidades para alumbrado interior .....	3
3.2.	Cálculo de las necesidades para los receptores .....	6
4.	Conductores .....	6
4.1.	Características de los conductores.....	6
4.2.	Método de cálculo de la sección de los conductores .....	7
4.3.	Líneas de la instalación.....	7
4.3.1.	Línea de alimentación .....	7
4.3.2.	Línea de bomba de sondeo .....	8
4.3.3.	Línea de instrumentación.....	10
4.3.4.	Línea de alumbrado.....	11
4.3.5.	Línea de fuerza .....	11
4.4.	Diámetro de los tubos de protección.....	11
5.	Elementos de protección de las instalaciones .....	12
5.1.	Interruptores automáticos .....	12
5.2.	Interruptor diferencial.....	14
5.3.	Toma a tierra .....	14
6.	Tarifas de pago y potencia a contratar .....	14
7.	Instalación eléctrica.....	14
7.1.	Materiales .....	14
7.2.	Fechas de desarrollo de la instalación .....	15
7.3.	Mano de obra .....	15
7.4.	Implementación de la instalación .....	15
	Tabla 1: Resumen de todos los elementos eléctricos.....	6
	Tabla 2: Características de los tubos protectores .....	11
	Tabla 3: Resumen interruptores automáticos. ....	14
	Tabla 4: Cantidades de los materiales empleados para la instalación eléctrica.....	15
	Tabla 5: Fechas de desarrollo de la instalación.....	15

## 1. Introducción

Con el siguiente anejo se persigue el cálculo y dimensionado de la instalación eléctrica según el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT 2002) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC). Aprovechando la acometida eléctrica actual de la nave ya existente, con potencia contratada de 15 kW trifásicos, y una potencia instalada de 10 kW, lo que nos da margen para conectar nuestra bomba de 3 kW. Para suministrar energía a dicha bomba se hará una derivación desde el cuadro de distribución existente hasta la instalación de diseño.

## 2. Descripción de la instalación

A nuestra caseta llegará la acometida desde la caja de protección de mandos de la nave, por lo tanto, en esta instalación tenemos a efectos prácticos un cuadro secundario que contara con los siguientes aparatos, según la ITC-BT-17:

-Un dispositivo de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos del circuito. De este dispositivo saldrán 4 líneas para: la bomba, instrumentación, alumbrado y toma de fuerza, en el apartado 4 vamos a desarrollar de manera extensa las secciones a todos los receptores del cuadro secundario. Las referencias a la normativa son ITC-BT-11, ITC-BT-07 e ITC-BT-14, además la UNE-HD-60364-5-52\_2014.

-Un interruptor diferencial individual, destinado a la protección contra contactos indirectos de cada circuito.

-Instalación de puesta a tierra: Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Teniendo en cuenta que según la ley se obliga a tener un punto puesto directamente a tierra denominado punto neutro. Se escoge el esquema TT para su cumplimiento según ITC-BT-08. El significado de TT hace referencia a la primera T a conexión directa de un punto de la alimentación a tierra y la segunda T a masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación. El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

### 3. Potencia para la instalación

A continuación se expresa la energía requerida en la caseta de equipos, es decir la potencia demandada.

#### 3.1. Cálculo de las necesidades para alumbrado interior

Mediante el método de los lúmenes se procede al cálculo:

-dimensión del local y altura del plano de trabajo:

Suponemos que la altura de trabajo sea de 0,85 m con unas dimensiones del local de:

ancho (A)= 4 m

largo (L) = 4 m

Con una altura media de 2,5 metros, por lo tanto la altura h entre el plano de trabajo y la luminaria es de:

$$H= 2,5 - 0,85= 1,65\text{m}$$

-actividad desarrollada en el local:

Para un local con requerimientos visuales limitados se determina un valor medio de 150 lux.

-escoger el tipo de lámpara:

Para un uso industrial y para luminarias a baja altura (< 6m) se recomiendan fluorescentes. Por lo tanto se opta por una lámpara fluorescente LED. Las dimensiones son: 1200 mm de longitud, diámetro 38 mm. Potencia de 40 W, tono blanco frío, flujo luminoso ( $\Phi$ ) de 4500 lúmenes, temperatura de color ( $T_c$ ) de 4000 K, un índice de reproducción cromática ( $R_a$ ) de 0,80 y un factor de potencia de 0,85.

El tipo de luminaria será abierta para dos lámparas fluorescentes, y estará constituida por armadura y portalámparas, con aberturas de ventilación y alojamientos para reactancia, condensador y cebador, así como los accesorios necesarios para su fijación, extensiva en función de la altura del local (< 4 m) y un rendimiento del 90 %.

El equipo de luminaria está constituido por un balastro (reactancia) que absorbe una potencia total de 50 W, por tanto los cálculos de la potencia absorbida deberán realizarse de acuerdo con la potencia total consumida por dichos equipos.

-índice del local (k): Con este índice se determina la clase fotométrica más adecuada para el caso que se trata.

$$K = \frac{A \times L}{H \times (A + L)} = \frac{4 \times 4}{1,65 \times (4 + 4)} = 1,2$$

-coeficiente de reflexión: Según los elementos que componen el edificio se determina:

Al ser una caseta prefabricada entera de hormigón, tiene un coeficiente de 0,27 para techo, suelo y pared.

-factor de utilización: a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. Son tablas interpolables. De lo que deducimos un valor del factor de utilización de 0,22.

-factor de mantenimiento: este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Consideraremos un valor de 0,7 intermedio entre limpio y sucio.

-cálculo del número de luminarias:

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{f_u * f_m}$$

E: nivel de iluminancia media (lux).

S: Superficie del local a iluminar (L x A)

f<sub>m</sub> : factor de mantenimiento

f<sub>u</sub> : factor de utilización

Φ<sub>T</sub>: flujo total necesario (lúmenes)

$$\Phi_T = \frac{150 \text{ lux} * 16 \text{ m}^2}{0,22 * 0,7} = 15584,4 \text{ lúmenes}$$

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_1 * n}$$

Φ<sub>T</sub>: flujo total necesario (lúmenes)

Φ<sub>1</sub>: flujo que proporcionan las lámparas a instalar (lúmenes)

n: número de lámparas por luminaria.

N: numero de luminarias o puntos de luz a instalar.

$$N = \frac{15584,4}{4500 * 2} \approx 2$$

En total se necesitarán 2 luminarias de dos lámparas cada una de 4500 lúmenes.



-separación entre luminarias (d):

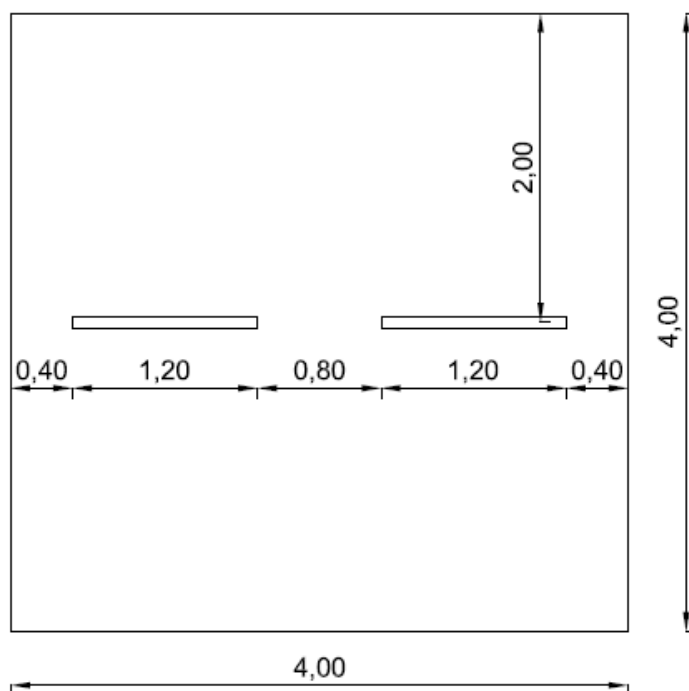
Con una altura de local  $< 4\text{m}$  se requiere de una luminaria extensiva con un ángulo de  $60^\circ$  a  $70^\circ$ , con una distancia máxima entre luminarias de  $(1,6 \times h)$  y la distancia pared-luminaria la mitad de la distancia entre luminarias, siendo  $h$  la distancia entre la luminaria y el plano de trabajo.

Por lo tanto se separarán entre ellas como máximo 2,64 metros y con una máxima distancia a la pared de 1,32 m.

Teniendo en cuenta las características de las luminarias y de las dimensiones del local se colocarán 2 luminarias del tipo extensivas que ubicadas en línea seguida, separadas entre sí 80 cm, y separadas de la pared a 40 cm.

Por lo tanto la potencia total demandada por el alumbrado interior será de:

$$P_{T.int} = \text{potencia requerida (50 W)} \times \text{n}^\circ \text{ de lámparas (4)} = 200 \text{ W}$$



### 3.2. Cálculo de las necesidades para los receptores

En este apartado vamos a recoger la información de todos los elementos que forman la caseta, como máquinas y toma de corriente fundamentales en un cabezal de riego.

Tabla 1: Resumen de todos los elementos eléctricos.

RECEPTOR	Nº	TENSIÓN (V)	POTENCIA ACTIVA UNITARIA (W)	POTENCIA ACTIVA TOTAL (W)	cos $\varphi$	POTENCIA DEMANDADA (VA)
BOMBA	1	400/230	3000	3000	0,8	3750
AUTÓMATA	1	230	30	30		
CAUDALÍMETRO	7	230	9	63		
ELECTROVÁLVULAS	7	230	1,4	9,8		
BOMBA DOSIFICADORA	1	230	16	16		
VARIADOR DE FRECUENCIA	1	400/230	125	125		
CONTACTOR	1	230	2,4	2,4		
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN	1	230	9	9		

Toma de corriente monofásica	W unitaria (W)	Nº de tomas	W total	Tensión (V)
	1500	1	1500	230

Luminarias	W unitaria (W)	Nº de luminarias	W total (W)	Tensión (V)
	50	4	200	230

La potencia total necesaria en la caseta de equipos es **4955,2 W**.

## 4. Conductores

### 4.1. Características de los conductores

Cuentan con las siguientes características:

Conductor de cobre:  $\rho = 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

Tensión: 400/230 V

Nivel de aislamiento: 1 kW o superior.

Máximo descenso de tensión permitido: 5 % en fuerza, 3 % en alumbrado.

## 4.2. Método de cálculo de la sección de los conductores

En este apartado explicaremos de manera detallada la distribución de las líneas que se han llevado a cabo en la caseta de equipos y posteriormente explicaremos la elección de los cables y su sección atendiendo a los criterios de tensión admisible y caída de tensión.

## 4.3. Líneas de la instalación

### 4.3.1. Línea de alimentación

Desde el cuadro de distribución de la nave al cuadro de control y distribución de la caseta de equipos. La línea de alimentación tendrá una longitud de 80 m que se encontrará entubada bajo tierra a una profundidad de 0,70 m, suponiendo una resistividad térmica del terreno de  $1 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$  y una temperatura media del mismo de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Como bien sabemos abastecerá a la instalación y constará de 3 fases y un neutro. Cable tetrapolar XLPE, con disposición en manguera.

Para el cálculo de la línea de alimentación, atenderemos a la normativa UNE-HD 60364-5-52: 2014 que nos dará las pautas a seguir para las instalaciones subterráneas.

Intensidad en trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

donde:

P: potencia total de la instalación en watios

U: tensión en voltios

$\cos \varphi$ : potencia activa/ potencia aparente

$$I = \frac{4955,2 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 8,94 \text{ A}$$

A partir de la intensidad de cálculo, en la tabla C52-2 bis de la UNE-HD 60364-5-52: 2014, escogemos la sección que corresponde a una intensidad superior a la nuestra. Sección  $1,5 \text{ mm}^2$ , que transporta una I máx de  $15,5\text{A} \gg 8,94 \text{ A}$ .

Ahora comprobaremos la sección teórica del conductor de fase, para que la diferencia de tensión sea menor que la diferencia de tensión máxima admisible. Como parte de esta acometida se va a utilizar para luminarias, para ser más restrictivos utilizaremos como caída de tensión el 3 % de 400 V y así siempre nos aseguraremos de tener la tensión mínima para que funcionen correctamente todos los receptores.

$$s = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos \varphi}{\delta_{\text{máx adm}}}$$

$\rho$ : resistividad del cobre

L: longitud de la acometida

I: intensidad que transporta la línea

$\cos \varphi$ : potencia activa/ potencia aparente

$\delta_{\text{máx adm}}$ : caída de tensión permitida

$$s = \frac{\sqrt{3} * 1,8 * 10^{-8} * 80 * 8,94 * 0,8}{3\% * 400} = 1,49 * 10^{-6} m^2 = 1,5 mm^2$$

Ahora repetiremos el cálculo con la sección ( $1,5 mm^2$ ) que sacamos de la tabla (15,5 A), para comprobar la caída de tensión:

$$\delta_{\text{máx adm}} = \frac{\sqrt{3} * 1,8 * 10^{-8} * 80 * 8,94 * 0,8}{1,5 * 10^{-6}} = 11,89 V$$

Por lo tanto comprobamos que sí que nos vale, puesto que:

$$11,89 V < 3\% * 400 = 12$$

Como está muy justo el margen de caída de tensión, decidimos aumentar a la siguiente sección nominal a  $2,5 mm^2$  y ahora volveremos a calcular de nuevo la caída de tensión:

$$\delta_{\text{máx adm}} = \frac{\sqrt{3} * 1,8 * 10^{-8} * 80 * 8,94 * 0,8}{2,5 * 10^{-6}} = 7,13 V$$

$$7,13 V < 3\% * 400 = 12$$

Nos quedaremos con esta sección ( $2,5 mm^2$ ) para el cálculo de nuestra acometida.

Según la tabla 1 de ITC-BT-14 la sección del conductor neutro será igual que la de la fase ( $2,5 mm^2$ ).

#### 4.3.2. Línea de bomba de sondeo

En el apartado siguiente vamos a desarrollar de manera extensa la sección del cuadro a la bomba de sondeo. Seguiremos usando la normativa UNE-HD 60364-5-52: 2014. Para cables multipolares enterrados y recubrimiento de XLPE.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

donde:

P: potencia total de la instalación en watos, no tenemos en cuenta la potencia del variador de frecuencia, ni del contactor por que se sitúan en el mismo cuadro.

U: tensión en voltios

$\cos \varphi$ : potencia activa/ potencia aparente

$$I = \frac{3000 W}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 5,41 A$$

A partir de la intensidad de cálculo, en la tabla C52-2 bis de la UNE-HD 60364-5-52: 2014, escogemos la sección que corresponde a una intensidad superior a la nuestra. Sección  $1,5 \text{ mm}^2$ , que transporta una I máx de  $15,5A \gg 5,41 A$ .

Ahora comprobaremos la sección teórica del conductor de fase, para que la diferencia de tensión sea menor que la diferencia de tensión máxima admisible. En el caso de las bombas, por reglamentación, está permitida una caída del 5 %.

$$s = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos \varphi}{\delta \text{máx adm}}$$

$\rho$ : resistividad del cobre

L: longitud del cuadro hasta la bomba de sondeo

I: intensidad que transporta la línea

$\cos \varphi$ : potencia activa/ potencia aparente

$\delta \text{máx adm}$ : caída de tensión permitida

$$s = \frac{\sqrt{3} * 1,8 * 10^{-8} * 28 * 5,41 * 0,8}{5\% * 400} = 1,89 * 10^{-7} m^2 = 0,2 \text{ mm}^2$$

Ahora repetiremos el cálculo con la sección ( $1,5 \text{ mm}^2$ ) que sacamos de la tabla ( $15,5 A$ ), para comprobar la caída de tensión:

$$\delta \text{máx adm} = \frac{\sqrt{3} * 1,8 * 10^{-8} * 28 * 5,41 * 0,8}{1,5 * 10^{-6}} = 11,89 V$$

Por lo tanto comprobamos que sí que nos vale, puesto que:

$$11,89 V < 5\% * 400 = 20$$

### 4.3.3. Línea de instrumentación

En este apartado vamos a calcular la sección para los aparatos conectados a la instalación de riego, realizaremos los cálculos con la distancia de los aparatos electrónicos más alejados, en este caso son los caudalímetros y electroválvulas para el 5 y 6. Seguiremos usando la normativa UNE-HD 60364-5-52: 2014. Para cables multipolares enterrados y recubrimiento de XLPE.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

donde:

P: potencia total de esta línea se saca de sumar las potencias de autómata, caudalímetros, electroválvulas, bomba dosificadora y transductor de presión.

U: tensión en voltios

$\cos \varphi$ : potencia activa/ potencia aparente

$$I = \frac{(30 + 63 + 9,8 + 16 + 9) W}{230} = 0,56 A$$

A partir de la intensidad de cálculo, en la tabla C52-2 bis de la UNE-HD 60364-5-52: 2014, escogemos la sección que corresponde a una intensidad superior a la nuestra. Sección 1,5 mm<sup>2</sup>, que transporta una I máx de 15,5A >> 0,56 A.

Ahora comprobaremos la sección teórica del conductor de fase, para que la diferencia de tensión sea menor que la diferencia de tensión máxima admisible. En el caso de los receptores, según el manual de equipo, la caída de tensión permitida es del 10 %.

$$s = \frac{\rho * L * I * \cos \varphi}{\delta_{\text{máx adm}}}$$

$\rho$ : resistividad del cobre

L: longitud del cuadro hasta el receptor más alejado

I: intensidad que transporta la línea

$\cos \varphi$ : potencia activa/ potencia aparente

$\delta_{\text{máx adm}}$ : caída de tensión permitida

$$s = \frac{1,8 * 10^{-8} * 230 * 0,56}{10\% * 230} = 1,008 * 10^{-7} m^2 = 0,1 mm^2$$

Ahora repetiremos el cálculo con la sección (1,5 mm<sup>2</sup>) que sacamos de la tabla (15,5 A), para comprobar la caída de tensión:

$$\delta_{m\acute{a}x adm} = \frac{1,8 * 10^{-8} * 230 * 0,56}{1,5 * 10^{-6}} = 1,54 V$$

Por lo tanto comprobamos que sí que nos vale, puesto que:

$$1,54 V < 10\% * 230 = 23$$

#### 4.3.4. Línea de alumbrado

Teniendo en cuenta, la tabla 1 de la guía BT-25. La sección de los conductores de alumbrado con una potencia de 200 W, será de 1,5 mm<sup>2</sup>. Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de XLPE bajo tubo empotrado en obra.

#### 4.3.5. Línea de fuerza

Teniendo en cuenta la misma tabla que en el apartado interior, la tabla 1 de la guía BT-25. La sección de los conductores de toma de fuerza, con una potencia de 1500 W, será de 2,5 mm<sup>2</sup>, que es la mínima exigida. Y corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de XLPE bajo tubo empotrado en obra.

### 4.4. Diámetro de los tubos de protección

Según la tabla 9, para tubos en canalizaciones enterradas y tabla 7, para conductores al aire de la ITC-BT-21 hemos determinado el diámetro de los tubos protectores de PVC:

**Tabla 2: Características de los tubos protectores**

LÍNEA	S(mm <sup>2</sup> )	Conductores	DN tubo protector (mm)
Línea de acometida	2,5	3f+n	32
L1 bomba de sondeo	1,5	3f+n	25
L2 instrumentación	1,5	f+n	25
L3 alumbrado	1,5	f+n	16
L4 toma de fuerza	2,5	f+n	20

## 5. Elementos de protección de las instalaciones

### 5.1. Interruptores automáticos

-Icc máx para el Interruptor general del cuadro de protección y mando de la caseta de equipos:

Para su cálculo recurrimos al Anexo 3 de la Guía Técnica de Aplicación para Baja Tensión, se admite que en caso de cortocircuito, la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede calcular mediante la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * R}$$

donde:

Icc: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

U: Tensión de alimentación.

R: Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación. Considerando a una temperatura de 20°C de los conductores procedemos al cálculo para calcular la resistencia de la fase de la derivación individual con una longitud de 80 metros y una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> de cobre (resistividad del cobre a 20 °C  $\rho = 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ):

$$R = 1,25 * \frac{\rho * L}{S} = 1,25 * \frac{0,018 * 80}{2,5} = 0,72 \Omega$$

Por lo tanto la intensidad del cortocircuito será de:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * R} = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,72} = 320 \text{ A}$$

-Icc máx para el PIA de la bomba de sondeo: o lo que es lo mismo el Icc mín para el interruptor general, al ser una sección tan pequeña, se desprecia y lo consideramos igual que el Icc máx del interruptor general.

-Icc mín para el PIA de la bomba de sondeo:

$$R = \frac{\rho * L}{S} = 1,5 * \frac{0,018 * 28}{1,5} = 0,504 \Omega$$

$$R_{total} = 0,504 + 0,72 = 1,224 \Omega$$

Por lo tanto la intensidad del cortocircuito mínima del PIA del circuito de la bomba de sondeo será de:



$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * R} = \frac{400}{\sqrt{3} * 1,224} = 188,7 \text{ A}$$

-Icc máx para el PIA del cable de instrumentación: o lo que es lo mismo el Icc mín para el interruptor general, al ser una sección tan pequeña, se desprecia y lo consideramos igual que el Icc máx del interruptor general.

-Icc mín para el PIA del cable de instrumentación:

$$R = \frac{\rho * L}{S} = 1,5 * \frac{0,018 * 230}{1,5} = 4,14 \Omega$$

$$R_{total} = 4,14 + 0,72 = 4,86 \Omega$$

Por lo tanto la intensidad del cortocircuito mínima del PIA del circuito de instrumentación será de:

$$I_{cc} = \frac{U}{R} = \frac{230}{4,86} = 47,32 \text{ A}$$

-Icc máx para el PIA de alumbrado: no hará falta calcularlo, puesto que lo encontramos ya calculado en la tabla 1 de la guía BT-25.. Escogeremos un interruptor automático de 10 A.

-Icc máx para el PIA de toma de fuerza: tampoco hará falta calcularlo, puesto que lo encontramos ya calculado en la tabla 1 de la guía BT-25. Escogeremos un interruptor automático de 16 A.

Ahora procedemos al dimensionado de los PIAS, contra sobrecargas y cortocircuitos, con los condicionantes sacados de la ITC-BT-22:

Sobrecargas:

$I_{ct} < I_n < I_{máx adm}$  tabla UNE-HD 60364-5-52: 2014

Cortocircuitos:

$P_d < I_{cc máx}$

$I_{cc mín} > I_m$  dependiente de la curva. Ej: curva C:  $I_m = 10 * I_n$

Nuestra selectividad es total, puesto que tenemos un dispositivo por circuito.

Tabla 3: Resumen interruptores automáticos.

APARATO	I cto (A)	I n (A)	I máx adm (A)	CUMPLE	PdC (A)	Icc máx (A)	CUMPLE	Icc mín (A)	Curva	Im	CUMPLE
IGA 3f+n	8,94	20	20	SÍ	6000	320	SÍ	320	C	200	SÍ
PIA bomba de sondeo ( In bomba =7,9 A) 3f+n	5,41	10	15,5	SÍ	6000	320	SÍ	188,7	C	100	SÍ
PIA instrumentación f+n	0,56	2	15,5	SÍ	6000	320	SÍ	47,32	C	20	SÍ
PIA alumbrado	0,87	10	15,5	SÍ	6000	320	SÍ	277,7	C	100	SÍ
PIA toma de fuerza	6,5	16	20	SÍ	6000	320	SÍ	293	C	160	SÍ

## 5.2. Interruptor diferencial

Para tener selectividad y evitar contactos indirectos dentro de la nueva instalación, se colocará un diferencial por cada circuito del cuadro eléctrico, se utilizarán diferenciales comerciales adaptados al calibre de cada circuito y con la sensibilidad requerida.

Diferencial para circuito 1, bomba de sondeo, 4 polos, 25 A, 300 mA, (equipo industrial).

Diferencial para circuito 2, instrumentación, 2 polos, 16 A, 30 mA.

Diferencial para circuito 3, alumbrado, 2 polos, 16 A, 30 mA.

Diferencial para circuito 4, toma de fuerza, 2 polos, 16 A, 30 mA.

## 5.3. Toma a tierra

Contando con que la instalación original, tiene una toma de tierra que cumple con la normativa vigente, se llevará un conductor de tierra hasta la nueva instalación.

## 6. Tarifas de pago y potencia a contratar

Por tener una potencia de 15 kW, nuestra tarifa contratada será la 2.1. en dicha tarifa las suministradoras no penalizan por potencia reactiva, por lo tanto no se calcula su compensación (batería de condensadores).

## 7. Instalación eléctrica

### 7.1. Materiales

Teniendo en cuenta los cálculos realizados en el presente anejo se muestra en el siguiente cuadro resumen las cantidades de los distintos materiales necesarios para la instalación eléctrica.

Tabla 4: Cantidades de los materiales empleados para la instalación eléctrica.

MATERIALES	CANTIDAD
Luminarias empotradas	2
Lámparas fluorescentes de 50W	4
Tubo rígido de PVC 32 mm	80 m
Tubo rígido de PVC 25 mm	(28 +230 +140) m
Tubo rígido de PVC 20 mm	6 m
Tubo rígido de PVC 16 mm	6 m
Conductor de 2,5 mm <sup>2</sup>	80+6 m
Conductor de 1,5 mm <sup>2</sup>	(28+6+230+140) m
PIA	5
DIFERENCIALES	4

## 7.2. Fechas de desarrollo de la instalación

Durante las labores de año 0, se llevará a cabo la instalación eléctrica , después de la instalación de riego.

Tabla 5: Fechas de desarrollo de la instalación.

LABOR	FECHA PREVISTA
Instalación eléctrica	15-XI al 20-XI

## 7.3. Mano de obra

La instalación será llevada a cabo por una empresa contratada que realizará la instalación eléctrica y que contará:

- Oficial de 1ª electricista.
- Ayudante electricista.

## 7.4. Implementación de la instalación

Se realizará la instalación del cableado exterior y del interior de la caseta, se instalará el cuadro de mando y protección y se instalará la iluminación del interior del inmueble.

## **ANEJO 14: DOCUMENTO AMBIENTAL**

1.	Introducción .....	2
2.	Proyecto ambiental .....	3
2.1.	Descripción de la actividad.....	3
2.2.	Incidencia de la actividad en el medio natural afectado .....	4
2.2.1.	Fase de ejecución .....	4
2.2.2.	Fase de explotación.....	5
2.2.3.	Fase de abandono .....	5
2.3.	Identificación y valoración de impactos.....	6
2.3.1.	Impactos sobre el medio físico, biótico y perceptual .....	6
2.3.2.	Impactos sobre el medio socioeconómico.....	7
2.3.3.	Impactos sobre el medio humano (salud).....	7
2.4.	Justificación del cumplimiento de la norma .....	7
2.5.	Medidas de prevención y gestión .....	8
2.5.1.	Medidas durante la fase de ejecución .....	8
2.5.2.	Medidas durante la fase de explotación .....	8
2.6.	Programa de vigilancia ambiental .....	9
3.	Conclusiones.....	10

## 1. Introducción

Con el presente documento se pretende adecuar el proyecto a la normativa vigente sobre el medio ambiente con el fin de minimizar los daños que se pudieran producir por motivo del proyecto.

A continuación se muestran los pasos a seguir para elaborar un documento que marque las directrices a seguir en materia ambiental en base a la tipología y magnitud de nuestro proyecto:

En primer lugar comprobaremos que no requiere un estudio de impacto ambiental, para ello recurriremos a la normativa nacional que lo regula, es decir, la ley 21/2013, 9 Diciembre y miraremos los anexos I y II comprobando que no aparecen en ninguno de los dos anexos. Seguiremos con la legislación autonómica de Cantabria mirando la ley de Cantabria 17/2006, de 11 de Diciembre, de control ambiental integrado, y al no aparecer en dicho documento, comprobamos que no necesita ni autorización ambiental, ni comprobación ambiental, por lo que llegamos a la conclusión que es necesaria una **licencia ambiental**.

La licencia ambiental tiene como objetivo controlar, prevenir y reducir las actividades que sean nocivas a la atmósfera, suelo y aguas incorporando mejoras técnicas y así determinar las condiciones para una correcta gestión de las emisiones por lo que en el siguiente proyecto se deberá elaborar un documento denominado “proyecto ambiental” en el que figurará lo siguiente:

-Descripción de la actividad o instalación, con indicación de las fuentes de las emisiones y el tipo y la magnitud de las mismas.

-Incidencia de la actividad o instalación en el medio potencialmente afectado.

-Justificación del cumplimiento de la normativa sectorial vigente.

-Las técnicas de prevención y reducción de emisiones.

-Las medidas de gestión de los residuos generados.

-Los sistemas de control de las emisiones.

-Otras medidas correctoras propuestas.

-AUTORIZACIONES PREVIAS exigibles por la normativa sectorial aplicable.

## 2. Proyecto ambiental

### 2.1. Descripción de la actividad

El siguiente proyecto versa sobre la plantación de diferentes variedades de arándano con riego localizado en el límite municipal entre Santillana del Mar y Reocín (Cantabria).

El siguiente proyecto requiere de las siguientes estructuras e instalaciones:

- Pozo para bombeo de agua.
- Caseta de equipos de riego.
- Red de tuberías para el riego.
- Malla antihierba en las filas de arándano.

La parcela está situada en el límite municipal de Santillana del Mar y Reocín (Cantabria). La parcela sobre la que se construye tiene una superficie de 65.000 m<sup>2</sup>. De los cuáles se dedica una superficie edificada de 16 m<sup>2</sup> y una superficie de 60.000 m<sup>2</sup> dedicada a la plantación. Que se distribuyen de la siguiente manera con las correspondientes variedades:

- Duke 9.378 m<sup>2</sup>.
- Spartan: 8.856 m<sup>2</sup>.
- Draper: 8.702 m<sup>2</sup>.
- Elliot: 8856 m<sup>2</sup>.
- Ochlockonee: 17703 m<sup>2</sup>.

La caseta tiene las siguientes características:

- Superficie cuadrangular de 4x4 m.
- Altura máxima: 2,5 m.

La red de tuberías tiene las siguientes características:

- 36.004 m de tubería PE 0,5" para los laterales.
- 913,75 m de tubería PE 2" para las tuberías primarias y secundarias.

El pozo tiene las siguientes características:

- Profundidad de 20 m.

-Construido con tubería de acero galvanizado de diámetro de 200 mm, perforado en el último tramo.

- Bomba de sondeo tipo lápiz de acero inoxidable.

Los equipos situados en el interior de la caseta tiene las siguientes características:

- Grupo de presión.

- Filtro de malla.

- Tanque de fertirrigación con bomba dosificadora.

- Cuadro eléctrico con autómata.

Durante la fase de explotación se generan los siguientes residuos:

- restos de poda.

- envases de productos fitosanitarios.

En los siguientes puntos se describirán como gestionar los mismos.

## **2.2. Incidencia de la actividad en el medio natural afectado**

Para la realización del documento ambiental es preciso dividir temporalmente el proyecto en tres fases claramente diferenciadas ya que en cada una de ellas se producirán una serie de acciones sobre el medio distintas y requerirán de diferentes medidas de control:

- Fase de ejecución.

- Fase de explotación.

- Fase de abandono.

Por lo tanto, para favorecer el desarrollo de unas mejores medidas de prevención y control del daño que pueda hacer nuestro proyecto sobre el medio, se lo dividirá en distintas acciones que tendrán un efecto sobre el medio que se lo dividirá en diferentes factores; asociando un hecho de una acción sobre un factor del medio, identificándolo como un impacto sobre el mismo y así poder prever y elaborar medidas que eviten o minimicen dicho efecto en el medio.

### **2.2.1. Fase de ejecución**

Durante esta fase las acciones tienen menor duración y persistencia pero provocan un gran impacto sobre el factor físico y biótico del medio. Las acciones que pueden causar un impacto sobre estos factores son las siguientes:

- Movimientos de tierras.

- Excavación de zanjas.

- Cimentación de caseta.
- Instalación de tuberías.
- Emisión de partículas contaminantes a la atmósfera.
- Sólidos en suspensión.
- Generación de ruido.
- Generación de sobrantes.
- Eliminación directa de fauna, flora y destrucción del hábitat.
- Vertidos accidentales.
- Creación de puestos de trabajo temporales.

### **2.2.2. Fase de explotación**

Las acciones generadas durante esta fase son producidas por la aparición en la zona de una nueva actividad productiva, son elementos nuevos y serán acciones persistentes ligadas a la vida útil del proyecto. Las acciones que pueden generar un impacto al medio son las siguientes:

- Generación de ruido.
- Vertidos accidentales.
- Emisión de partículas contaminantes a la atmósfera.
- Sólidos en suspensión.
- Generación de residuos (restos de poda y envases de productos fitosanitarios).
- Productos fitosanitarios y fertilizantes.
- Contratación de mano de obra temporal.
- Caminos para pasos de vehículos.

### **2.2.3. Fase de abandono**

Son aquellas acciones que se producen sobre el medio a partir del cese de la actividad, esto significarán acciones positivas en lo referente a calidad del agua, suelo, paisaje, atmósfera y salud pública.



## **2.3. Identificación y valoración de impactos**

Una vez definidas las acciones se procede a identificar con qué factores del medio interaccionan:

### **2.3.1. Impactos sobre el medio físico, biótico y perceptual**

#### **2.3.1.1. Impactos sobre el suelo:**

- Eliminación de la vegetación durante la fase ejecución del proyecto.
- Modificación de las características edáficas del suelo por los movimientos de tierra, cimentaciones, caminos para pasos de vehículos, excavaciones, medidas de seguridad durante la obra en la fase de ejecución del proyecto.
- Contaminación del suelo por posibles vertidos accidentales, mal uso de productos fertilizantes y fitosanitarios y por los residuos generados durante la fase de explotación.

#### **2.3.1.2. Impactos sobre el agua:**

- Contaminación de aguas superficiales y/o subterráneas por vertidos accidentales, mal uso de productos fertilizantes y fitosanitarios o por la generación de residuos debido a los productos fitosanitarios.

#### **2.3.1.3. Impactos sobre la atmósfera:**

- Emisión de gases contaminantes como CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> debido al uso de la maquinaria tanto en fase ejecución como en la de explotación.
- Generación de sólidos en suspensión por el movimiento de la maquinaria especialmente durante la fase de ejecución del proyecto con lo que disminuye la calidad ambiental del aire, disminución de visibilidad y posibles problemas respiratorios a los operarios.

#### **2.3.1.4. Impactos sobre flora y fauna:**

- Se producirá una destrucción directa del hábitat de la posible fauna y flora debido a las construcciones realizadas, sin embargo será de baja importancia ya que no se encuentra dentro de ningún espacio protegido (zonas LIC, ZEPa, RED NATURA 2000 etc.) y no existe ninguna especie protegida que tenga su hábitat en la zona.
- Intoxicación de fauna por mal uso de productos fitosanitarios.

#### **2.3.1.5. Impacto sobre el medio paisajístico o visual:**

-Tras la puesta en marcha del proyecto el impacto visual que se ejerce en la zona será irreversible pero con el fin de minimizar impactos se intentará en la construcción cumplir con las condiciones estéticas impuestas por la normativa urbanística.

#### **2.3.2. Impactos sobre el medio socioeconómico**

Durante la fase de ejecución del proyecto se crearán empleos directos por la contratación de mano de obra eventual para la realización de la construcción de las instalaciones y las obras requeridas para el funcionamiento del proyecto.

Durante la fase de explotación del proyecto se crearán anualmente empleos temporales debido a la necesidad de contratación de mano de obra eventual para realizar determinadas labores del proceso productivo. Además de la adquisición de insumos y maquinaria agrícola necesaria para hacer el proceso productivo supone un impacto positivo en el sector servicios, comercial y de distribución.

La comercialización de un producto de esta zona generará una publicidad de la misma en la región con un posible efecto positivo sobre el turismo.

#### **2.3.3. Impactos sobre el medio humano (salud)**

La generación de residuos que puedan llegar afectar a la salud humana y posibles vertidos accidentales pueden llegar a afectar negativamente a la calidad de vida de las personas no solo que trabajan en la explotación sino de la población de la zona.

### **2.4. Justificación del cumplimiento de la norma**

Como consecuencia de todas las consideraciones tomadas a los efectos que producen las acciones de nuestro proyecto sobre el medio se puede afirmar que se cumple con la normativa vigente que se enumera a continuación:

-Ley 21/2013 Ley de Evaluación de Impacto ambiental de proyectos, según la legislación nacional.

-Ley de Cantabria 17/2006 de control ambiental integrado.

-Real decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

-Ley 37/2003 del ruido.

- Real decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.

## **2.5. Medidas de prevención y gestión**

Tras haber valorado los impactos sobre el medio se puede observar como la valoración del proyecto es positiva y se proponen las siguientes medidas con el fin de minimizar el impacto de las acciones sobre el medio.

### **2.5.1. Medidas durante la fase de ejecución**

-Se esparcirá la tierra sobrante del relleno de zanjas y excavaciones por la parcela.

-Se delimitará la zona utilizada por maquinaria y camiones que transportan los materiales de construcción, para evitar posibles impactos en las parcelas cercanas.

-Se instalarán los contenedores necesarios para la recogida de los residuos para recoger los distintos residuos que se generen durante las obras según especifique el anejo de gestión de residuos.

-Se evitarán ruidos innecesarios revisando la maquinaria y vehículos de transporte para que cumplan con la normativa.

-Se intentará contratar personal del sector con domicilio en los municipios colindantes.

-Se intentará tener el máximo cuidado y atención con el fin de evitar posibles vertidos accidentales por causa de combustibles o lubricantes, además de intentar disminuir las emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera revisando la maquinaria periódicamente y teniendo en cuenta que cumplan con la normativa vigente.

### **2.5.2. Medidas durante la fase de explotación**

- La aplicación de productos fertilizantes y fitosanitarios se realizarán de manera adecuada por parte de un tractorista especializado, en unas condiciones climáticas adecuadas para la distribución de los productos y con la maquinaria apropiada y cumpliendo con la normativa vigente.

-La compra de insumos, maquinaria, materiales etc. se realizará en las empresas de la zona en la medida de lo posible.

-La maquinaria se renovará conforme se expone en el proceso productivo con el fin de minimizar daños al medio ambiente.

-Adecuada dosificación de los productos a distribuir por el técnico competente junto con una correcta distribución de los productos fertilizantes y fitosanitarios por parte de un operario conocedor y competente en la materia realizando unas buenas prácticas agrícolas y medioambientales.

- La retirada de la generación de los residuos a gestionar:

Restos de poda: Los restos de poda generados por la operación de prepoda fundamentalmente son un subproducto que genera el proceso productivo que se tratará de la siguiente manera. Tras el proceso de prepoda los sarmientos caen al suelo de las calles por lo que se procederá al pase de la trituradora de sarmientos con el fin de trocearlos e incorporarlos al suelo para que durante el invierno se incorpore como m.o. y así evitar cualquier posible impacto al medio.

Envases de productos fitosanitarios: Los envases usados de productos fitosanitarios pueden ser un problema para el medio ambiente y la salud pública por eso se decide en realizar una serie de pasos con el fin de evitar que estos recipientes lleguen al medio ambiente y sean reutilizados para otros usos cumpliendo así con la normativa de residuos, envases y otras normativas como la de sanidad vegetal. Por lo tanto una vez usado el producto fitosanitario se procederá al enjuagado con agua del producto hasta tres veces y posteriormente se distribuirá con el pulverizador ya que no realizar esto podría provocar que restos del producto lleguen a entrar en contacto con otros elementos que puedan provocar la contaminación del medio. Posteriormente los envases utilizados se llevarán a puntos de recogida de envases fitosanitarios como SIGFITO o similares que se acogen al programa europeo de SIG (sistemas de integración de la gestión de residuos) para un posterior reciclaje de los productos evitando cualquier daño que se podría causar al medioambiente por su quemado o enterrado.

## **2.6. Programa de vigilancia ambiental**

Por lo tanto se propone un programa de vigilancia ambiental con el fin de que se garantice el cumplimiento de las medidas tomadas anteriormente.

Durante la ejecución del proyecto se comprobarán que las actividades se ejecutan según las condiciones descritas. Se controlarán las operaciones de cambio de aceite de la maquinaria y otros residuos para evitar impactos al medio. Se vigilará la correcta impermeabilización de las redes de tuberías. Se controlará el nivel de ruidos y se velará porque se encuentre por debajo de los niveles establecidos por la ley realizándose de manera periódica, se controlará en todo momento la velocidad de la maquinaria dentro del recinto. Como medida de protección de la calidad del aire, se realizarán riegos periódicos de las zonas por las que estén transitando camiones o maquinaria de obra. La frecuencia de estos riegos variará en función de la climatología y de la intensidad de la actividad de obra, y deberán aumentarse en la estación más cálida y seca, o en días de fuerte viento.

Durante la fase de explotación del proyecto, se revisará cada vez que se realice una aplicación de un producto o labor agrícola el correcto estado de la maquinaria durante la fase de explotación. Se realizará un mantenimiento anual de la maquinaria agrícola durante la fase de explotación. Adquisición de productos fitosanitarios y fertilizantes que cumplan con la normativa comunitaria, nacional y autonómica vigente.

### **3. Conclusiones**

Evaluando todo lo expuesto anteriormente se llega a la conclusión de que nuestro proyecto no afectará significativamente al medio. Incluso se han tomado medidas oportunas para reducir los posibles impactos que se pueden producir.

Las medidas presupuestables a nivel ambiental son en la fase de ejecución del proyecto la instalación de los contenedores usados que se quedan recogidos en el epígrafe de gestión de residuos y en la ejecución del proyecto la adquisición y realización de las labores de la gestión de residuos en lo referente a restos de poda que queda reflejado en el anejo “ingeniería del proceso productivo”.

Finalmente dejar constancia de que dicho proyecto generará un impacto positivo sobre el medio socioeconómico con la creación de empleo directo, publicidad en la zona y un fomento y desarrollo de la actividad empresarial de la zona.

## **ANEJO 15: GESTIÓN DE RESIDUOS**

1.	Introducción .....	2
2.	Normativa y bases de segregación.....	2
	-Decreto 14/2017 de 23 de marzo, por el que se aprueba el Plan de Residuos de la Comunidad Autónoma de Cantabria 2017-2023. ....	2
3.	Estimación de los residuos generados en la obra .....	2
4.	Medidas de reducción de la producción de residuos .....	7
5.	Medidas de valorización y eliminación de residuos.....	7
5.1.	Reutilización .....	7
5.2.	Reciclado .....	7
5.3.	Recuperación energética.....	8
5.4.	Correcta eliminación .....	8
6.	Determinación de necesidades de segregación.....	8
7.	Pliego.....	9
7.1.	Obligaciones del productor de residuos .....	9
7.2.	Obligaciones del poseedor de residuos .....	9
7.3.	Obligaciones de carácter general.....	10
7.4.	Obligaciones de carácter particular .....	10
8.	Costes de gestión de residuos.....	11
	Tabla 1: Límites de los residuos para segregación individualizada.....	2
	Tabla 2: Listado de residuos presentes en la obra según orden MAM 304/2002. ....	3
	Tabla 3: Porcentajes de descomposición en peso de los elementos desagregados.....	5
	Tabla 4: Cuantificación de residuos desagregados.....	6
	Tabla 5: Gestión y usos de los distintos residuos.....	8
	Tabla 6: Segregación de residuos.....	8

## 1. Introducción

Con el siguiente estudio se pretende identificar los residuos que se generen durante la fase de construcción de obras de manera que se minimicen los daños provocados al medio ambiente. Además con este documento se cumple el Real Decreto 105/2008 que obliga al productor de los residuos a incluir en el proyecto de ingeniería un documento que garantice la gestión de los residuos durante la fase de ejecución de obras llamado “Estudio de gestión de residuos”.

## 2. Normativa y bases de segregación

La normativa en la que se basa el estudio de gestión de residuos es la siguiente:

-Real Decreto 833/1988, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

-Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

-Decreto 14/2017 de 23 de marzo, por el que se aprueba el Plan de Residuos de la Comunidad Autónoma de Cantabria 2017-2023.

-Real decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

La segregación se realizará siempre que se superen los siguientes límites de residuos según establece el Real Decreto 105/2008:

**Tabla 1: Límites de los residuos para segregación individualizada.**

MATERIALES	CANTIDADES (t)
Hormigón	80
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	40
Metales	2
Madera	1
Vidrio	1
Plástico	0,5
Papel o cartón	0,5

## 3. Estimación de los residuos generados en la obra

En el siguiente apartado se procede a la identificación y cuantificación de los residuos generados en la obra para calcular si fuera necesario, la segregación física en contenedores separados. Atendiendo a la composición de los residuos generados se clasifican en:

-Residuos de Nivel I,(tierras limpias y materiales pétreos) son tierras limpias originarias de excedentes de excavación de movimientos de tierras y materiales pétreos como arena, grava y otros áridos, hormigón, piedra etc...

-Residuos de Nivel II, (escombros) son una mezcla menor de materiales pétreos y otros más frecuentes de encontrar en este nivel como madera, plástico, metales, papel, asimilables urbanos etc... A continuación se muestran los residuos de la obra marcados con una x:

**Tabla 2: Listado de residuos presentes en la obra según orden MAM 304/2002.**

<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>		
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>		
	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>		
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>		
	<b>1. Asfalto</b>	
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	<b>2. Madera</b>	
	17 02 01	Madera
	<b>3. Metales</b>	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	<b>4. Papel</b>	
x	20 01 01	Papel
	<b>5. Plástico</b>	
x	17 02 03	Plástico
	<b>6. Vidrio</b>	
	17 02 02	Vidrio
	<b>7. Yeso</b>	
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>		
	<b>1. Arena Grava y otros áridos</b>	
x	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla



	<b>2. Hormigón</b>	
x	17 01 01	Hormigón

	<b>3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos</b>	
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.

	<b>4. Piedra</b>	
	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

	<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>	
	<b>1. Basuras</b>	
x	20 02 01	Residuos biodegradables
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

	<b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b>	
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiaes cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

Una vez identificados los residuos generados, se procede a su cuantificación para ello se recurre a definir los siguientes parámetros:

Primeramente se identifica el volumen de restos de naturaleza pétreo procedentes de la excavación.

Volumen de tierras procedente de la excavación:  $5,90 \text{ m}^3$

Se corrige dicho valor con un coeficiente de esponjamiento de 1,15.

Por lo tanto:

Volumen de tierras corregido:  $6,79 \text{ m}^3$

Posteriormente según el instituto de la construcción de Cataluña se pueden estimar los  $\text{m}^3$  de residuos en función de los  $\text{m}^2$  construidos, en este caso en concreto para obra nueva mediante la siguiente relación:

$C_{O,N} = 0,120 \text{ m}^3/\text{m}^2$  construido

Por tanto sabiendo que la superficie total a construir  $S = 16 \text{ m}^2$

El volumen de escombros:

$C_{O,N} \times S = 0,120 \text{ m}^3/\text{m}^2$  construido \*  $16 \text{ m}^2$  construidos =  $1,92 \text{ m}^3$

Se debe corregir con otro factor de esponjamiento de los residuos (1,25):

Volumen de residuos corregidos:  $1,92 * 1,25 = 2,40 \text{ m}^3$

Según el “Plan regional de ámbito sectorial de residuos de la construcción y demolición de Cantabria” se considera una densidad media de  $1,4 \text{ t}/\text{m}^3$  en los residuos por lo tanto:

Toneladas de residuos: volumen de residuos corregidos ( $2,40 \text{ m}^3$ ) \*  $1,4 \text{ t}/\text{m}^3 = 3,36 \text{ t}$

Una vez conocidos los materiales que componen los residuos y su volumen se pueden desagregar cuantificándolos mediante la siguiente tabla:

**Tabla 3: Porcentajes de descomposición en peso de los elementos desagregados.**

MATERIALES	% COMPOSICIÓN NORMATIVA
FRACCIÓN PETREA	75
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Grava	4
RESTO	25
Madera	4
Vidrio	0,5
Plástico	1,5
Metales	2,5
Asfalto	5
Yeso	0,2

Basura	7
Papel	0,3
Otros	4

Tabla 4: Cuantificación de residuos desgredados.

A.1.: RCDs Nivel I				
		t	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD		Toneladas de cada tipo de RCD	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		9,51	1,40	6,79

A.2.: RCDs Nivel II				
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% en peso según CC.AA	t(tonelada de cada tipo de residuo)	d, Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> , Volumen de Residuos
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>				
1. Asfalto	0,00	0,00	1,30	0,00
2. Madera	0,00	0,00	0,60	0,00
3. Metales	0,00	0,00	1,50	0,00
4. Papel	0,02	0,08	0,90	0,09
5. Plástico	0,12	0,39	0,90	0,44
6. Vidrio	0,00	0,00	1,50	0,00
7. Yeso	0,00	0,00	1,20	0,00
<b>TOTAL estimación</b>	0,14	<b>0,47</b>		<b>0,52</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>				
1. Arena Grava y otros áridos	0,14	0,48	1,50	0,32
2. Hormigón	0,43	1,44	1,50	0,96
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00	1,50	0,00
4. Piedra	0,18	0,60	1,50	0,40
<b>TOTAL estimación</b>	0,75	<b>2,52</b>		<b>1,68</b>

<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>	% en peso según CC.AA.	t(tonelada de cada tipo de residuo)	d, Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> , Volumen de Residuos
1. Basuras	0,070	0,24	0,90	0,26
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	0,13	0,50	0,27
<b>TOTAL estimación</b>	0,110	<b>0,37</b>		<b>0,53</b>

A continuación se enumerarán las medidas de valorización y el proceso de eliminación más adecuado desde la perspectiva ambiental que deben seguir los residuos.

#### **4. Medidas de reducción de la producción de residuos**

Se comprará sólo la cantidad necesaria expuesta en el anejo de caseta de riego y se irán adquiriendo según el ritmo de ejecución de la obra marcado en el mismo anejo.

Se realiza el acopio de los materiales en función de las actividades de ejecución de forma que los materiales estén situados de manera acorde a la antelación de utilización, dejándolos en las zonas más accesibles para facilitar manejos y evitar roturas innecesarias.

Los materiales estarán en un área reservada lejos de las áreas para residuos y fuera del tráfico intenso para evitar que sean dañados.

#### **5. Medidas de valorización y eliminación de residuos**

Una vez reducida la cantidad de residuos que se puedan generar se intentará dar valor a aquellos que mediante algún procedimiento se puedan aprovechar, esto se conoce como valorización de residuos.

Se procederá con los siguientes métodos de valorización en el siguiente orden:

-Reutilización: Empleo de un producto para el mismo fin transformándolo mínimamente. Lo que produce una disminución de los residuos y efectos positivos al medio ambiente.

-Reciclado: Recuperación de algunos materiales sometiéndolos a un proceso de transformación.

-Recuperación energética: Aprovechando la energía residual a través de la incineración, actualmente este método solo se permite en papel, cartón y plásticos.

-Eliminación: La última parte que no se puede valorizar se desecha a un vertedero siempre y cuando no supongan daños para el medio o para los organismos vivos.

##### **5.1. Reutilización**

La tierra superficial de la excavación servirá como relleno de la misma.

Los pallets de los embalajes se pueden reutilizar como tableros auxiliares en la construcción de la obra.

##### **5.2. Reciclado**

El hormigón se reciclará como grava para nuevo hormigón, o bien como grava suelta o como granulado.

Los embalajes se reciclan en nuevos embalajes y productos.

### 5.3. Recuperación energética

No se contempla dicha valorización debido a que no se encuentran cerca de la zona gestores de residuos autorizados para tal acción se procederá a llevar los restos de papel, cartón y plásticos a vertedero autorizado.

### 5.4. Correcta eliminación

Por lo tanto el resto de residuos se llevarán al vertedero autorizado más cercano para su eliminación.

A continuación se expondrán los usos más comunes y el tipo de gestión al que se someterán los diferentes residuos de la obra:

**Tabla 5: Gestión y usos de los distintos residuos.**

Tipo de residuo	Uso	Tipo de gestión
Tierra superficial	Paisaje artificial	Reutilización o reciclado en la obra
Tierras sobrante de la excavación	Elevar cota del terreno	Reutilización o reciclado en la obra
Papel y cartón	reciclar	Reutilización o reciclado en la obra ó reciclado en planta de RSU's
Plásticos	Reciclar	Reutilización o reciclado en la obra ó reciclado en planta de RSU's
Arena, grava y otros áridos	reutilizar	Reutilización en la obra o depóstio en vertedero fraccionado
Hormigón	Áridos para hormigones	Reutilización o reciclado en la obra
pedras	Áridos para hormigones	Reutilización en la obra
Basura	Ninguno	Depósito en vertedero mezclado

## 6. Determinación de necesidades de segregación

Por lo tanto conforme a la normativa Real Decreto 105/2008, se procederá a la segregación si se excedieran las cantidades que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 6: Segregación de residuos.**

Materiales	t (normativa)	t (proyecto)	Volumen (m <sup>3</sup> ) producido	% reciclado	Vr reciclado	Vt Real producido
Hormigón	80	1,44	0,96	70	0,67	0,29
Plástico	0,50	0,39	0,44	15	0,07	0,37
Papel y cartón	0,50	0,08	0,09	25	0,02	0,07

Al no superar ningún residuo el límite máximo para proceder a su segregación, se decide la compra de un contenedor teniendo en cuenta:

Volumen obtenido de la tabla para segregación de residuos:  $0,37+0,29+0,07= 0,73$

Volumen de las basuras y otros obtenido de la tabla cuantificación de residuos desagregados: en total : 0,53 m3

El volumen total a alojar es de 1,26 m<sup>3</sup>

Por lo tanto se deberá disponer de un contenedor de 2,5 m<sup>3</sup> en el que se depositarán todos los residuos.

## **7. Pliego**

Con el fin de recoger las obligaciones y derechos de las distintas partes implicadas en la gestión de residuos se redacta el siguiente pliego de condiciones cuya información también aparece en el documento nº3 del proyecto.

### **7.1. Obligaciones del productor de residuos**

Se define como productor de residuos de construcción al propietario o promotor quien está obligado a incluir en el proyecto de ejecución de obra un estudio de gestión de residuos en el que debe constar:

- Estimación de los residuos a generar.

- Medidas para la prevención de los residuos.

- Operaciones previstas para valorización de los residuos y medidas particulares para la separación de los residuos en la obra.

- Pliego de condiciones.

- Valoración del coste por la gestión de los residuos.

El productor de residuos debe disponer de documentación con la que acredite que los residuos han sido gestionados correctamente ya sea en obra o en una instalación para su tratamiento posterior por un gestor autorizado. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

### **7.2. Obligaciones del poseedor de residuos**

Se define como poseedor de residuos al contratista.

- Éste debe tomar las decisiones oportunas con el fin de mejorar la gestión de los residuos y minimizar y reducir los residuos generados.

- Presentará ante el promotor un plan de gestión de los residuos especificando si lo realizará el mismo o delegará en un intermediario pero siempre acreditando quien es el gestor de los residuos, entendiendo como gestor de los residuos como el titular de las instalaciones donde se llevan los residuos para su valorización o depósito.

-Este plan lo aprobará el promotor y la dirección facultativa de la obra pasando a ser otro documento contractual de la obra.

-Mientras permanezcan en su poder los residuos, éstos deberán estar en condiciones de higiene y seguridad.

-El personal de la obra, del cuál es el responsable, les hará saber sobre la manipulación y zona de depósito de los residuos.

-Facilitará la difusión entre el personal de obra de las ideas que puedan surgir para mejorar la gestión de los residuos.

-En el caso de ser posible, se intentará reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

-El personal de obra debe cumplir todas aquellas órdenes y normas que imponga el responsable de la gestión de los residuos.

-El contenedor debe salir de la obra perfectamente cubierto ya que el incumplimiento de esta medida podría originar accidentes durante el transporte.

-Se podrán proponer ideas de mejora de gestión de los residuos a los gestores de los residuos de la obra quienes podrán aplicarlas y compartirlas con el resto del personal.

### **7.3. Obligaciones de carácter general**

Prescripciones incluibles en el pliego de condiciones en el apartado de prescripciones técnicas en lo referente a almacenamiento, manejo y gestión de los residuos.

-Gestión de los residuos de construcción. Se llevarán a cabo según Real Decreto 105/2008 y Decreto 54/2008, identificándose según la LER(Lista Europea de Residuos) según la orden MAM 304/2002.

-Certificación de los medios empleados. El contratista proporcionará a la dirección facultativa y al promotor los certificados de los contenedores y los puntos de vertido final que deberán ser emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la comunidad autónoma.

### **7.4. Obligaciones de carácter particular**

-El contenedor deberá estar pintado de un color para destacar su visibilidad y contar con una banda de material refractante. En el mismo debe figurar: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envases que aloja y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

- El responsable de la obra vigilará para que se depositen los residuos en el contenedor.
- Los contenedores permanecerán tapados fuera del horario de trabajo.
- Se deberán atender los posibles criterios municipales establecidos que obliguen a la separación en origen de determinadas materias.
- Los restos de lavado de las cubas de hormigón se tratarán como escombros.
- Se evitará la contaminación con productos tóxicos de los residuos.

## 8. Costes de gestión de residuos

En el siguiente epígrafe se reflejan los costes de la gestión correcta de los residuos para posteriormente incluirlo dentro del documento nº4 “presupuesto”.

Se consideran dos tipos de costes:

Costes de transporte y vertidos:

- Contenedores, según el número de ellos y capacidad.
- Canon de vertido según el tipo de gestión realizada si es de reutilizado o reciclado en la obra(indicar su porcentaje ya que no figurará en los cálculos), si es de reciclado en planta de RSU (Residuos Sólidos Urbanos) o si es depósito en vertedero o gestor autorizado.

Medios auxiliares y gastos de administración:

- Medios auxiliares asociados a los residuos mezclados según la base de precios del programa Arquímedes CYPE 1,3 €/t de residuos mezclados.
- Gastos de administración según la base de precios de ITEC 0,3 €/t en referencia al coste de tramitación documental.

Presupuesto gestión de residuos

Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
Ud	Contenedor de 2,5 m <sup>3</sup> para mezcla de residuos inertes	1	70	70
m <sup>3</sup>	Canon de vertido para depósito en vertedero	0,86	3,10	2,67
Ud	Carga de contenedor de 2,5m <sup>3</sup> , para la recogida de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, incluso servicio de entrega	1	40	
%	Medios auxiliares	2%	0,80	
%	Costes indirectos	3%	1,22	
	Total			42,02
t	Medios auxiliares	1,20	1,3	1,56
t	Gastos de administración	1,20	0,3	0,36



Total presupuesto gestión de residuos:  
116,61 €

## ANEJO 16: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	Introducción .....	3
2.	Objeto del estudio.....	3
3.	Normas de seguridad y salud en la obra .....	4
4.	Memoria informativa del estudio .....	4
5.	Memoria descriptiva del estudio .....	5
5.1.	Instalación del sistema de riegos .....	5
5.1.1.	Descripción de los trabajos .....	5
5.1.2.	Riesgos más frecuentes.....	6
5.1.3.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	6
5.1.4.	Protecciones individuales.....	6
5.1.5.	Protecciones colectivas .....	7
5.2.	Construcción de caseta .....	7
5.2.1.	Descripción de los trabajos .....	7
5.2.2.	Riesgos más frecuentes.....	7
5.2.3.	Protecciones individuales.....	8
5.2.4.	Protecciones colectivas .....	8
5.3.	Instalación eléctrica.....	8
5.3.1.	Riesgos más frecuentes.....	8
5.3.2.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	9
5.3.3.	Protecciones individuales.....	9
5.3.4.	Protecciones colectivas .....	9
5.4.	Labores agrícolas.....	10
5.4.1.	Descripción de los trabajos .....	10
5.4.2.	Riesgos más frecuentes.....	10
5.4.3.	Normas básicas de seguridad y salud específica.....	10
5.4.4.	Protecciones individuales.....	11
5.4.5.	Protecciones colectivas .....	11
6.	Identificación de riesgos por el uso de maquinaria y prevención de los mismos.....	11
6.1.	Maquinaria referente a instalación de riegos y construcción de caseta .....	11
6.1.1.	Riesgos más frecuentes.....	11
6.1.2.	Normas básicas de seguridad y salud específica.....	12
6.1.3.	Protecciones individuales.....	12

6.1.4.	Protecciones colectivas .....	12
6.2.	Implementos agrícolas .....	12
6.2.1.	Riesgos más frecuentes.....	12
6.2.2.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	13
6.2.3.	Protecciones individuales.....	13
6.2.4.	Protecciones colectivas .....	13
6.3.	Tractor .....	13
6.3.1.	Riesgos más frecuentes.....	13
6.3.2.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	13
6.3.3.	Protecciones individuales.....	14
6.3.4.	Protecciones colectivas .....	14
6.4.	Herramientas manuales .....	14
6.4.1.	Riesgos más frecuentes.....	14
6.4.2.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	14
6.4.3.	Protecciones individuales.....	14
7.	Identificación de riesgos de los medios auxiliares y prevención de los mismos.....	15
7.1.	Escaleras de mano.....	15
7.1.1.	Riesgos más frecuentes.....	15
7.1.2.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	15
8.	Instalación provisional de obra .....	16
8.1.	Instalación sanitaria .....	16
8.2.	Instalación eléctrica.....	16
8.2.1.	Riesgos más frecuentes.....	16
8.2.2.	Normas básicas de seguridad y salud específicas .....	16
8.2.3.	Protecciones individuales.....	16
8.3.	Instalación frente a incendios .....	17
9.	Medicina preventiva.....	17
10.	Señalización en la obra.....	17
10.1.	Señales de prohibición (forma redonda, bordes rojos y pictograma negro en fondo blanco) 17	
10.2.	Señales de obligación (forma redonda y pictograma blanco en fondo azul).....	17
10.3.	Señales de advertencia (forma triangular con pictograma negro en fondo amarillo) 18	
11.	Descripción y mediciones.....	19
12.	Presupuesto .....	20

## 1. Introducción

El proyecto sobre el que versa este estudio es de ámbito privado por lo que será de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen “las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”. Cumpliendo así según su artículo 4 el promotor está obligado a incluir un estudio de seguridad y salud en el proyecto acorde a la magnitud o peligrosidad del proyecto y según el artículo 17 ya que es obligatorio para poder visarlo. Este anejo será la herramienta necesaria para asegurar la seguridad de las obras. A la hora de clasificar las actividades realizadas en este anejo se asemejarán lo más posible a las unidades de obra para así poder ver el riesgo de cada actividad e intentar eliminar o reducir el riesgo tanto a nivel colectivo como individual.

En este proyecto se realiza un estudio básico de seguridad y salud tras seguir los siguientes pasos:

Primeramente se obtiene del documento nº4 presupuesto el presupuesto de ejecución por contrata con un valor de 103.343€ al ser inferior de 450.000 € no será necesario hacer un estudio de seguridad y salud. Luego se debe mirar que el proyecto dura más de 30 días laborables y que llega a haber más de 20 trabajadores simultáneamente; como cumple la primera condición pero no la segunda, este apartado tampoco lo verifica por lo que no es necesario un estudio de seguridad y salud. A continuación se mirará si el volumen de mano de obra es superior a 500 días pero en nuestro proyecto al ser de\*\*\*\* días está por debajo y no lo cumple así que no es necesario estudio de seguridad y salud. Y por último se debe verificar el requisito final, que el siguiente proyecto no verse sobre túneles, galerías, construcciones subterráneas o presas; y al no cumplirlo se determina finalmente que no se debe hacer un estudio de seguridad y salud sino un estudio básico de seguridad y salud.

## 2. Objeto del estudio

Conforme al apartado 2 del artículo 6 del R.D. 1627/1997 se debe cumplir en el siguiente estudio:

- Normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- Identificar los riesgos laborales y las medidas con las que se pueden evitar.

-Especificar las medidas preventivas y protecciones técnicas para aquellos riesgos laborales que no se puedan eliminar.

-Previsión e información útil de los trabajos a realizar en la obra para que se realicen en plenas condiciones de seguridad y salud.

### **3. Normas de seguridad y salud en la obra**

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de “prevención de riesgos laborales”

-Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen “las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”.

### **4. Memoria informativa del estudio**

-Situación de la obra:

La finca dónde se ubicará la plantación de arándanos pertenece a dos parcelas que se encuentran en las localidades de Mijares y Puente San Miguel pertenecientes a los municipios de Santillana del Mar y Reocín respectivamente, provincia de Cantabria. Polígono 13 y 6, parcela 25 y 28 respectivamente.

-Plazo de ejecución de la obra:

La obra se realizará entre el 1 de Septiembre de 2018 y el 5 de diciembre de 2018 teniendo una duración aproximada de 60 días laborables.

-Climatología de la zona:

La zona presenta un clima oceánico con temperaturas suaves todo el año, en verano rondan 26-27 °C y en invierno 10-10 °C y precipitaciones abundantes, por lo tanto, no se prevén inconvenientes ni consideraciones algunas que puedan retrasar la obra por incidencias climáticas.

-Accesos y lindes de la parcela:

La parcela linda con otras parcelas por el norte y por las carreteras locales Barrio Mijares y Barrio Puente San Miguel al oeste y al sur y este respectivamente.

Consta de cerramientos que recubren toda la finca y la protegen de la carretera local que comunica el pueblo de Puente San Miguel con el hospital Sierrallana.

-Interferencias con servicios afectados:

La parcela en la que tiene lugar el proyecto y en la zona de construcción del proyecto se cuenta con una instalación eléctrica de baja tensión, proveniente de la nave ya existente en la finca.

Al estar rodeado de viviendas y dentro del pueblo está abastecido de luz y agua para saneamiento.

Como ya hemos dicho, la finca cuenta con una nave que se utilizará como almacén para maquinaria, fitosanitarios, fertilizantes, envases y producto cosechado.

También posee un pozo de sondeo, el cual abastecerá la instalación de riego.

Por lo que a la hora de realizar los trabajos se realizarán con el máximo cuidado teniendo en cuenta dichas estructuras y en lo posible tapándolas con algún elemento y señalizándolas para evitar cualquier daño o contaminación.

-Personal de trabajo en la obra:

El volumen de mano de obra será de 90 días y el número máximo de trabajadores será de 7

-Riesgos a terceros:

La zona de la obra se vallará totalmente y se colocarán dos carteles con “prohibido el paso a toda persona ajena a la obra” y con “peligro, salida de camiones”.

-centros de salud:

La ubicación del Centro Asistencial de la Seguridad Social más próximo a la obra, con servicios de atención primaria (urgencias), es el Hospital de Sierrallana (Torrelavega) próximo a la parcela objeto del proyecto. Luego a 25,8 km nos encontramos con el Hospital universitario Marqués de Valdecilla (Santander).

## **5. Memoria descriptiva del estudio**

A continuación identificaremos los riesgos y prevención de los mismos durante las etapas de la fase de obra.

### **5.1. Instalación del sistema de riegos**

#### **5.1.1. Descripción de los trabajos**

Primeramente se procederá al replanteo de la instalación para verificar lo dibujado en el plano. Posteriormente mediante medios mecánicos con una retroexcavadora se realiza el excavado de la zanja para las tuberías terciarias. Luego se instalará mediante una cuadrilla de

operarios especializados dichas tuberías y su posterior enterrado y finalmente se instalarán los ramales con sus accesorios mediante otra cuadrilla de operarios.

#### **5.1.2. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Sobreesfuerzos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en las manos y pies.
- Contaminación acústica.
- Desprendimientos de tierra.

#### **5.1.3. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

-Entibación de los taludes según lo requiera la situación y ejecución de tal manera que eviten posibles derrumbamientos.

-En caso de presencia de agua se procederá a su retirada. Según el estudio geotécnico no se espera encontrar agua a la profundidad en la que se realiza la excavación ya que se encuentra más abajo.

-Eliminación de bolos o viseras que puedan ser peligros potenciales de desprendimientos.

-Correcto mantenimiento de la maquinaria, adecuado nivel mecánico para el correcto trabajo.

-Observación del estado de la zanja diario y especialmente tras incidencias climatológicas peligrosas y mantenimiento de entibaciones durante el relleno de la zanja hasta que desaparezca cualquier riesgo de desprendimiento.

#### **5.1.4. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad homologado
- Gafas de seguridad
- Mascarillas con filtro mecánico
- Mono de trabajo correctamente ajustado

- Protectores auditivos
- Calzado de seguridad

### 5.1.5. Protecciones colectivas

-La obra se encontrará limpia y ordenada sin la presencia de objetos innecesarios y los objetos que allí se encuentren estarán en el lugar adecuado.

-Toda instalación realizada se protegerá convenientemente llevando rápidamente los residuos a los lugares correspondientes según se especifica en el anejo de gestión de residuos.

-Se evitarán caídas de objetos al interior de la zanja con personal en el interior

-Se colocarán barandillas con un aguante de 150 kg por metro lineal y cuyos plintos tendrán una altura mínima de 15cm y vigilando siempre su estado.

-Se instalarán entibaciones en la excavación las cuáles no se golpearán ni servirán para ascender o descender a la zanja, se revisarán a diario y especialmente tras haber sufrido incidencias climatológicas adversas. Se quitarán las tablas de una en una y siempre por la parte inferior de la zanja.

-Mediante señalización se ordenará el tránsito de vehículos evitando así cualquier riesgo por motivo de la maquinaria. Mediante colores y señales.

## 5.2. Construcción de caseta

### 5.2.1. Descripción de los trabajos

Tras un replanteo general se comienza la excavación de las zanjas de cimentación, se continúa con la cimentación de la misma, el posterior colocado de la solera y finalmente la instalación de la caseta.

### 5.2.2. Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Sobreesfuerzos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en las manos y pies.
- Contaminación acústica.



- Derivados de medios auxiliares.
- Dermatosis por contacto con hormigón.
- Proyección de partículas al instalar caseta.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caída de operarios al vacío.

### **5.2.3. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Cascos protectores auditivos.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.

### **5.2.4. Protecciones colectivas**

- Orden y limpieza de la obra.
- Señalizaciones.
- Barandillas.
- Topes de situación de camiones.
- Plataformas de trabajo.

## **5.3. Instalación eléctrica**

A continuación se enumeran los riesgos posibles a suceder en la instalación eléctrica y del cabezal de riego por lo que se adaptará e interpretará las medidas y riesgos que correspondan a cada uno que se citan a continuación.

### **5.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas al distinto nivel
- Choques contra objetos

- Caídas de objetos sobre operarios
- Lesiones y/o cortes en pies y manos
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Trabajos en zonas húmedas y mojadas
- Trabajo en ambientes pobres en oxígeno
- Explosiones e incendios

### **5.3.2. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

- Limpieza diaria de la zona de trabajo
- Material ordenado y bien colocado evitando que pueda caerse y romperse o dañarse cualquier elemento siempre mantenido dentro de su caja y/o envoltorio hasta el momento de su instalación.
- Los trabajos realizados sobre escaleras de mano o andamios se efectuarán una vez instalada una red de seguridad. La escalera será tipo tijera y con limitado de apertura.
- No se instalarán cable eléctricos sin la utilización de clavijas macho-hembra con el fin de evitar cualquier riesgo eléctrico.
- Todas las herramientas del electricista estarán perfectamente aisladas.
- El último cableado en ejecutarse el que va de la instalación de la caseta a la red con el fin de evitar problemas a ésta.

### **5.3.3. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad.
- Botas y guantes aislantes (electricidad).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de lona.
- Comprobadores de alta tensión.
- Herramientas aislantes.

### **5.3.4. Protecciones colectivas**

- Limpieza de la zona de trabajo.
- Escaleras de mano adecuadas.

- Iluminación artificial adecuada.
- Evacuación de los escombros.
- Zona de acopio de material.

## **5.4. Labores agrícolas**

A continuación se describen las labores de plantación.

### **5.4.1. Descripción de los trabajos**

Plantación: Primeramente se procederá al replanteo de la zona para que posteriormente mediante medios mecánicos usando una máquina transplantadora accionada por tractor se realice la plantación.

### **5.4.2. Riesgos más frecuentes**

- Vuelco del tractor.
- Atrapamientos por la toma de fuerza y dosificador de plántones y aplastamientos por tractor.
- Caída de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al mismo nivel.
- Choques y atropellos debido a la maquinaria.
- Ruido y vibraciones.
- Quemaduras por proyección de fluidos a gran presión.
- Cortes y/o lesiones en pies y manos.

### **5.4.3. Normas básicas de seguridad y salud específica**

- Adecuada ergonomía del tractor.
- Correcto estado de la maquinaria (mantenimiento, reparación y limpieza oportuna).
- Correcto funcionamiento de la máquina transplantadora.
- Adecuada protección de la toma de fuerza.
- Adecuada velocidad de trabajo.
- Correcta utilización de medios auxiliares que pueden producir lesiones como cizallas o similares.
- Comprobación de la correcta unión de los implementos del tractor al mismo.

- Colocación cuidadosa y esmerada del material a instalar

#### **5.4.4. Protecciones individuales**

- Cascos protectores auditivos.
- Guantes de lona.
- Mono de trabajo.
- Calzado adecuado.

#### **5.4.5. Protecciones colectivas**

- Protección de los elementos rotativos del tractor y sus implementos.
- Zona de acopio de materiales.
- Evacuación de escombros.
- Correcta ubicación y presentación de plantones.

## **6. Identificación de riesgos por el uso de maquinaria y prevención de los mismos**

En la obra se emplea la siguiente maquinaria.

### **6.1. Maquinaria referente a instalación de riegos y construcción de caseta**

En este apartado se encuentra:

- Pala cargadora.
- Retroexcavadora.
- Pisón vibrante.
- Camión.

#### **6.1.1. Riesgos más frecuentes**

- Vuelcos.
- Atropellos y choques con elementos de la obra durante maniobras.
- Proyecciones de material.
- Ambiente pulvígeno.
- Caídas al subir o bajar de la maquinaria.

### 6.1.2. Normas básicas de seguridad y salud específica

- Se prohíbe trabajar cerca del radio de acción del vehículo maniobrando o trabajando.
- Toda maniobra a realizar se hará sin brusquedad y avisando con antelación suficiente.
- La velocidad se adecuará a la zona y tipo de trabajo.
- Se respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Revisión de las señalizaciones de la maquinaria tanto óptica como acústica de manera periódica.
- Evitar excesos de carga en la maquinaria.

### 6.1.3. Protecciones individuales

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo.

### 6.1.4. Protecciones colectivas

- Dentro de la obra se colocará un cartel con “prohibido la permanencia del personal en esta zona, maquinaria trabajando”.
- Adecuada señalización de la zona de trabajo.
- Carcasas protectoras cubriendo los elementos con riesgo de atrapamiento.

## 6.2. Implementos agrícolas

En este apartado se encuentran:

- Máquina trasplantadora.
- Remolque.
- Cortacésped.

### 6.2.1. Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos en engranajes o puntos de arrastre.
- Cortes y amputaciones en aristas de cortes o áreas de cizallamiento.
- Golpes y aplastamientos por acoplamiento o funcionamiento de implementos.
- Quemaduras por proyección de fluidos a gran presión.

### **6.2.2. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

- Correcto estado mecánico y funcional de los implementos enganchados al tractor.
- La velocidad se adecúa al trabajo realizado.
- Trato con el máximo cuidado y correcto uso por parte de los operarios.
- Realizar cualquier actividad de mantenimiento con el tractor parado.

### **6.2.3. Protecciones individuales**

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo.

### **6.2.4. Protecciones colectivas**

- Adecuada señalización de la zona de trabajo.
- Carcasas protectoras cubriendo los elementos con riesgo de atrapamiento.

## **6.3. Tractor**

El uso del tractor durante la fase de obras requiere un tratamiento específico para poder desgranar los diferentes aspectos que presenta el mismo.

### **6.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Golpes y aplastamientos por enganche del tractor.
  - Atrapamientos por conexión de la toma de fuerza.
  - Vuelco del tractor tanto lateral como hacia atrás.
  - Riesgo de atropello.
  - Riesgo por ruido.
- Riesgo por vibraciones.

### **6.3.2. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

- Manejo de tractor por personal cualificado.
- Realizar las correspondientes verificaciones según el manual de instrucciones previa utilización.
- No transportar personas en el tractor ni en el remolque.

- Llevar ropa ajustada para evitar atrapamientos.

- Enganchar el remolque únicamente a la barra de tiro.

- Asegurar las cargas muy pesadas mediante cuerdas o cables que eviten su desplazamiento en caso de frenazo brusco.

- Adecuada ergonomía, buena maniobrabilidad, asiento con suficiente amortiguación, buena visibilidad y sistema de calefacción y ventilación adecuados.

### **6.3.3. Protecciones individuales**

- Ropa de trabajo.

- Protectores auditivos.

### **6.3.4. Protecciones colectivas**

- Adecuada señalización de la zona de trabajo.

- Señalización acústica y óptica del tractor.

## **6.4. Herramientas manuales**

Dentro de este grupo se incluyen: martillo cizalla, taladro y tijeras.

### **6.4.1. Riesgos más frecuentes**

- Cortes y amputaciones de extremidades.

- Proyección de partículas.

- Inhalación de polvo.

- Heridas y atrapamientos por utilización incorrecta.

- Contactos eléctricos.

### **6.4.2. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

- Se almacenarán en el almacén de obra una vez acabados los trabajos.

- Las herramientas eléctricas tendrán doble aislamiento eléctrico, motor protegido por carcasa y desconectar inmediatamente tras la utilización.

- No llevar ropa holgada para evitar atrapamientos.

### **6.4.3. Protecciones individuales**

- Guantes de cuero

- Calzado antideslizante

- Pantalla de protección ocular en caso de riesgo de proyección de partículas
- Plantillas anticlavo
- Protectores auditivos
- Ropa de trabajo

## **7. Identificación de riesgos de los medios auxiliares y prevención de los mismos**

### **7.1. Escaleras de mano**

#### **7.1.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos
- Caída de objetos
- Golpes por objetos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a rigores climáticos

#### **7.1.2. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

-Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

-Las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura.

-Se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.

-No se emplearán escaleras de mano y, en particular de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías.

-Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75º con la horizontal.

-Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano, cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

-Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.



## **8. Instalación provisional de obra**

### **8.1. Instalación sanitaria**

Se contará con una taquilla por trabajador además de existir dos vestuarios uno para cada sexo. Contará con un aseo con las siguientes características:

- una ducha
- un inodoro
- un lavabo
- un espejo

El aseo se limpiará y desinfectará periódicamente, además del adecuado mantenimiento diario.

### **8.2. Instalación eléctrica**

Se realizará una instalación eléctrica provisional para la obra con todas las medidas de protección y seguridad.

#### **8.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Contactos eléctricos.
- Caídas al mismo nivel.
- Mal funcionamiento de los aparatos de protección y seguridad.

#### **8.2.2. Normas básicas de seguridad y salud específicas**

-Toda la instalación deberá cumplir según el REBT (reglamento electrotécnico de baja tensión)

-Todas las líneas deberán contar con un interruptor general automático y un interruptor diferencial.

- Todos los equipos eléctricos dispondrán de toma de tierra.

#### **8.2.3. Protecciones individuales**

- Casco de seguridad.
- Botas y guantes aislantes.
- Herramientas aislantes.
- Comprobadores de tensión.

### **8.3. Instalación frente a incendios**

Para prevenir y evitar cualquier riesgo de incendios se dispondrán varias medidas fundamentales:

-Vigilancia de la instalación eléctrica y de la zona de materiales periódicamente para evitar cualquier posible incendio.

-Extintor de polvo polivalente

-En lugar visible se colocará el teléfono de los bomberos.

## **9. Medicina preventiva**

La obra contará con un botiquín que estará debidamente conservado y ubicado siendo fácilmente requerido su uso y cuya localización deberá ser conocida por todos los integrantes de la obra. El botiquín deberá contar como mínimo con: algodón, vendajes, alcohol de 95%, tintura de yodo, esparadrapo y pomada contra quemaduras y golpes. Se colocará en lugar visible las direcciones y teléfonos de los centros hospitalarios más cercanos.

## **10. Señalización en la obra**

Dentro de la obra la señalización es fundamental para favorecer el normal desarrollo de la misma y evitar en todo lo posible riesgos, por lo tanto a continuación se describen las diferentes señales que se pueden encontrar con su significado según proceda:

### **10.1. Señales de prohibición (forma redonda, bordes rojos y pictograma negro en fondo blanco)**

-Prohibido fumar

-Prohibida la entrada a toda persona ajena a la obra

-Prohibido encender fuego

### **10.2. Señales de obligación (forma redonda y pictograma blanco en fondo azul)**

-Uso obligatorio de casco

-Uso obligatorio de gafas protectoras

-Uso obligatorio de guantes y botas

-Uso obligatorio de tapones

### **10.3. Señales de advertencia (forma triangular con pictograma negro en fondo amarillo)**

- Riesgo eléctrico
- Caídas a distinto nivel

## 11. Descripción y mediciones

Núm	Ud	Descripción y medición	
<b>1.PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>			
1	Ud	Casco de seguridad homologado CE	Total ud: 11,000
2	Ud	Gafas antiproyección de partículas homologadas CE	Total ud: 4,000
3	Ud	Gafas antipolvo homologadas CE	Total ud: 4,000
4	Ud	Protectores auditivos homologados CE	Total ud: 11,000
5	Ud	Mascarilla antipolvo homologado CE	Total ud: 9,000
6	Ud	Par de guantes de lona homologado CE	Total ud: 11,000
7	Ud	Par de botas de seguridad homologadas CE	Total ud: 11,000
8	Ud	Peto reflectante homologado CE	Total ud: 7,000
9	Ud	Mono de trabajo homologado CE	Total ud: 11,000
<b>2.PROTECCIONES COLECTIVAS</b>			
1	Ud	Extintor de polvo ABC	Total ud: 1,000
2	Ud	Cuadro general de obra, potencia máxima 5 kW	Total ud: 1,000
3	Ud	Barandilla de obra	Total ud: 5,000
4	Ud	Plataforma metálica portátil	Total ud:1,000
<b>3.INSTALACIONES PROVISIONALES</b>			
1	MES	alquiler de caseta prefabricada de 6X 2,44 m. Con vestuario y aseo e incluida instalación eléctrica con alumbrado interior.	Total MES: 5,500
2	Ud	Acometida provisional de saneamiento y fontanería a caseta de obras	Total ud: 1,000
3	Ud	Acometida provisional de electricidad a caseta de obras	Total ud:1,000
4	Ud	Taquilla metálica individual	Total ud:7,000
5	Ud	Limpieza de caseta de obras semanal	Total ud:5,000
<b>4.MEDICINA PREVENTIVA</b>			
1	Ud	Botiquín de obra	Total ud: 1,000
2	Ud	Reconocimiento médico obligatorio	Total ud: 14,000

**5.FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES**

1	Hr	Charla para formación de seguridad y salud en el trabajo	Total Hr: 5,000
---	----	--	-----------------

Núm	Ud	Descripción y medición
-----	----	------------------------

**6.SEÑALIZACIÓN Y VALLADO DE LAS OBRAS**

1	Ud	cartel de "prohibido el paso a toda persona ajena a la obra" de 0,40 x 0,30m	Total ud: 1,000
---	----	--	-----------------

2	Ud	Señal tipo triangular normalizada de "peligro salida de camiones" sobre soporte metálico de 80 x40 x 2mm	Total ud: 1,000
---	----	--	-----------------

3	Ud	cartel de "prohibido la permanencia en esta zona, maquinaria trabajando" de 0,40x0,30m	Total ud: 5,000
---	----	--	-----------------

4	Ud	Valla peatonal de 2,30 x 1,20 m	Total ud: 5,000
---	----	---------------------------------	-----------------

## 12. Presupuesto

**Presupuesto parcial nº 1: Protecciones individuales.**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1	Ud	Casco de seguridad homologado CE	11,000	1,55	17,05
2	Ud	Gafas antiproyección de partículas homologadas CE	4,000	13,90	55,60
3	Ud	Gafas antipolvo homologadas CE	4,000	2,65	10,60
4	Ud	Protectores auditivos homologados CE	11,000	0,30	3,30
5	Ud	Mascarilla antipolvo homologado CE	9,000	1,10	9,90
6	Ud	Par de guantes de lona homologado CE	11,000	3,10	34,10
7	Ud	Par de botas de seguridad homologadas CE	11,000	16,10	225,40
8	Ud	Peto reflectante homologado CE	7,000	12,50	87,50
9	Ud	Mono de trabajo homologado CE	11,000	9,50	104,50
<b>Total presupuesto parcial nº1: PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>					<b>547,95</b>

**Presupuesto parcial nº 2: Protecciones colectivas.**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1	Ud	Extintor polvo ABC	1,000	70,20	70,20
2	Ud	Cuadro general de obra, potencia máxima 5kW	1,000	155,23	155,23
3	Ud	Barandilla de obra	5,000	3,56	17,80
4	Ud	Plataforma metálica portátil	1,000	45,62	45,62
<b>Total presupuesto parcial nº2: PROTECCIONES COLECTIVAS</b>					<b>288,85</b>

**Presupuesto parcial nº 3: Instalaciones provisionales.**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1	MES	alquiler de caseta prefabricada de 6X 2,44 m. Con vestuario y aseo e incluida instalación eléctrica con alumbrado interior.	5,500	140,00	770,00
2	Ud	Acometida provisional de saneamiento y fontanería a caseta de obras	1,000	95,00	95,00
3	Ud	Acometida provisional de electricidad a caseta de obras	7,000	100,23	100,23
4	Ud	Taquilla metálica individual	5,000	10,12 80,10	70,84 400,50
<b>Total presupuesto parcial nº3: INSTALACIONES PROVISIONALES</b>					1.436,57

**Presupuesto parcial nº 4: Medicina preventiva.**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1	Ud	Botiquín de obra	1,000	20,10	20,10
2	Ud	Reconocimiento médico obligatorio	14,000	43,10	603,40
<b>Total presupuesto parcial nº4: MEDICINA PREVENTIVA</b>					623,50

**Presupuesto parcial nº 5: Formación de los trabajadores.**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1	Hr	Charla para formación de seguridad y salud en el trabajo	5,000	11,24	56,20
<b>Total presupuesto parcial nº5: FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES</b>					56,20

**Presupuesto parcial nº 6: Señalización y vallado de obras.**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1	Ud	Señal de "prohibido el paso a toda persona ajena a la obra" de 0,40 x 0,30m	1,000	7,10	7,10
2	Ud	Señal tipo triangular normalizada de "peligro salida de camiones" sobre soporte metálico de 80 x40 x 2mm	1,000	40,30	40,30
3	Ud	cartel de "prohibido la permanencia en esta zona, maquinaria trabajando" de 0,40x0,30m	5,000	7,10	35,50
4	Ud	Valla peatonal de 2,30 x 1,20m	5,000	2,05	10,25
<b>Total presupuesto parcial nº6: SEÑALIZACIÓN Y VALLADO DE OBRAS</b>					93,15

Tabla: Resumen presupuesto estudio básico de seguridad y salud.

<b>Capítulo</b>	<b>Resumen</b>	<b>Euros (€)</b>
1	PROTECCIONES INDIVIDUALES	547,95
2	PROTECCIONES COLECTIVAS	288,85
3	INSTALACIONES PROVISIONALES	1.436,57
4	MEDICINA PREVENTIVA	623,50
5	FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	56,20
6	SEÑALIZACIÓN Y VALLADO DE OBRAS	93,15
TOTAL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD		3.046,23

## ANEJO 17: EJECUCIÓN DE OBRAS

1.	Programación de obras .....	2
1.1.	Introducción .....	2
1.2.	Actividades de la obra y distribución de recursos y tiempo .....	2
1.3.	Diagrama de Gantt .....	3
1.4.	Camino crítico .....	3
1.5.	Duración del proyecto.....	4
1.6.	Número máximo de trabajadores en un día .....	4
2.	Plan de control de calidad de las obras.....	4
2.1.	Antecedentes .....	4
2.2.	Objetivo.....	4
2.3.	Desarrollo del plan de calidad.....	4
2.3.1.	Control de materiales.....	4
2.3.2.	Control de la ejecución.....	5
2.3.3.	Pruebas de funcionamiento .....	5
2.4.	Control de los materiales .....	5
2.4.1.	Instalación de riego .....	5
2.4.2.	Equipos de riego.....	5
2.4.3.	Construcción caseta .....	5
2.4.4.	Instalación eléctrica.....	7
2.4.5.	Plantación.....	7
2.5.	Control de la ejecución.....	8
2.5.1.	Comprobación de las armaduras .....	8
2.5.2.	Comprobación de las instalaciones.....	8
2.6.	Pruebas de funcionamiento .....	8
2.6.1.	De las instalaciones .....	8
2.6.2.	Pruebas de estanqueidad para la caseta.....	8
2.7.	Inspecciones de control técnico.....	8
	Tabla 1: Tareas a realizar en la fase de obras y sus recursos asignados.....	2



## 1. Programación de obras

### 1. Introducción

El siguiente anejo consistirá en la previsión del tiempo mínimo de realización de la obra. Para ello se dividirá al proyecto en actividades. Las actividades reflejadas en este anejo van desde el inicio hasta que comience el proceso productivo. El objetivo de este anejo será llegar a obtener la duración del proyecto, el camino crítico, el volumen de mano de obra y el número máximo de trabajadores. Para ello será necesario definir:

- Lista de actividades de la obra.
- Establecer la duración de las actividades.
- Asignación de los recursos a las actividades.
- Establecer las relaciones de prioridad entre las actividades.
- Elaboración del diagrama de Gantt con el calendario de ejecución del proyecto.

## 2. Actividades de la obra y distribución de recursos y tiempo

Tabla 1: Tareas a realizar en la fase de obras y sus recursos asignados.

TAREA	DURACIÓN (días)	RECURSO ASIGNADO
Permisos, autorizaciones y licencias	16	(P)
<b>Instalación del sistema de riego</b>		
Replanteo de secundarias y primarias	1	2(PE-R)
Apertura de zanjas	3	1(POC)
Instalación de secundarias y primarias	3	3(PE-R)+ 1(OI-R)
Instalación de laterales y goteros más acolchado	15	4(PE-R)+ 1(OI-R)
<b>Instalación caseta</b>		
Desbroce y limpieza del terreno	1	1 (POC)
Excavación de zanjas de cimentación	1	1(POC)
cimentación	1	2(POC)
Solera	1	2(POC)
Instalación caseta	1	2(POC)

Instalación eléctrica	1	1(OE) + 1(AE)
Instalación del cabezal de riego	2	1(PE-R)+ 1(OI-R)
<b>Plantación</b>		
Replanteo de filas	5	2(PE-E)
Colocación de plantas	15	1(P-E)

(P): Proyectista

(PE-R): Peón especializado del riego.

(OI-R): Oficial instalador del riego.

(POC): Peón ordinario de la construcción.

(OE): Oficial electricista.

(AE): Ayudante electricista.

(P-E): Peón de empresa plantadora.

(PE-E): Peón especializado de empresa plantadora.

(T): Tractorista

### 3. Diagrama de Gantt

En la última hoja de este anejo, se ve el diagrama Gantt de este proyecto.

### 4. Camino crítico

Entendemos como camino crítico, aquellas actividades que no tienen holgura alguna, puesto que un retraso de las mismas provocaría una modificación en la fecha de finalización del proyecto y se citan a continuación:

- Permisos, autorizaciones y licencias (16 días)
- Operaciones preparación del terreno (5 días)
- Excavación de zanjas de cimentación (1 día)
- Cimentación (1día)
- Solera (1día)
- Instalación caseta (1día)
- Instalación eléctrica (1día)
- Instalación del cabezal de riego (2 días)

- Replanteo de filas (5 días)
- Plantación (15 días)
- Instalación de laterales y acolchado (15 días)
- Instalación de secundarias y primarias (3 días)

## **5. Duración del proyecto**

El proyecto se desarrollará entre el 1 de septiembre de 2018 al 5 de diciembre de 2018. Con un total aproximado de 95 días naturales, estimando un coeficiente de 0,7 días laborables por días naturales, nos queda una duración de 67 días.

## **6. Número máximo de trabajadores en un día**

Hace referencia al día en el que hay más trabajadores simultáneamente en sus tareas, en nuestro caso son 7.

## **2. Plan de control de calidad de las obras**

### **1. Antecedentes**

El presente anejo figura como un 2% del presupuesto de ejecución material por tanto y contando los gastos indirectos correspondientes, se dedican al control de calidad un importe de 1.014,41 €.

### **2. Objetivo**

La finalidad del presente documento es servir como base para el control de la calidad a desarrollar en la obra, este control lo llevará a cabo una empresa contratada para este fin. La contratación se realizará una vez valoradas las ofertas, y previa aprobación del técnico que se suscribe.

### **3. Desarrollo del plan de calidad**

Las actividades que desarrollará la empresa adjudicataria del Plan serán: el control de los materiales, así como el control de la ejecución en las tareas que se le encomienden expresamente. Igualmente realizará pruebas de funcionamiento de las instalaciones y actas de inspección técnica previas a la puesta en marcha de la explotación.

#### **3.1. Control de materiales**

El control podría englobarse en dos grupos:

-Recopilación de los datos de los fabricantes, marcas comerciales, datos de identificación del material según UNE, certificados de garantía o sellos de calidad cuando los

tengan concedidos. Todo ello referido a los materiales que posteriormente van a ser sometidos a ensayos o de aquellos que el Director de la ejecución indique.

-Ejecución de los ensayos obligatorios y que se indican en este documento.

### **3.2. Control de la ejecución**

Tratará sobre los siguientes aspectos:

-Control de las armaduras de la cimentación y estructura con su correspondencia con el proyecto en cuanto a materiales suministrados y disposición de las armaduras.

-Comprobación de las instalaciones de: electricidad, instalación de fontanería e instalación de saneamiento. Se comprobará que los materiales básicos se ajustan a las especificaciones del proyecto, e igualmente se auditará que los mismos están conformes con la normativa en vigor en el momento de la ejecución.

### **3.3. Pruebas de funcionamiento**

Se realizarán pruebas de funcionamiento de las instalaciones que más adelante se detallan, así como una prueba de estanqueidad de cubiertas.

## **4. Control de los materials**

### **4.1. Instalación de riego**

Se tomarán muestras de las tuberías de acero galvanizado y de PE y se comprobará el cumplimiento de las normas UNE correspondientes.

### **4.2. Equipos de riego**

Se recopilarán los datos de los fabricantes, marcas comerciales, datos de identificación del material según UNE, certificados de garantía o sellos de calidad cuando los tengan concedidos, de los materiales más significativos (filtros, electroválvulas, etc.) o de aquellos que indiquen el Director de la Ejecución.

### **4.3. Construcción caseta**

#### **4.3.1. Hormigón**

Se realizará un control estadístico a nivel normal según lo establecido en la EHE, para los cual se dividirá la obra en lotes compuestos de dos determinaciones de la resistencia (tipo de hormigón HA-25), sobre serie de cuatro probetas con roturas de dos probetas a 7 días y dos a 28 días según las normas UNE en vigor.

La EHE establece en su artículo 88 el control de la ejecución de los hormigones puestos en obra. Se establecerá unidades de control de hormigón, denominadas lotes. Estos lotes estarán compuestos por una serie amasadas, en función del elemento a controlar, según especifica la tabla 88.4.a.

El control del hormigón se realizará mediante ensayos de confección y rotura de probetas cilíndricas de 15 x 30 cm. A compresión y medidas de consistencia. La toma de muestras de hormigón se realizará según la norma UNE 83300:84.

En base a las prescripciones de la instrucción EHE, el control se realizará determinando la resistencia de N amasadas por lote siendo:

$$-N \geq 2 \text{ si } f_{ck} \leq 25 \text{ N/mm}^2$$

$$-N \geq 4 \text{ si } 25 \leq f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$$

$$-N \geq 6 \text{ si } f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$$

Dentro de las amasadas se tomarán cuatro probetas con los siguientes criterios rotura, salvo indicación de la Dirección Facultativa:

-1 Ud. a 7 días

-2 Uds. a 28 días (obligatoria según EHE)

Las roturas a 7 días son orientativas de la evolución de la resistencia del hormigón teniendo en cuenta que si la primera rotura no ofreciera resistencia estimada a esta edad, podía guardarse una probeta para romperla a la edad de 60 días, según las prescripciones de la Dirección Facultativa del Proyecto.

En el caso de hormigones fabricados en central de hormigón preparado con posesión de un Sello de Calidad oficialmente reconocido, se podrá reducir el muestreo al 50%, realizándose éste al azar y siempre y cuando se den además las siguientes condiciones:

-Los resultados de control de producción exigidos por el Sello están a disposición del utilizador y sus valores son satisfactorios.

-El número mínimo de lotes que deberá muestrearse en obra será de tres correspondiendo los lotes a los tres tipos de elementos estructurales que figuran en el cuadro 88.4.a. de la Instrucción EHE.

-Si en algún lote fuese menor o igual  $f_{ck}$  se pasará a realizar el control normal sin reducción de intensidad hasta que 4 lotes consecutivos se obtengan resultados satisfactorios.

-Si el hormigón es fabricado en central, el estimador Kn a considerar para la obtención de la resistencia estimada, que es la que se compara con la resistencia de proyecto, dependerá del recorrido relativo máximo, de la empresa suministradora y del número de amasadas a controlar.

El laboratorio se encargará de recopilar la información necesaria del tipo de árido, cemento y agua que utiliza la planta suministradora, facilitando dicha información al Director de ejecución.

Se prohíbe la utilización de aditivos salvo expresa autorización del Director de la Ejecución.

El laboratorio encargado del control facilitará un plano a escala reducida con la situación de los hormigones que han sido muestreados con fecha de toma de las probetas y con referencia clara a los ensayos realizados posteriormente.

#### **4.4. Instalación eléctrica**

-Tubos de protección y cajas:

Se tomarán muestras de los tubos de protección y cajas de distribución comprobando el cumplimiento de las normas UNE correspondientes, así como el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas de las compañías suministradoras.

-Cableados:

Se tomarán muestras de todo tipo de cableado comprobando el cumplimiento de las normas UNE correspondientes, así como el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas de las compañías suministradoras.

-Cuadros eléctricos:

Se comprobará el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en cuanto a conexionado y características de los elementos de mando y protección.

-Aparatos de alumbrado:

Comprobación de la idoneidad de los equipos de acuerdo al proyecto y normativa aplicable CE.

#### **4.5. Plantación**

Se pedirán y conservarán los pasaportes fitosanitarios de los plantones, se comprobará el buen funcionamiento de la maquinaria comprobando si tanto mecánicamente como legalmente está capacitada para realizar la operación.

## **5. Control de la ejecución**

### **5.1. Comprobación de las armaduras**

Antes del hormigonado de la cimentación y muros se comprobará el armado de todos los elementos y su adecuación al proyecto de ejecución. Se emitirá un informe cada lote.

### **5.2. Comprobación de las instalaciones**

Se realizará una visita semanal a partir del inicio de las instalaciones, de la que quedará documentación gráfica del estado de las mismas.

## **6. Pruebas de funcionamiento**

### **6.1. De las instalaciones**

#### **6.1.1. Eléctricas**

Se hará una prueba de funcionamiento de la instalación de fuerza y alumbrado incluyendo: medida de la resistencia a tierra, esquemas de cuadros eléctricos, comprobación del buen funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos y diferenciales, comprobación del funcionamiento de puntos de luz, tomas de corriente y caídas de tensión.

#### **6.1.2. Riego y sondeo**

Prueba de funcionamiento de las instalaciones incluyendo: estanquidad del saneamiento, estanquidad de las redes de distribución, sistema de automatización, funcionamiento de los aparatos de filtrado y valvulería.

### **6.2. Pruebas de estanqueidad para la caseta**

#### **6.2.1. De la cubierta**

Se realizará una prueba de estanqueidad por inundación de las cubiertas del edificio, con inspección ocular del interior de los edificios.

#### **6.2.2. De la fachada**

Se realizará prueba de estanqueidad por goteo permanente de lluvia durante un mínimo de 6 horas en todas las fachadas, con inspección ocular de todas las partes que puedan verse afectadas.

## **7. Inspecciones de control técnico**

La empresa adjudicataria realizará todas las inspecciones necesarias que obliga la legislación sectorial para la puesta en funcionamiento del edificio.

## **ANEJO 18: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

1. Introducción .....	2
2. Precios elementales .....	2
2.1. Mano de obra .....	2
2.2. Maquinaria .....	2
2.3. Materiales .....	3
2.4. Precios auxiliares .....	4
3. Justificación de precios .....	5



## 1. Introducción

Con este anejo se pretende justificar el coste horario de la maquinaria y de la mano de obra. Primeramente se expondrán los precios elementales (mano de obra, maquinaria y materiales); son los precios menores, de nivel más bajo que la unidad de obra siendo las partes más pequeñas en las que se divide el proyecto. Luego se reflejarán los precios auxiliares, aquellos que se repiten a lo largo del proyecto, siendo precios compuestos que se usan como unidad. Por último se describirán los precios descompuestos que se equivalen a las unidades de obra.

## 2. Precios elementales

### 2.1. Mano de obra

Núm	Denominación de la mano de obra	Precio(€)	Horas	total
1	Peón especializado del riego	9,10	568	5.168,8
2	Oficial instalador del riego	11,40	144	1641,6
3	Peón ordinario de la construcción	8,00	104	832
4	Oficial electricista	11,90	3,11	37,01
5	Ayudante electricista	9,10	3,11	28,30
6	Peón especializado de empresa plantadora	9,10	80	728
7	peón de empresa plantadora	7,70	120	924
			Total mano de obra	9.358,91

### 2.2. Maquinaria

Núm	Denominación de la maquinaria	Precio(€)	Horas	total
1	retroexcavadora sobre orugas de 160 CV	78,90	14,81	1.168,20
2	Pala cargadora	45,00	0,18	8,10
3	pisón vibrante a gasóleo de 4 cv	0,91	574,00	522,34
4	máquina transplantadora semiautomática	10,00	93,41	934,10
6	remolque	20,12	122,68	2.468,32
7	tractor 60 Kw	35,00	335,38	11.738,20
8	Camión 10t	8,20	70,52	578,26
			Total maquinaria	17.736,57

## 2.3. Materiales

Núm	Denominación de los materiales	Precio(€)	cantidad	total
1	Tubería PE 0,5"	0,20	36004,00 m	7.200,08
2	TUBERÍA PE 2"	4,05	913,75 m	3.700,69
3	electroválvula de solenoide, con cuerpo fabricado en polietileno y de acero inoxidable con conexión roscada de 75 mm	46,00	9,00 ud	414,00
4	regulador de presión PVC	38,50	1,00 ud	38,50
5	autómata de riego	355,00	1,00 ud	355,00
6	válvulas manuales	12,00	11,00 ud	132,00
7	filtros de mallas	88,60	1,00 ud	88,60
8	válvula antiretorno	4,55	2,00 ud	9,10
9	manómetro	4,20	2,00 ud	8,40
10	Hormigón HA-25/B/20/IIa	48,25	2,29 m <sup>3</sup>	110,49
11	grava(Arena silíceo de granulometría 0-5 mm, procedente de río, lavada, a pie de obra, i/transporte de 30 km con camión de 14 tm lleno.)	3,20	2,17 m <sup>3</sup>	6,94
12	caseta prefabricada	3.750,00	1,00 ud	3.750,00
13	Luminarias empotradas 2 x 50 W	82,20	2,00 ud	164,40
14	Lámpara fluorescente de 50 W	3,20	4,00 ud	12,80
15	TUBO RÍGIDO DE XLPE (m)	0,63	490,00 m	308,70
16	Conductor rígido 750 V 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu(m)	0,16	404,00 m	64,64
17	Conductor rígido 750 V 2,5 mm <sup>2</sup> de Cu(m)	0,59	86,00 m	50,74
18	plantones de DUKE	2,50	2164,00 ud	5.410,00
19	plantones de SPARTAN	2,50	2079,00 ud	5.197,50
20	plantones de DRAPER	2,50	2038,00 ud	5.095,00
21	plantones de ELLIOT	2,50	2079,00 ud	5.197,50
22	plantones de OCHLOCKONEE	2,50	3662,00 ud	9.155,00
23	plantones de POWDERBLUE	2,50	401,00 ud	1.002,50
27	caja empotrada para cuadro de distribución	38,90	1,00 ud	38,90
28	Diferencial 4x25x300	60,00	1,00 ud	60,00
29	Diferencial 2x16x30	60,00	3,00 ud	180,00
30	Interruptor general automático corte omnipolar 20 A (P.C. 6 kA)	24,60	1,00 ud	24,60
31	interruptor automático magnetotérmico 10 A	6,05	2,00 ud	12,10
32	interruptor automático magnetotérmico 2 A	6,05	1,00 ud	6,05
33	interruptor automático magnetotérmico 16 A	6,05	1,00 ud	6,05
Total materiales				47.793,83

## 2.4. Precios auxiliares

Núm	Ud	Descripción			total
1	m <sup>3</sup>	Relleno, extendido y compactado de zanjas:			
		1,300 h	Peón ordinario de la construcción	8,00	10,40
		0,86 h	Camión 10t	8,20	7,05
		0,700 h	Pisón vibrante a gasóleo de 4 CV	0,91	0,64
		3,000 %	Costes indirectos	18,09	0,54
			Total por m <sup>3</sup>		18,63
2	ud	Cuadrilla instaladora de riegos I			
		1,000 ud	Oficial instalador del riego	11,40	11,40
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
			Total por ud		38,70
3	ud	Cuadrilla instaladora de riegos II			
		1,000 ud	Oficial instalador del riego	11,40	11,40
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
		1,000 ud	Peón especializado del riego	9,10	9,10
			Total por ud		47,80

### 3. Justificación de precios

	Ud	Descripción	total	
<b>1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGOS</b>				
1.1	m <sup>2</sup>	Replanteo para la instalación de las tuberías de riego de las terciarias en el que se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud; todo ello realizado por la empresa contratada para la instalación del sistema de riegos.		
		0,009 h Peón especializado del riego	9,10	0,08
		0,009 h Peón especializado del riego	9,10	0,08
		3,000% Costes indirectos	0,16	0,01
			Total por m <sup>2</sup>	<u>0,17</u>
1.2	m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.		
		0,018 h Retroexcavadora sobre orugas de 160 CV con conductor y consumos incluidos	78,90	1,42
		0,018 h Peón ordinario de la construcción	8,00	0,14
		3,000% Costes indirectos	1,56	0,05
			Total por m <sup>3</sup>	<u>1,61</u>
1.3	m	Instalación de las tuberías terciarias ( tuberías de PE, PN10 DN 160) con unión por encolado según norma UNE 53112. Se realiza una zanja de 1 metro de ancho por 70 cm de profundidad. Se coloca sobre cama de arena de 10cm de espesor. Se incluyen piezas, excavación de terreno suelto y posterior relleno de la zanja.		
		0,014 h Cuadrilla instaladora de riegos I	38,70	0,54
		0,680 m <sup>3</sup> Relleno, extendido y compactado de zanjas.	18,63	12,67
		1,000 m Tubería PE	4,05	4,05
		5,000 % Costes directos complementarios	17,26	0,86
		3,000 % Costes indirectos	18,12	0,54
			Total por m	<u>18,66</u>

Núm	Ud	Descripción		total
1.4	m	Instalación de los laterales de riego ( tuberías de PE 20/2.5 diámetro interior 0,5") y de los goteros autocompensantes. Incluye piezas y demás medios auxiliares para colocar goteros pinchados.		
		0,0025 h Cuadrilla instaladora de riegos II	47,80	0,12
		1,000 m Tubería PE 0,5"	0,20	0,20
		3,000 % Costes directos complementarios	0,32	0,01
		3,000 % Costes indirectos	0,33	0,01
		Total por m		<u>0,34</u>
<b>2 CONSTRUCCIÓN CASETA</b>				
2.1	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno mediante medios mecánicos.		
		0,010 h Pala cargadora incluso conductor y consumos	45,00	0,45
		3,000 % Costes directos complementarios	0,45	0,01
		3,000% Costes indirectos	0,46	<u>0,01</u>
		Total por m <sup>3</sup>		<u>0,47</u>
2.2	m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas de cimentación con retroexcavadora.		
		0,018 h Retroexcavadora sobre orugas de 160 CV con conductor y consumos incluidos	78,90	1,42
		0,110 h Peón ordinario de la construcción	8,00	0,88
		3,000 % Costes directos complementarios	2,30	0,07
		3,000% Costes indirectos	2,37	<u>0,07</u>
		Total por m <sup>3</sup>		<u>2,44</u>

Núm	Ud	Descripción		total	
2.3	m <sup>3</sup>	Cimentación de la caseta mediante hormigón HA-25/B/20/IIa. Incluido vertido por medios manuales, vibrado y colocación			
		0,600 h	Peón ordinario de la construcción	8,00	4,80
		0,600 h	Peón ordinario de la construcción	8,00	4,80
		1,00 m <sup>3</sup>	hormigón HA-25/B/20/IIa	48,25	48,25
		3,000 %	Costes directos complementarios	57,85	1,74
		3,000%	Costes indirectos	59,59	1,79
		Total por m <sup>3</sup>		61,38	
2.4	m <sup>2</sup>	Solera de la caseta de 15 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa y encachado de gravas de 15 cm de espesor extendido y compactado con pisón.			
		0,830 h	Peón ordinario de la construcción	8,00	6,64
		0,830 h	Peón ordinario de la construcción	8,00	6,64
		1,000 m <sup>2</sup>	Encachado gravas e=15cm	3,20	3,20
		1,00 m <sup>2</sup>	hormigón HA-25/B/20/IIa	48,25	48,25
		3,000 %	Costes directos complementarios	64,73	1,94
		3,000%	Costes indirectos	66,67	2,00
		Total por m <sup>2</sup>		68,67	
2.5	ud	Instalación caseta prefabricada de hormigón armado totalmente instalada, de 4,00 x 4,00 x 2,50 m. formada en una sola pieza (suelo, paredes exteriores y techo y puerta galvanizada).			
		1,000 ud	Caseta prefabricada	3.750,00	3.750,00
		3,000 %	Costes directos complementarios	3.750,00	112,50
		3,000%	Costes indirectos	3862,50	115,88
		Total por ud		3.978,38	

### 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1	m	Derivación individual 80x2,5 mm <sup>2</sup> . (línea que enlaza el contador o contadores del abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de XLPE rígido D=32, conductores de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> . y aislamiento tipo VV 400 V. En sistema trifásico. Incluyendo elementos de fijación y conexionado.			
		0,250 h	Oficial electricista	11,90	2,98
		0,250 h	Ayudante electricista	9,10	2,28
		1,000 m	Conductor rígido 400 V 2,5 mm <sup>2</sup> de cobre	0,59	0,59

Núm	Ud	Descripción		total	
		1,000 m	Conductor rígido 230 V 1,5 mm <sup>2</sup> de cobre	0,16	0,16
		1,000 m	Tubo rígido XLPE	0,63	0,63
		3,000%	Costes indirectos	7,82	0,23
			Total por m		8,05
3.2	ud	Cuadro de protección y distribución, con grado de electrificación básica, formado por caja plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar automáticos, incluye los dispositivos de protección y seguridad, incluso pequeño material, terminales, cableado de 2,5 mm <sup>2</sup> , conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.			
		1,050 h	Oficial electricista	11,90	12,50
		1,050 h	Ayudante electricista	9,10	9,56
		1,000 ud	Caja empotrada para cuadro de distribución	38,90	38,90
		1,000 ud	Interruptor general automático corte omnipolar 20 A (P.C. 6 kA)	24,60	24,60
		1,000 ud	interruptor automático magnetotérmico 16A (P.C. 6 kA)	6,05	6,05
		2,000 ud	interruptor automático magnetotérmico 10 A (P.C. 6 kA)	12,10	12,10
		1,000 ud	Interruptor automático magnetotérmico 2 A (P.C. 6 kA)	6,05	6,05
		3,000 %	Costes directos complementarios	109,76	3,29
		3,000%	Costes indirectos	113,05	3,39
			Total por ud		116,44
3.3	ud	Luminaria de empotrar para 2 lámparas fluorescentes compactas de 50 W. La luminaria se suministra con equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, cebador, portalámparas y 2 lámparas fluorescentes compactas de nueva generación. Índice de protección IP 20/Clase I. Instalada, incluye replanteo y conexionado.			
		0,390 h	Oficial electricista	11,90	4,64
		0,390 h	Ayudante electricista	9,10	3,55

Núm	Ud	Descripción		total	
		1,000 ud	Luminarias empotradas de 2x50W	82,20	82,20
		2,000 ud	Lámpara fluorescente 50W	3,20	6,40
		3,000%	Costes indirectos	96,79	2,90
			Total por ud		99,69
<b>4 INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO</b>					
4.1	ud	Instalación de autómatas de riego electrónico de corriente alterna, 8 programas independientes, conector para sensores externos, interruptor de anulación manual.			
		0,800 h	Oficial instalador del riego	11,40	9,12
		0,650 h	Peón especializado del riego	9,10	5,92
		1,000 ud	Autómata de riego	355,00	355,00
		4,000 %	Costes directos complementarios	370,04	14,80
		3,000%	Costes indirectos	384,84	11,55
			Total por ud		396,39
4.2	ud	Instalación de filtro de mallas inclinado de 3 pulgadas y una malla de acero inoxidable de 115 MESH, incluso piezas. Fabricado según norma UNE -66-903-89.			
		1,100 h	Oficial instalador del riego	11,40	12,54
		1,100 h	Peón especializado del riego	9,10	10,01
		1,000 ud	Filtro de malla 115 mesh	88,60	88,60
		3,000 %	Costes directos complementarios	111,15	3,33
		3,000 %	Costes indirectos	114,48	3,43
			Total por ud		117,91
4.3	ud	Instalación de electroválvula de solenoide, con cuerpo fabricado en polietileno y componentes internos de acero inoxidable de conexión roscada de 75 mm.			
		0,350 h	Oficial instalador del riego	11,40	3,99
		0,350 h	Peón especializado del riego	9,10	3,19
		1,000 ud	Eelectroválvula	46,00	46,00
		6,000 %	Costes directos complementarios	53,18	3,19



Núm	Ud	Descripción		total
			3,000 % Costes indirectos	56,37
			Total por ud	<u>1,69</u>
				58,06
4.4	ud	Instalación de válvula manual de compuerta de asiento elástico actuada por volante y conexiones bridadas.		
		0,250 h	Oficial instalador del riego	11,40
				2,85
		0,250 h	Peón especializado del riego	9,10
				2,28
		1,000 ud	Válvula manual de compuerta	12,00
				12,00
		6,000 %	Costes directos complementarios	17,13
				1,03
		3,000 %	Costes indirectos	18,16
			Total por ud	<u>0,54</u>
				18,70
4.5	ud	Instalación de válvula antiretorno con función antiretorno y por pilotaje hidráulico.		
		0,250 h	Oficial instalador del riego	11,40
				2,85
		0,250 h	Peón especializado del riego	9,10
				2,28
		1,000 ud	Válvula antiretorno	4,55
				4,55
		3,000 %	Costes directos complementarios	9,68
				0,29
		3,000 %	Costes indirectos	9,97
			Total por ud	<u>0,30</u>
				10,27
4.6	ud	Instalación de variador de frecuencia seca		
		0,250 h	Oficial instalador del riego	11,40
				2,85
		1,000 ud	Variador de frecuencia	4,20
				4,20
		3,000 %	Costes directos complementarios	7,05
				0,21
		3,000 %	Costes indirectos	7,26
			Total por ud	<u>0,22</u>
				7,48

Núm	Ud	Descripción	total		
4.7	ud	Instalación de regulador de presión PVC con dispositivo de tara de presión.			
		0,250 h	Oficial instalador del riego	11,40	2,85
		1,000 ud	Regulador de presión de PVC	38,50	38,50
		3,000 %	Costes directos complementarios	41,35	1,24
		3,000 %	Costes indirectos	42,59	1,28
			Total por ud		<u>43,87</u>

**5 PLANTACIÓN**

5.1	ha	Replanteo del terreno previo implantación del cultivo para un marco de 3,00 x 1,50 mediante cuerdas y estacas..			
		11,00 h	Peón especializado de empresa plantadora	9,10	100,10
		11,00 h	Peón especializado de empresa plantadora	9,10	100,10
		10,000 %	Costes directos complementarios	200,20	20,02
		3,000 %	Costes indirectos	220,22	6,61
			Total por ha		<u>226,83</u>
5.2	ud	Plantación de plantones de arándano semiautomática con posterior reposición de marras.			
		1,00 ud	Plantón de arándano certificado	2,50	2,50
		1,00 ud	Malla antihierba 1,5x120 m	90,50	90,50
		0,0015 h	Peón de empresa plantadora	7,70	0,01
		1,000%	Reposición de marras	0,01	1,23
		3,000 %	Costes indirectos	3,74	2,82
			Total por ud		<u>97,06</u>

Núm	Ud	Descripción		total
<b>6 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>				
		Sin descomposición		116,61
3,000 %		Costes indirectos	116,61	3,50
		Total del anejo		<u>120,11</u>
<b>7 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>				
		Sin descomposición		3.046,23
3,000 %		Costes indirectos	3.046,23	91,39
		Total del anejo		<u>3.137,62</u>
<b>8 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</b>				
		Sin descomposición		955,87
3,000 %		Costes indirectos	3.503,34	28,68
		Total del anejo		<u>984,55</u>

## ANEJO 19: EVALUACIÓN ECONÓMICA

1.	Introducción .....	3
2.	Pagos .....	3
2.1.	Pagos de inversión.....	3
2.2.	Pagos ordinarios .....	4
2.2.1.	Enmiendas y abonos.....	4
2.2.2.	Tratamientos fitosanitario.....	5
2.2.3.	Maquinaria .....	5
2.2.4.	Mano de obra.....	5
2.2.5.	Mantenimiento de la instalación de riego .....	6
2.2.6.	Resumen pagos ordinarios.....	7
2.3.	Pagos extraordinarios.....	8
2.3.1.	Reposición de maquinaria.....	8
3.	Cobros .....	8
3.1.	Cobros ordinarios .....	8
4.	Evaluación desde el punto de vista financiero del proyecto .....	9
4.1.	Flujos de caja.....	9
4.2.	Indicadores de rentabilidad .....	10
4.2.1.	Valor actual neto (VAN).....	10
4.2.2.	Tasa interna de rendimiento (TIR) .....	11
4.2.3.	Pay-back dinámico .....	11
4.2.4.	Relación beneficio-inversión .....	11
4.2.5.	Cálculo de los índices de rentabilidad .....	12
5.	Análisis de sensibilidad.....	12
5.1.	Hipótesis nº 1 .....	12
5.2.	Hipótesis nº 2 .....	14
6.	Conclusiones.....	14

Tabla 1 Resumen del proyecto.....	4
Tabla 2: Maquinaria adquirida. ....	4
Tabla 3: Tratamientos fertilizantes año 0. ....	4
Tabla 4: Tratamientos fertilizantes cada 2 años. ....	4
Tabla 5: Tratamiento fitosanitario año 1 y siguientes. ....	5
Tabla 6: Maquinaria alquilada año 0.....	5
Tabla 7: Maquinaria alquilada año 1 y siguientes.....	5
Tabla 8: Mano de obra eventual año 0, 1 y 2.....	5
Tabla 9: Mano de obra eventual año 3 y 4.....	6
Tabla 10: Mano de obra eventual año 5 y 6.....	6
Tabla 11: Mano de obra eventual año 7 y siguientes. ....	6
Tabla 12: Resumen de pagos ordinarios año 0. ....	7
Tabla 13: Resumen de pagos ordinarios año 1. ....	7
Tabla 14: Resumen de pagos ordinarios año 2. ....	7
Tabla 15: Resumen de pagos ordinarios año 3. ....	7
Tabla 16: Resumen de pagos ordinarios año 4. ....	7
Tabla 17: Resumen de pagos ordinarios año 5. ....	8
Tabla 18: Resumen de pagos ordinarios año 6. ....	8
Tabla 19: Resumen de pagos ordinarios año 7 y siguientes. ....	8
Tabla 20: Cobros por venta de arándano.....	9
Tabla 21: Pagos, cobros y flujos de caja del proyecto.....	10
Tabla 22: Indicadores de rentabilidad con financiación mixta. ....	12
Tabla 23: Cobros por la venta de uva según hipótesis 1.....	12
Tabla 24: Pagos, cobros y flujos de caja de la hipótesis 1.....	13
Tabla 25: Indicadores de rentabilidad de la hipótesis 1.....	13
Tabla 26: Pagos, cobros y flujos de caja de la hipótesis nº 3. ....	14
Tabla 27: Indicadores de rentabilidad de la hipótesis nº 2.....	14

## 1. Introducción

Con el siguiente anejo se busca comprobar la viabilidad económica del proyecto mediante los siguientes indicadores de rentabilidad:

- VAN (valor actual neto)
- TIR (tasa interna de retorno)
- pay-back dinámico
- relación beneficio/coste

Teniendo en cuenta que se tiene un contrato fijo con una cooperativa a la que se le suministra la materia prima y las predicciones futuras sobre la evolución del mercado de arándano son buenas, además de la constante renovación e innovación tecnológica que experimenta el sector se estima una vida útil para el proyecto de 20 años.

Por lo tanto para poder caracterizar la inversión con los indicadores anteriormente citados se deberá definir los siguientes parámetros:

-Pago de inversión (K): Número de unidades monetarias que se debe desembolsar para poner en marcha el proyecto.

-Vida útil del proyecto (N): Es el número de años durante los cuales el proyecto está funcionando y generando rendimientos positivos según las previsiones del inversor.

-Flujos de caja (R): Es una medida absoluta del beneficio que se calcula como la diferencia entre los cobros (C) y los pagos (P) generados en cada uno de los años del proyecto. Hace referencia a todos los años de vida útil del proyecto.

## 2. Pagos

### 2.1. Pagos de inversión

A continuación se expone la descomposición de la inversión del siguiente proyecto que se ha obtenido del documento nº4 "presupuesto":

Tabla 1 Resumen del proyecto.

Capítulo	Resumen	euros
1	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGOS	30.918,70
2	CONSTRUCCIÓN CASETA	4.292,99
3	INSTALACIÓN ELECTRICA	350,94
4	INSTALACIÓN DE CABEZAL DE RIEGO	1.386,61
5	PLANTACIÓN	32.418,48
7	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	120,11
8	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	3.137,62
9	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS	1041,41
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL(PEM)		73.666,86
GASTOS GENERALES 13%		9.576,69
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%		4.420,00
SUMA		87.663,55
IVA 18%		15.779,45
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA(PEC)		103.443,00
El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de CIENTO TRES MIL EUROS CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES		

Tabla 2: Maquinaria adquirida.

Maquinaria	euros
Cortacésped	2.100,00 €
Tijeras neumáticas (x2)	555,00 €
Remolque para recolección (x2)	1.248,00 €
TOTAL	3.279,00 €

La inversión inicial total será de 106.772 €.

## 2.2. Pagos ordinarios

### 2.2.1. Enmiendas y abonos

Tabla 3: Tratamientos fertilizantes año 0.

PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD TOTAL A APORTAR	PRECIO TOTAL
Enmienda orgánica de un estiércol de bovino	20 €/t	120 t	2.400,00 €
Azufre elemental	0,11 €/kg	3000 kg	330,00€
Sulfato de magnesio 27% Mg	0,20 €/kg	2400 kg	480,00 €
TOTAL			3.210,00 €

Tabla 4: Tratamientos fertilizantes cada 2 años.

PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD TOTAL A APORTAR	PRECIO TOTAL
Enmienda orgánica de un estiércol de bovino	20€/t	120 t	2.400,00 €
Sulfato potásico 53,5%	0,11 €/kg	2808 kg	308,88 €
TOTAL			2.708,88 €

### 2.2.2. Tratamientos fitosanitario

Tabla 5: Tratamiento fitosanitario año 1 y siguientes.

MATERIA ACTIVA	CARACTERÍSTICAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD TOTAL A APORTAR	PRECIO TOTAL
Sulfato cuprocálcico	Prevención para hongos de madera tras la poda	8,20 €/kg	24 kg	196,80 €
			TOTAL	196,80 €

### 2.2.3. Maquinaria

Tabla 6: Maquinaria alquilada año 0.

MAQUINARIA	PRECIO UNITARIO	HORAS TOTALES DE TRABAJO	PRECIO TOTAL	
Pala	50,00 €	6,84	342 €	
Subsolador	8,00 €	3,75	30 €	
Remolque	19,00 €	3,36	63,84 €	
Abonadora	10,00 €	1,68	16,80 €	
Arado chisel	9,00 €	3,12	28,08 €	
Cultivador ligero	9,00 €	1,8	16,20 €	
			TOTAL	496,92 €

Tabla 7: Maquinaria alquilada año 1 y siguientes.

MAQUINARIA	PRECIO UNITARIO	HORAS TOTALES DE TRABAJO	PRECIO TOTAL	
Abonadora	10,00 €	1,68	16,80 €	
Pulverizador Hidroneumático	19,00 €	1,68	31,92	
			TOTAL	48,72 €

### 2.2.4. Mano de obra

La mano de obra a cuantificar en este proyecto es eventual ya que las labores anuales las realiza el promotor del proyecto por lo que no existirá ningún coste al respecto.

Tabla 8: Mano de obra eventual año 0, 1 y 2.

LABOR	MANO DE OBRA	NÚMERO DE OPERARIOS	PRECIO UNITARIO	NÚMERO DE HORAS	PRECIO TOTAL	
Poda de formación	peón especializado	2	7,50 €/h	90	1.350,00 €	
					TOTAL	1.350,00 €



Tabla 9: Mano de obra eventual año 3 y 4.

LABOR	MANO DE OBRA	NÚMERO DE OPERARIOS	PRECIO UNITARIO	NÚMERO DE HORAS	PRECIO TOTAL
Poda de formación	peón especializado	2	7,50 €/h	90	1.350,00 €
Recolección	peón	2	6,10 €/h	192	2.342,4 €
				TOTAL	3.692,4 €

Tabla 10: Mano de obra eventual año 5 y 6.

LABOR	MANO DE OBRA	NÚMERO DE OPERARIOS	PRECIO UNITARIO	NÚMERO DE HORAS	PRECIO TOTAL
Poda de formación	peón especializado	2	7,50 €/h	90	1.350,00 €
Recolección	peón	5	6,10 €/h	192	5.856 €
				TOTAL	7.206 €

Tabla 11: Mano de obra eventual año 7 y siguientes.

LABOR	MANO DE OBRA	NÚMERO DE OPERARIOS	PRECIO UNITARIO	NÚMERO DE HORAS	PRECIO TOTAL
Poda de formación	peón especializado	2	7,50 €/h	90	1.350,00 €
Recolección	peón	6	6,10 €/h	320	11.712 €
				TOTAL	13.62 €

### 2.2.5. Mantenimiento de la instalación de riego

Debido a la larga vida útil del proyecto en comparación de la vida útil de la instalación se decide abonar en forma de anualidad un 5% del coste de la instalación de riegos y del cabezal del riego con el fin de:

- cubrir posibles averías y defectos de la instalación
- renovación de la instalación

Por lo que con ello se pretende que cada 20 años se renueve por completo toda la instalación. Se pagará anualmente 1.615,30 €.

## 2.2.6. Resumen pagos ordinarios

Tabla 12: Resumen de pagos ordinarios año 0.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTOS FERTILIZANTES	3.210,00 €
MAQUINARIA ALQUILADA	496,92 €
MANO DE OBRA	1350,00 €
TOTAL	5.056,62 €

Tabla 13: Resumen de pagos ordinarios año 1.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	1350,00 €
TOTAL	3.210,65 €

Tabla 14: Resumen de pagos ordinarios año 2.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTOS FERTILIZANTES	2.708,8 €
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	1.350,00 €
TOTAL	5919,45 €

Tabla 15: Resumen de pagos ordinarios año 3.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	3.692,4 €
TOTAL	5.553,05 €

Tabla 16: Resumen de pagos ordinarios año 4.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTOS FERTILIZANTES	2.708,8 €
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	3.692,4 €
TOTAL	8.261,85 €

Tabla 17: Resumen de pagos ordinarios año 5.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	7.206 €
TOTAL	9.066,65 €

Tabla 18: Resumen de pagos ordinarios año 6.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTOS FERTILIZANTES	2.708,8 €
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	7.206 €
TOTAL	11.775,45 €

Tabla 19: Resumen de pagos ordinarios año 7 y siguientes.

CONCEPTO	TOTAL
TRATAMIENTO FITOSANITARIO	196,80 €
MAQUINARIA ALQUILADA	48,72 €
MANTENIMIENTO RIEGOS	1.615,13 €
MANO DE OBRA	13.062 €
TOTAL	14.922,65 €

## 2.3. Pagos extraordinarios

### 2.3.1. Reposición de maquinaria

Teniendo en cuenta la vida útil recomendada de la maquinaria que se describe en el anejo de ingeniería del proceso productivo, en nuestro proyecto, las dos maquinarias propias: cortacésped y tijeras neumáticas son capaces de aguantar sin cambiarse toda la vida útil de la plantación.

## 3. Cobros

### 3.1. Cobros ordinarios

En principio los únicos cobros que se consideran son aquellos producidos por la venta de arándano a la cooperativa. Todas las variedades se venden al mismo precio (2,5 €/kg) y se vende la totalidad puesta en producción de la parcela (6 ha).

Tabla 20: Cobros por venta de arándano.

AÑO	ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN TOTAL(KG/HA)	PRECIO TOTAL (€)
1	---	---
2	---	---
3	400	10.560 €
4	4000	60.000 €
5	8.000	120.000 €
6	12.000	180.000 €
7	14.000	210.000 €
8	16.000	240.000 €
9	18.000	270.000 €
10	20.000	300.000 €
20	20.000	300.000 €

## 4. Evaluación desde el punto de vista financiero del proyecto

### 4.1. Flujos de caja

A continuación se presentan los beneficios y costes que se producen en el proyecto y el flujo de caja esperado. Para la financiación del proyecto se considera una financiación propia del 60% y una ajena del 40%. Se considerará un préstamo a una entidad bancaria a 10 años con un interés anual del 4,5%.

Por lo tanto la financiación ajena es de  $106.772 \text{ €} \times 0,40 = 42.708,8 \text{ €}$

Cada anualidad se deberá pagar mediante la siguiente fórmula:

$$a = C * \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

C (capital prestado)= 42.708,8 €

I (interés del préstamo)= 4,5 % o 0,045

n (número de años para devolver el préstamo)= 10

$$a = 42.708,8 \text{ €} * \frac{0,045 * (1 + 0,045)^{10}}{(1 + 0,045)^{10} - 1} = 5.397,50 \text{ €}$$

Tabla 21: Pagos, cobros y flujos de caja del proyecto.

Año	Pago inversión	Cobros financiación	Cobros ord.	Pagos ord.	Pagos de financiación	Flujos de caja
0	106.772	42708,8		5.056,62		-69120,62
1				3.210,65	5.397,50	-8.607,65
2				5.919,45	5.397,50	-11.316,95
3			10.560	5.553,05	5.397,50	-390,55
4			60.000	8.261,85	5.397,50	46.340,65
5			120.000	9.066,65	5.397,50	105.535,85
6			180.000	11.755,45	5.397,50	162.847,05
7			210.000	14.922,65	5.397,50	189.679,85
8			240.000	17.631,45	5.397,50	216.971,05
9			270.000	14.922,65	5.397,50	249.679,85
10			300.000	17.631,45	5.397,50	276.971,05
11			300.000	14.922,65		285.077,35
12			300.000	17.631,45		282.368,55
13			300.000	14.922,65		285.077,35
14			300.000	17.631,45		282.368,55
15			300.000	14.922,65		285.077,35
16			300.000	17.631,45		282.368,55
17			300.000	14.922,65		285.077,35
18			300.000	17.631,45		282.368,55
19			300.000	14.922,65		285.077,35
20			300.000	17.631,45		282.368,55

## 4.2. Indicadores de rentabilidad

### 4.2.1. Valor actual neto (VAN)

Nos indica el valor de flujos de caja actualizados al momento actual e indica la ganancia neta generada por el proyecto, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = -K + \sum_{n=1}^{35} \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Siendo:

VAN = valor actual neto para la tasa de actualización r.

C= Flujos de caja generados en el año n.

K = Pagos de inversión realizados en el año 0(€).

n = número de años de vida de la inversión.

$r$  = tasa de actualización

Con un valor de  $VAN > 0$  el proyecto resulta viable desde el punto de vista económico.

Con un valor de  $VAN < 0$  el proyecto a realizar será inviable y se descartará su ejecución ya que le reportará más pérdidas al promotor que beneficios.

#### 4.2.2. Tasa interna de rendimiento (TIR)

El siguiente parámetro se obtiene igualando a cero el VAN y nos ofrece una idea sobre la recuperación de la inversión realizada. Esto es que indica el tipo de interés ( $\lambda$ ) que obtendría el inversor si prestara al proyecto de inversión “ $k$ ” unidades monetarias, es decir, el pago de inversión. El proyecto de inversión devolvería al inversor, durante los 20 años de vida del proyecto los correspondientes flujos de caja ( $C$ ). Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$K = \sum_{n=1}^{35} \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Siendo  $r$  la TIR y considerándose rentable si supera al tipo de interés “ $r$ ”.

#### 4.2.3. Pay-back dinámico

Nos indica el número de años necesarios desde el inicio del proyecto hasta que la suma de flujos de caja se haga cero haciendo nulo el VAN. Indica únicamente a partir de que año se obtienen rendimientos positivos.

#### 4.2.4. Relación beneficio-inversión

Nos indica la ganancia neta generada por cada unidad monetaria invertida en el mismo. Es un índice de rentabilidad dinámica que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{B}{I} = \frac{VAN}{|K|}$$

#### 4.2.5. Cálculo de los índices de rentabilidad

Mediante el sistema de financiación mixta propuesto y con una tasa de interés del 4,5% se obtiene lo siguiente:

**Tabla 22: Indicadores de rentabilidad con financiación mixta.**

TIPO DE INTERÉS	VAN (€)	TIR(%)	PAY-BACK (AÑOS)	B/I
4,5 %	1.836.947,13	49	Año 4	17,2

### 5. Análisis de sensibilidad

#### 5.1. Hipótesis nº 1

En esta hipótesis el único cambio que modificaremos es el precio de arándano, como se especifica en la siguiente tabla, con un precio de 1,5 € durante toda la vida de la plantación.

**Tabla 23: Cobros por la venta de uva según hipótesis 1.**

AÑO	ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN TOTAL(KG/HA)	PRECIO TOTAL (€)
1	---	---
2	---	---
3	400	3.600 €
4	4000	36.000 €
5	8.000	72.000 €
6	12.000	108.000 €
7	14.000	126.000 €
8	16.000	144.000 €
9	18.000	162.000 €
10	20.000	180.000 €
20	20.000	180.000 €

Tabla 24: Pagos, cobros y flujos de caja de la hipótesis 1.

Año	Pago inversión	Cobros financiación	Cobros ord.	Pagos ord.	Pagos de financiación	Flujos de caja
0	106.772	42.708,8		5.056,62		-69120,62
1				3.210,65	5.397,50	-8.608,15
2				5.919,45	5.397,50	-11.316,95
3			3.600 €	5.553,05	5.397,50	-7.350,55
4			36.000 €	8.261,85	5.397,50	14.990,10
5			72.000 €	9.066,65	5.397,50	72.525,95
6			108.000 €	11.755,45	5.397,50	90.847,05
7			126.000 €	14.922,65	5.397,50	105.679,85
8			144.000 €	17.631,45	5.397,50	120.971,05
9			162.000 €	14.922,65	5.397,50	141.679,85
10			180.000 €	17.631,45	5.397,50	156.971,05
11			180.000 €	14.922,65		165.077,35
12			180.000 €	17.631,45		162.368,55
13			180.000 €	14.922,65		165.077,35
14			180.000 €	17.631,45		162.368,55
15			180.000 €	14.922,65		165.077,35
16			180.000 €	17.631,45		162.368,55
17			180.000 €	14.922,65		165.077,35
18			180.000 €	17.631,45		162.368,55
19			180.000 €	14.922,65		165.077,35
20			180.000 €	17.631,45		162.368,55

Tabla 25: Indicadores de rentabilidad de la hipótesis 1.

TIPO DE INTERÉS	VAN (€)	TIR(%)	PAY-BACK (AÑOS)	B/I
4,5 %	1.027.357,60	38%	Año 4	9,62



## 5.2. Hipótesis nº 2

En esta hipótesis reducimos la vida útil de la plantación a 15 años en vez de a 20, el precio del kilogramo de arándano lo consideramos como en la hipótesis inicial del proyecto a 2,50 €/kg.

Tabla 26: Pagos, cobros y flujos de caja de la hipótesis nº 3.

Año	Pago inversión	Cobros financiación	Cobros ord.	Pagos ord.	Pagos de financiación	Flujos de caja
0	106.772	42708,8		5.056,62		-69120,62
1				3.210,65	5.397,50	-77.728,77
2				5.919,45	5.397,50	-89.045,72
3			10.560	5.553,05	5.397,50	-43.095,62
4			60.000	8.261,85	5.397,50	62.440,23
5			120.000	9.066,65	5.397,50	162.847,05
6			180.000	11.755,45	5.397,50	189.679,85
7			210.000	14.922,65	5.397,50	216.971,05
8			240.000	17.631,45	5.397,50	249.679,85
9			270.000	14.922,65	5.397,50	276.971,05
10			300.000	17.631,45	5.397,50	285.077,35
11			300.000	14.922,65		282.368,55
12			300.000	17.631,45		285.077,35
13			300.000	14.922,65		282.368,55
14			300.000	17.631,45		285.077,35
15			300.000	14.922,65		282.368,55

Tabla 27: Indicadores de rentabilidad de la hipótesis nº 2.

TIPO DE INTERÉS	VAN (€)	TIR(%)	PAY-BACK (AÑOS)	B/I
4,5 %	1.337.775,83	36%	Año 4	12,53

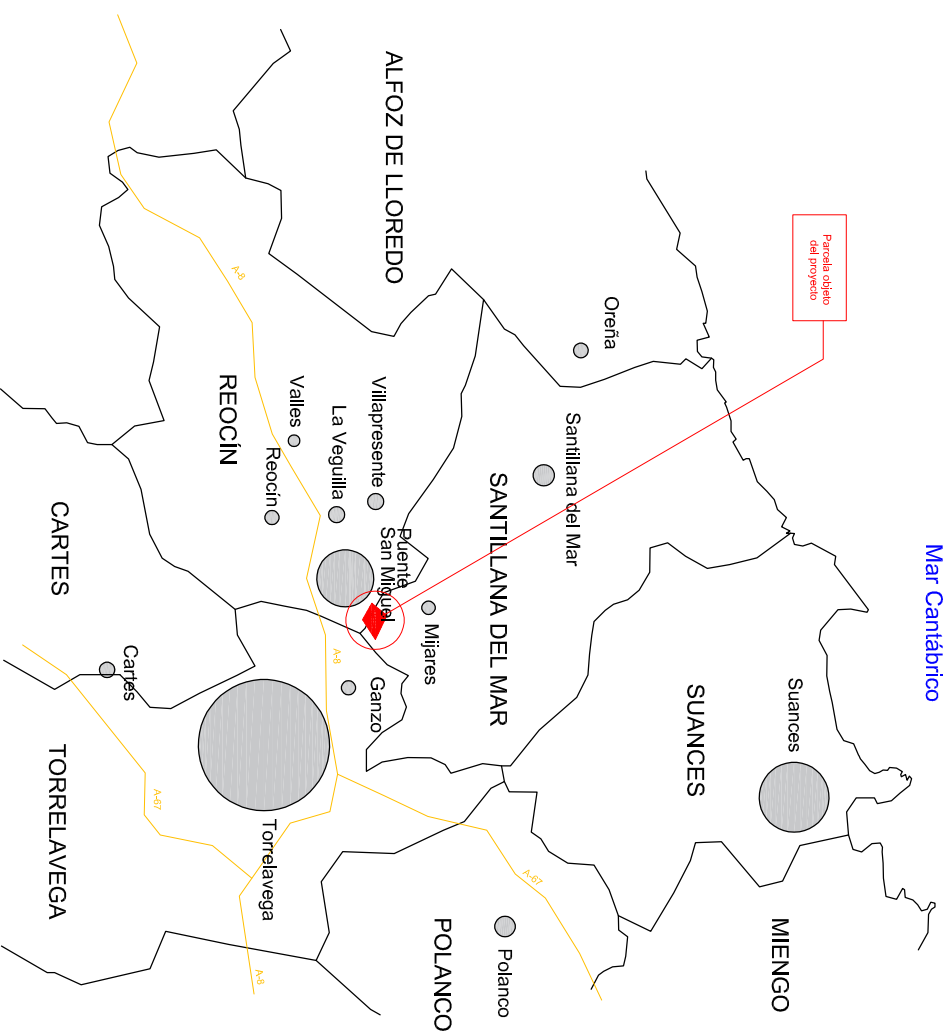
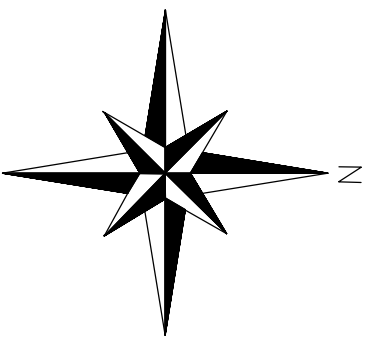
## 6. Conclusiones

Tras el análisis de todos los casos, el proyecto resulta muy rentable, con las siguientes conclusiones:

-En todos los casos se encuentra un valor del TIR aceptable, en el que el promotor siempre sale ganando dinero, cabe mencionar que el periodo de tiempo que se tarda en recuperar la inversión es relativamente corto.

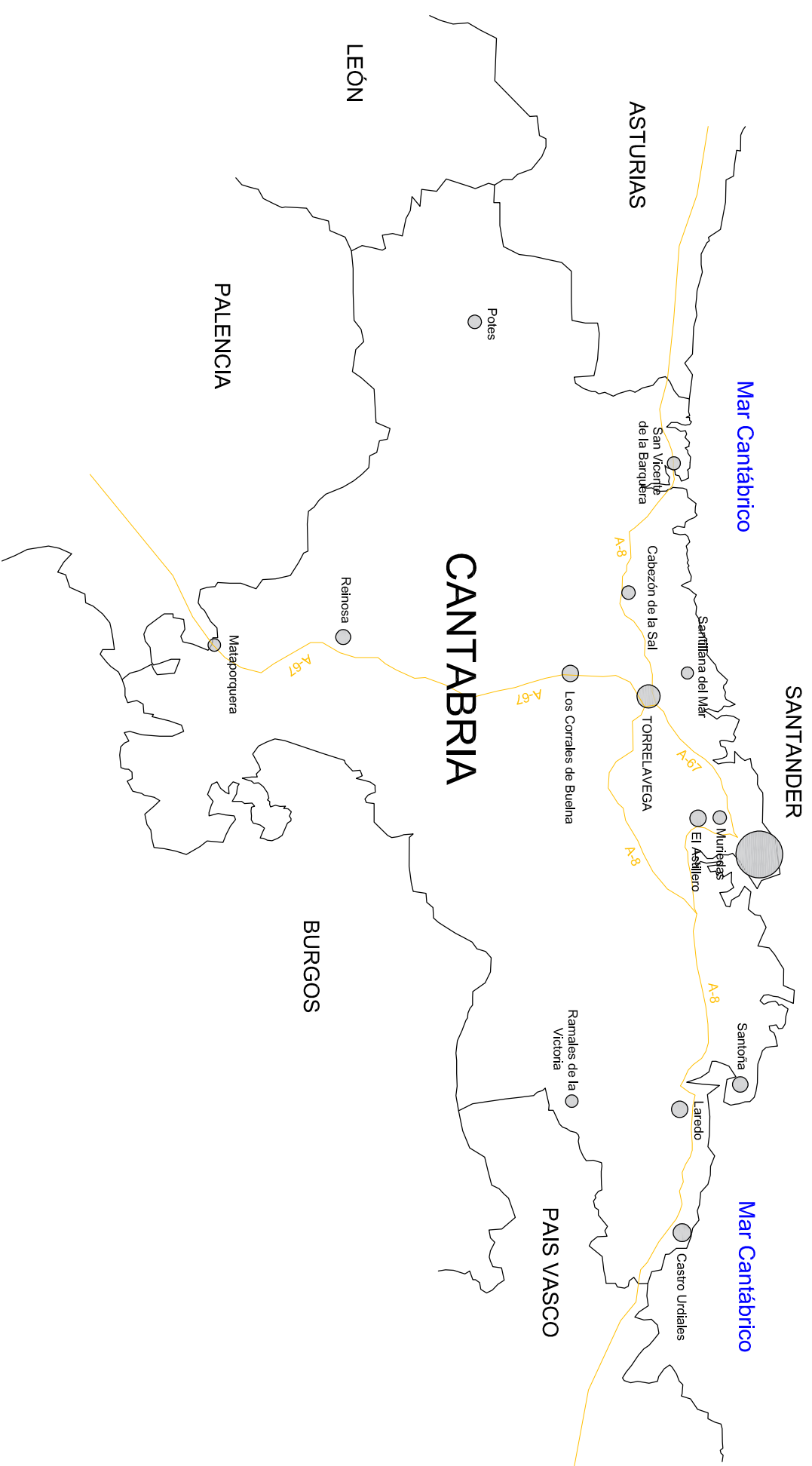
-Para la hipótesis nº 1, en la que se disminuye el precio del arándano de 2,5 €/kg a 1,5 €/kg, el TIR baja considerablemente, pero aún así la rentabilidad del proyecto sigue siendo muy buena.

-Para la hipótesis nº 2, en el que se contempla la posibilidad de reducir el periodo de vida útil de la plantación de 20 a 15 años. Los indicadores de rentabilidad siguen siendo buenos y en conclusión todas las hipótesis son económicamente viables.



# PLANO DE EMPLAZAMIENTO

ESC.: 1:125000

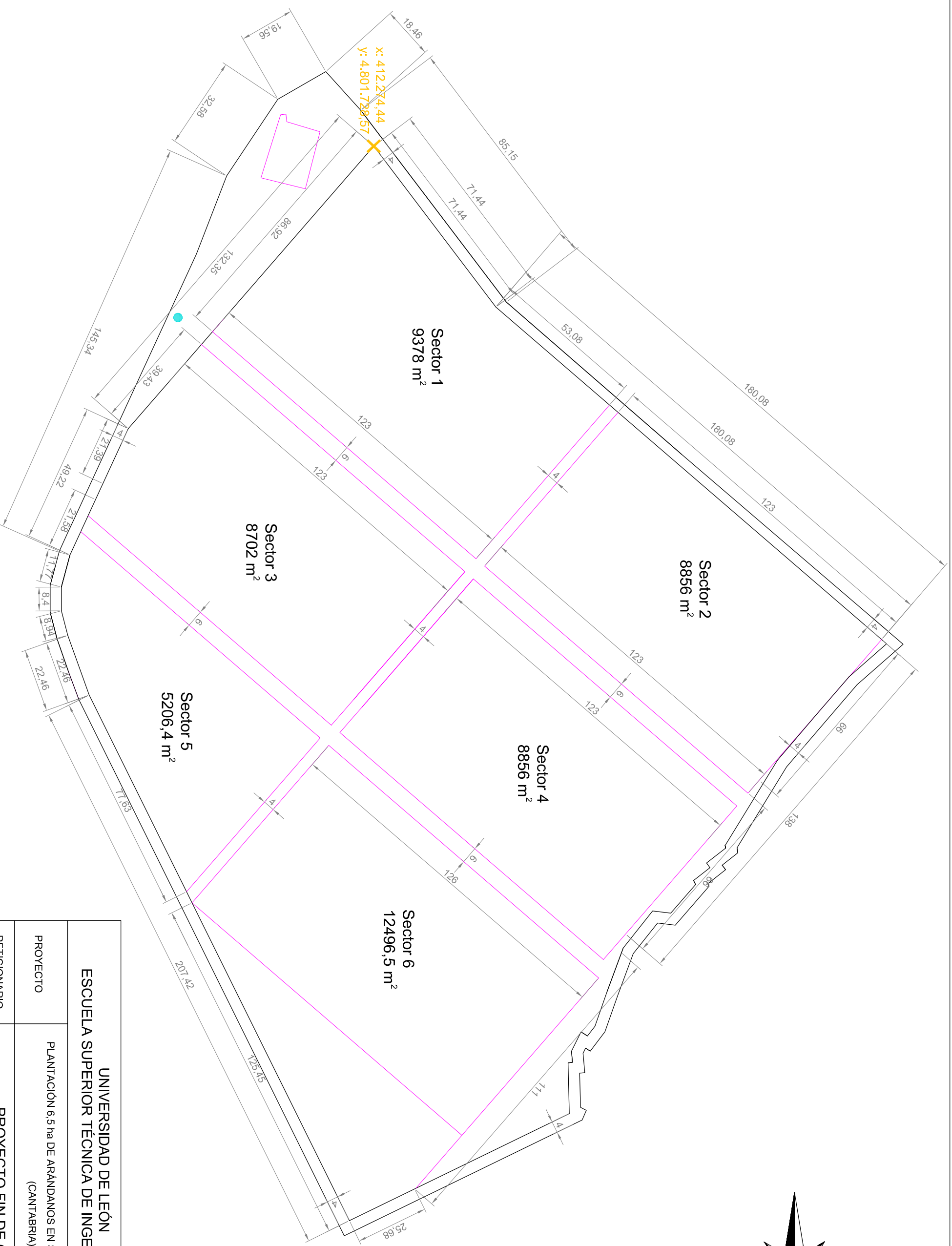
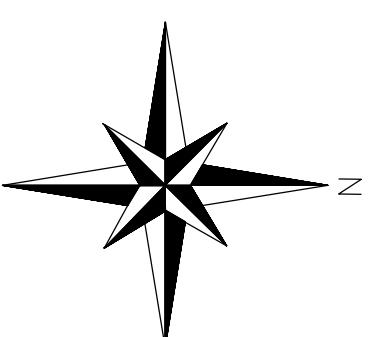


# PLANO DE SITUACIÓN GENERAL


ESC.: 1:500000

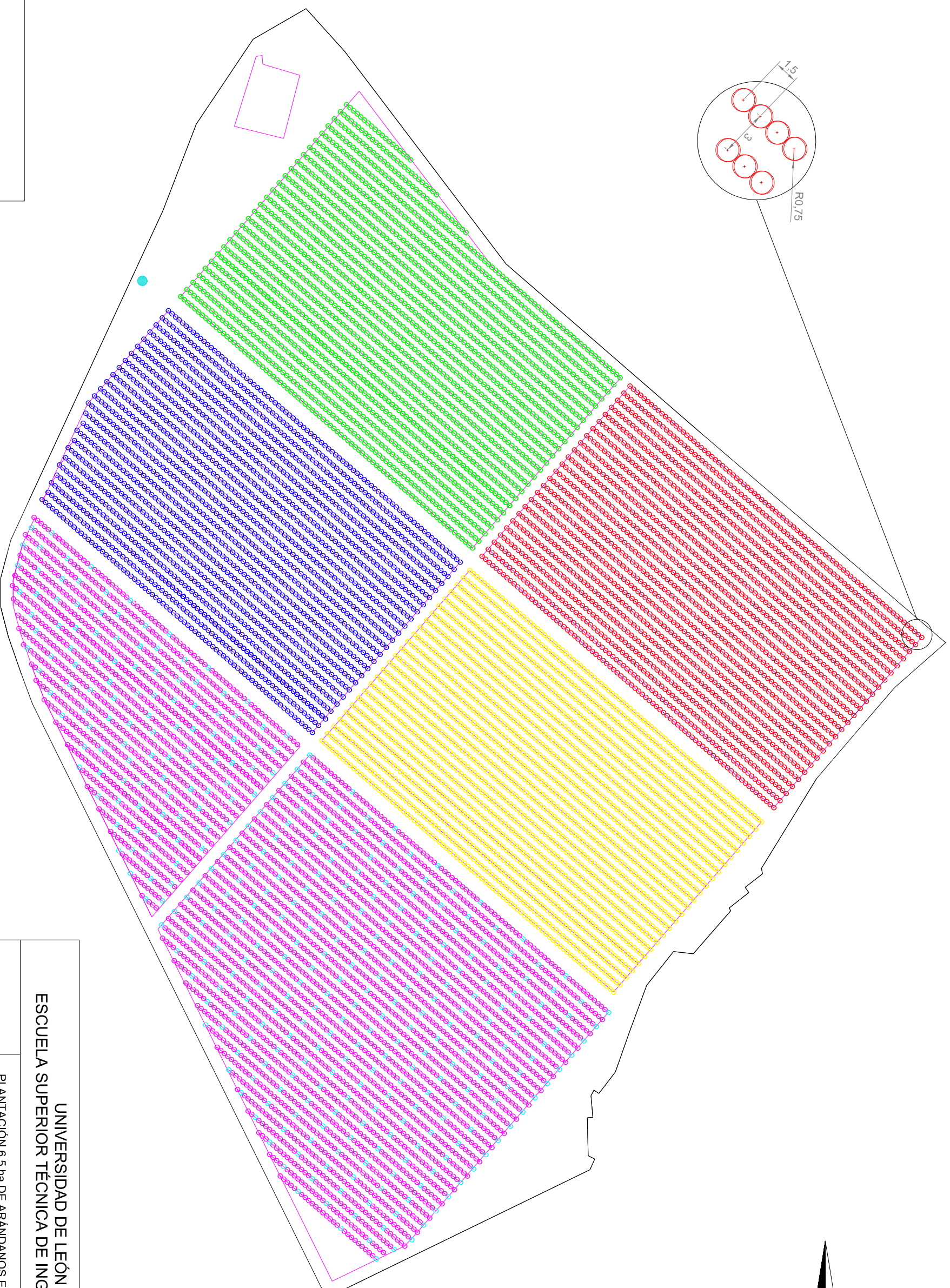
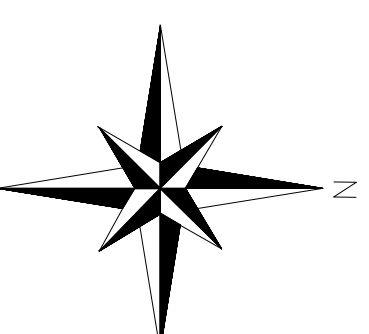
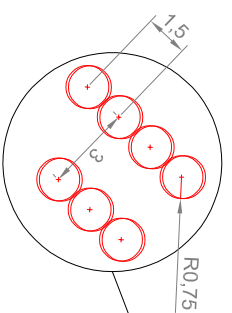
<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA</b>			
PROYECTO	PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCIN (CANTABRIA)		
PETICIONARIO	PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANO	VARIOS		
ESCALA	VARIAS		Plano Nº
FECHA	DICIEMBRE 2018	Firmado	Isabel Calvo Fernández
			<b>1</b>





**UNIVERSIDAD DE LEÓN  
ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA**

PROYECTO	PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCIN (CANTABRIA)		
PETICIONARIO	PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANO	REPLANTEO		
ESCALA	1:125000	Firmado  Isabel Calvo Fernández	Plano Nº
FECHA	DICIEMBRE 2018		

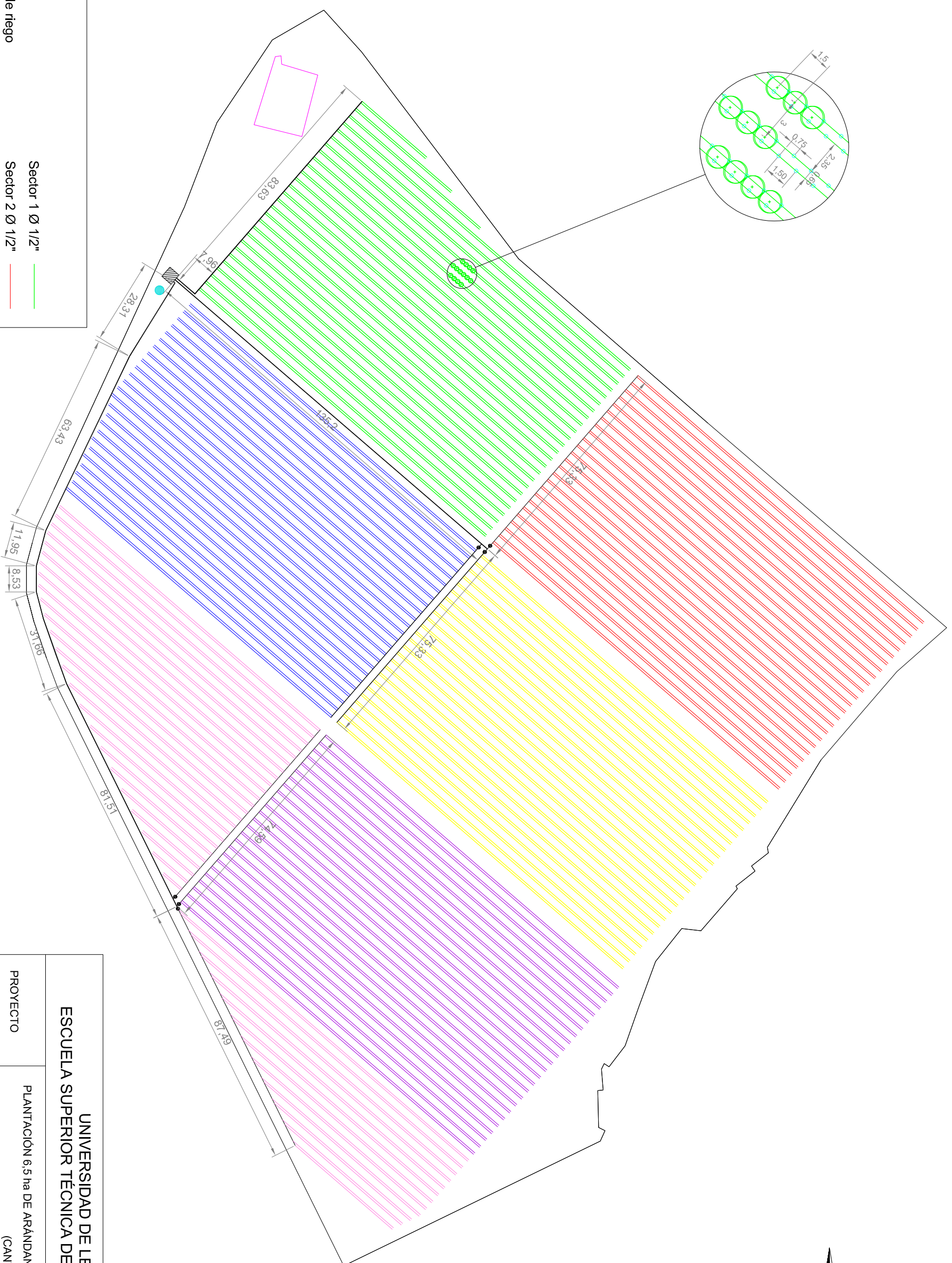
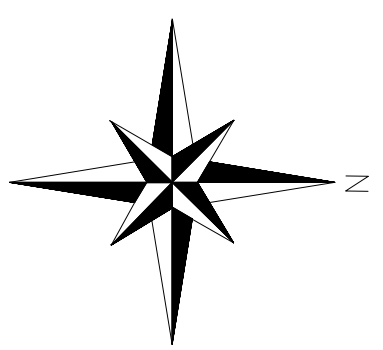
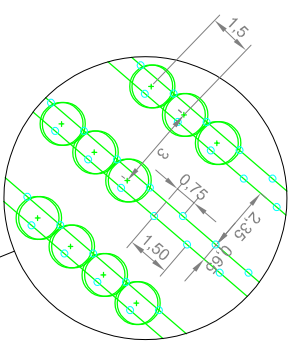


**LEYENDA:**

	DUKE		ELLIOT
	SPARTAN		OCHLOCKONEE
	DRAPER		POWDERBLUE

<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA</b>			
PROYECTO	PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCIN (CANTABRIA)		
PETICIONARIO	PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANO	PLANTACIÓN		
ESCALA	1:125000	 Firmado Isabel Calvo Fernández	Plano Nº <b>4</b>
FECHA	DICIEMBRE 2018		

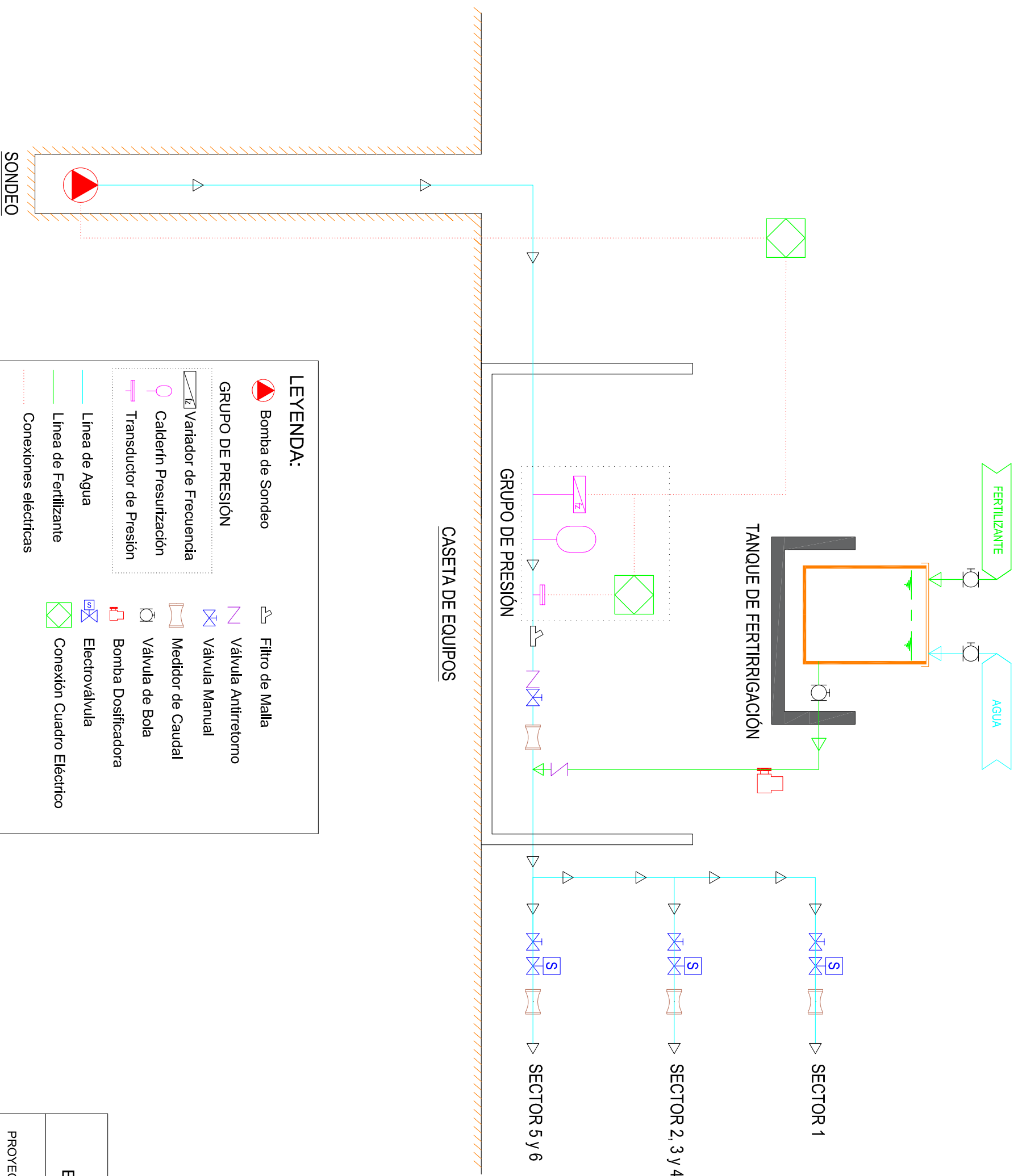




**LEYENDA:**

	Nave		Sector 1 Ø 1/2"
	Caseta de riego		Sector 2 Ø 1/2"
	Pozo		Sector 3 Ø 1/2"
	Válvula manual + Electroválvula + Medidor de Caudal		Sector 4 Ø 1/2"
	Tubería primaria Ø 2"		Sector 5 Ø 1/2"
	Tubería secundaria Ø 2"		Sector 6 Ø 1/2"

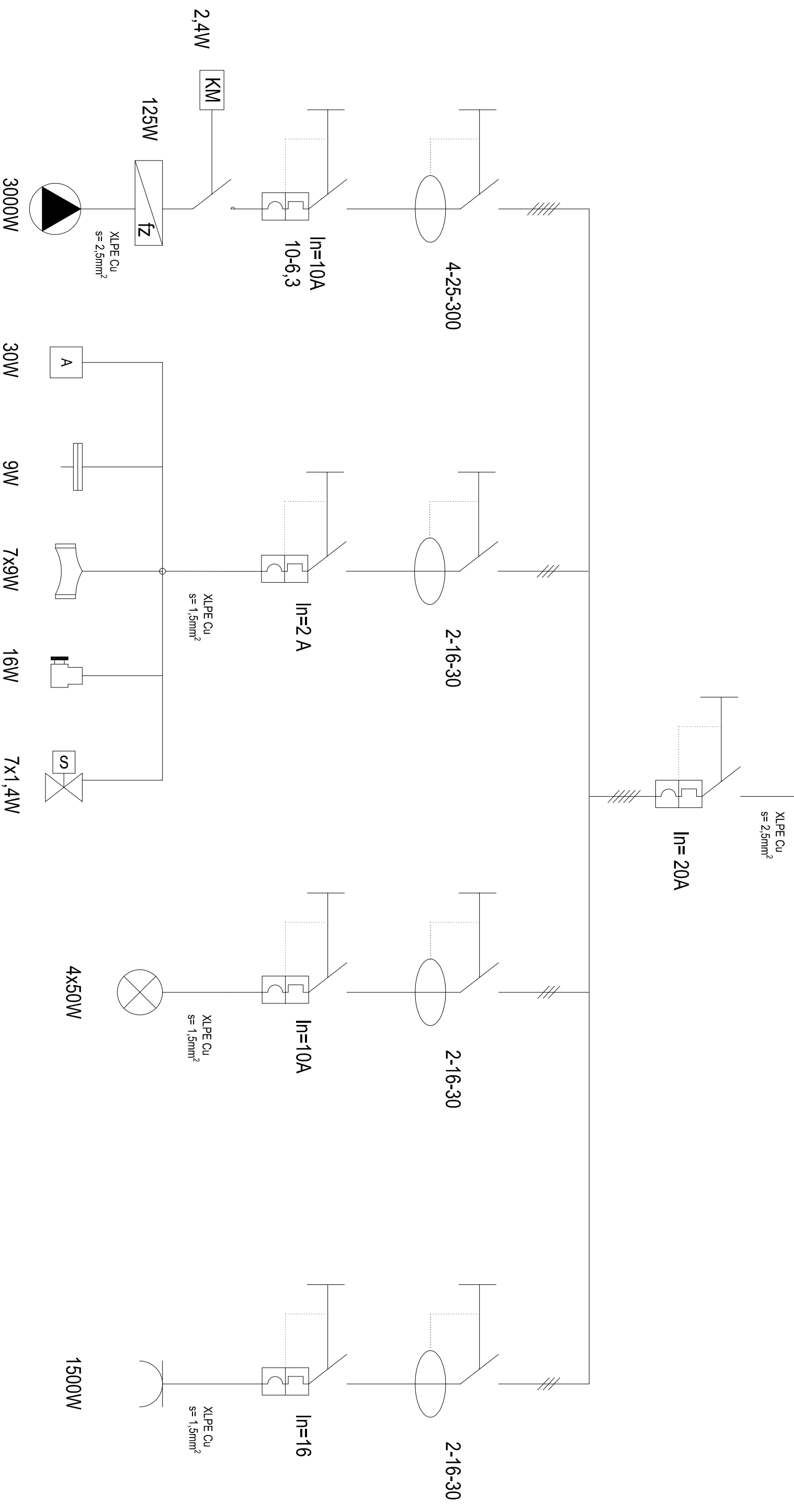
<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA</b>			
PROYECTO	PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCIN (CANTABRIA)		
PETICIONARIO	PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANO	RIEGO		
ESCALA	1:125000	 Firmado Isabel Calvo Fernández	Plano Nº
FECHA	DICIEMBRE 2018		



**LEYENDA:**

	Bomba de Sondeo		Filtro de Malla
<b>GRUPO DE PRESIÓN</b>			
	Variador de Frecuencia		Válvula Antirretorno
	Calderín Presurización		Válvula Manual
	Transductor de Presión		Medidor de Caudal
	Línea de Agua		Válvula de Bola
	Línea de Fertilizante		Bomba Dosificadora
	Conexiones eléctricas		Electroválvula
			Conexión Cuadro Eléctrico

<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA</b>			
PROYECTO	PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCIN (CANTABRIA)		
PETICIONARIO	PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANO	ESQUEMA HIDRÁULICO		
ESCALA	SIN ESCALA	 Firmado	Isabel Calvo Fernández
FECHA	DICIEMBRE 2018		



**BOMBA DE SONDEO**

**INSTRUMENTACIÓN**

**ALUMBRADO**

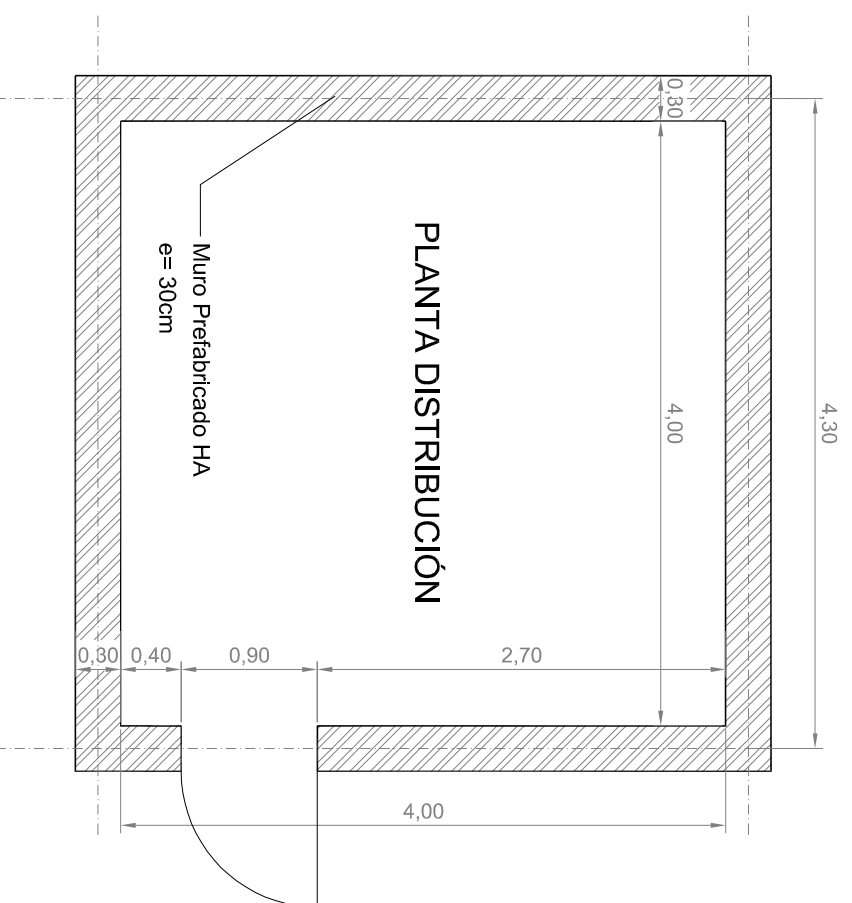
**ENCHUFES**

**LEYENDA:**

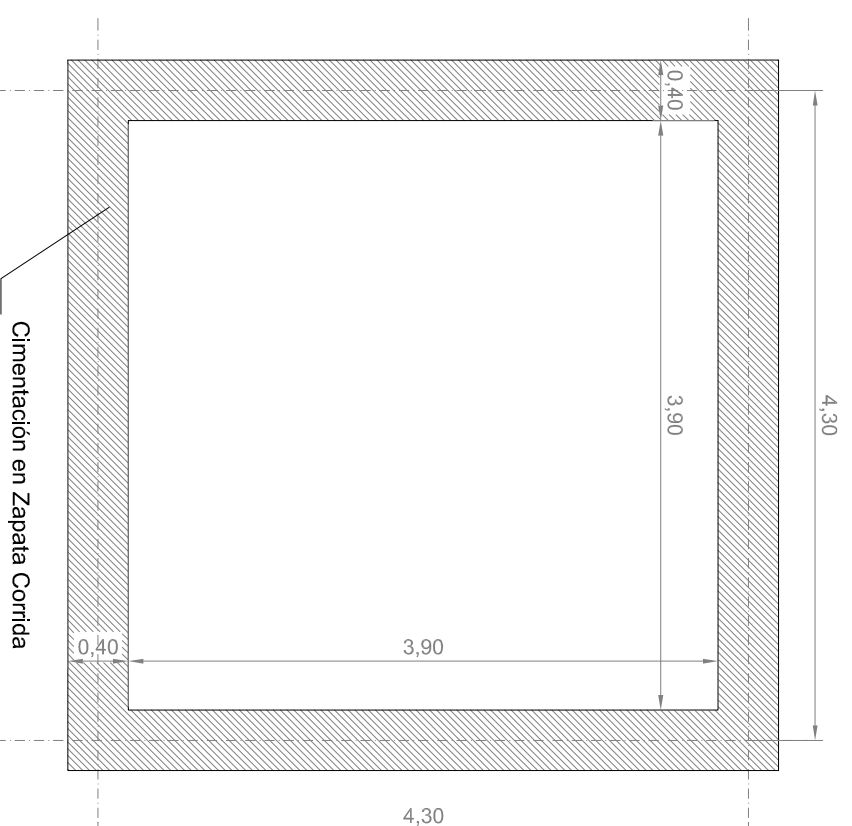
	Bomba de Sondeo		Transductor de Presión
	Variador de Frecuencia		Medidor de Caudal
	Contactor		Bomba Dosificadora
	Interruptor Automático		Electroválvula
	Diferencial		Conexión Cuadro Eléctrico
	Automata		Toma de Fuerza

<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA</b>			
PROYECTO	PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCÍN (CANTABRIA)		
PETICIONARIO	PROYECTO FIN DE CARRERA		
PLANO	ESQUEMA UNIFILAR		
ESCALA	SIN ESCALA	Firmado	Isabel Calvo Fernández
FECHA	DICIEMBRE 2018		
			Plano Nº <b>7</b>

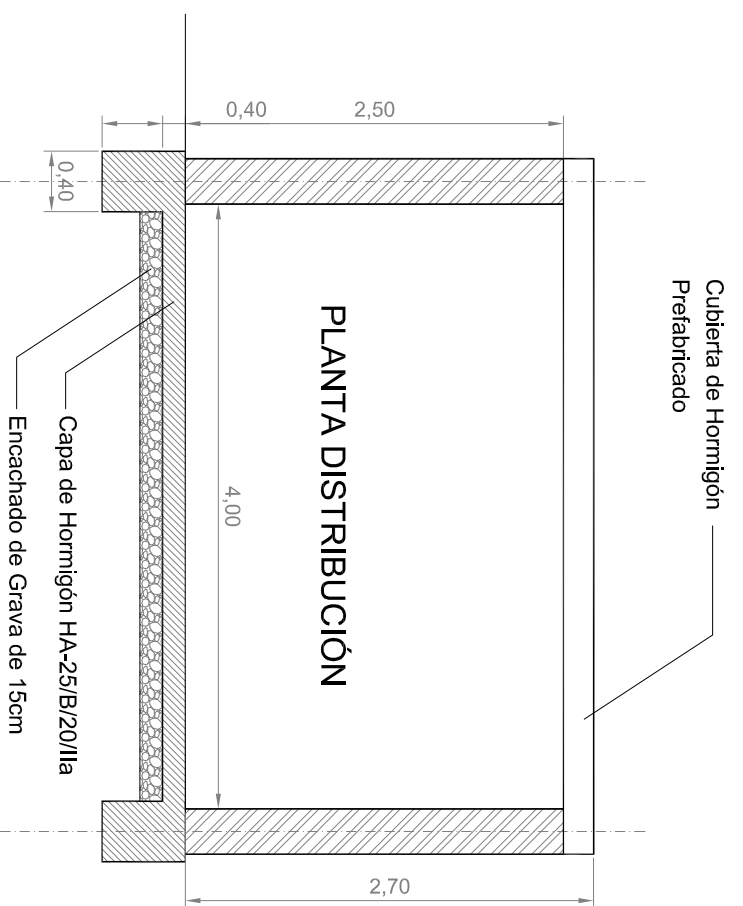




PLANTA DISTRIBUCIÓN



CIMENTACIÓN



UNIVERSIDAD DE LEÓN  
ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA DE INGENIERÍA AGRARIA

PROYECTO: PLANTACIÓN 6,5 ha DE ARÁNDANOS EN SANTILLANA DEL MAR Y REOCIN (CANTABRIA)

PETICIONARIO: PROYECTO FIN DE CARRERA

PLANO: CASETA DE RIEGO

ESCALA: 1:50

FECHA: DICIEMBRE 2018

Firmado Isabel Calvo Fernández

Plano Nº 8

## PLIEGO DE CONDICIONES

1.	PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS.....	3
1.1.	Disposiciones generales .....	3
1.1.1.	Disposiciones de carácter general.....	3
1.1.2.	Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.....	7
1.1.3.	Disposiciones referentes a la recepción de la obra.....	9
1.2.	Disposiciones facultativas .....	11
1.2.1.	El promotor .....	11
1.2.2.	El proyectista.....	11
1.2.3.	El contratista .....	12
1.2.4.	El director de obra.....	13
1.2.5.	Las entidades y laboratorios de control de calidad.....	13
1.2.6.	Suministradoras de productos .....	14
1.3.	Disposiciones económicas.....	14
1.3.1.	Base fundamental de las disposiciones económicas.....	15
1.3.2.	Garantías .....	15
1.3.3.	Fianzas .....	15
1.3.4.	Precios.....	15
1.3.5.	Presupuesto de ejecución material (PEM) .....	16
1.3.6.	Precios contradictorios.....	16
1.3.7.	Reclamación de aumento de precios .....	17
1.3.8.	Revisión de los precios contratados.....	17
1.3.9.	Valoración y abono de los trabajos .....	17
1.3.10.	Indemnizaciones mutuas.....	19
1.3.11.	Varios.....	19
2.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	21
2.1.	Instalación del sistema de riego.....	21
2.1.1.	Tuberías de polietileno de baja densidad y policloruro de vinilo .....	21
2.1.2.	Goteros.....	21
2.1.3.	Condiciones de replanteo .....	21
2.1.4.	Condiciones de ejecución.....	21
2.1.5.	Mediciones y valoración.....	22
2.2.	Construcción de caseta .....	23

2.2.1.	Movimiento de tierras.....	23
2.2.2.	Áridos .....	24
2.2.3.	Hormigones .....	24
2.2.4.	Aditivos.....	25
2.2.5.	Productos curado hormigones .....	26
2.2.6.	Mediciones y valoración.....	26
2.3.	Instalación eléctrica.....	26
2.3.1.	Conductores eléctricos.....	26
2.3.2.	Identificación de los conductores .....	26
2.3.3.	Tubos protectores .....	27
2.3.4.	Cajas de empalme y derivación.....	27
2.3.5.	Aparatos de protección.....	27
2.3.6.	Puesta a tierra .....	28
2.3.7.	Aparatos de alumbrado.....	28
2.3.8.	Portalámparas .....	28
2.3.9.	Condiciones de ejecución.....	28
2.3.10.	Mediciones y valoración.....	29
2.4.	Instalación del cabezal de riego .....	30
2.4.1.	Automatismos, valvulería y demás accesorios.....	30
2.4.2.	Condiciones de ejecución.....	30
2.4.3.	Mediciones y valoración.....	30
2.5.	Plantación.....	30
2.5.1.	Plantones.....	30
2.5.2.	Condiciones de ejecución de la plantación .....	31
2.5.3.	Mediciones y valoración.....	31

## **1. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS**

### **1.1. Disposiciones generales**

#### **1.1.1. Disposiciones de carácter general**

##### **1.1.1.1. Objeto de pliego de condiciones**

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

##### **1.1.1.2. Contrato de obra**

Se contratará la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

##### **1.1.1.3. Documentación del contrato de obra**

El contrato de obras cuenta con los siguientes documentos y con el orden de prelación que a continuación se expone, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Condiciones fijadas en el contrato de obra
- Pliego de Condiciones
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

##### **1.1.1.4. Documentación complementaria al proyecto**

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del mismo, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación. Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.

- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

#### **1.1.1.5. Reglamentación urbanística**

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

#### **1.1.1.6. Formalización del contrato de obra**

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

Los cuáles contendrán:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).

-La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General. Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

#### **1.1.1.7. Jurisdicción**

Si existiera desacuerdo entre las partes ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### **1.1.1.8. Responsabilidad del contratista**

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. En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### **1.1.1.9. Accidentes de trabajo**

Es de obligado cumplimiento 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 y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios. Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### **1.1.1.10. Daños a terceros**

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 colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras. Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra. Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo en la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### **1.1.1.11. Suministro de materiales**

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### **1.1.1.12. Hallazgos**

En caso de que se encuentren antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables el promotor se reserva la posesión de las mismas. El contratista deberá extraerlas con la mayor precaución posible según indique el director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras u otros gastos que se deriven de esta actividad siempre que los justifique e indique la dirección facultativa.

#### **1.1.1.13. Causas de rescisión del contrato**

Las causas que motivan la rescisión del contrato son:

- a)-La muerte o incapacidad del contratista
- b)-La quiebra del contratista

Si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las tareas bajo las mismas condiciones estipuladas el propietario se guardará el derecho de aceptar o rechazar dicho ofrecimiento sin que tengan aquellos, derecho a indemnización alguna.

c) Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista 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) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.

f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.

g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.

h) El abandono de la obra sin causas justificadas.

i) La mala fe en la ejecución de la obra.

#### **1.1.1.14. Buena fe**

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

#### **1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

##### **1.1.2.1. Replanteo**

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica. Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

##### **1.1.2.2. Inicio de las obras**

Se iniciarán las obras según se especifica en el contrato ejecutándose los trabajos de manera que se lleve a cabo dentro del plazo previsto. El contratista deberá indicar a la dirección facultativa el inicio de las obras con al menos tres días de antelación.

##### **1.1.2.3. Responsabilidad de la dirección facultativa en retraso de obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.



#### **1.1.2.4. Trabajos defectuosos**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

#### **1.1.2.5. Vicios ocultos**

Se entiende como único responsable al contratista de cualquier vicio oculto y defecto que presenten las construcciones tanto durante la ejecución de las obras como durante el periodo de garantía que la LOE especifica. El Director de Ejecución de la obra puede realizar los ensayos que crea oportunos siempre que tenga razones fundadas para creer en la existencia de vicios ocultos, ensayos que se realizarán antes de la recepción definitiva, todo ello se dará cuenta al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### **1.1.2.6. Presentación de muestras**

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

#### **1.1.2.7. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Los gastos que se originen por las pruebas y ensayos que realicen no deberán superar el 1% del presupuesto total del proyecto. Si aumentara y fuera positivo pagaría la propiedad (El Promotor) y en caso de ser negativo pagaría el adjudicatario (Contratista).

#### **1.1.2.8. Libro de órdenes**

Dentro de la oficina de obra el Contratista deberá poseer el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las órdenes que el Ingeniero Director de Obra precise dar durante el transcurso de la obra. Dichas órdenes serán de igual obligado cumplimiento por el contratista como las del pliego de condiciones.

#### **1.1.2.9. Libro de incidencias**

El libro de incidencias deberá permanecer siempre en la obra y estará en poder del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en caso de no ser necesario lo tendrá la dirección facultativa.

### **1.1.3. Disposiciones referentes a la recepción de la obra**

#### **1.1.3.1. Consideraciones de carácter general**

Se entiende como recepción de obra como el acto de entrega de la obra una vez concluida por parte del contratista al promotor y aceptada por éste último.

Dicha recepción se reflejará mediante un acta firmada en la que estén presentes al menos el Promotor y el Contratista y en la que se refleje:

-Las partes que intervienen.

-La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

-El coste final de la ejecución material de la obra.

-La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

-Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

También se deberá adjuntar el certificado final de obra suscrito tanto por el Director de Obra como por el director de la ejecución de la obra.

La recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### ***1.1.3.2. Recepción provisional***

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Técnico 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 recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía.

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 Técnico Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, 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.

#### ***1.1.3.3. Plazo de garantía***

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

#### **1.1.3.4. 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 antes 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 Técnico Director.

### **1.2. Disposiciones facultativas**

Se definirán las funciones, derechos y obligaciones de las personas de la obra.

#### **1.2.1. El promotor**

Es la persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra. Con las siguientes funciones:

Ostentará la titularidad de la parcela con el derecho de construir en ella además de presentar la ficha urbanística correspondiente.

Deberá facilitar toda la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, para la realización del proyecto.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones Administrativas.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas.

#### **1.2.2. El proyectista**

Autor por encargo del promotor de la totalidad del proyecto. Con las siguientes funciones:

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos –proyecto básico- como para ser interpretada y poder

ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Elaborar el proyecto en función de las competencias y/o atribuciones profesionales que le permita el título que ostenta.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

### **1.2.3. El contratista**

Se entiende a tales efectos como la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras. Con las siguientes obligaciones:

Ejecutar la obra según la legislación vigente, el proyecto y la dirección de obra a fin de la consecución del proyecto con la calidad exigida.

Contar con la capacitación profesional que permita el cumplimiento de las condiciones que se exijan para actuar como constructor.

Designará a un jefe de obra. Todas las instrucciones serán dadas al trabajador de mayor rango en la obra en caso de ausencia del mismo, siempre empezando por él para evitar cualquier descrédito a su persona.

Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.

Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

Suscribir las garantías previstas en el artículo 19 de la LOE (daños materiales por deficiencias en el proyecto). Seguros y en el caso de acabados seguro o retención del promotor del 5% de ejecución material de la obra.

Custodiar libro de órdenes de la obra y dar el enterado de las anotaciones que se realicen

Prepara certificaciones parciales de obra y propuesta de liquidación final.

Suscribir con el promotor el acta de recepción de la obra.

Contratar los seguros de accidentes de trabajo y daños a terceros durante la obra.

#### **1.2.4. El director de obra**

Técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y control de la ejecución de la obra. Con las siguientes obligaciones:

Debe poseer la titulación académica correspondiente que le capacite para desarrollar esta función.

Verificará el replanteo, la cimentación y estructuras teniendo en cuenta su adecuación a las características geotécnicas del proyecto.

Resolverá cualquier contingencia que se presente y anotar las direcciones y rumbos dados en el libro de órdenes y asistencias. Anotará los incidentes y accidentes en el libro de seguridad siendo comunicado en un plazo máximo de 24 horas.

Elaborar con conformidad del promotor las modificaciones del proyecto por la marcha del mismo siempre que no contravengan las directrices expuestas en el proyecto.

Elaborar y suscribir la documentación de la obra realizada para dársela al promotor según avancen las obras.

Verificar la recepción de los materiales de la construcción.

Dirigir personalmente la ejecución de la obra.

Suscribir las actas de replanteo, relaciones valoradas, certificaciones de inicio y fin de las obras, certificaciones parciales.

Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

#### **1.2.5. Las entidades y laboratorios de control de calidad**

Son entidades de control de calidad de aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Cumplirán con las siguientes funciones:

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### **1.2.6. Suministradoras de productos**

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción e insumos agrícolas.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución. Se entiende por insumo agrícola como todos aquellos productos (semillas, plántones, fertilizantes, fitosanitarios etc..) que propicien o intervengan en el proceso productivo de la plantación. Dichos suministradores deberán:

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### **1.3. Disposiciones económicas**

Se describirá el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez. En él se reflejan los pagos, fianzas e indemnizaciones.

### **1.3.1. Base fundamental de las disposiciones económicas**

El contratista percibirá el importe de los trabajos ejecutados siempre y cuando se hayan realizado de acuerdo al proyecto y a las condiciones técnicas generales y particulares.

### **1.3.2. Garantías**

El Director de obra podrá exigir al contratista referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato.

### **1.3.3. Fianzas**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra, estableciéndose en un 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

#### ***1.3.3.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza***

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### ***1.3.3.2. Devolución de la fianza***

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

### **1.3.4. Precios**

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

#### ***1.3.4.1. Precios básicos***

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.



#### **1.3.4.2. Precios unitarios**

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

–Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.

–Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

–Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

#### **1.3.5. Presupuesto de ejecución material (PEM)**

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### **1.3.6. Precios contradictorios**

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

### **1.3.7. Reclamación de aumento de precios**

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

### **1.3.8. Revisión de los precios contratados**

Al estar sometidos los precios a la variabilidad del mercado pudiéndose dar variación de los mismos por lo que se admite la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquél tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

### **1.3.9. Valoración y abono de los trabajos**

#### **1.3.9.1. Forma y plazos de abono de las obras**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez. Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos. El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones

en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

#### ***1.3.9.2. 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 en la subasta hecha por el contratista.

#### ***1.3.9.3. 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 en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

#### ***1.3.9.4. Relaciones valoradas y certificaciones***

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

### **1.3.10. Indemnizaciones mutuas**

#### ***1.3.10.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras***

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

#### ***1.3.10.2. Demora de los pagos por parte del promotor***

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

### **1.3.11. Varios**

#### ***1.3.11.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra***

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

#### ***1.3.11.2. Unidades de obra defectuosas***

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### ***1.3.11.3. Seguro de las obras***

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### ***1.3.11.4. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor***

El contratista no podrá hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### ***1.3.11.5. 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 y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

#### ***1.3.11.6. Liquidación económica de las obras***

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor. La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

#### ***1.3.11.7. Liquidación final de la obra***

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **2.1. Instalación del sistema de riego**

#### **2.1.1. Tuberías de polietileno de baja densidad y policloruro de vinilo**

Cumplirán las normas UNE 53-131 y UNE 53-367, tubos de PE para conducciones de agua a presión, por la que se exige llevar marca indeleble cada metro de longitud en la que conste: identificación del fabricante, referencia del material, diámetro nominal, espesor nominal, presión nominal y año de fabricación; UNE 53-188, materiales plásticos; UNE 53-200, plásticos, determinación del índice de fluidez; UNE 53-367, tubos de PEBD para ramales de microirrigación; UNE 53-375, plásticos, determinación del contenido en negro de carbono en poliolefinas y sus transformados.

#### **2.1.2. Goteros**

Los goteros que se usarán en la instalación serán según se especifica en el anejo de ingeniería de las instalaciones, subanejo instalación de riegos; serán goteros de plástico autocompensantes y antidrenantes con las características expuestas en tal anejo.

#### **2.1.3. Condiciones de replanteo**

Previo al inicio de las obra el director de Obra junto con el Contratista prodecerán al replanteo general de la obra, todo ello bajo las órdenes del Director de Obra quedando como constancia unas referencias visibles y permanentes en el terreno de las cuáles se responsabilizará el contratista.

#### **2.1.4. Condiciones de ejecución**

La instalación de las tuberías de riego deberá cumplir con la UNE-EN 805: Abastecimiento de agua, especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes. Según UNE-EN 1610- instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento. Según UNE-ENV 1046- sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Sistemas de conducción de agua o saneamientos en el exterior de la estructura de los edificios. Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua del M.O.P.U. acorde a la guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión editada por el CEDEX.

En el transporte y en las operaciones de carga y descarga de tubos se evitarán los golpes siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitarán rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes. La información e instrucciones dadas por los

fabricantes de los componentes, con vistas a evitar todo daño, degradación y contaminación, deben ser observadas de forma estricta.

En lo que respecta a la recepción y apilado de los tubos en obra, se observará a la llegada de los camiones a obra si el acondicionamiento ha sufrido algún deterioro por afloje de amarres, pérdida de protecciones entre tubos y cables. Los tubos se apilarán sobre superficies planas y deben estar protegidos de daños mecánicos.

Para los trabajos en zanja se debe tener en cuenta que se realizan en condiciones de riesgos potenciales por lo que se deberán sostener las paredes de la zanja tomando las precauciones necesarias para evitar la caída de objetos a la misma, o su colapso causado por la posición o movimientos de maquinaria o equipos adyacentes, especialmente cuando la zanja esté ocupada. El material excavado se depositará a una distancia no inferior a 0,5m del borde de la zanja, y la proximidad y altura de los taludes no deberá poner en peligro la estabilidad de la excavación. Las medidas de la zanja se atenderán a lo expuesto en el anejo de ingeniería del riego.

Posteriormente se procede a la instalación de las tuberías que se manipularán de manera cuidadosa, se instalarán tendiendo el tubo en la zanja de forma que se sitúe uniformemente en toda la longitud y se unirán, tanto las juntas como los tubos deberán estar limpios. Luego se centrarán y alinearán los tubos.

Para el relleno de la zanja se realizará en dos etapas: en la primera se cubrirá con una ligera capa de arena hasta la prueba hidráulica de instalación, y en la segunda se completará el relleno con otra capa de arena y luego con la tierra procedente de la excavación hasta quedar a nivel con el terreno, evitando formar huecos en las proximidades de las piezas.

Se tendrá especial cuidado en la unión de las terciarias con los ramales ya que una parte de éstos irá enterrado muy superficialmente. La colocación de los ramales se realizará conforme a lo expuesto en el proyecto y una vez instalados se procede a la instalación de los goteros pinchados mediante medios auxiliares ( piquetas y lanzas gotero) se pincharán los goteros sobre el ramal terminando así la instalación.

#### **2.1.5. Mediciones y valoración**

Conforme se finalice cada unidad de obra se procederá a su medición y teniendo en cuenta lo especificado en el proyecto se abonará según lo expuesto en el mismo.

## **2.2. Construcción de caseta**

### **2.2.1. Movimiento de tierras**

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la dirección facultativa podrá modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario, a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.

El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.

La dirección facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la dirección facultativa.

La dirección facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.



Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanja, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

### **2.2.2. Áridos**

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Las arenas a utilizar serán: naturales, silíceas, de grano anguloso, sin yeso y sin magnesio, limpias de tierra y materia orgánica, su humedad será menor o igual al 10% de su peso y al apretarlas no formarán ni tomarán cuerpo.

### **2.2.3. Hormigones**

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

Como norma general no deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de 0,5 m de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/seg, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm de la pared del encofrado.

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante 3 días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

#### **2.2.4. Aditivos**

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua, que mezclados durante el amasado

modifican o mejoran las características del mortero u hormigón, en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e inclusión de aire.

Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del 2% del peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del 3,5% del peso del cemento.

- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de la resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al 20%. En ningún caso la proporción de aireante será mayor del 4% del peso del cemento.

- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al 10% del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

- Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

#### **2.2.5. Productos curado hormigones**

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante 7 días al menos después de una aplicación.

#### **2.2.6. Mediciones y valoración**

Conforme se finalice cada unidad de obra se procederá a su medición y teniendo en cuenta lo especificado en el proyecto se abonará según lo expuesto en el mismo.

### **2.3. Instalación eléctrica**

#### **2.3.1. Conductores eléctricos**

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

#### **2.3.2. Identificación de los conductores**

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.

- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

### **2.3.3. Tubos protectores**

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21.

### **2.3.4. Cajas de empalme y derivación**

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizaran siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

### **2.3.5. Aparatos de protección**

Son los fusibles e interruptores diferenciales.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda

proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

### **2.3.6. Puesta a tierra**

Las puestas a tierra se realizará mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

### **2.3.7. Aparatos de alumbrado**

Se ajustarán a lo especificado en la Memoria y Anejos del Proyecto. Todas las luminarias utilizadas serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán construidas en chapa de acero con acabado en pintura epoxi-poliéster color blanco o gris. Los apliques estancos serán de aleación ligera con cristal de cierre termoestable y portalámparas cerámico. El grado mínimo de protección de las luminarias estancas será el IPX4.

### **2.3.8. Portalámparas**

Deberán ser de alguno de los tipos, formas y dimensiones especificados en la Norma UNE-EN 60061 -2.

### **2.3.9. Condiciones de ejecución**

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

El tendido de las derivaciones individuales se realizará por tubos enterrados según se define en la instrucción ITC-BT-14.

El cuadro general de distribución se situará en el interior de la caseta, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situará a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores de la caseta se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberá instalarse de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

### **2.3.10. Mediciones y valoración**

Conforme se finalice cada unidad de obra se procederá a su medición y teniendo en cuenta lo especificado en el proyecto se abonará según lo expuesto en el mismo.

## **2.4. Instalación del cabezal de riego**

### **2.4.1. Automatismos, valvulería y demás accesorios**

El Contratista suministrará los equipos para el cabezal de riego de las características especificadas. Las calidades de los materiales empleados se ajustarán a lo especificado en Memoria y Anejos.

Las válvulas serán de construcción simple, pero robustas y fáciles de montar y usar. Las válvulas de control a distancia serán eléctricas, movidas por un solenoide de 24 V en C.A. y 50 Hz. Se les adjuntarán válvulas manuales un sistema de apertura y cierre manual. El diseño de las válvulas debe permitir desmontar todos los componentes internos desde la parte superior, sin necesidad de mover las válvulas de su posición en la instalación.

### **2.4.2. Condiciones de ejecución**

Se procederá al colocado de la instalación de riegos dentro de la caseta de primeramente las válvulas, filtros y automatismos para la posterior verificación y comprobación del buen funcionamiento de la instalación de riegos.

### **2.4.3. Mediciones y valoración**

Conforme se finalice cada unidad de obra se procederá a su medición y teniendo en cuenta lo especificado en el proyecto se abonará según lo expuesto en el mismo.

## **2.5. Plantación**

### **2.5.1. Plantones**

Los plantones procederán de un vivero con el permiso oficial correspondiente. La compra se hará mediante un contrato suministro-precio en el caso que se especifique la variedad y el portainjerto a suministrar así como las responsabilidades por incumplimiento por ambas partes que quedará reflejado por escrito en el contrato de compra.

Los plantones estarán debidamente etiquetados y en buen estado de conservación. Tendrán una pureza varietal según lo establecido y una pureza técnica mínima del 96 %. En las etiquetas se hará constar la variedad y el portainjerto que contiene. El director de obra estará presente en la recepción de las plantas y podrá rechazar los paquetes que no cumpla las condiciones exigidas.

La reposición de marras correrá a cuenta de la empresa plantadora quedando eximido de toda responsabilidad el promotor.

### **2.5.2. Condiciones de ejecución de la plantación**

Dicha plantación se realizará a finales de octubre como se especifica en el anejo de programación de obras y será realizada por una máquina trasplantadora arrastrada por tractor previo replanteo del terreno para fijar el marco de plantación por donde deberá realizarse la plantación.

La plantación la realizará un tractorista especializado de la empresa plantadora con ayuda de un operario que supervise la operación, ya que se cuenta con una máquina trasplantadora automática que simultáneamente coloca los ramales de riego y el acolchado o malla antihierba. Consta con una zona de bandejas en la que se depositarán los plantones y un dosificador. Este aparato dosificador está conectado con el aparato distribuidor que está regulado proporcionalmente al avance del tractor y que colocará los plantones a la distancia prefijada dentro de la línea de plantación. Además dicha máquina trasplantadora cuenta con una reja de apertura de surco al comienzo de ésta, posteriormente se encuentran el distribuidor y dosificador y el asiento del operario para finalizar con una reja de cierre de surco. Antes de esto, se encuentran los cilindros de donde se desenrollan las tuberías laterales y e acolchado o malla antihierba.

### **2.5.3. Mediciones y valoración**

Conforme se finalice cada unidad de obra se procederá a su medición y teniendo en cuenta lo especificado en el proyecto se abonará según lo expuesto en el mismo.



Núm	Ud	Descripción y medición
<b>1.INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGOS</b>		
1.1	m	Replanteo para la instalación de las tuberías de riego de las primarias y secundarias en el que se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud; todo ello realizado por la empresa contratada para la instalación del sistema de riegos.
		Total m: 913,750
1.2	m	Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.
		Total m: 913,750
1.3	m	Instalación de las tuberías primarias y secundarias (tuberías de PE32, PN10 DN 50,8) con unión por encolado según norma UNE 53112. Se realiza una zanja de 1 metro de ancho por 70 cm de profundidad. Se coloca sobre cama de arena de 10cm de espesor. Se incluyen piezas, excavación de terreno suelto y posterior relleno de la zanja.
		Total m: 913,750
1.4	m	Instalación de los laterales de riego (tuberías de PE 32/PN10 DN 12,7) y de los goteros autocompensantes. Incluye piezas y demás medios auxiliares para colocar goteros pinchados.
		Total m: 36.004,000

Núm	Ud	Descripción y medición	
<b>2. CONSTRUCCIÓN CASETA</b>			
2.1	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno mediante medios mecánicos.	
			Total m <sup>2</sup> : 19,360
2.2	m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas de cimentación con retroexcavadora.	
			Total m <sup>3</sup> : 0,128
2.3	m <sup>3</sup>	Cimentación de la caseta mediante hormigón HA-25/B/20/Ila. Incluido vertido por medios manuales, vibrado y colocación	
			Total m <sup>3</sup> : 0,128
2.4	m <sup>2</sup>	Solera de la caseta de 15 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila y encachado de gravas de 15 cm de espesor extendido y compactado con pisón.	
			Total m <sup>2</sup> : 4,33
2.5	ud	Instalación caseta prefabricada de hormigón armado totalmente instalada, de 4,00 x 4,00 x 2,50 m. formada en una sola pieza (suelo, paredes exteriores y techo y puerta galvanizada)..	
			Total ud: 1,000

Núm	Ud	Descripción y medición
<b>3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>		
3.1	m	Derivación individual 80x2,5 mm2. (línea que enlaza el cuadro de distribución de la nave con el cuadro de distribución de la caseta) bajo tubo de XLPE rígido D=32, conductores de cobre de 2,5 mm2. y aislamiento tipo VV 400 V. En sistema trifásico. Incluyendo elementos de fijación y conexionado.
		Total m: 80,000
3.2	ud	Cuadro de protección y distribución, con grado de electrificación básica, formado por caja plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar automáticos, incluye los dispositivos de protección y seguridad, incluso pequeño material, terminales, cableado de 2,5 mm2, conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.
		Total ud: 1,000
3.3	ud	Luminaria de empotrar para 2 lámparas fluorescentes compactas de 50 W. La luminaria se suministra con equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, cebador, portalámparas y 2 lámparas fluorescentes compactas de nueva generación. Índice de protección IP 20/Clase I. Instalada, incluye replanteo y conexionado.
		Total ud: 2,000

Núm	Ud	Descripción y medición
<b>4. INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO</b>		
4.1	Ud	Instalación de autómatas de riego electrónico de corriente alterna, 8 programas independientes, conector para sensores externos, interruptor de anulación manual. Total ud: 1,000
4.2	ud	Instalación de filtro de mallas inclinado de 3 pulgadas y una malla de acero inoxidable de 115 MESH, incluso piezas. Fabricado según norma UNE -66-903-89. Total ud: 1,000
4.3	ud	Instalación de electroválvula de solenoide, con cuerpo fabricado en polietileno y componentes internos de acero inoxidable de conexión roscada de 75 mm. Total ud: 9,000
4.4	Ud	Instalación de válvula manual de compuerta de asiento elástico actuada por volante y conexiones bridadas. Total ud: 11,000
4.5	ud	Instalación de válvula antiretorno con función antiretorno y por pilotaje hidráulico. Total ud: 2,000
4.6	ud	Medidor de caudal Total ud: 10,000
4.7	ud	Instalación de regulador de presión PVC con dispositivo de tara de presión. Total ud: 1,000

Núm	Ud	Descripción y medición
<b>5.PLANTACIÓN</b>		
5.1	ha	Replanteo del terreno previo implantación del cultivo para un marco de 3,00 x 1,50 mediante cuerdas y estacas.
		Total ha: 6,000
5.2	ud	Plantación de plantones de arándano mediante máquina transplantadora semiautomática con sistema simultáneo de colocación de acolchado y riego
		Total ud: 12.423,000

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1	m Replanteo para la instalación de las tuberías de riego de las primarias y secundarias en el que se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud; todo ello realizado por la empresa contratada para la instalación del sistema de riegos.	0,17	DIECISIETE CÉNTIMOS
2	m Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.	1,61	UN EURO CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
3	m. Instalación de las tuberías primarias y secundarias (tuberías de PE32, PN10 DN 50,8) con unión por encolado según norma UNE 53112. Se realiza una zanja de 1 metro de ancho por 70 cm de profundidad. Se coloca sobre cama de arena de 10cm de espesor. Se incluyen piezas, excavación de terreno suelto y posterior relleno de la zanja.	18,66	DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4	m. Instalación de los laterales de riego (tuberías de PE 32/PN10 DN 12,7) y de los goteros autocompensantes. Incluye piezas y demás medios auxiliares para colocar goteros pinchados.	0,63	TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
5	m <sup>2</sup> -Desbroce y limpieza del terreno mediante medios mecánicos.	0,47	CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6	m <sup>3</sup> Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.	2,44	DOS EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
7	m <sup>3</sup> .Cimentación de la caseta mediante hormigón HA-25/B/20/Ila. Incluido vertido por medios manuales, vibrado y colocación	61,38	SESENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
8	m <sup>2</sup> . Solera de la caseta de 15 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila y enchado de gravas de 15 cm de espesor extendido y compactado con pisón.	68,67	SESENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
9	Ud. Instalación caseta prefabricada de hormigón armado totalmente instalada, de 4,00 x 4,00 x 2,50 m. formada en una sola pieza (suelo, paredes exteriores y techo y puerta galvanizada)..	3.978,38	TRES MIL NOVECIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
10	m. Derivación individual 80x2,5 mm <sup>2</sup> . (línea que enlaza el cuadro de distribución de la nave con el cuadro de distribución de la caseta) bajo tubo de XLPE rígido D=32, conductores de	8,05	OCHO EUROS CON CINCO CÉNTIMOS

	cobre de 2,5 mm2. y aislamiento tipo VV 400 V. En sistema trifásico. Incluyendo elementos de fijación y conexionado.		
11	Cuadro de protección y distribución, con grado de electrificación básica, formado por caja plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar automáticos, incluye los dispositivos de protección y seguridad, incluso pequeño material, terminales, cableado de 2,5 mm2, conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.	110,50	CIENTO DIEZ EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
12	Ud. Luminaria de empotrar para 2 lámparas fluorescentes compactas de 50 W. La luminaria se suministra con equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, cebador, portalámparas y 2 lámparas fluorescentes compactas de nueva generación. Índice de protección IP 20/Clase I. Instalada, incluye replanteo y conexionado.	99,69	NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS CON SESENTA Y NUEVE EUROS
13	Ud. Instalación de autómata de riego electrónico de corriente alterna, 8 programas independientes, conector para sensores externos, interruptor de anulación manual.	396,39	TRESCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
14	Instalación de filtro de mallas inclinado de 3 pulgadas y una malla de acero inoxidable de 115 MESH, incluso piezas. Fabricado según norma UNE - 66-903-89.	117,91	CIENTO DIECISIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
15	Ud. Instalación de electroválvula de solenoide, con cuerpo fabricado en polietileno y componentes internos de acero inoxidable de conexión roscada de 75 mm.	58,06	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
16	Ud. Instalación de válvula manual de compuerta de asiento elástico actuada por volante y conexiones bridadas.	18,70	DIECIOCHO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS

17	Ud. Instalación de válvula antiretorno con función antiretorno y por pilotaje hidráulico.	10,27	DIEZ EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
18	Ud. Medidor de caudal	7,48	SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
19	Ud. Regulador de presión PVC con dispositivo de tara de presión.	43,87	CUARENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
20	ha. Replanteo del terreno previo implantación del cultivo para un marco de 3,00 x 1,50 mediante cuerdas y estacas.	226,83	DOSCIENTOS VEINTISÉIS EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
21	Ud. Plantación de plantones de arándano mediante máquina transplantadora semiautomática con sistema simultáneo de colocación de acolchado y riego.	2,50	DOS EUROS CON CINCUENTA



Cuadro de precios nº2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
1	m Replanteo para la instalación de las tuberías de riego de las primarias y secundarias en el que se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud; todo ello realizado por la empresa contratada para la instalación del sistema de riegos.		
	Mano de obra	0,16	
	3% Costes indirectos	0,01	
			0,17
2	m Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.		
	Mano de obra	0,14	
	Maquinaria	1,42	
	3% Costes indirectos	0,05	
			1,61
3	m. Instalación de las tuberías primarias y secundarias (tuberías de PE32, PN10 DN 50,8) con unión por encolado según norma UNE 53112. Se realiza una zanja de 1 metro de ancho por 70 cm de profundidad. Se coloca sobre cama de arena de 10cm de espesor. Se incluyen piezas, excavación de terreno suelto y posterior relleno de la zanja.		
	Mano de obra	0,54	
	materiales	4,05	
	Resto de obra	13,53	
	3% Costes indirectos	0,54	
			18,66
4	m. Instalación de los laterales de riego (tuberías de PE 32/PN10 DN 12,7) y de los goteros autocompensantes. Incluye piezas y demás medios auxiliares para colocar goteros pinchados.		
	Mano de obra	0,12	
	materiales	0,20	
	Resto de obra	0,01	
	3% Costes indirectos	0,01	
			0,34
5	m <sup>2</sup> -Desbroce y limpieza del terreno mediante medios mecánicos.		
	Sin descomposición	0,46	
	3% Costes indirectos	0,01	
			0,47
6	m <sup>3</sup> Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.		
	Sin descomposición	2,37	
	3% Costes indirectos	0,07	
			2,44

6	m <sup>3</sup> .Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.		
	Sin descomposición	2,37	
	3% Costes indirectos	0,07	
			2,44
7	m <sup>3</sup> .Cimentación de la caseta mediante hormigón HA-25/B/20/Ila. Incluido vertido por medios manuales, vibrado y colocación		
	Mano de obra	9,60	
	materiales	48,25	
	Resto de obra	1,74	
		1,79	
			61,38
8	m <sup>2</sup> . Solera de la caseta de 15 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila y enchado de gravas de 15 cm de espesor extendido y compactado con pisón.		
	Mano de obra	13,28	
	materiales	51,45	
	Resto de obra	1,94	
	3% costes indirectos	2,00	
			68,67
9	Ud. Instalación caseta prefabricada de hormigón armado totalmente instalada, de 4,00 x 4,00 x 3,20 m. formada en una sola pieza (suelo, paredes exteriores y techo y puerta galvanizada)..		
	Sin descomposición	3.862,50	
	3% costes indirectos	115,88	
			3.978,38
10	m. Derivación individual 80x2,5 mm2. (línea que enlaza el cuadro de distribución de la nave con el cuadro de distribución de la caseta) bajo tubo de XLPE rígido D=32, conductores de cobre de 2,5 mm2. y aislamiento tipo VV 400 V. En sistema trifásico. Incluyendo elementos de fijación y conexionado.		
	Mano de obra	5,26	
	Materiales	2,56	
	3% costes indirectos	0,23	
			8,05
11	Cuadro de protección y distribución, con grado de electrificación básica, formado por caja plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar automáticos, incluye los dispositivos de protección y seguridad, incluso pequeño material, terminales, cableado de 2,5 mm2, conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.		
	Mano de obra	22,06	
	Materiales	82,10	
	Resto de obra	3,12	
	3%Costes indirectos	3,22	
			110,50

12	Ud. Luminaria de empotrar para 2 lámparas fluorescentes compactas de 50 W. La luminaria se suministra con equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, cebador, portalámparas y 2 lámparas fluorescentes compactas de nueva generación. Índice de protección IP 20/Clase I. Instalada, incluye replanteo y conexionado.		
	Mano de obra	8,19	
	Materiales	88,60	
	3%Costes indirectos	2,90	
			99,69
13	Ud. Instalación de autómata de riego electrónico de corriente alterna, 8 programas independientes, conector para sensores externos, interruptor de anulación manual.		
	Mano de obra	15,04	
	Materiales	355,00	
	Resto de obra	14,80	
	3%Costes indirectos	11,55	
			396,39
14	Instalación de filtro de malla inclinado de 3 pulgadas y una malla de acero inoxidable de 115 MESH, incluso piezas. Fabricado según norma UNE -66-903-89.		
	Mano de obra	22,55	
	Materiales	88,60	
	Resto de obra	3,33	
	3%Costes indirectos	3,43	
			117,91
15	Ud. Instalación de electroválvula de solenoide, con cuerpo fabricado en polietileno y componentes internos de acero inoxidable de conexión roscada de 75 mm.		
	Mano de obra	7,18	
	Materiales	46,00	
	Resto de obra	3,19	
	3%Costes indirectos	1,69	
			58,06
16	Ud. Instalación de válvula manual de compuerta de asiento elástico actuada por volante y conexiones bridadas.		
	Mano de obra	5,13	
	Materiales	12,00	
	Resto de obra	1,03	
	Costes indirectos	0,54	
			18,70
17	Ud. Instalación de válvula antiretorno con función antiretorno y por pilotaje hidráulico.		
	Mano de obra	5,13	
	Materiales	4,55	
	Resto de obra	0,29	
	3%Costes indirectos	0,30	
			10,27
18	Ud. Medidor de caudal		
	Mano de obra	2,85	
	Materiales	4,20	
	Resto de obra	0,21	
	3%Costes indirectos	0,22	
			7,48

19	Ud. Regulador de presión PVC con dispositivo de tara de presión.		
	Mano de obra	2,85	
	Materiales	38,50	
	Resto de obra	1,24	
	3%Costes indirectos	1,28	
			43,87
20	ha. Replanteo del terreno previo implantación del cultivo para un marco de 3,00 x 1,50 mediante cuerdas y estacas.		
	sin descomposición	220,22	
	3%Costes indirectos	6,61	
			226,83
21	Ud. Plantación de plantones de arándano mediante máquina transplantadora semiautomática con sistema simultáneo de colocación de acolchado y riego.		
	Sin descomposición	2,43	
	3%Costes indirectos	0,07	
			2,50

## Presupuesto parcial nº 1: Instalación sistema de riego

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
1.1	m	Replanteo para la instalación de las tuberías de riego de las primarias y secundarias en el que se utilizarán piquetes o jalones de 1 o 2 m de longitud; todo ello realizado por la empresa contratada para la instalación del sistema de riegos.	913,750	0,17	155,50
1.2	m	Excavación de zanjas para tuberías, con retroexcavadora. Sin carga.	913,750	1,61	1.471,20
1.3	m	Instalación de las tuberías primarias y secundarias (tuberías de PE32, PN10 DN 50,8) con unión por encolado según norma UNE 53112. Se realiza una zanja de 1 metro de ancho por 70 cm de profundidad. Se coloca sobre cama de arena de 10cm de espesor. Se incluyen piezas, excavación de terreno suelto y posterior relleno de la zanja.	913,750	18,66	17.050,50
1.4	m	Instalación de los laterales de riego (tuberías de PE 32/PN10 DN 12,7) y de los goteros autocompensantes. Incluye piezas y demás medios auxiliares para colocar goteros pinchados.	36.004,000	0,34	12.241,50
<b>Total presupuesto parcial nº1: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGOS</b>					<b>30.918,70</b>

## Presupuesto parcial nº 2: Construcción caseta

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
2.1	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno mediante medios mecánicos.	19,360	0,47	9,10
2.2	m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas de cimentación con retroexcavadora.	0,128	2,44	0,31
2.3	m <sup>3</sup>	Cimentación de la caseta mediante hormigón HA-25/B/20/Ila. Incluido vertido por medios manuales, vibrado y colocación	0,128	61,38	7,86
2.4	m <sup>2</sup>	Solera de la caseta de 15 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila y enchado de gravas de 15 cm de espesor extendido y compactado con pisón.	4,33	68,67	297,34
2.5	ud	Instalación caseta prefabricada de hormigón armado totalmente instalada, de 4,00 x 4,00 x 2,50 m. formada en una sola pieza (suelo, paredes exteriores y techo y puerta galvanizada)..	1,000	3.978,38	3.978,38
<b>Total presupuesto parcial nº2: CONSTRUCCIÓN CASETA</b>					<b>4.292,99</b>

### Presupuesto parcial nº 3: Instalación eléctrica

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
3.1	m	Derivación individual 80x2,5 mm <sup>2</sup> . (línea que enlaza el cuadro de distribución de la nave con el cuadro de distribución de la caseta) bajo tubo de XLPE rígido D=32, conductores de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> . y aislamiento tipo VV 400 V. En sistema trifásico. Incluyendo elementos de fijación y conexionado.	80,000	8,05	41,06
3.2	ud	Cuadro de protección y distribución, con grado de electrificación básica, formado por caja plásticas de doble aislamiento autoextinguible, para empotrar, color blanco con puerta transparente color humo, con vano para alojar automáticos, incluye los dispositivos de protección y seguridad, incluso pequeño material, terminales, cableado de 2,5 mm <sup>2</sup> , conexionado, señalización de los circuitos por medio de placas de plástico rígidas grabadas de forma indeleble, empotrado en paramento vertical e instalado según RBT-02.	1,000	110,50	110,50
3.3	ud	Luminaria de empotrar para 2 lámparas fluorescentes compactas de 50 W. La luminaria se suministra con equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, cebador, portalámparas y 2 lámparas fluorescentes compactas de nueva generación. Índice de protección IP 20/Clase I. Instalada, incluye replanteo y conexionado.	2,000	99,69	199,38
<b>Total presupuesto parcial nº3: INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>					<b>350,94</b>

## Presupuesto parcial nº 4: Instalación del cabezal de riego

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
4.1	Ud	Instalación de autómata de riego electrónico de corriente alterna, 8 programas independientes, conector para sensores externos, interruptor de anulación manual.	1,000	396,39	396,39
4.2	ud	Instalación de filtro de malla inclinado de 3 pulgadas y una malla de acero inoxidable de 115 MESH, incluso piezas. Fabricado según norma UNE -66-903-89.	1,000	117,91	117,91
4.3	ud	Instalación de electroválvula de solenoide, con cuerpo fabricado en polietileno y componentes internos de acero inoxidable de conexión roscada de 75 mm.	9,000	58,06	527,40
4.4	Ud	Instalación de válvula manual de compuerta de asiento elástico actuada por volante y conexiones bridadas.	11,000	18,70	205,70
4.5	ud	Instalación de válvula antiretorno con función antiretorno y por pilotaje hidráulico.	2,000	10,27	20,54
4.6	ud	Medidor de caudal	10,000	7,48	74,80
4.7	ud	Instalación de regulador de presión PVC con dispositivo de tara de presión.	1,000	43,87	43,87
<b>Total presupuesto parcial nº4: INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO</b>					<b>1386,61</b>



**Presupuesto parcial nº 5: Plantación**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
5.1	ha	Replanteo del terreno previo implantación del cultivo para un marco de 3,00 x 1,50 mediante cuerdas y estacas.	6,000	226,83	1360,98
5.2	ud	Plantación de plántones de arándano mediante máquina transplantadora semiautomática con sistema simultáneo de colocación de acolchado y riego	12.423,000	2,50	31057,50
<b>Total presupuesto parcial nº5: PLANTACIÓN</b>					<b>32.418,48</b>

**Presupuesto parcial nº 6: Estudio de gestión de residuos**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
		Sin descomposición		116,61	
	3,000%	Costes indirectos		116,61	3,50
<b>Total presupuesto parcial nº7:ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>					<b>120,11</b>

**Presupuesto parcial nº 7: Estudio básico de seguridad y salud**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
		Sin descomposición		3.046,23	
	3,000%	Costes indirectos		3.046,23	91,39
<b>Total presupuesto parcial nº7:ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>					<b>3.137,62</b>

**Presupuesto parcial nº 8: Plan de control de calidad de las obras**

Núm	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total
		Sin descomposición		984,55	
	3,000%	Costes indirectos		29,55	1041,41
<b>Total presupuesto parcial nº9:PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS</b>					<b>1.014,41</b>

**RESUMEN**

<b>Capítulo</b>	<b>Resumen</b>	<b>euros</b>
1	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGOS	30.918,70
2	CONSTRUCCIÓN CASETA	4.292,99
3	INSTALACIÓN ELECTRICA	350,94
4	INSTALACIÓN DE CABEZAL DE RIEGO	1.386,61
5	PLANTACIÓN	32.418,48
7	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	120,11
8	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	3.137,62
9	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS	1041,41
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL(PEM)		73.666,86
GASTOS GENERALES 13%		9.576,69
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%		4.420,00
SUMA		87.663,55
IVA 18%		15.779,45
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA(PEC)		103.443,00
<b>El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de CIENTO TRES MIL EUROS CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES</b>		