



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

PROYECTO FIN DE CARRERA

Título
Plantación de nogal en producción integrada con implementación de acciones para incrementar la biodiversidad funcional
Autor/es
Jorge Iriarte Muro
Director/es
Vicente Santiago Marco Mancebón
Facultad
Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática
Titulación
Proyecto Fin de Carrera
Departamento
Agricultura y Alimentación
Curso Académico
2013-2014



Plantación de nogal en producción integrada con implementación de acciones para incrementar la biodiversidad funcional, proyecto fin de carrera de Jorge Iriarte Muro, dirigido por Vicente Santiago Marco Mancebón (publicado por la Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor
© Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones, 2014
publicaciones.unirioja.es
E-mail: publicaciones@unirioja.es

ÍNDICE

1.	OBJETO Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
2.	DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA	1
3.	CONDICIONANTES	2
3.1	Condicionantes internos	2
3.1.1	Topografía.....	2
3.1.2	Estudio climático	2
3.1.3	Estudio edafológico	4
3.1.4	Estudio de agua.....	5
3.2	Condicionantes externos	6
4.	MATERIAL VEGETAL	7
4.1	Elección del portainjerto	7
4.2	Elección de la variedad	7
5.	PLANTACIÓN	7
5.1	Preparación del terreno.....	7
5.2	Plantación.....	8
5.3	Labores tras la plantación.....	9
5.4	Distribución de las variedades.....	9
6.	SISTEMA DE RIEGO	9
7.	MANTENIMIENTO DEL SUELO	10
8.	PODA.....	10
9.	FERTILIZACIÓN	11
10.	PROTECCIÓN DEL CULTIVO	11
11.	RECOLECCIÓN	12
12.	MAQUINARIA	13
13.	CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE.....	13
14.	CASETA DE RIEGO	14
15.	NORMATIVA DE PRODUCCIÓN INTEGRADA	15
16.	SEGURIDAD Y SALUD	15
17.	ESTUDIO DE MERCADO	15
18.	PRESUPUESTO	16
19.	ESTUDIO DE RENTABILIDAD	16

1. OBJETO Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El presente proyecto realizado tiene como principal objetivo obtener el título de estudios “Ingeniero Técnico Agrícola especialidad en Hortofruticultura y Jardinería”, cursados en la Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática de la Universidad de La Rioja. Para ello, el autor del proyecto pondrá en práctica todos los conocimientos necesarios adquiridos a lo largo del ciclo universitario.

El proyecto se basará en el establecimiento y desarrollo de una plantación de nogal de 19,36 ha en régimen de Producción Integrada en el término municipal de Arnedo, La Rioja.

La plantación estará caracterizada por la implementación de medidas para incrementar la biodiversidad funcional mediante el uso de cubierta vegetal en las calles de la explotación y que servirá como mantenimiento del suelo contribuyendo al mismo tiempo a la mejora de sus propiedades.

Se instalará en la parcela un sistema de riego por goteo con el fin de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo en aquellos meses en los que la precipitación no resulte suficiente. La caseta de dicho sistema se instalará en uno de los bordes de la parcela, al oeste de las filas de plantación del sector 2.

La nave agrícola, que hará la función de almacén de maquinaria y parte de la cosecha así como de reservar una zona para el aseo de empleados. Se situará en la zona de San Pedro Mártir, al norte de uno de los sectores del Parque Fotovoltaico de Arnedo, a unos 1,5 km de la explotación.

El cultivo intensivo de nogal, es un cultivo relativamente moderno en España. Las primeras de estas características se realizaron en 1975 con árboles de variedades francesas que, por cierto, no se plantaron con los polinizadores adecuados. Tres años más tarde se realizaron las primeras plantaciones con variedades de California.

Actualmente todas las nuevas plantaciones consiguen rendimientos medios anuales de entre 2.000 y 5.000 kg/ha de nuez seca, aunque en determinadas zonas, como Badajoz, los agricultores aseguran que están consiguiendo producciones de 7.000 kg/ha.

Aunque se han realizado estudios aislados relativos al nogal en algunos centros, el de mayor reputación nacional, que actualmente desarrolla estudios al respecto es el Departamento de Arboricultura Mediterránea del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), ubicado en el Mas de Bové de Reus (Tarragona).

2. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

La parcela en la que se ubicará la explotación está situada en el término municipal de Arnedo.

La distancia de la parcela al núcleo urbano de Arnedo es de 10 km, mientras que de Arnedo a Logroño hay 38,94; 49,1 por carretera. 42 minutos aproximadamente.

Las carreteras para llegar a Arnedo desde Logroño son:

- Nacional dirección Zaragoza N-232 durante 32 km.
- Cogér LR-123 durante 10 km (Llegada a Arnedo)
- Tomar la LR-124 durante 9,823 km y girar a la izquierda. Se encontrará con el camino que lleva directo a la finca.

La parcela se sitúa en el polígono 002 y se compone a su vez de dos parcela (1.694 y 1.962) de superficie 20,44 ha de las cuales 19,36 estarán destinadas a la plantación de nogales. La superficie de la finca es regular y el cultivo se adaptará a la perfección.

La construcción de la nave agrícola, como se ha comentado, se realizará fuera de la parcela, en la zona de San Pedro Mártir, a la que se accede por la misma carretera que a la finca.

3. CONDICIONANTES

Son posibles limitaciones que pueden plantear problemas a lo largo del diseño del proyecto, y pueden ser internos o externos.

3.1 Condicionantes internos

Se refieren a aquellos que derivan de factores intrínsecos de la propia finca y de la zona en que está ubicada.

3.1.1 Topografía

La topografía no representa un problema a la hora de realizar la explotación ya que se encuentra en una zona regular y con un desnivel prácticamente nulo.

3.1.2 Estudio climático

Se elige la estación meteorológica que más datos posee y que además es relativamente cercana y de una altitud medianamente similar: Estación meteorológica de Logroño "Agoncillo".

Se estudian datos de un período de 30 años. De este modo se ha analizado exhaustivamente la climatología del lugar, así como los posibles accidentes meteorológicos o las necesidades hídricas del cultivo en función de las precipitaciones.

El clima es un condicionante muy importante en cualquier tipo de explotación agrícola.

3.1.2.1 Temperatura

El nogal es un árbol que aguanta bastante bien las temperaturas bajas del invierno pero si éstas caen por debajo de los -10°C pueden producirse daños en amentos y yemas preformadas. Respecto a las temperaturas bajas en primavera, afectan sobre todo a las variedades de nogal de floración de nogal más temprana, lo cual no es el presente caso.

Los meses más fríos de la zona en que se encuentra la parcela objeto de estudio son diciembre y enero. En el punto contrario, las temperaturas más altas se dan en verano en los meses julio y agosto.

Las primeras heladas se dan entre finales de octubre, noviembre y principios de diciembre. Por su parte, las últimas heladas suelen producirse a finales de febrero, marzo y abril. Dado que según Emberger, estos meses coinciden con los meses de riesgo de heladas frecuente o poco frecuente, y aunque dicho riesgo no es seguro, se contratará un agroseguro antihelada para evitar pérdidas económicas debidas a este condicionante.

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

- Método de Weinberger: superior a 1.350 horas frío.
- Criterio de Mota: 1.929 horas frío
- Criterio de Tabuenca: 2.275 horas frío

En cualquiera de los casos, las exigencias del nogal en este aspecto quedan totalmente cubiertas, pues esta clase de árbol requiere por término medio 800 horas frío.

3.1.2.2 Pluviometría

Aunque es un factor algo secundario desde que el cultivo se realiza en regadío, como las lluvias normalmente no están repartidas uniformemente a lo largo del año, será necesario un sistema de riego. Además, éste compensará las necesidades del nogal, que varían entre 600 y 700mm, con las precipitaciones medias anuales, que son 429,5mm.

3.1.2.3 Granizo

Los meses con mayor probabilidad de que se produzca granizo son abril, mayo y junio. No hay riesgos peligrosos pero se contratará igualmente un seguro antigranizo para compensar las posibles pérdidas económicas que se puedan producir debido a este condicionante.

3.1.2.4 Viento

Hay que recordar que el nogal es un árbol cuya polinización se produce de forma anemófila, por lo que los vientos ligeros son favorables para que se produzca una adecuada polinización, si bien es cierto que los vientos fuertes pueden provocar efectos

contrarios, y no sólo por el arrastre del polen lejos de la plantación, sino más bien porque pueden provocar el desprendimiento de amentos y pequeños frutos.

No obstante, los vientos predominantes en la zona, de dirección WNW, W y NW no representan un factor limitante. De la misma forma, tampoco lo representan las mayores velocidades, que se dan en las direcciones SE, E y ESE.

3.1.2.5 Índices climáticos

- Índice de Lang = 35,2, el cual clasifica la zona como árida, donde la evapotranspiración suele ser mayor que la precipitación.
- Índice de Martonne = 19,3, que sitúa la zona como estepas y países secos mediterráneos.
- Índice de Datin-Revenga= 2,8 que se encuentra dentro del intervalo de zonas semiáridas.
- Índice de continentalidad de Gorezynski= clima continental.
- Índice de termicidad= piso bioclimático supramediterráneo, ombroclima seco.

3.1.2.6 Clasificaciones climáticas

-Clasificación climática de Thornwaite (1948): la zona en la que se sitúa el presente proyecto es de tipo climático semiárido, mesotérmico, con nulo o escaso exceso de humedad y con una concentración térmica en verano moderada. La fórmula climática que corresponde es: $D B_1 'd b_4'$

- Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963): la zona pertenece al grupo 1, clima templado con invierno moderado, es monoxérico y posee un índice xerotérmico de 53,6 por lo que clasifica como clima mesomediterráneo atenuado.

- Clasificación agroecológica de Papadakis (1960): la zona posee un rigor invernal de tipo avena fresco (av), un calor de verano tipo maíz (M) o arroz (O), es decir, de clase térmica denominada clima templado (AvM). La caracterización hídrica es de tipo Xerofítico húmedo (Xh), según el índice hídrico anual y de tipo mediterráneo seco (Me), según el régimen de humedad. La fórmula climática que le corresponde es AvM Xh Me.

3.1.3 Estudio edafológico

Se realizan análisis de suelo y subsuelo de la parcela objeto en los laboratorios “Agrolab consultores” de Navarra. Con los resultados se pretende conocer las propiedades que caracterizan los suelos de esta zona (profundidad, textura, estructura, materia orgánica, etc.) ya que serán parámetros determinantes en el manejo, desarrollo y producción de la plantación.

3.1.3.1 Propiedades físicas

El suelo tiene una textura franco-arcillo-arenosa, casi comportándose como textura franca, debido a sus concentraciones de arcilla arena y limo. El nogal, por tanto, altamente sensible a la asfixia radicular, no tendrá problemas en este aspecto.

La capacidad de campo es de 17,8%. Por su parte, el punto de marchitez es de 9,57 %, por lo que ambos se sitúan dentro del intervalo de la textura del suelo y no supondrán ningún problema para el desarrollo del cultivo.

3.1.3.2 Propiedades químicas

El pH del suelo de la parcela tiene un valor de 7,8 (medianamente básico). Respecto a la salinidad, el suelo se clasifica como ligeramente salino (no así el subsuelo, que se clasifica como no salino).

El nogal es altamente sensible a la salinidad, tanto del suelo como del agua de riego. Con esta situación (suelo ligeramente salino), hay que llevar a cabo un riego por inundación antes de la plantación y realizar medidas futuras de la conductividad con el objetivo de mantenerla controlada.

Respecto a los niveles de carbonatos, son niveles normales por lo que no supondrán un riesgo en ningún aspecto. En cuanto a la caliza activa, los niveles son bajos, lo cual indica que por norma general, no habrá problemas de clorosis.

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 del elemento a aportar respecto al calcio y al potasio, tal y como se indica en el anejo correspondiente a fertilización y enmiendas.

En cuanto al porcentaje de materia orgánica, es de 2,51%, un nivel alto que se procurará mantener simplemente con enmiendas de mantenimiento cada cinco años.

Respecto a microelementos, sus carencias se tomarán como enfermedades abióticas que se tratarán a medida que se vayan observando síntomas en el cultivo.

3.1.4 Estudio de agua

Con el objetivo de evaluar la calidad del agua de riego, se analizó el agua del embalse con el que se abastecerá la explotación.

En los índices de primer grado se encuentra el pH, que con un grado de 7,51 entra dentro de los valores adecuados. Además es menor que el pH del suelo por lo que no será un factor alcalinizante. A este respecto, el agua de riego es apta.

El contenido en sales totales (0,76 g/l) indica que el agua es buena en términos de salinidad.

La conductividad eléctrica es baja por lo que no presentará riesgo problemas 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 S.A.R. es bajo y el C.S.R muy bajo por lo que no representarán un riesgo de alcalinización ni de degradación del suelo.

El agua se clasifica como medianamente dura, casi en el límite de clasificarse como medianamente dulce. Su coeficiente alcalimétrico indica que ésta es de calidad tolerable.

Las normas combinadas, Green y Wilcox, indican que el agua de riego es buena y admisible.

3.2 Condicionantes externos

Son aquellos factores que no afectan solamente a la parcela y sobre los que no se puede influir directamente.

Sobre todo son:

- Población:

Debido a la zona en que se ubica la parcela del proyecto, aunque rural, se encuentra muy cercana a los municipios de Arnedo y Calahorra entre otros por lo que este factor no supondrá un impedimento para la realización del proyecto.

- Empleo y mano de obra:

El nogal requiere de una cantidad considerable de mano de obra para la labor de poda al ser ésta parcialmente manual. No obstante este factor no supondrá ningún impedimento ya que el número de operarios necesarios no es desorbitado al ayudarse éstos de medios mecánicos (tijeras neumáticas).

- Infraestructuras:

La parcela objeto del presente proyecto se encuentra directamente comunicada con San Pedro Mártir, zona donde se encuentra la nave agrícola. Además, el sistema de riego será abastecido mediante un embalse cercano a la parcela y cuya agua llegará directamente a la parcela mediante tuberías enterradas que el propio dueño de la parcela objeto del proyecto y adyacentes, instaló previamente.

Asimismo se dispone de suministro eléctrico en la nave al ser colindante con otra nave y con el que hasta hace pocos años era el mayor parque fotovoltaico de Europa.

4. MATERIAL VEGETAL

El viverista, normalmente del sur, suministrará los plantones a raíz desnuda. Es sorprendente que el precio del plantón sea el mismo que en métodos con maceta o bolsas de 6 litros. El nogal se comporta mejor cuando, a pesar de haber sufrido daños mecánicos, es plantado a raíz desnuda.

El 100% del material será injertado sobre *Juglans regia* y tendrá una edad de dos años (uno desde el injerto sobre el patrón). En resumidas cuentas, la edad de cada variedad es de un verde (un ciclo vegetativo).

4.1 Elección del portainjerto

Como se ha indicado, todo el material vendrá injertado sobre *Juglans regia* para evitar así problemas de CLRV (línea negra), ya que de encontrarse por la zona, sería peligroso pues este virus se transmite por el polen y en caso de patrones hipersensibles, provocaría la muerte del árbol.

4.2 Elección de la variedad

Para el cultivo se eligen cuatro variedades. Dos de ellas elegidas para la producción y otras dos para cumplir el papel de una correcta polinización.

- Chandler: un nogal altamente productivo, de vigor medio y con una gran calidad de fruto. Maduración medio-tardía
- Howard: “hermano” de Chandler, es un nogal también muy productivo y de bajo vigor. Maduración media.
- Franquette: un nogal cuyo sabor de nuez es reconocido mundialmente. En este caso, debido a su fructificación apical y baja productividad respecto a los anteriores, se emplea como polinizador de Chandler y Howard.
- Fernette: un nogal que también produce nueces de gran calidad pero que igualmente se destinará a polinizar Chandler y Howard.

5. PLANTACIÓN

5.1 Preparación del terreno

Se realizarán las siguientes labores preparatorias:

- Subsulado y pase de cultivador:

Se empleará un subsolador en tempero, a una profundidad de 60 centímetros realizándose dos pases perpendiculares. Tras el subsulado, se realizarán dos pases

de cultivador cruzados a una profundidad de 25-30 cm para dejarlo libre de terrones.

- Enmienda:

El objetivo será corregir los niveles de magnesio del suelo hasta hacerlos llegar a concentraciones óptimas para el desarrollo óptimo del nogal obteniendo así frutos de buena calidad.

- Labor de vertedera:

Se realizará un pase de vertedera a una profundidad de 25-30 cm para que el magnesio quede enterrado.

- Pase de cultivador y rulo:

Se realizará un pase más de cultivador, previo a la plantación de los nogales, con el objetivo de igualar el terreno y deshacer terrones, a una profundidad de 15 a 20cm. Tras ello, se pasará el rulo para dejar el terreno óptimo para el replanteo.

5.2 Plantación

Se debe evitar, mediante el diseño, el sombreado (y más si en este caso los nogales se dispondrán como seto). Se debe facilitar también la mecanización de labores, combatir la erosión y pérdida de agua, con un aprovechamiento óptimo del suelo.

La parcela dispondrá de un camino perimetral de 5 metros de ancho para el tránsito de la maquinaria. De la misma forma se diseñarán vías auxiliares dentro de la plantación con el mismo objetivo de facilitar el trabajo de la maquinaria. El marco de plantación, variará según la variedad y debido a su vigor: 7 x 5 para Chandler y 7x 4 para Howard. Se dispondrán además intercalados un 2% de sus polinizadores Franquette y Fernette,, con un marco acorde al de la variedad entre la que se encuentren.

La orientación de las filas es esencialmente importante debido a que los árboles formarán finalmente un seto, por lo que ésta será NNW-SSE, que, además, aprovecha la forma alargada de la parcela. Igualmente se encuentra la ventaja de que la dirección de los vientos predominantes son dirección WNW (el Cierzo); lo ideal para la polinización.

Posteriormente, y previo a la colocación de los árboles, se precede a la abertura de zanjas de 0,7 x 0,4 metros, colocando en el fondo una capa de arena para optimizar el asentamiento de la tubería.

Antes de plantar los árboles, se realizará el replanteo indicando el punto exacto donde se realizará cada hoyo.

Se abrirán pues los hoyos en el terreno con un ahoyador de tornillo sinfín enganchado al tractor. Cada uno de los hoyos tendrá igual profundidad que diámetro: unos 40-50 cm. Los hoyos tendrán una separación entre sí acorde con el marco de plantación que se ha decidido.

La fecha de plantación será a finales de febrero, evitando así los fríos invernales más duros. Hay que tener en cuenta que los plantones son muy sensibles a bajas temperaturas. Durante esos 15-20 días previos a la brotación, el árbol comenzará con una cierta actividad radicular por lo que en el momento de la brotación aprovechará mejor las reservas acumuladas.

5.3 Labores tras la plantación

Inmediatamente después de realizar la plantación se aplicará un riego de 10 litros de agua por árbol para favorecer su asentamiento. Esta labor se llevará a cabo con el atomizador de la explotación.

Se tendrá en cuenta además una reposición de marras de un 2% que se plantarán al mismo tiempo que los demás árboles pero en una zona donde no supongan una molestia. Se irán reponiendo a medida que se vayan necesitando.

Se colocará un protector de plástico de unos 50cm de altura rodeando cada plantón con el objetivo de protegerlo de daños como los producidos por los roedores o la maquinaria en los primeros años.

Las labores de poda de cada año se llevarán a cabo con el objetivo de la formación de la estructura “eje libre” destinado a formar seto.

No se descuidarán las atenciones a las posibles plagas, enfermedades o fisiopatías que puedan afectar a los nogales. Se aplicarán de forma justificada los productos fitosanitarios correspondientes y en dosis adecuadas, respetuosas con el medio.

En el año cuarto desde la plantación, se dejará crecer en las calles una cubierta vegetal espontánea. De esta forma se incrementará la biodiversidad funcional a la vez que disminuyen riesgos como la erosión del suelo. Se establecerá también un *mulching* de corteza de pino en las filas.

5.4 Distribución de las variedades

Se organizarán las variedades como se indica en los planos. Un 70% total de la plantación será de Chandler y aproximadamente un 30% será de Howard. Entre ambas variedades se dispondrán polinizadores Franquette y Fernette. Éstos representarán un 2% de los árboles totales.

6. SISTEMA DE RIEGO

“Agua de cielo no quita riego”. Efectivamente, las precipitaciones anuales no cubren las necesidades hídricas del nogal. Se implantará un sistema de riego dividiendo la parcela en 4 sectores de riego. Diferenciándose uno de ellos (Sector 1) por estar compuesto con todos los ejemplares de la variedad Howard.

Se regará de abril a octubre con el objetivo de satisfacer las necesidades de este tipo de árboles, sobre todo en temporada estival.

Por motivos de solapamientos y de las altas dosis requeridas (175 litros/árbol Chandler día en julio), se decide instalar un doble ramal por cada fila de árboles. Estas tuberías llevarán goteros autocompensantes integrados, de 4l/h, que proporcionan una buena distribución y uniformidad.

El cabezal de riego, en la caseta destinada a tal fin, contará con una bomba de 15 CV que proporcionará la fuerza suficiente para hacer llegar el agua a cada uno de los árboles.

7. MANTENIMIENTO DEL SUELO

Como ya se ha descrito anteriormente, se dejará en las calles una cubierta vegetal espontánea. Igualmente se implantará un *mulching* de pino en las filas. Es lo que se denomina técnica mixta simultánea de mantenimiento permanente.

El *mulching* se implantará en un metro desde el tronco del árbol por ambos extremos, es decir, tendrá una anchura de 2 metros y un grosor de 10 cm.

Para el mantenimiento de la cubierta se pasará la segadora unas ocho veces al año, dando especial prioridad a las siegas previas a la poda y a la recolección, con el objetivo de facilitarlas. Igualmente se procurará mantener la cubierta baja en temporadas en que las necesidades de los árboles sean más acusadas, es decir, en verano.

8. PODA

Se realizará la poda de formación durante todo el periodo juvenil, para formar la estructura adecuada del árbol. Con esta poda se forma el “esqueleto” del árbol: el tronco o eje con las ramas primarias.

Por su parte, la poda de producción, fructificación o mantenimiento se realizará durante todo el periodo de fructificación del árbol, dirigido a proporcionar la máxima productividad al árbol, renovando los brotes fructíferos y eliminando la madera muerta o molesta para la productividad adecuada.

La poda de renovación o rejuvenecimiento se realiza en algunos casos en los periodos de envejecimiento del árbol, al objeto de suprimir las partes debilitadas para su renovación con nuevas brotaciones. Es una técnica que en general debería desecharse en una moderna fruticultura, que aconseja realizar el arranque de la plantación cuando estudios de rentabilidad demuestren que los gastos de cultivo del arbolado superan los ingresos obtenidos por la venta de las cosechas.

Una poda bien realizada permite un desarrollo y una entrada en producción más rápida, y posteriormente unos frutos de adecuado calibre y rendimiento. La poda también puede influir en el mayor o menos desarrollo de enfermedades: todo ello está

relacionado directamente con los flujos de luz que recibe el árbol, lo cual se puede favorecer con la poda. Mientras el árbol esté iluminado, su capacidad productiva será mayor y su estado sanitario mejor.

9. FERTILIZACIÓN

- Fertilización orgánica:

Con la fertilización orgánica que se aplicará cada 5 años (comenzando en el año 5 desde la plantación) se pretenden mantener los buenos niveles de materia orgánica de los que disponía el suelo al inicio de la plantación. Además, aunque en pequeñas cantidades, se contribuirá a la fertilización.

Para el cultivo se utilizarán 10 toneladas cada 5 cinco años de estiércol de vaca mediante un remolque esparcidor.

Además, se incorporarán al suelo los restos de poda y los resultantes de la siega de la cubierta vegetal.

- Fertilización mineral:

Como se ha señalado anteriormente, se realizará una enmienda magnésica de corrección para llevar el contenido de magnesio del suelo a niveles adecuados. Se hará mediante la aplicación de 2,5 toneladas de magnesita por hectárea.

Por otro lado, los aportes del estiércol no satisfarán por completo las extracciones de N, P, K por parte de los nogales. Por ello, se programará un sistema de fertirrigación formado por un tanque de 3.500 litros y otro de 500 litros con sus respectivos inyectoros hidráulicos. Todo ello, integrado dentro de la caseta de riego junto al resto de componentes que conforman el sistema de riego.

Se utilizarán como fertilizantes el nitrato potásico, el fosfato monoamónico y el sulfato magnésico.

Todos los detalles de dicha fertirrigación vienen detallados en el anejo correspondiente de fertilización y enmiendas.

10. PROTECCIÓN DEL CULTIVO

Antaño los tratamientos fitosanitarios se hacían según un calendario más o menos fijo, de tal forma que a veces se hacían tratamientos sin necesidad, incrementando así el coste económico entre una de sus muchas desventajas.

Hoy en día este concepto de defensa fitosanitaria ha cambiado y ya no se hacen, o no deberían hacerse, tratamientos de forma sistemática, sino que se siguen las recomendaciones hechas por los diferentes organismos de seguimiento, control y aviso de plagas y enfermedades.

La protección del cultivo deberá cumplir las recomendaciones de la Producción Integrada. Se realizará sólo cuando los niveles de población de plagas superen los umbrales de intervención y/o cuando la estimación del riesgo lo indique en el caso de enfermedades, en cuyo caso se aplicarán medidas directas de control, dando prioridad a los métodos biológicos, biotécnicos, culturales, físicos y genéticos frente a los métodos químicos.

Estas Normas de producción integrada prohíben el uso de calendarios de tratamientos. Sin embargo, permiten realizar uno de control de plagas y enfermedades que afecten a la especie en cuestión, con el objetivo de hacerse una idea de qué plagas y enfermedades hay que vigilar en momentos específicos.

En el anejo de protección del cultivo se detallan las principales plagas y enfermedades que pueden afectar al nogal, así como los posibles métodos de lucha.

Las enfermedades más importantes que hay que tener en cuenta son:

- Bacteriosis, necrosis o mal seco (*Xanthomonas juglandis*)
- Antracnosis (*Gnomonia leptostyla*)
- Tinta del nogal (*Phytophthora cinnamomi*)
- Armillaria (*Armillaria mellea*)
- Línea negra (Cherry Leaf Roll Virus o CLRV)

Las enfermedades más importantes que hay que tener en cuenta son:

- Carpocapsa (*Cydia pomonella*)
- Zeuzera (*Zeuzera pyrina*)
- Araña roja (*Tetranychus urticae*)

11. RECOLECCIÓN

La recolección se realizará mecánicamente desde el primer año de producción, es decir, el tercero desde la plantación. En un principio puede pensarse que siendo árboles tan jóvenes podrían producirse daños mecánicos. La experiencia de los agricultores de la zona señala que un correcto manejo reducirá estos daños casi a nulos. Será obligatorio que las mordazas de los vibradores se cubran con fieltro grueso (2cm) y que se moje bien antes de comenzar la jornada. Los árboles de tres años no se dañan y el fieltro tampoco.

En caso de que por algún motivo se produjeran daños en la corteza, se aplicarán pastas cicatrizantes y fungicidas.

Además de esa recolección mecánica, habrá operarios recogiendo con la ayuda de las “esferas” las nueces que hayan podido caer al suelo antes de la recolección o mientras

ésta se realiza y las nueces caen fuera del paraguas. Todo ello está señalado en los anejos de recolección y maquinaria.

Se obtiene una media de 6.250 kg de nuez fresca por hectárea. Obviamente estos kilogramos se producen en años de plena producción, que se alcanza en el año 10, aunque a partir del año 7 ya se obtiene una producción de más del 90%.

Se calcula que 6.250 kg de nuez fresca equivalen a 5.000 kg de nuez seca.

La nuez recogida por los vibradores y sus respectivos paraguas pasa a una tolva de la propia máquina, la cual se ha conseguido mejorar recientemente hasta conseguir un pelado del fruto realmente bueno. Los rueznos caerán al suelo de la propia parcela.

La nuez se pasará de la tolva de la máquina a los remolques y de ahí se llevará a la nave.

Se formarán dos equipos cada uno formado por un maquinista con el vibrador, un ayudante y tres operarios. La labor de cada uno se detalla en el anejo de maquinaria.

La recolección se realizará a principios de octubre, comenzando por la variedad Howard. Se realizará un solo pase ya que no sale rentable realizar dos debido a que los costes de la recolección del segundo superan con creces las ganancias obtenidas por la realización del mismo.

12. MAQUINARIA

En el anejo de maquinaria agrícola se detallan las necesidades de cada máquina y apero necesario así como la mano de obra requerida para realizar cada labor, desde la implantación hasta la explotación del cultivo.

Para el cultivo, se necesitará cierta maquinaria propia: tractor, remolque, compresor con 5 tijeras neumáticas, segadora-picadora y atomizador. Por el contrario, se alquilará: subsolador, cultivador con tractor, remolque esparcidor de estiércol con tractor, abonadora, arado de vertedera con tractor, cultivador con rodillo, retroexcavadora, ahoyador con tractor y vibrador con tractor.

La maquinaria propia se guardará en la nave agrícola, construida muy cerca de la parcela con la plantación.

13. CONTRUCCIÓN DE LA NAVE

Será necesaria la construcción de una nave agrícola para el almacenamiento de la maquinaria y aperos que se usarán en el cultivo. Se calcula en función del espacio que ocupe dicha maquinaria, además de un aseo completo, una mesa de herramientas y la zona donde se almacenará brevemente hasta que la nuez sea recogida por los compradores.

La nave agrícola tendrá una superficie de 150 m² y se ubicará cerca de la parcela, en

una parcela de la zona de San Pedro Mártir que el promotor posee.

Dispondrá de tendidos eléctricos y agua corriente. Consta de una estructura metálica de 10 x 15 m con una altura de aleros de 4 metros y una distancia de cerchas de 5 metros.

Para la cubierta se utilizarán planchas onduladas de fibrocemento de 2,5 metros con cuatro correas IPN-100 sobre cada faldón a una distancia de 1,77 m entre ellas. La cercha será tipo inglesa compuesta por barras de acero A-42, los pilares que se utilizarán serán IPE-180 y las vigas IPN-100.

Todo el conjunto de la estructura formará un pórtico que se corresponde con un sistema hiperestático de grado 1. En los muros hastiales de la nave: para el dintel se utilizará un perfil IPE-80, para los pilares centrales IPE-160, para los pilares laterales IPN-100 y para las vigas de atado y arrostros se usarán dos UPN-120 soldados.

La cimentación estará formada por una placa base de acero como asiento para cada zapata de hormigón, que serán la base de los pilares. Las dimensiones de cada zapata serán de 1,5 x 1 m y de profundidad 0,7 m.

El revestimiento de la nave se hará con bloques de fibrocemento de 40 x 20 x 20 cm, y para cubrir el interior de los perfiles metálicos se usará cemento. Además se usarán dos barras de acero de 160 mm de refuerzo.

Los tabiques internos de la nave serán de ladrillo de fábrica hueco enfoscados con cemento y arena de 1 cm de espesor. Los techos interiores con paneles rígidos de fibra de vidrio de 60 x 60 cm y espesor de 20 cm.

La puerta principal exterior será una puerta de garaje abatible y metálica de 4 x 4 m de acero A-34 de 40 mm, mientras que las puertas interiores de paso serán de madera de 2 m de alto y 1,2 m x 0,72 m. Y las ventanas serán de aluminio de 1 m de alto y 2 m de ancho y se colocarán 2 en cada una de las fachadas laterales del pabellón.

Para la red de saneamiento se usará PVC rígido para bajantes y canalones de distintos diámetros y espesor.

La instalación eléctrica consta de 2 enchufes, 18 regletas para iluminación y cables para unir los circuitos. Además, habrá un contador general, desagüe y todo lo referente a fontanería necesario para el aseo: grifo, inodoro, lavabo y llave de paso.

14. CASETA DE RIEGO

Se situará el cabezal de riego en la caseta de riego cuyas dimensiones son 5 x 5.

La caseta se situará entre los sectores 1 y 2 tal y como muestran los planos de plantación y de sistema de riego.

Será construida con bloques prefabricados de hormigón, iguales que los utilizados en la construcción de la nave, y se asentará sobre una solera de hormigón H-175 de 15 cm de espesor.

La cubierta será de plancha acero pre-lacada, a un agua y se apoyará sobre viguetas de perfil IPN-80.

Para acceder al interior de la construcción se colocará una puerta metálica de 0,8-2,10 m. También se colocará una ventana de aluminio de 1,5-0,8 m.

15. NORMATIVA DE PRODUCCIÓN INTEGRADA

La producción integrada es un sistema de explotación agraria que tiene como principal objetivo potenciar una agricultura sostenible, obteniendo productos de alta calidad utilizando los recursos naturales y mecanismos reguladores. Busca un equilibrio entre agricultura y medio ambiente asegurando una buena producción dando preferencia a métodos y técnicas más respetuosas con el entorno: se reduce el uso de fertilizantes y fitosanitarios, de forma que solo se utilizan cuando sea estrictamente necesario y siempre con una justificación técnica, con un uso sostenible de los recursos, sacando provecho al máximo y sin residuos.

Actualmente no existe Normativa específica para nogal más que en Cataluña.

La Normativa general se describe detalladamente en el anejo de Producción Integrada.

16. SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio Básico de Seguridad y Salud se basa en 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, también, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003.

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

17. ESTUDIO DE MERCADO

Actualmente, la producción mundial de nuez es de 1.600.000 a 2.000.000 de toneladas, de las cuales casi la mitad procede de Estados Unidos y de China.

Aunque China es el principal productor del mundo, el mercado internacional lo lidera Estados Unidos. No es lo mismo ser el principal productor que el exportador más importante.

La Unión Europea, a pesar de ser un productor importante, también es altamente deficitaria, demandando anualmente cerca de 200.000 toneladas de nuez.

El nogal no es una gran potencia comercial en España. Actualmente, en el país se ha estabilizado la producción de nuez en los últimos 20 años entre 8.000 y 12.000 toneladas., aunque con una tendencia al alza desde el año 2000, con incrementos localizados sobre todo en la Comunidad Valenciana y Cataluña.

En La Rioja, en el año 2011 y según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, había 386 Ha de nogal; 218 en secano y 168 en regadío.

Teniendo en cuenta la organización comercial de la zona en que se ubica la explotación, decidimos vender la nuez a un mayorista en origen ubicado cerca del municipio, concretamente a una cooperativa con un precio entorno a 2,34 €/kg de nuez fresca.

18. PRESUPUESTO

Se han tenido en cuenta la totalidad de los gastos de la plantación, así como los gastos de las construcciones de la nave agrícola y caseta de riego, la instalación del sistema de riego por goteo y teniendo en cuenta los porcentajes de gastos generales, beneficio e IVA.

El presupuesto de la obra de ejecución material de las obras asciende a la cantidad de doscientos sesenta y un mil trescientos sesenta euros con sesenta y un céntimos (261.360,61).

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de trescientos setenta y seis mil trescientos treinta y tres euros con catorce céntimos (376.333,14).

19. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Con el objetivo de comprobar si el proyecto es rentable o por el contrario no es una buena inversión, se realiza un estudio de rentabilidad.

Los costes se dividen en fijos y variables. Los fijos tal y como su propio nombre indica, quiere decir los que se tienen todos los años. Entre ellos se encuentran la maquinaria propia, la nave, la caseta de riego, el sistema de riego, la plantación, seguros contra granizo y heladas, mantenimiento de las infraestructuras que se tengan, la contribución rustica, el consumo energético y los gastos de seguridad y salud.

Por otro lado están los costes variables que varían según el año.

De la misma forma, también se reciben unos ingresos, sobre todo los obtenidos por la venta de la producción. Igualmente se reciben varias subvenciones que ascienden a una ayuda total de 5.558,51 €/año.

La ejecución del proyecto supondrá unos gastos muy elevados, que ascienden a 376.333,14 €, por lo que será necesario recurrir a la petición de un crédito a una entidad

bancaria que ofrece las siguientes características básicas: interés del 5 % con tres años de carencia, al ser un cultivo de entrada tardía en producción plena. Se pagará en trece años.

El aval necesario es del 4 % sobre el valor nominal, cantidad que será retenida por dicha entidad financiera en el momento de la concesión del préstamo y que será devuelta al finalizar el período de amortización del préstamo.

Préstamo: 376.333,14 €

Aval: $376.333,14 \cdot 4\% = 15.053,32$ €

Dinero recibido: $376.333,14 - 15.053,32 = 361.279,81$ €

Después de analizar el balance de cobros y gastos de cada año se analiza la rentabilidad del proyecto por medio de tres indicadores y con tres precios diferentes:

	Precio más bajo 1,75 €/kg	Precio medio 2,34 €/kg	Precio más alto 2,92 €/kg
VAN	1.004.688,38	1.816.567,29	2.655.967,51
Pay-back	9 años	7 años	7 años
TIR	22,24 %	33,40 %	43,10 %
Beneficio/Inversión	2,67 €	4,82 €	7,06 €

Es una inversión rentable y el proyecto resulta viable.

Arnedo, junio de 2014

Fdo. Jorge Iriarte Muro

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO	2
3. TERMOMETRÍA.....	3
3.1. Temperaturas	3
3.1.1 Temperaturas medias (Tm).....	3
3.1.2 Temperaturas medias de las máximas (TmM).....	3
3.1.3 Temperaturas medias de las mínimas (Tmm).....	3
3.1.4 Temperaturas máximas absolutas	4
3.1.5 Temperaturas mínimas absolutas.....	4
3.2 Heladas	4
3.2.1 Fecha de la primera y última helada	4
3.2.2 Número de días de helada al mes.....	6
3.2.3 Criterio de Emberger	6
3.2.4 Cálculo de horas frío.....	7
3.2.4.1 Criterio de Weinberger	7
3.2.4.2 Criterio de Mota.....	8
3.2.4.3 Criterio de Tabuenca.....	9
4. PLUVIOMETRÍA.....	10
4.1. Precipitación total.....	10
4.2. Precipitaciones estacionales	10
4.3. Precipitaciones máximas en un día.....	10
4.4. Intensidad de la precipitación	11
5. OTROS FACTORES CLIMÁTICOS.....	11
5.1. Viento	11
5.2. Humedad relativa.....	14
5.3. Nieve.....	14
5.4. Granizo	15
5.5. Tormentas	15
5.6. Niebla	16
5.7. Rocío.....	16
5.8. Escarcha.....	17
5.9. Insolación	17

6. ÍNDICES FITOCLIMÁTICOS	18
6.1. Índice de pluviosidad de Lang.....	18
6.2. Índice de aridez de Martonne	18
6.4 Índice de continentalidad de Gorezynski.....	20
6.5 Índice de termicidad	20
7. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS	22
7.1. Clasificación climática de Thornthwaite (1948)	22
7.1.1. Determinación de la evapotranspiración potencial (ETP)	22
7.1.2 Cálculo del índice de humedad	23
7.1.3 Determinación de la eficacia térmica.....	25
7.1.4 Determinación de la variación estacional de la humedad.....	26
7.1.5 Determinación de la concentración térmica en verano	26
7.1.6 Resumen.....	27
7.2 Clasificación bioclimática de la UNESCO – FAO (1963).....	28
7.2.1 Temperatura	28
7.2.2 Aridez.....	29
7.2.3 Índices xerotérmicos	30
7.3 Clasificación agroclimática de Papadakis (1960).....	33
7.3.1 Rigor del invierno	33
7.3.2 Calor del verano	35
7.3.3 Clases térmicas	37
7.3.4 Caracterización hídrica	37
7.3.5 Determinación del régimen estacional de humedad	38
7.3.6 Clasificación climática.....	40
8. TABLAS DE DATOS CLIMÁTICOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Temperaturas medias mensuales (°C)	3
Tabla 3.2. Temperaturas medias de las máximas (°C).....	3
Tabla 3.3 Temperaturas medias de las mínimas (°C).....	3
Tabla 3.4 Temperaturas máximas absolutas	4
Tabla 3.5 Temperaturas mínimas absolutas	4
Tabla 3.6 Fechas de heladas extremas	5
Tabla 3.7 Número de días mensuales medios de heladas (Días<0°C)	6
Tabla 3.8 Determinación del riesgo de heladas según criterio de Emberger	6
Tabla 3.9 Clasificación del riesgo de heladas según el criterio de Emberger.	7
Tabla 3.10. Determinación del número de horas frío, según Weinberger	8
Tabla 3.11 Horas frío según Mota.....	8
Tabla 3.12 Horas frío según Tabuenca.....	9
Tabla 4.1. Precipitación media mensual, en mm	10
Tabla 4.2 Precipitaciones medias estacionales, en mm y en %	10
Tabla 4.3 Intensidad de precipitación, en mm/día	11
Tabla 5.1. Dirección media en % y velocidad media en km/h de los vientos	12
Tabla 5.2. Vientos con velocidad superior a 3,4 m/s.....	13
Tabla 5.3. Humedad relativa media, en %.....	14
Tabla 5.4 Días mensuales de nieve	15
Tabla 5.5. Días de granizo al mes	15
Tabla 5.6 Días de tormenta mensuales	15
Tabla 5.7 Días de niebla mensuales.....	16
Tabla 5.8 Días de rocío mensuales	16
Tabla 5.9. Días de escarcha mensuales	17
Tabla 6.1. Zonas climáticas, según el Índice de Lang	18
Tabla 6.2. Zonas climáticas según el índice de Martonne.....	19
Tabla 6.3. Zonas climáticas según Datin Cereceda y Revenga.....	19
Tabla 6.4 Clasificación del Índice de continentalidad de Gorezynski	20
Tabla 6.5 Clasificación de pisos bioclimáticos en la región mediterránea	21
Tabla 6.6. Tipos de ombroclima en la región mediterránea peninsular clasificados en función de la precipitación anual	21
Tabla 7.1. Cálculo de los índices de calor mensuales	22
Con los datos que ya poseemos, se puede calcular (e) para cada mes:	23
Tabla 7.2. Valores mensuales de la evapotranspiración sin ajustar (e).....	23
Tabla 7.3. Valores mensuales de la ETP THORNTHWAITE.....	23
Tabla 7.4 Balance hídrico según Thornthwaite, en mm	24
Tabla 7.5 Tipos climáticos y siglas correspondientes al Índice de humedad de Thornthwaite.....	25
Tabla 7.6 Eficacia térmica según Thornthwaite	26
Tabla 7.7 Variación estacional de la humedad para climas secos (Thornthwaite) ..	26
Tabla 7.8 Concentración de la eficacia térmica en verano, según Thornthwaite...	27
Tabla 7.9. Subclasificación del grupo 1, según UNESCO-FAO	28
Tabla 7.10 Características del invierno, según UNESCO-FAO	28

Tabla 7.11 Datos del diagrama ombrotérmico	29
Tabla 7.12 Valores de la humedad relativa media diaria y coeficiente de sequía ..	31
Tabla 7.13 Cálculo del índice xerotérmico de los meses secos.....	31
Tabla 7.14 Clasificación climática reducida, según UNESCO-FAO	32
Tabla 7.15 Tipos y subtipos climáticos, según el rigor del invierno (Papadakis) ...	34
Tabla 7.16 Tipos y subtipos climáticos de verano (Papadakis)	36
Tabla 7.17 Caracterización climática y siglas correspondientes al índice hídrico anual de Papadakis.....	38
Tabla 7.18 Cálculo coeficientes de humedad mensuales, ih, según Papadakis	38
Tabla 7.19 Tipos climáticos según el régimen de humedad (Papadakis)	39

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es la caracterización del clima de la zona en la que se encuentra el proyecto. El hábitat del nogal se encuentra en regiones climáticas diversas, siendo originario del Oriente Medio. En términos de latitud y altitud, el nogal llega a desarrollarse en diferentes condiciones, siendo habitual en muchas partes de la península ibérica.

El clima es uno de los factores importantes que van a determinar el desarrollo y producción del cultivo, en nuestro caso del nogal, al mismo tiempo que nos modela el terreno. El análisis de las distintas variables climático-ambientales nos ayudará tanto a reducir o evitar pérdidas económicas así como en la decisión de elegir el material vegetal más apropiado para la implantación del cultivo en la finca y conseguir una buena producción.

La diversidad ecológica en la que se encuentra el nogal en la Península nos puede dar una idea de que las limitaciones climáticas de la especie son muy pocas. Ahora bien, cuando se considera al nogal como una especie frutal, no se exige solamente una supervivencia sino, además, una productividad lo más alta posible; con ello, se plantea la necesidad de una selección del material vegetal en función de las condiciones del medio. Se hablará más adelante de esta selección.

En términos generales se considera que el *Juglans regia* es una especie que precisa un mínimo de 5 meses con temperatura media superior a los 10°C para completar satisfactoriamente su ciclo productivo. Puede ser dañada también por las heladas de otoño. La pluviometría mínima requerida es de 800mm siendo necesarios aportes hídricos de junio a primeros de septiembre, lo que, en la casi totalidad de las zonas españolas, obliga a localizarlo en regadío.

El nogal es, por lo general un árbol fuerte que aguanta temperaturas bajas pero que corre cierto peligro en inviernos con temperaturas inferiores a los 20 grados bajo cero. Asimismo también se corre peligro cuando las temperaturas descienden por debajo de -1,1°C en período de vegetación.

Las condiciones óptimas del nogal son, entre otras, entre 400 y 1600 horas de frío, temperaturas medias de 20-22°C de mayo a septiembre y, como ya se ha comentado, lluvias por encima de 800mm. De la misma forma también es óptima la ausencia de vientos fuertes, pedrisco, lluvias en época de recolección y una humedad relativa excesivamente alta.

En La Rioja existen tres influencias climáticas básicas que se dan en distintas zonas de la comunidad:

En la zona occidental (Rioja Alta y Sierra de la Demanda) domina el clima atlántico con una influencia mediterránea de carácter templado que se caracteriza por temperaturas suaves y abundantes precipitaciones que van disminuyendo hacia La Rioja Baja.

El valle del Ebro (Rioja Baja y Logroño) tiene influencia mediterránea, con veranos secos e inviernos fríos. La zona de la sierra (Sierras de Urbión y Cebollera) posee un clima continental más acentuado, con inviernos más largos y rigurosos, con presencia de nevadas y temperaturas extremas.

Estas diferencias son debidas a la orografía y a los vientos predominantes.

2. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO

La elección del observatorio debe hacerse de forma que sus datos sean representativos de la zona donde se sitúa la finca. Lo ideal sería tomar datos en la propia finca, pero al no ser posible elegiremos el observatorio más cercano que esté situado a similar altitud, para que los datos del observatorio sean lo más cercanos posible a la realidad de la parcela. La altitud es un factor muy importante ya que se pueden dar variaciones sustanciales de temperatura entre dos puntos situados a diferente altitud.

La parcela objeto de estudio se encuentra en el término municipal de Arnedo a unos 28 km del observatorio de Agoncillo. La diferencia de altitud con respecto a Agoncillo es de 100 metros, por lo tanto puede haber una diferencia entre las temperaturas registradas en el observatorio y las existentes en la parcela de unos 0,6 – 1 °C. Se toman los datos del observatorio meteorológico de Agoncillo puesto que poseen un historial de más de 30 años, condición *sine qua non* para llevar a cabo este estudio con el debido rigor. Los datos de este estudio son relativos a los años comprendidos entre 1984 y 2013.

Las coordenadas geográficas de la estación meteorológica de Agoncillo son las siguientes:

- Latitud: 42° 27' 06'' N
- Longitud: 02° 19' 51'' W
- Altitud de la estación: 352 m.

Datos de situación de la parcela:

- *Latitud: 42° 27' 55'' N*
- *Longitud: 02° 35' 40'' W*
- Altitud de la parcela: 450 m.

3. TERMOMETRÍA

El régimen de temperaturas es un factor determinante para la posible implantación del cultivo en una región determinada.

3.1. Temperaturas

3.1.1 Temperaturas medias (T_m)

Tabla 3.1. Temperaturas medias mensuales (°C)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
4,5	6,0	8,5	10,1	13,9	17,9	20,9	21,1	17,5	12,7	7,7	5,1	12,2

La temperatura media anual es de 12,2 °C.

El mes más frío es enero con T_m = 4,5 °C.

El mes más caluroso es agosto con T_m = 21,1 °C.

3.1.2 Temperaturas medias de las máximas (T_{mM})

Tabla 3.2. Temperaturas medias de las máximas (°C)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
8,4	10,5	14,0	15,5	19,8	24,5	28,1	28,3	23,8	17,8	11,9	8,9	17,6

El mes más cálido es agosto con T_{mM} = 28,3 °C.

El mes más frío es enero con T_{mM} = 8,4 °C.

3.1.3 Temperaturas medias de las mínimas (T_{mm})

Tabla 1.3 Temperaturas medias de las mínimas (°C)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
0,6	1,5	3,0	4,6	8,0	11,3	13,6	13,8	11,1	7,5	3,5	1,3	6,6

Los meses más cálidos son julio y agosto con T_{mm} = 13,8 °C.

El mes más frío es enero con T_{mm} = 0,6 °C.

3.1.4 Temperaturas máximas absolutas

Tabla 3.4 Temperaturas máximas absolutas

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
15,1	17,2	21,9	24,0	28,5	32,6	35,2	35,2	30,8	25,0	18,9	15,8	25,0

Los meses más cálidos son julio y agosto con $T = 35,2$ °C.

El mes más frío es enero con $T = 15,1$ °C.

3.1.5 Temperaturas mínimas absolutas

Tabla 3.5 Temperaturas mínimas absolutas

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
-5,0	-3,4	-2,0	-0,4	2,6	6,2	9,0	9,2	6,3	1,9	-2,5	-4,5	1,4

El mes más cálido es agosto con $T = 9,2$ °C.

El mes más frío es enero con $T = -5$ °C.

3.2 Heladas

El daño producido por una helada depende de varios factores como la temperatura mínima, la especie, la variedad y el tipo de tejido vegetal a evaluar. Las partes leñosas del árbol son generalmente resistentes al frío. En cambio, los tejidos jóvenes y especialmente las flores son muy sensibles. Una helada se produce cuando la temperatura del aire a una altura próxima a la superficie del suelo baja de 0 °C.

3.2.1 Fecha de la primera y última helada

Para el cálculo de heladas se han utilizado datos desde 1984 hasta el 2013, presentando las primeras y últimas heladas de cada año agrícola en la tabla que sigue a continuación:

Tabla 3.6 Fechas de heladas extremas

FECHA DE LA PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA		
AÑO	PRIMERA HELADA	ÚLTIMA HELADA
1984	28-nov	12-mar
1985	14-nov	29-mar
1986	28-nov	14-abr
1987	02-dic	16-mar
1988	21-nov	13-mar
1989	24-dic	04-abr
1990	05-nov	30-mar
1991	23-oct	22-abr
1992	22-oct	31-mar
1993	10-nov	09-mar
1994	17-dic	16-abr
1995	06-nov	23-abr
1996	31-oct	05-abr
1997	07-dic	28-feb
1998	07-nov	16-abr
1999	04-nov	16-abr
2000	10-nov	07-abr
2001	21-nov	01-mar
2002	13-dic	05-abr
2003	19-nov	19-mar
2004	18-nov	26-mar
2005	28-nov	13-mar
2006	15-nov	28-feb
2007	16-nov	12-mar
2008	16-nov	15-mar
2009	24-oct	25-mar
2010	23-oct	05-abr
2011	25-nov	11-mar
2012	05-nov	06-abr
2013	09-dic	20-abr

Como se puede comprobar, las primeras heladas se dan entre finales de octubre, noviembre y principios de diciembre; mientras que las últimas heladas se producen a finales de febrero, marzo y abril principalmente.

Según los datos de la tabla, vemos que la helada más temprana es el 22 de octubre de

1992, y la última helada más tardía es un 23 de abril de 1995, por lo que el periodo extremo de heladas tiene una duración de 183 días.

La fecha media de la primera helada es el 15 de noviembre, y la fecha media de la última helada es el 17 de marzo, siendo el periodo medio de heladas del 15 de noviembre al 17 de marzo con una duración de 122 días. El periodo libre de heladas será entonces de una duración de 243 días.

3.2.2 Número de días de helada al mes

Helada se define como las condiciones existentes cuando la temperatura del aire a una altura próxima a la superficie del suelo baja de 0°C.

A continuación se muestra una tabla con los días medios de heladas por mes.

Tabla 3.7 Número de días mensuales medios de heladas (Días < 0°C)

ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ANUAL
8,7	6,5	2	0,5	0	0	0	0	0	0,2	3	6,7	27,6

El número de días medio de heladas anuales en los últimos treinta años es de 27,6. También observamos que hay meses con heladas y otros sin heladas, de esta forma vemos los periodos de heladas seguras, probables y periodos sin riesgo de helada, que coinciden con el aparatado anterior.

3.2.3 Criterio de Emberger

El criterio de Emerger evalúa el riesgo de heladas de cada mes, a partir de la temperatura media de las mínimas de cada mes.

Tabla 3.8 Determinación del riesgo de heladas según criterio de Emberger

Temperatura media de las mínimas (T.M.m)	Riesgo de heladas
$T.M.m < 0^{\circ} C$	Seguro
$0^{\circ} C < T.M.m < 3^{\circ} C$	Frecuente
$3^{\circ} C < T.M.m < 7^{\circ} C$	poco frecuente
$T.M.m > 7^{\circ} C$	muy poco frecuente o nulo

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Tomando de nuevo nuestros datos de la temperatura media de las mínimas (T_{mm}) de cada mes de la *Tabla 3.3*. se puede evaluar el riesgo de heladas de cada uno según el criterio de Emberger, como se muestra a continuación:

Tabla 3.9 Clasificación del riesgo de heladas según el criterio de Emberger.

MES	T _{mm} (°C)	Riesgo de heladas
Enero	0,6	frecuente
Febrero	1,5	frecuente
Marzo	3,0	frecuente
Abril	4,6	poco frecuente
Mayo-Septiembre	> 7	muy poco frecuente o nulo
Octubre	3,5	poco frecuente
Noviembre	1,3	frecuente
Diciembre	6,6	Poco frecuente

Vemos que los meses con más probabilidad de heladas determinados en el punto anterior 3.2.2. coincide con los meses de riesgo de heladas frecuente o poco frecuente, según el criterio de Emberger.

El riesgo de heladas no es seguro, pero tampoco es inexistente, por lo que hemos decidido que, para aumentar la seguridad ante el riesgo de heladas, contrataremos un **seguro antihelada**. De esta forma nos aseguramos que la rentabilidad el cultivo se vea lo menos afectada posible, evitando posibles daños.

3.2.4 Cálculo de horas frío

En los climas templados o fríos, un gran número de especies vegetales no sólo pueden soportar inviernos fríos, sino que incluso los necesitan para su desarrollo continuado. Las horas frío se miden por el número de horas con temperaturas inferiores o iguales a 7 °C durante el reposo invernal. Este umbral puede variar según especies.

Cuando la acumulación de horas frío no es la suficiente, pueden observarse en la planta una serie de alteraciones como la caída de yemas, desborre y brotación irregulares y dispersas, retrasos y alteraciones en la floración.

Hay tres métodos habituales para el estudio de las horas frío que reciben el nombre de sus autores: Weinberger, Mota y Tabuenca.

3.2.4.1 Criterio de Weinberger

Según Weinberger (1956), el número de horas bajo 7 °C, puede determinarse mediante el cuadro siguiente, en el que T es la media aritmética de las temperaturas medidas de diciembre y enero.

Tabla 3.10. Determinación del número de horas frío, según Weinberger

T	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3
Horas < 7 °C	450	550	650	750	850	950	1.050	1.150	1.250	1.350

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Así:

$$T = \frac{T_D + T_E}{2} = \frac{5,1 + 4,5}{2} = 4,8$$

Con este resultado podemos decir que en esta zona, mediante el criterio de Weinberger, tenemos un **número de horas-frío superior a 1.350**, por lo que no habrá problemas de vernalización, teniendo en cuenta que el nogal requiere de media 800 horas de frío.

3.2.4.2 Criterio de Mota

Según Mota (1957), el número mensual de horas por debajo de 7°C puede calcularse mediante la expresión:

$$HF_{MOTA} = 485,1 - 28,5 * Tm$$

Tabla 3.11 Horas frío según Mota

MES	Tª MEDIA MENSUAL	y=485,1-28,5X	HORAS FRÍO
Enero	4,5	356,85	357
Febrero	6,0	314,1	314
Marzo	8,5	242,85	243
Abril	10,1	197,5	197
Mayo	13,9	88,95	89
Junio	17,9	-25,05	0
Julio	20,9	-110,55	0
Agosto	21,1	-116,25	0
Septiembre	17,5	-13,65	0
Octubre	12,7	123,15	123
Noviembre	7,7	265,65	266
Diciembre	5,1	339,75	340
TOTAL			1.929

El número de **horas frío** acumuladas es de **1.929** bajo el criterio de Mota. Por consiguiente, no hay problema en cuanto al desarrollo de la planta y la salida de latencia de las yemas. Como se ha comentado previamente, se estima que el nogal necesita de media unas 800 horas frío aunque existen variedades francesas que pueden requerir 1.500 horas de frío. En cualquier caso, las exigencias en este aspecto quedan perfectamente cubiertas.

3.2.4.3 Criterio de Tabuena

Es similar al criterio de Mota pero adaptado a las condiciones del valle del Ebro. Es del año 1964 y se formula así:

$$HF_{TABUENCA} = 700,4 - 48,6 * Tm$$

Tabla 3.12 Horas frío según Tabuena

MES	Tª MEDIA MENSUAL	y=700,4-48,6X	HORAS FRÍO
Enero	4,5	481,7	482
Febrero	6,0	408,8	409
Marzo	8,5	287,3	287
Abril	10,1	209,54	210
Mayo	13,9	24,86	25
Junio	17,9	-169,54	0
Julio	20,9	-315,34	0
Agosto	21,1	-325,06	0
Septiembre	17,5	-150,1	0
Octubre	12,7	83,18	83
Noviembre	7,7	326,18	326
Diciembre	5,1	452,54	453
TOTAL			2.275

Según este criterio, en la zona hay **2.275 horas frío** por lo que no hay problemas.

Ninguno de los tres criterios nos ha mostrado problemas para cubrir las necesidades de frío invernal del nogal.

4. PLUVIOMETRÍA

El régimen pluviométrico es, junto con la temperatura, uno de los factores climáticos de mayor importancia en la caracterización climática.

Las lluvias tardías de otoño, no son propicias para el nogal, puesto que pueden provocar retrasos en la recolección y pérdidas en la calidad de los frutos si permanecen mucho tiempo en el suelo en condiciones de humedad.

4.1. Precipitación total

La precipitación media anual de los años estudiados es de 429,5 mm.

Tabla 4.1. Precipitación media mensual, en mm

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
30,9	27,0	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3	429,5

Según esta tabla, la precipitación media anual es de 429,5mm. El mes más lluvioso es mayo con 55,8 mm y el mes más seco es agosto con 22,2mm.

El año más lluvioso fue el 2003 con una precipitación total de 629,9 mm. Por otra parte, el año más seco fue el 1986 con 285,9 mm.

4.2. Precipitaciones estacionales

Tabla 4.2 Precipitaciones medias estacionales, en mm y en %

Invierno	Primavera	Verano	Otoño
88,5	155,46	79,3	106,33
21%	36%	18%	25%

La estación más seca es el verano y la más lluviosa es la primavera.

4.3. Precipitaciones máximas en un día

La precipitación media de las máximas mensuales es de 14,1 mm al día.

La precipitación máxima en un día se produjo el 25 de febrero del 2003 con una precipitación de 74 mm.

En el historial de la estación existen precipitaciones diarias por encima de los 50 mm que son ciertamente excepcionales por lo que no supone ningún impedimento al proyecto.

4.4. Intensidad de la precipitación

La intensidad de la precipitación es un factor clave de la erosión. La intensidad se refiere a la cantidad de lluvia al día o a la hora. Cuando la intensidad de precipitación es mayor que la permeabilidad del terreno, se da el fenómeno de escorrentía, mediante el cual el agua que no filtra el terreno, lo recorre superficialmente arrastrando con ella sedimentos, que en conjunto llevan a cabo la erosión del terreno. Este fenómeno es muy importante ya que acelera la degradación del terreno en términos de fertilidad y de biodiversidad. Sin embargo hay condiciones en las que el suelo puede disminuir su erosión, como por ejemplo cuando posee una cubierta vegetal o pedregosa.

Tabla 4.3 Intensidad de precipitación, en mm/día

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación media (mm)	30,9	27	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3
Días lluvia	11,5	9,2	9,5	13,5	13,4	8,3	6,2	5,8	7,7	11,6	11,8	10,7
Intensidad (mm/día)	2,7	2,9	3,2	3,7	4,2	6	4,2	3,8	4	3,1	3	3,2

Según los datos el mes con mayor intensidad de lluvia es junio y el mes con menor intensidad es enero. No suponen un problema mayor para nuestro proyecto.

5. OTROS FACTORES CLIMÁTICOS

5.1. Viento

En el caso del nogal, la mayor incidencia que pueden tener los vientos son los que se producen en época de polinización. Hay que recordar que la polinización del nogal es anemófila y que los vientos ligeros son favorables para que se produzca una adecuada polinización. Ahora bien, vientos fuertes pueden provocar efectos contrarios; no sólo por el arrastre de polen lejos de la plantación, sino más bien porque pueden provocar el desprendimiento de amentos y pequeños frutos.

Por otro lado, los vientos tienen efectos en la transpiración de las hojas y pueden provocar desecación de las mismas.

Cuando el viento posee una velocidad superior a 3,4m/s y adquiere una frecuencia importante, es necesario proceder a la realización de estructuras que actúen como defensa para los cultivos. Con velocidades superiores a los 80-100km/h y frecuencias elevadas, el viento puede suponer un factor limitante para el cultivo.

La frecuencia con que se presentan vientos de diferentes direcciones se representa por la rosa de los vientos. Analizando las rosas de los vientos se pueden observar vientos muy frecuentes que, en cierta forma, caracterizan el clima en algunas de las estaciones del año y que ejercen una influencia fundamental en la agricultura.

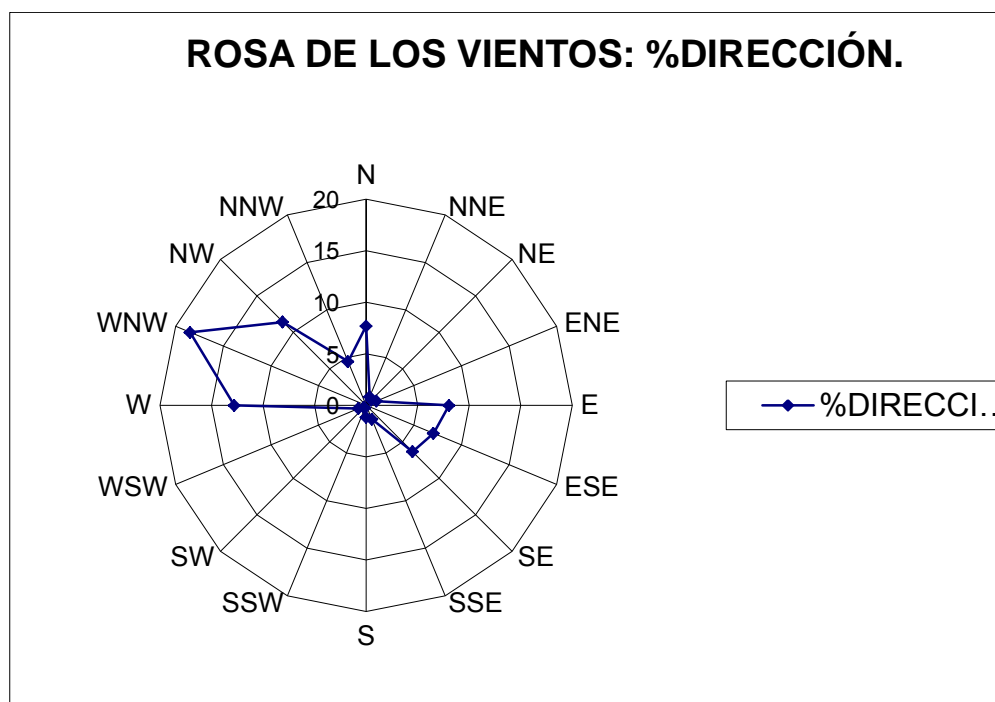
La acción del viento puede ser de orden físico, químico y biológico. Entre ellas cabe destacar el entorpecimiento de determinadas labores y operaciones de cultivo y la modificación del porte de las plantas.

A continuación analizamos los datos de los vientos anuales de nuestra zona.

Tabla 5.1. Dirección media en % y velocidad media en km/h de los vientos

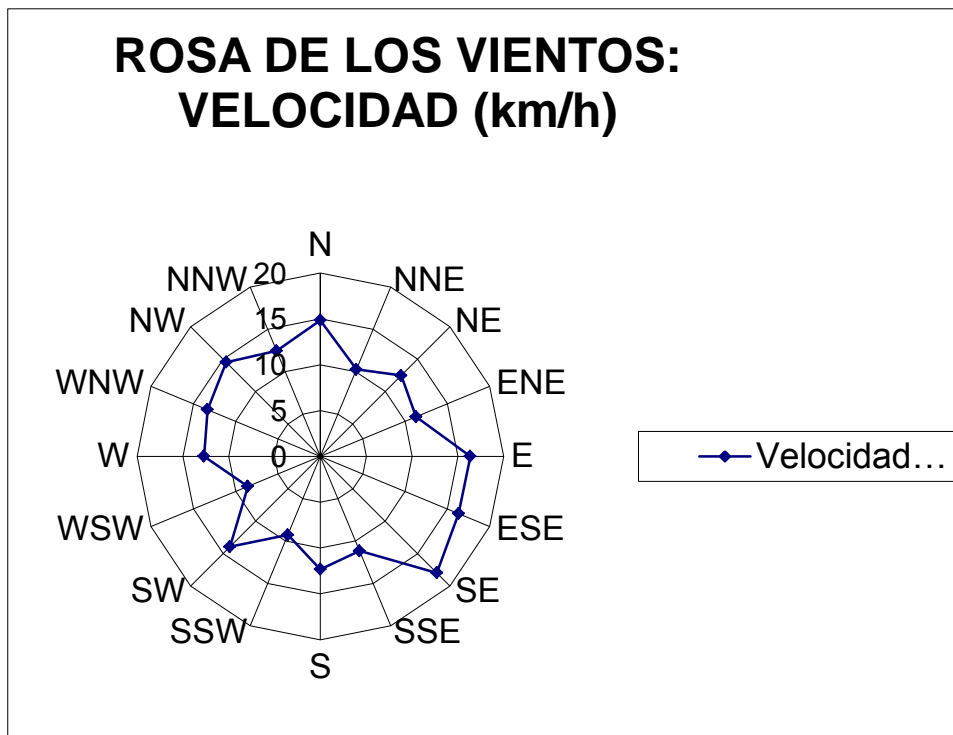
DIRECCIÓN	%	Velocidad
N	7,69	14,85
NNE	0,9	10,26
NE	0,73	12,47
ENE	1,07	11,3
E	8,04	16,36
ESE	7,07	16,33
SE	6,36	17,96
SSE	1,46	11,16
S	1,17	12,33
SSW	0,27	9,27
SW	0,3	13,95
WSW	0,8	8,57
W	12,79	12,69
WNW	18,48	13,33
NW	11,43	14,52
NNW	4,6	12,46

En la siguiente rosa de los vientos podemos apreciar de forma gráfica los datos anteriores:



En la gráfica de dirección (%) observamos que los vientos más frecuentes son aquellos de dirección WNW, W y NW, seguidos de la dirección N y E. Estos resultados confirman que en La Rioja, concretamente en el Valle del Ebro, sopla el Cierzo, que es un fuerte viento fresco y seco de componente noroeste.

Los vientos de dirección sur son muy poco frecuentes.



Sin embargo, las mayores velocidades de los vientos se dan en las direcciones SE, E y ESE, que van justo en sentido opuesto a la dirección de los vientos más frecuentes. Esto es debido al bochorno, que es un viento cálido y húmedo del este, también dominante en el Valle del Ebro y La Rioja.

Cuando el viento frecuente posee una velocidad superior a 3,4 m/s es necesario planificar cortinas cortavientos para proteger la producción, por lo que a continuación estudiamos los vientos que superan esta velocidad.

Tabla 5.2. Vientos con velocidad superior a 3,4 m/s.

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (km/h)	Velocidad (m/s)
N	7,69	14,85	4,13
NE	0,73	12,47	3,46
E	8,04	16,36	4,54
ESE	7,07	16,33	4,54
SE	6,36	17,96	4,99
S	1,17	12,33	3,43
SW	0,30	13,95	3,88
W	12,79	12,69	3,53
WNW	18,48	13,33	3,70
NW	11,43	14,52	4,03
NNW	4,6	12,46	3,46

Según la tabla, el viento más fuerte es el que sopla en dirección SE con una velocidad de casi 5 m/s, pero como tiene una frecuencia baja no lo consideramos factor limitante.

Los que tienen frecuencias más altas van en las direcciones W, WNW y NW, con

velocidades entre 3-4 m/s respectivamente, que no son muy elevadas, por lo cual tampoco los consideramos limitantes.

El análisis de estos datos nos es útil a la hora de planificar el cultivo en cuanto a orientación de filas, que se disponen en dirección de los vientos dominantes. También decidimos no diseñar la barrera cortavientos al no considerar el viento como limitante.

5.2. Humedad relativa

La humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire. La humedad relativa es la relación existente entre la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen de aire (humedad absoluta) y la máxima que podría contener.

Esta medida se debe referir siempre a una temperatura, ya que un descenso de la temperatura, se traduce en un aumento de la humedad relativa, aunque no se añada vapor de agua y viceversa.

La humedad se considera un factor decisivo de la producción, aunque en interacción con la temperatura, de la que es un factor moderador. El cuajado exige humedades ambientales moderadas. Alteraciones de humedad relativa ambiental, en particular descensos bruscos de ésta, se han relacionado con la caída fisiológica de frutos durante la fase de división celular de su desarrollo, y se ha demostrado que ésta es tanto más abundante cuanto menor es la humedad relativa. El tamaño final de los frutos y su calidad, en particular la coloración y la progresión de la senescencia, se han relacionado con la humedad relativa.

La elevada humedad relativa junto con temperaturas suaves favorecen los ataques de enfermedades criptogámicas, por ello son más frecuentes en otoño y primavera en zonas bajas y húmedas (Trapero y Blanco, 2001)

Tabla 5.3. Humedad relativa media, en %

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
77	71	65	64	62	59	57	58	64	72	76	80	67

La humedad relativa media anual es de 67%. El mes con mayor humedad relativa es diciembre con el 80%. El mes con menor humedad relativa es Julio con 57%.

5.3. Nieve

La nieve es un fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación de pequeños cristales de hielo en forma de estrellas. Éstos han cristalizado lentamente y se han agrupado en copos poco densos de consistencia más o menos sólida. Se da ocasionalmente en los meses de invierno mientras el árbol se encuentra en un estado de reposo.

La nieve tiene efectos tanto negativos como positivos para el cultivo. Una capa de nieve sobre el suelo protege al cultivo de las heladas, por su propiedad aislante. Por su propiedad termorreguladora también evita oscilaciones extremas de temperatura. Es

interesante señalar que el agua que aporta resulta muy beneficiosa debido a su alta filtración en el terreno.

Sin embargo también tiene efectos negativos ya que si se forma una capa de hielo, disminuye la aireación del suelo y aumenta el riesgo de heladas.

Tabla 5.4 Días mensuales de nieve

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1,7	2,1	1,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0,7	1

La media anual de nevadas es de 7,2 al año. Sin embargo este fenómeno no es muy intenso en nuestra zona por lo que no representa una limitación a nuestro cultivo.

5.4. Granizo

El granizo es un tipo de precipitación sólida que se compone de partículas sólidas cristalizadas en la propia nube. Suele producirse junto con las tormentas pero el aporte de agua debido al granizo es poco representativo.

Puede provocar daños severos a causa del fuerte golpe que provoca al caer sobre los árboles. Evidentemente cuanto más grande es el granizo, más daño puede provocar. Se presenta al azar y compromete bandas de terrero, o pasillos, de varios kilómetros.'

Los daños en época de floración, cuajado y formación de fruto pueden ser especialmente importantes. Durante la maduración de los frutos el riesgo, aunque también existe, es menor. Los tejidos herbáceos y semileñosos se pueden romper, las ramas y el tronco pueden verse heridos, lo que abre una posible vía de infección de determinados patógenos.

Tabla 5.5. Días de granizo al mes

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0,0	0,2	0,1	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0	0	0

No representa un riesgo mayor debido a su poca probabilidad, si bien existe la posibilidad de contratar un seguro antigranizo cuando sea oportuno.

5.5. Tormentas

Las tormentas son consideradas generalmente como fenómenos atmosféricos negativos debido a su intensidad en cuanto a la velocidad y la forma de la precipitación. Puede provocar una fuerte escorrentía que arrastre suelo fértil.

Tabla 5.6 Días de tormenta mensuales

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
0,1	0,1	0,3	1,1	4,3	4,6	4,7	4,6	2,6	0,6	0,1	0	23,2

El periodo de mayor riesgo de tormentas es verano, siendo julio el mes con más días de tormentas, 4,7 días.

El periodo con menor riesgo de tormentas es el invierno, el mes de diciembre no tiene ningún día.

El número medio de tormentas anuales es de 23,2 días.

5.6. Niebla

La niebla se produce cuando hay presencia de nubes bajas lo que implica una baja visibilidad y una humedad relativa cercana a 100%. Suelen producirse durante las noches despejadas de otoño e invierno gracias a la inversión térmica existente en el valle del Ebro.

Tabla 5.7 Días de niebla mensuales

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
6,37	3,5	2,1	1,1	0,7	0,6	0,5	0,5	1,2	1,2	2,3	2,1	22

El invierno es el periodo con más niebla, siendo enero el mes con más días con niebla con una media de 6,37 días. En verano las nieblas son casi inexistentes.

Al año resulta una media de 22 días con niebla. Si bien este fenómeno hace penosas algunas operaciones y puede favorecer las enfermedades criptogámicas, no es en ningún caso un impedimento a nuestro proyecto.

5.7. Rocío

El rocío es un fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua en exceso se condensa en forma de gotas debido a la disminución brusca de la temperatura. La condensación se produce sobre las plantas y superficies variadas cuando la temperatura desciende por debajo del punto de rocío. La humedad relativa aumenta al bajar la temperatura durante la noche. Si la temperatura desciende por debajo de 0°C el rocío cristaliza dando lugar a la escarcha dando lugar a una helada blanca. Si la humedad atmosférica es baja el punto de rocío puede situarse por debajo 0°C y no producirse condensación. En este caso se hablará de helada negra debido al ennegrecimiento de los tejidos vegetales afectados. Debido a su baja incidencia no representa un factor limitante para el cultivo.

Tabla 5.8 Días de rocío mensuales

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1,7	2,7	5,2	5,9	6,6	6,4	5,9	6,6	8,0	10,4	5,9	2,3

Se constata además que hay unos 67 días al año en los que se produce rocío.

5.8. Escarcha

Tabla 5.9. Días de escarcha mensuales

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
10,5	7,3	3,8	0,6	0,1	0	0	0	0,0	0,4	4,9	8,8

En promedio la escarcha se produce 36 días al año.

5.9. Insolación

La insolación es un fenómeno climático relacionado con la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar. Está en relación directa con la actividad fotosintética y otros factores como la temperatura del suelo, ambiente o incluso otros procesos biológicos como la inducción floral. Los meses de julio y agosto son los meses de mayor insolación.

6. ÍNDICES FITOCLIMÁTICOS

Existen varios índices fitoclimáticos que permiten caracterizar una región. Son relaciones matemáticas que sirven para conocer la idoneidad del cultivo.

6.1. Índice de pluviosidad de Lang

Se calcula mediante la expresión:

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

Siendo P la precipitación media anual en mm y T la temperatura media anual en °C.

$$I_L = \frac{P}{T} = \frac{429,5}{12,2} = 35,2$$

Tabla 6.1. Zonas climáticas, según el Índice de Lang

I_L	Zonas climáticas
$0 \leq I_L < 20$	Desiertos
$20 \leq I_L < 40$	Zona árida
$40 \leq I_L < 60$	Zona húmeda de estepa y sabana
$60 \leq I_L < 100$	Zona húmeda de bosques ralos
$100 \leq I_L < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$I_L \geq 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

En nuestro caso, $I_L = 35,2$

La zona climática objeto del estudio es una **zona árida** donde la evapotranspiración suele ser mayor que la precipitación.

6.2. Índice de aridez de Martonne

Se calcula mediante la expresión:

$$I_M = \frac{P}{T + 10}$$

Siendo P la precipitación media anual en mm y T la temperatura media anual en °C

$$I_M = \frac{P}{T + 10} = \frac{429,5}{12,2 + 10} = 19,3$$

Tabla 6.2. Zonas climáticas según el índice de Martonne

I_M	Zonas climáticas
$0 \leq I_M < 5$	Desierto
$5 \leq I_M < 10$	Semidesierto
$10 \leq I_M < 20$	Estepas y países secos mediterráneos
$20 \leq I_M < 30$	Región del olivo y los cereales
$30 \leq I_M < 40$	Regiones subhúmedas, prados y bosques
$I_M \geq 40$	Zonas húmedas a muy húmedas con exceso de agua

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

En nuestro caso, $I_M = 19,3$

La zona climática objeto del estudio está clasificada como **zona de estepas y países secos mediterráneos**.

6.3. Índice de Datin-Revenga

Es un índice termopluviométrico definido por la expresión:

$$I_{DR} = \frac{100T}{P}$$

Siendo:

P = precipitación media anual en mm.

T = temperatura media anual en °C.

Tabla 6.3. Zonas climáticas según Datin Cereceda y Revenga

I_{DR}	Zonas climáticas
$I_{DR} > 4$	Zonas áridas
$4 \geq I_{DR} > 2$	Zonas semiáridas
$I_{DR} \leq 2$	Zonas húmedas y subhúmedas

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

$$I_{DR} = \frac{100T}{P} = \frac{100 * 12,2}{429,5} = 2,8$$

Con los datos de nuestra zona resulta una I_{DR} de 2,8 que se encuentra dentro del intervalo de las **zonas semiáridas**.

6.4 Índice de continentalidad de Gorezynski

Se define a partir de los datos térmicos y de latitud según la siguiente fórmula:

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

Siendo:

A: Amplitud anual, definida como la diferencia entre las temperaturas medias de los meses más extremos.

L: Latitud en grados

En consecuencia tomamos los datos de enero y agosto con unas temperaturas de 4,5°C y 21,1°C respectivamente. La diferencia de estas temperaturas se expresa mediante la letra A siendo su valor de 16,6.

La latitud del observatorio es de 42° 27' 06" que transformado al sistema decimal es 42,5. Dicho esto, el índice de continentalidad de Gorezynski será:

$$K = \left(1,7 \frac{16,6}{\text{sen}42,5}\right) - 20,4 = 21,37$$

Tabla 6.4 Clasificación del Índice de continentalidad de Gorezynski

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

Según este índice, la región se encuentra en una zona de **clima continental**. Los inviernos serán largos, fríos y secos mientras que los veranos serán calurosos y cortos.

6.5 Índice de termicidad

Este índice define pertinentemente los distintos pisos bioclimáticos a partir de la siguiente expresión:

$$I_T = 10(T + m + M)$$

Siendo:

T: Temperatura media anual

m: Temperatura media de las mínimas del mes más frío

M: Temperatura media de las máximas del mes más frío

La temperatura media anual es de 12,2°C y enero el mes más frío con una media de las mínimas de 0,6°C y una media de las máximas de 8,4°C.

$$I_T = 10(12,2 + 0,6 + 8,4) = 212$$

Tabla 6.5 Clasificación de pisos bioclimáticos en la región mediterránea

Crioromediterráneo	$I_T < -30$
Oromediterráneo	$-30 < I_T < 60$
Supramediterráneo	$60 < I_T < 210$
Mesomediterráneo	$210 < I_T < 350$
Termomediterráneo	$350 < I_T < 470$

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Según el índice de termicidad la zona de estudio se encuentra en el piso bioclimático **mesomediterráneo**.

Para cada piso bioclimático se distinguen diferentes tipos de vegetación en función de la precipitación. La caracterización de los tipos de ombroclima posibles en la región mediterránea peninsular se define en la siguiente tabla:

Tabla 6.6. Tipos de ombroclima en la región mediterránea peninsular clasificados en función de la precipitación anual

Precipitación anual (mm)	Ombroclimas mesomediterráneos
$P < 200$ mm	Árido
$200 < P < 350$ mm	Semiárido
$350 < P < 600$ mm	Seco
$600 < P < 1000$ mm	Subhúmedo
$1000 < P < 1600$ mm	Húmedo
$P < 1600$ mm	Hiperhúmedo

En nuestro caso tenemos una precipitación media anual de 429,5mm. Por lo tanto el **ombroclima** que nos corresponde en la región es el denominado **seco**.

7. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

7.1. Clasificación climática de Thornthwaite (1948)

7.1.1. Determinación de la evapotranspiración potencial (ETP)

En esta clasificación climática Thornthwaite introduce el concepto de evapotranspiración potencial, como factor climático.

La evapotranspiración potencial (ETP), está definida como 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.

El índice térmico de la zona (I) es un valor anual que se obtiene mediante la suma de los doce índices de calor correspondientes a cada uno de los meses del año. Se formula así:

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad I = \sum_1^{12} i$$

Siendo:

t: Temperatura media mensual.

i: índice térmico mensual

I: Índice térmico

Tabla 7.1. Cálculo de los índices de calor mensuales

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
t	4,5	6,0	8,5	10,1	13,9	17,9	20,9	21,1	17,5	12,7	7,7	5,1
i	0,85	1,3	2,24	2,88	4,72	6,9	8,69	8,87	6,69	4,08	1,94	1,02

Así, el índice térmico de la zona será: **I = 50,2**

La evapotranspiración sin ajustar (e) se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Siendo:

t: temperatura media mensual

I: índice térmico de la zona

$$a = 0,675 \cdot I^3 \cdot 10^{-6} - 0,771 \cdot I^2 \cdot 10^{-4} + 0,01792 \cdot I + 0,49239$$

Sustituyendo I en la última expresión,

$$a = 0,675 \cdot 50,2^3 \cdot 10^{-6} - 0,771 \cdot 50,2^2 \cdot 10^{-4} + 0,01792 \cdot 50,2 + 0,49239 = \mathbf{1,28}$$

Con los datos que ya poseemos, se puede calcular (*e*) para cada mes:

Tabla 7.2. Valores mensuales de la evapotranspiración sin ajustar (*e*)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
t	4,5	6	8,5	10,1	13,9	17,9	20,9	21,1	17,5	12,7	7,7	5,1
e	13,8	19,9	31,4	39	59,1	81,5	99	100,7	79,4	52,2	27,8	16,2
k	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79

Finalmente, el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP), a partir de la evapotranspiración ajustada, se realiza según la siguiente fórmula:

$$ETP_{THORNTHWAITE} = e \cdot k$$

Siendo:

e: evapotranspiración sin ajustar

k: coeficiente de corrección en función de la iluminación diaria, la latitud (42° 27' 06") y los días del mes

Tabla 7.3. Valores mensuales de la ETP_{THORNTHWAITE}

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETP	11,4	16,5	32,4	43,6	74,4	103,5	126,8	119,9	82,5	49,6	22,8	12,8

7.1.2 Cálculo del índice de humedad

Con el objetivo de modelizar un balance hídrico se ha de tener en cuenta todos los parámetros que aportan o quitan agua al sistema del suelo:

P: precipitación media mensual.

ETP: evapotranspiración potencial media mensual.

R: reserva de agua en el suelo. Si $P < 2t \Rightarrow R = 0$ y si $P > 2t \Rightarrow R = R_{i-1} + P_i - ETP_i$

VR: variación de la reserva de agua.

ETA: evapotranspiración real mensual.

D: déficit mensual de agua.

E: excesos mensuales de agua.

Se establecen las siguientes hipótesis:

- La reserva del suelo varía entre 0 y 100 mm, esto es, $0 \leq R \leq 100$
- La evapotranspiración real (ETA) corresponde, en los meses en los que por falta

de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo en el mes anterior:

$$ETA_i = P_i + R_{j-1}$$

- En los meses suficientemente húmedos, la evapotranspiración real coincide con la potencial:

$$\text{Si } P_i + R_{j-1} \geq ETP_i \quad ETA_i = ETP_i$$

- Existe déficit de humedad en los meses en que la evapotranspiración real es inferior a la potencial.

$$D_i = ETP_i - ETA_i$$

- Existe exceso de humedad en los meses en que al acumular agua en las reservas del suelo, éstas superan el valor 100.

$$\text{Si } P_i + R_{i-1} - ETP_i > 100$$

$$E_i = (P_i + R_{i-1}) - (ETP_i + 100)$$

A continuación calcularemos el balance hídrico en el suelo.

Tabla 7.4 Balance hídrico según Thornthwaite, en mm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P	30,9	27,0	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3	429,5
ETP	11,4	16,5	32,4	43,6	74,4	103,5	126,8	119,9	82,5	49,6	22,8	12,8	696,3
R	63,9	74,4	72,6	78,4	59,8	6,5	0	0	0	0	12,9	34,4	
VR	19,5	10,5	-1,8	5,8	-18,6	-53,3	-100,5	-97,7	-51,7	-13,2	12,9	21,5	
$P_i + R_{j-1}$	65,3	90,9	105	122	134,2	110	32,8	22,2	30,8	36,4	35,7	47,2	
ETA	11,4	16,5	32,4	43,6	74,4	103,5	32,8	22,2	30,8	36,4	22,8	12,8	439,6
D	0	0	0	0	0	0	94	97,7	51,7	13,2	0	0	256,6
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Thornthwaite considera que cuando la precipitación es igual a la evapotranspiración potencial durante todo el año y se dispone del agua necesaria no hay ni déficit ni exceso hídrico, el clima no es ni húmedo ni seco.

A medida que varía el suministro de agua de lluvia, respecto a la evapotranspiración potencial, el clima será más árido o más húmedo.

El índice de falta de humedad se calcula de la siguiente forma:

$$I_D = \frac{D}{ETP} \times 100$$

Sustituyendo los datos:

$$I_D = \frac{256,6}{696,3} \times 100 = 36,85$$

Por el contrario, el índice de exceso de humedad se calcula así:

$$I_E = \frac{E}{ETP} \times 100$$

Sustituyendo los datos:

$$I_E = \frac{0}{696,3} \times 100 = 0\%$$

El índice de humedad de Thornthwaite (I_h) se determina por la expresión:

$$I_h = I_E - 0,6 I_D = 0 - 0,6 \cdot 36,85 = -22,1\%$$

Se establece pues una clasificación climática en función de I_h :

Tabla 7.5 Tipos climáticos y siglas correspondientes al Índice de humedad de Thornthwaite

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

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Nuestra zona es de tipo climático **semiárido** y se representa con la letra **D**.

7.1.3 Determinación de la eficacia térmica

Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado.

Los tipos climáticos y las siglas que los representan se incluyen en la tabla que sigue a continuación:

Tabla 7.6 Eficacia térmica según Thornthwaite

ETP anual (cm)	Tipo climático	Sigla
$ETP \geq 114$	Megatérmico	A'
$114 > ETP \geq 99,7$	Mesotérmico	B ₄ '
$99,7 > ETP \geq 85,5$		B ₃ '
$85,5 > ETP \geq 71,2$		B ₂ '
$71,2 > ETP \geq 57$		B₁'
$57 > ETP \geq 47,2$	Microtérmico	C ₂ '
$47,2 > ETP \geq 28,5$		C ₁ '
$28,5 > ETP \geq 14,2$	Tundra	D'
$ETP < 14,2$	Glacial	E'

El valor de ETP es de 69,63 cm. En consecuencia, nuestra zona es de tipo **mesotérmico**, sigla **B₁'**.

7.1.4 Determinación de la variación estacional de la humedad

Interesa determinar si en nuestro clima seco existe un periodo húmedo, basándonos en el índice de exceso de humedad (I_E).

Tabla 7.7 Variación estacional de la humedad para climas secos (Thornthwaite)

I_E	TIPOS CLIMÁTICOS		SIGLA
$10 > I_E \geq 0$	Nulo o pequeño exceso de humedad		d
$20 > I_E \geq 10$	Moderado exceso de humedad	en verano	s
		en invierno	w
$I_E \geq 20$	Gran exceso de humedad	en verano	s ₂
		en invierno	w ₂

El valor resultante, previamente calculado en el apartado 7.1.2 es $I_E = 0$. En consecuencia, el tipo climático se caracteriza por un **nulo o pequeño exceso de humedad**, sigla **d**.

7.1.5 Determinación de la concentración térmica en verano

La concentración térmica en verano está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual, y expresada en %.

Al no disponer de valores diarios, estableceremos la parte proporcional de los días de verano correspondientes de junio a septiembre:

$$ETP_{junio} = 103,5 \text{ mm}$$

$$ETP_{julio} = 126,8 \text{ mm}$$

$$ETP_{agosto} = 119,9 \text{ mm}$$

$$ETP_{septiembre} = 82,5 \text{ mm}$$

$$ETP_{anual} = 696,3 \text{ mm}$$

Ahora se calcula la ETP proporcional a los días de verano:

$$ETP_{verano} = \frac{1}{3}ETP_{junio} + ETP_{julio} + ETP_{agosto} + \frac{2}{3}ETP_{septiembre} = 336,2 \text{ mm}$$

$$C_v = \frac{ETP_{verano}}{ETP_{anual}} \times 100 = \frac{336,2}{696,3} \times 100 = 48,3 \%$$

Tabla 7.8 Concentración de la eficacia térmica en verano, según Thornthwaite

C_v	Tipos climáticos	Siglas
$C_v < 48$	Baja concentración	a'
$51,9 > C_v \geq 48$	Moderada concentración	b₄'
$56,3 > C_v \geq 51,9$		b ₃ '
$61,6 > C_v \geq 56,3$		b ₂ '
$68 > C_v \geq 61,6$		b ₁ '
$76,3 > C_v \geq 68$	Alta concentración	c ₂ '
$88 > C_v \geq 76,3$		c ₁ '
$C_v \geq 88$	Muy alta concentración	d'

La concentración térmica de la zona es **moderada**, sigla **b₄'**.

7.1.6 Resumen

Según Thornthwaite la zona objeto de estudio es de **tipo climático semiárido, mesotérmico, con nulo o escaso exceso de humedad y con una concentración térmica en verano moderada**. La fórmula climática asociada es: **D B₁' d b₄'**.

7.2 Clasificación bioclimática de la UNESCO – FAO (1963)

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son: temperaturas medias, precipitaciones, número de días de lluvia, humedad relativa, nieblas y rocío.

7.2.1 Temperatura

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

- Grupo 1: Cuando $t > 0^{\circ}\text{C}$
- Grupo 2: Cuando en algunos meses del año $t < 0^{\circ}\text{C}$
- Grupo 3: Cuando en todos los meses del año $t < 0^{\circ}\text{C}$

En nuestro caso la temperatura media del mes más frío corresponde a enero, con un valor de $4,5^{\circ}\text{C}$, que supera los 0°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.

Tabla 2. Subclasificación del grupo 1, según UNESCO-FAO

Si $t_f > 15^{\circ}\text{C}$	El clima es cálido
$15^{\circ}\text{C} > t_f > 10^{\circ}\text{C}$	El clima es templado cálido
$10^{\circ}\text{C} > t_f > 0^{\circ}\text{C}$	El clima es templado

Urbano Terrón, P. (2001) “Tratado de Fitotecnia General”

Nuestra zona pertenece al **clima templado**.

Desde un punto de vista bioclimático (relación de las condiciones climáticas con el desarrollo de la vida vegetal y animal), resulta muy interesante precisar si existe invierno y su rigor, en caso de que exista. Para caracterizarlo, se utiliza la temperatura media de las mínimas del mes más frío. En la siguiente tabla se indican estas condiciones:

Tabla 7.10 Características del invierno, según UNESCO-FAO

t_m (media de las mínimas del mes más frío) $^{\circ}\text{C}$	Tipos de invierno
$t_m \geq 11$	Sin invierno
$11 > t_m \geq 7$	Con invierno cálido
$7 > t_m \geq 3$	Con invierno suave
$3 > t_m \geq -1$	Con invierno moderado
$-1 > t_m \geq -5$	Con invierno frío
$t_m < -5$	Con invierno muy frío

Urbano Terrón, P. (2001) “Tratado de Fitotecnia General”

La temperatura media de las mínimas del mes más frío corresponde a enero con un

valor de 0,6°C, lo que caracteriza nuestra zona con un **invierno moderado**.

7.2.2 Aridez

- Mes seco (S): la precipitación (mm) es igual o menor que el doble de la temperatura media (°C) → $P < 2t$.
- Mes subseco (SS): la precipitación (mm) supera el doble de la temperatura media, pero no alcanza a ser tres veces ésta → $2t \leq P < 3t$.
- Mes húmedo (H): la precipitación total (mm) supera el triple de la temperatura media → $P > 3t$.

Para representar gráficamente los periodos secos se utilizan los diagramas ombrotérmicos de Gausson. Sobre un diagrama cartesiano se llevan en abscisas los meses del año y en ordenadas las precipitaciones y temperaturas medias mensuales, en mm y °C, respectivamente. Tomando la precaución de hacer la escala de las temperaturas doble de las precipitaciones, la comparación de las curvas térmica y pluviométrica proporciona directamente los periodos secos, según el criterio $P \leq 2t$.

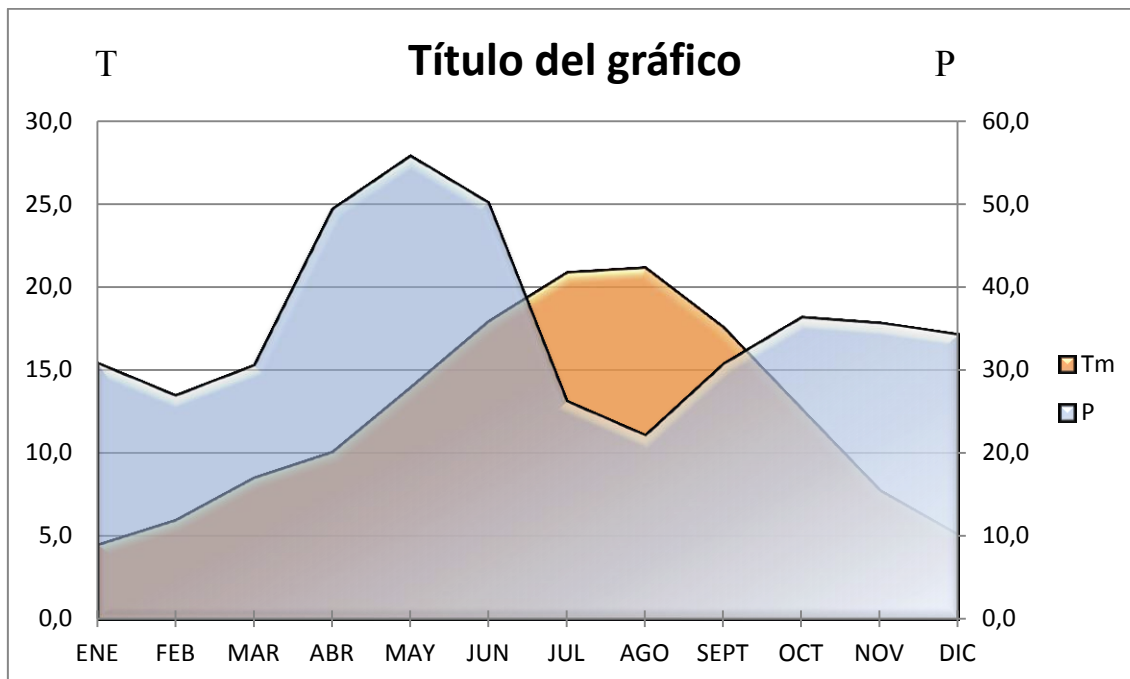
Si la curva pluviométrica va siempre por encima de la térmica, no hay ningún período seco y el clima se define como *axérico*. En otras condiciones, las curvas pueden cortarse determinando uno o dos periodos secos y los climas se definen como *monoxéricos* y *bixéricos*. A continuación realizaremos nuestro diagrama ombrotérmico:

Tabla 7.11 Datos del diagrama ombrotérmico

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
T (°C)	4,5	6,0	8,5	10,1	13,9	17,9	20,9	21,1	17,5	12,7	7,7	5,1
P(mm)	30,9	27	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3
2T	9,0	11,9	17,0	20,1	27,9	35,8	41,7	42,3	35,1	25,3	15,5	10,1
3T	13,5	17,9	25,5	30,2	41,8	53,7	62,6	63,4	52,6	38,0	23,2	15,2
Tipo	H	H	H	H	H	SS	S	S	S	SS	H	H

Notamos la existencia de un periodo húmedo de noviembre a mayo. Otro periodo seco se extiende de julio a septiembre. Entremedias se observan dos periodos subsecos en los meses de junio y octubre.

A continuación realizamos el diagrama ombrotérmico:



Analizando el diagrama ombrotérmico se observa un único periodo seco que empieza y termina donde se cruzan las dos curvas, de finales de junio a principios de octubre. Por todo lo expuesto anteriormente, es un clima **monoxérico**.

7.2.3 Índices xerotérmicos

Son índices utilizados para caracterizar la intensidad de la sequía. El índice xerotérmico mensual (x_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$x_m = \left[N - \left(P + \frac{b}{2} \right) \right] f$$

Siendo:

N = número de días del mes

P = número de días de lluvia durante el mes

b = número de días de rocío + número de días con niebla

f = factor que depende de la humedad relativa media diaria (ver tabla a continuación)

Tabla 7.12 Valores de la humedad relativa media diaria y coeficiente de sequía

Hr (%)	f
Hr < 40	1
40 ≤ Hr < 60	0,9
60 ≤ Hr < 80	0,8
80 ≤ Hr < 90	0,7
90 ≤ Hr < 100	0,6
Hr = 100	0,5

El índice xerotérmico de un período seco (IP_x) es la suma de los índices mensuales correspondientes a la duración del período seco. Se obtendrá a partir del diagrama ombrotérmico sumando los índices xerotérmicos de los meses completos que alcance el período de aridez y la parte proporcional de los meses primero y último de aridez, estimada gráficamente sobre el diagrama ombrotérmico.

$$IP_x = \sum x_m$$

Tabla 7.13 Cálculo del índice xerotérmico de los meses secos

	N	P	b	H _r (%)	f	x _m
Julio	31	6,2	6	57	0,9	19,6
Agosto	31	5,8	6,9	58,1	0,9	19,6
Septiembre	30	7,7	8,5	63,6	0,8	14,4

Para calcular el índice xerotérmico del período seco tendremos en cuenta que el período seco comienza a principio de junio y termina a finales de septiembre.

$$IP_x = \sum x_m = x_{julio} + x_{agosto} + x_{septiembre}$$

$$IP_x = 19,6 + 19,6 + 14,4 = 53,6$$

De acuerdo con las consideraciones anteriores (temperaturas, aridez e índices xerotérmicos), se propone la siguiente clasificación climática:

Tabla 7.14 Clasificación climática reducida, según UNESCO-FAO

Tipo climático según la temperatura	Tipo climático según la aridez	Valor del índice xerotérmico anual	Clasificación
Grupo 1: Templado-cálido y templado	Monoxérico	$150 < x \leq 200$	Xeromediterráneo
		$125 < x \leq 150$	Termomediterráneo acentuado
		$100 < x \leq 125$	Termomediterráneo atenuado
		$75 < x \leq 100$	Mesomediterráneo acentuado
		$40 < x \leq 75$	Mesomediterráneo atenuado
		$0 < x \leq 40$	Submediterráneo
	Axérico	X=0	Templado con período subseco ($2T < P \leq 3T$)
			Templado cálido($10 < T \leq 15^{\circ}\text{C}$)
			Templado medio($0 < T \leq 10^{\circ}\text{C}$)
	Bixérico	$150 < x \leq 200$	Bixérico templado acentuado
		$100 < x \leq 150$	Bixérico templado medio
		$40 < x \leq 100$	Bixérico templado atenuado
		$0 < x \leq 40$	Bixérico templado de transición
	Grupo 2: Templado-frío y frío	Meses de sequía más heladas	
11 a 12		-----	Desértico frío
9 a 10		-----	Subdesértico frío
5 a 8		-----	Estepario frío
2 a 4		-----	Subaxérico frío
1		-----	Axérico frío
Grupo 3:Glacial	-----	-----	Glacial

Nuestra zona pertenece al grupo 1, clima templado con invierno moderado, es **monoxérico** y posee un índice xerotérmico de 53,6 por lo que se clasifica como **clima mesomediterráneo atenuado**.

7.3 Clasificación agroclimática de Papadakis (1960)

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación agroecológica en la que se utilizan fundamentalmente factores meteorológicos, ya que éstos son más representativos a la hora de estimar la respuesta de los cultivos.

La clasificación agroclimática de Papadakis se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del invierno
- Calor en verano
- Régimen estacional de humedad
- Coeficiente anual de humedad

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

7.3.1 Rigor del invierno

Para caracterizar este factor se toman una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. Los tipos climáticos son:

- *Ecuatorial (Ec)*: No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío es superior a 18°C. Es apto para el cultivo de la palma de aceite, cocotero y árbol del caucho entre otros.

- *Tropical (Tp)*: No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío varía entre 8 y 18°C. Se subdivide en:

Cálido (Tp), demasiado cálido para el trigo de invierno.

Medio (Tp), marginal para el trigo de invierno.

Fresco (Tp), bastante frío para el trigo de invierno.

- *Citrus (Ci)*: Hay heladas y la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -2,5 y 7°C. Se subdivide en

Tropical (Ct), marginal para el trigo

Citrus (Ci), lo bastante frío para aquél. Permite el cultivo del naranjo, pero marginalmente al existir heladas.

- *Avena (Av)*: Corresponde a una temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío, variable entre -10 y -2,5°C. Permite el cultivo de la avena, pero no el de los cítricos.

- *Triticum (Ti)*: La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -10 y -29°C. Permite el cultivo de trigo de siembra otoñal, pero no el de la avena.

- Primavera (Pr): La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío es inferior a -29°C . No permite el cultivo de trigo de otoño.

En la siguiente tabla se presentan los distintos tipos de invierno con sus límites térmicos. Cuando un invierno es demasiado frío para un tipo y demasiado cálido para el siguiente, pertenece a este último.

Tabla 7.15 Tipos y subtipos climáticos, según el rigor del invierno (Papadakis)

Tipo de invierno	Tª media de las mínimas absolutas del mes más frío ($^{\circ}\text{C}$)	Tª media de las mínimas del mes más frío ($^{\circ}\text{C}$)	Tª media de las máximas del mes más frío ($^{\circ}\text{C}$)
Ecuatorial (Ec)	>7	>18	
Tropical (Tp)			
Tp (cálido)	>7	13-18	>21
tP(medio)	>7	8-13	>21
tp (fresco)	>7		<21
Citrus (Ci)			
Ct (tropical)	7 a $-2,5$	>8	>21
Ci(citrus)	7 a $-2,5$		10 a 21
Avena (Av)			
Av (cálido)	$-2,5$ a 10	>4	>10
av (fresco)	>-10		5 a 10
Triticum (Ti)			
Tv (trigo-avena)	-10 a -29		5
Ti (cálido)	>-29		0 a 5
ti (fresco)	>-29		<0
Primavera (Pr)			
Pr	<-29		$>-17,8$
pr	<-29		$<-17,8$

En nuestro estudio el mes más frío es enero, con los siguientes datos:

Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío = -5°C

Temperatura media de las mínimas del mes más frío = $0,6^{\circ}\text{C}$

Temperatura media de las máximas del mes más frío = $8,4^{\circ}\text{C}$

Según la tabla el tipo de invierno de nuestra zona es **avena fresco (av)**.

7.3.2 Calor del verano

Los tipos de verano, al igual que los de invierno, vienen determinados por límites térmicos pero además tienen en cuenta la estación libre de heladas. En esta clasificación también se utilizan una serie de plantas indicadoras en función de sus exigencias térmicas para llegar a la madurez fisiológica.

- *Algodón (G)*: Período libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 25°C.
- *Cafeto (C)*: Ausencia total de heladas. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21°C.
- *Arroz (O)*: Período libre de heladas superior a 4 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21-25°C.
- *Maíz (M)*: Período libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21°C. Permite la maduración del maíz pero no la del algodón.
- *Triticum (T)*: Período libre de heladas superior a 4,5 meses (*Triticum* cálido) o a 2,5 meses (*Triticum* menos cálido) y temperatura media de las máximas del semestre más cálido, inferior a 21°C. Permite la maduración del trigo pero no del maíz.
- *Polar cálido (P)*: Período libre de heladas inferior a 2,5 meses y temperatura media de las máximas de los cuatro meses más calurosos, superior a 10°C. No permite que madure el trigo, pero permite el desarrollo de boques y praderas (*taiga*).

Por estar fuera de nuestro interés, no consideramos los siguientes tipos climáticos: *Polar frío (p)*, *Frígido (F)* y *Andino-Alpino (A)*

Los tipos y subtipos climáticos correspondientes al calor del verano aparecen en la tabla facilitada a continuación:

Tabla 7.16 Tipos y subtipos climáticos de verano (Papadakis)

Tipo de verano	Duración de la estación libre de heladas (mínima disponible o media) (meses)	Media de la temperatura media de las máximas de los n meses más cálidos (°C)	Media de las temperaturas máximas del mes más cálido (°C)	Media de las temperaturas mínimas del mes más cálido (°C)
Algodón				
G (más cálido)	Mínima > 4,5	> 25, n = 6	> 33,5	
g (menos cálido)	Mínima > 4,5	> 25, n = 6	< 33,5	> 20
Cafeto				
c	Mínima > 12	> 21, n = 6	< 33,5	< 20
Arroz				
O	Mínima > 4	21 a 25, n = 6		
Maíz				
M	Disponible > 4,5	> 21, n = 6		
Triticum				
T (más cálido)	Disponible > 4,5	< 21, n = 6		
t (menos cálido)	Disponible 2,5 a 4,5	> 17, n = 6		
Polar cálido (taiga)				
P	Disponible < 2,5	>10, n = 4		5

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Para conocer el tipo de verano correspondiente a nuestra zona debemos conocer los siguientes datos:

Período libre de heladas medio: 243 días que corresponde a unos 8 meses.

Media de la temperatura media de las máximas de los meses más cálidos: 23,7°C (en mayo 19,8°C, en junio 24,5°C, en julio 28,1°C, en agosto 28,3°C, en septiembre 23,8°C y en octubre 17,8°C respectivamente; n = 6).

Media de las temperaturas máximas del mes más cálido: 28,3°C.

Media de las temperaturas mínimas del mes más cálido: 13,8°C.

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

7.3.3 Clases térmicas

Combinando los tipos correspondientes al rigor del invierno y calor del verano, se obtienen las siguientes clases térmicas, que caracterizan los tipos climáticos convencionales establecidos por los climatólogos.

- Climas Ecuatoriales: EcG
- Climas Tropicales: TpM, TpG
- Climas Subtropicales: CiG
- Climas Tierra templada: TpT
- Climas marítimos: CiM, CiT, AvT, AvP, TiP
- Climas continentales: AvG, TiG, PrM, PrT, PrP
- Climas Templados: TiM, AvM, TiT

Como en el listado sólo aparece como tipo de verano maíz, y nuestro tipo de invierno es avena fresco, clasificaremos nuestra zona con una clase térmica **AvM** que pertenece a **clima templado**.

7.3.4 Caracterización hídrica

Calculamos el coeficiente de humedad anual (I_h). Papadakis define el coeficiente de humedad anual por la relación entre la lluvia total recibida y las necesidades de la vegetación, según la siguiente fórmula:

$$I_h = \frac{P_{anual}}{ETP_{anual}}$$

En nuestro caso la precipitación media anual (P) es de 429,5mm y la evapotranspiración potencial anual media (ETP) es de 696,3. Con estos datos ya podemos calcular el coeficiente:

$$I_h = \frac{429,5}{696,3} = 0,61$$

Una vez conocido el índice podemos caracterizar la zona climáticamente con la tabla facilitada a continuación:

Tabla 7.17 Caracterización climática y siglas correspondientes al índice hídrico anual de Papadakis

Sigla	Caracterización climática	I_h
D	Desértico	< 0,09
XX	Polixerofítico	0,09 – 0,22
Xs	Xerofítico seco	0,22 – 0,44
Xh	Xerofítico húmedo	0,44 -0,66
Ms	Mesofítico seco	0,66 – 0,88
Mh	Mesolítico húmedo	0,88 – 1,32
H	Higrofítico	1,32 – 2,64
HH	Poligrofítico	> 2,64

Urbano Terrón, P. (2001) “Tratado de Fitotecnia General”

Según el cuadro nuestra zona es **xerofítica húmeda**, se representa **Xh**.

7.3.5 Determinación del régimen estacional de humedad

El régimen estacional de humedad se caracteriza por la presencia de meses secos, meses húmedos y meses intermedios. Para saber qué tipo de mes es cada uno debemos calcular su coeficiente de humedad (i_h), que se calcula de la siguiente forma:

$$i_h = \frac{\text{Agua}_{\text{disponible}}}{\text{Necesidades}} = \frac{\text{Lluvia}_{\text{mensual}} + \text{Reserva}_{\text{suelo}}}{\text{ETP}_{\text{mensual}}}$$

Además debemos aplicar los siguientes criterios:

- Un mes es húmedo si $i_h > 1$
- Un mes es seco si $i_h < 0,5$ (en este caso la reserva es nula)
- Un mes es intermedio si $1 > i_h > 0,5$ (en este caso la reserva es nula)

En la siguiente tabla se calcula el coeficiente de humedad de cada mes.

Tabla 7.18 Cálculo coeficientes de humedad mensuales, i_h , según Papadakis

	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
P	30,9	27,0	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3
R	63,9	74,4	72,6	78,4	59,8	6,5	0	0	0	0	12,9	34,4
ETP	11,4	16,5	32,4	43,6	74,4	103,5	126,8	119,9	82,5	49,6	22,8	12,8
i_h	8,31	6,14	3,18	2,93	1,55	0,54	0,20	0,18	0,37	0,73	2,13	5,36

Ahora podemos clasificar los distintos meses en base a su coeficiente de humedad mensual, según los criterios comentados anteriormente:

Meses húmedos: enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre.

Meses secos: julio, agosto y septiembre.

Mes intermedio: junio y octubre.

En resumen: 6 meses húmedos, 4 secos y 2 intermedios.

De acuerdo con la distribución de meses húmedos y secos Papadakis propone los tipos climáticos que se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 7.19 Tipos climáticos según el régimen de humedad (Papadakis)

Regímenes fundamentales		
Húmedo		
HU (siempre húmedo)	No hay ningún mes seco. Índice anual de humedad mayor que uno. Lluvia de lavado (Ln) mayor que el 20% de la ETP anual	Todos los meses son húmedos
Hu (húmedo)		Uno o más meses no son húmedos
Mediterráneo		
ME (húmedo)	Ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que P estival. Si el verano es G el mes de julio deberá ser seco. Latitud mayor de 20°. En caso contrario es monzónico	Ln mayor que 20% de la ETP anual y/o índice anual de humedad mayor de 0,88
Me (seco)		Ln menor que el 20% de la ETP anual. Índice anual de humedad entre 0,22 y 0,88. En uno o más meses con media de las máximas superior a 15 °C el agua disponible cubre completamente la ETP.
me (semiárido)		Demasiado seco para Me
Monzónico		
MO (monzónico húmedo)	Ni húmedo ni desértico. Índices de humedad de julio-agosto mayores que los de abril-mayo. Julio y agosto deben ser húmedos si lo son dos meses de invierno. En caso contrario el régimen es de estepa o semiárido-isohigro	Ln mayor que el 20% de la ETP anual y/o índice anual de humedad mayor de 0,88
Mo (monzónico seco)		Ln inferior al 20% de la ETP anual. Índice anual de humedad entre 0,44 y 0,88
mo (monzónico semiárido)		Índice anual de humedad inferior a 0,44
Estepario		
St	Ni mediterráneo, ni monzónico, ni húmedo. Primavera no seca. La precipitación combinada de los tres meses de primavera cubre más de la mitad de la ETP correspondiente. Latitud mayor de 20°, en caso contrario es monzónico	

Desértico		
Da (absoluto)	Todos los meses con temperaturas medias de las máximas mayores de 15 °C son secos. Índice anual de humedad menor de 0,22	Todos los meses con temperatura media de las máximas superior a 15 °C. Tienen índices de humedad inferiores a 0,25. Índice anual de humedad menor de 0,09
De (mediterráneo)		No es lo bastante árido para da. Precipitación invernal mayor que la estival
Di (isihigro)		Ni da, ni de, ni do
do (monzónico)		No lo suficientemente árido para da. Julio y agosto menos secos que abril y mayo
Semiárido-isohigro		
Si	Demasiado seco para estepario. Demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo ni monzónico	

Según la tabla, la zona es de tipo climático **mediterráneo seco (Me)**.

7.3.6 Clasificación climática

Según Papadakis nuestra zona posee un rigor invernal de tipo avena fresco (Av), un calor de verano tipo maíz (M) o arroz (O), es decir es de clase térmica denominada clima templado (AvM). Su caracterización hídrica es de tipo Xerofítico húmedo (Xh), según el índice hídrico anual, y de tipo mediterráneo seco (Me), según el régimen de humedad. La fórmula climática que le corresponde es: **AvM Xh Me**.

8. TABLAS DE DATOS CLIMÁTICOS

Temperatura media

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	5,7	5,4	7,0	12,6	10,3	18,0	23,4	20,8	16,3	12,4	9,1	5,9	12,2
1985	3,2	8,8	7,7	12,6	12,7	18,9	23,4	21,5	20,9	15,2	7,5	6,5	13,2
1986	6,1	5,7	9,1	8,4	17,9	20,2	21,7	20,8	19,4	15,6	9,1	6,0	13,3
1987	4,6	6,3	8,7	12,6	13,6	18,5	21,1	23,6	21,8	13,8	9,0	6,1	13,3
1988	6,9	5,8	9,1	10,6	14,3	16,5	20,7	21,7	18,9	14,2	9,0	5,1	12,7
1989	3,5	7,4	11,1	9,0	16,8	19,4	22,5	21,5	17,8	14,7	10,7	8,8	13,6
1990	5,2	10,1	9,8	9,9	16,8	18,6	23,0	22,7	19,7	14,3	8,4	3,1	13,5
1991	4,2	5,1	10,1	8,9	13,0	18,7	22,8	25,1	21,0	11,4	8,2	6,6	12,9
1992	2,5	5,6	8,6	11,1	16,6	15,1	21,5	22,5	17,7	10,9	9,2	6,4	12,3
1993	4,6	5,0	9,1	11,0	14,9	20,0	20,9	22,7	17,4	12,1	7,4	8,2	12,8
1994	6,5	7,8	11,7	10,5	16,7	20,1	25,1	23,8	17,5	13,9	10,2	6,7	14,2
1995	7,4	8,7	9,4	12,0	16,4	19,2	23,5	22,5	17,2	16,9	10,6	6,4	14,2
1996	7,7	5,3	8,7	11,7	14,4	19,8	21,8	20,4	16,7	13,5	9,3	6,0	12,9
1997	6,2	8,9	12,4	13,5	16,0	17,8	19,8	22,4	19,8	16,4	9,4	6,5	14,1
1998	6,7	7,6	10,8	10,4	15,1	19,6	21,2	21,8	18,4	12,5	8,1	4,6	13,1
1999	5,0	6,5	9,6	11,6	17,3	18,6	22,4	22,1	19,4	13,4	6,9	5,8	13,2
2000	3,8	9,0	10,0	11,0	16,6	20,4	21,0	22,1	19,0	13,4	8,1	7,6	13,5
2001	7,0	7,2	12,1	11,3	16,1	21,0	21,5	22,9	16,7	15,9	7,6	3,4	13,6
2002	6,2	8,6	11,0	12,1	14,3	20,4	20,7	20,2	17,6	14,4	10,1	8,0	13,6
2003	5,8	5,6	10,8	12,6	15,9	23,4	23,1	25,1	18,4	12,7	9,3	6,4	14,1
2004	4,3	5,5	6,8	9,0	14,6	16,6	19,8	22,1	18,0	12,0	6,6	5,1	11,7
2005	6,0	5,6	7,7	9,7	14,8	18,6	20,3	20,7	16,7	9,4	9,6	6,3	12,1
2006	6,1	6,7	6,2	9,9	11,8	17,5	22,8	20,6	17,4	12,8	7,4	2,9	11,8
2007	5,5	6,4	8,9	8,8	14,9	20,3	20,9	20,6	16,4	11,4	7,5	5,7	12,3
2008	4,2	8,7	9,5	10,6	12,1	15,7	18,4	18,8	17,5	13,3	7,9	6,1	11,9
2009	3,2	9,0	9,3	8,2	11,3	14,8	20,3	21,0	18,9	12,5	6,9	6,6	11,8
2010	5,2	6,0	9,2	13,7	14,4	19,3	23,6	22,7	19,1	13,8	8,5	5,3	13,4
2011	6,2	7,8	9,9	15,4	17,9	20,0	21,4	24,0	21,3	15,9	11,4	7,8	14,9
2012	7,1	6,0	11,2	11,5	17,9	22,3	22,7	24,7	19,9	15,1	9,5	7,2	14,6
2013	7,9	6,6	9,7	11,7	12,5	17,9	24,3	22,6	19,5	15,7	9,6	5,0	13,6
Tm	5,5	7,0	9,5	11,1	14,9	18,9	21,9	22,1	18,5	13,7	8,7	6,1	13,2
Correc Arnedo	4,5	6,0	8,5	10,1	13,9	17,9	20,9	21,1	17,5	12,7	7,7	5,1	12,2

Temperatura máxima absoluta

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	15,6	16,0	18,0	25,6	23,0	33,0	38,2	34,2	34,0	23,4	21,3	14,2	24,7
1985	15,6	20,1	21,0	26,0	26,5	32,5	36,9	35,9	34,1	30,3	24,5	20,3	27,0
1986	14,5	17,9	23,0	20,0	32,8	38,0	36,5	37,0	32,3	27,5	21,0	14,2	26,2
1987	17,0	19,8	21,3	25,0	30,8	35,8	34,7	40,3	37,9	28,0	20,0	19,0	27,5
1988	16,0	17,2	24,7	21,4	24,5	29,4	34,9	35,8	39,0	27,8	19,2	14,9	25,4
1989	14,5	20,3	24,8	20,0	28,9	33,0	37,5	33,4	29,8	25,7	21,1	22,0	25,9
1990	16,5	20,4	24,6	23,0	27,9	34,8	37,7	37,3	30,9	25,9	21,0	13,0	26,1
1991	17,0	18,1	22,9	23,4	30,3	36,0	37,0	39,7	35,0	23,3	21,1	18,5	26,9
1992	15,1	16,5	24,0	27,8	32,5	29,5	35,9	35,0	30,5	23,4	19,1	15,3	25,4
1993	15,2	14,0	23,6	26,0	28,0	34,3	36,9	38,4	31,0	23,0	19,0	16,8	25,5
1994	18,0	19,3	24,9	30,0	35,6	37,8	38,0	39,5	32,6	23,4	20,5	18,4	28,2
1995	19,0	20,5	21,8	25,3	31,8	32,9	38,6	36,0	31,0	30,5	23,0	17,0	27,3
1996	15,4	15,7	21,0	22,8	31,8	33,0	38,2	33,5	27,7	25,4	23,5	14,8	25,2
1997	15,1	18,6	26,2	25,5	30,2	29,2	32,0	33,5	31,5	28,5	16,5	15,0	25,2
1998	18,0	21,0	23,0	29,5	27,0	35,0	35,0	37,0	32,5	23,0	18,5	17,0	26,4
1999	14,0	17,0	22,0	26,5	31,0	34,0	37,0	33,0	32,9	22,5	18,0	19,0	25,6
2000	15,0	19,5	24,0	23,5	30,0	35,0	36,0	35,5	31,5	26,0	17,5	19,0	26,0
2001	19,0	20,5	27,0	25,0	35,0	39,0	35,5	35,0	28,5	27,5	17,0	15,0	27,0
2002	17,5	17,5	25,5	27,0	30,0	35,5	34,5	32,5	27,0	25,0	21,0	17,5	25,9
2003	18,0	13,5	21,5	27,5	31,5	36,5	35,5	37,5	28,5	24,0	17,5	15,5	25,6
2004	14,0	15,4	21,0	28,0	31,0	32,4	34,4	35,0	32,0	23,0	17,8	14,0	24,8
2005	15,0	15,0	20,0	19,0	28,8	30,4	36,0	36,0	29,8	22,8	19,4	15,0	23,9
2006	16,0	16,2	16,6	24,0	23,6	32,0	38,0	35,0	29,0	26,0	20,0	9,2	23,8
2007	17,0	16,0	21,6	20,0	30,0	32,4	33,6	36,2	27,0	25,0	14,6	20,2	24,5
2008	13,4	19,0	24,0	27,6	27,0	27,2	31,6	33,6	31,6	25,8	21,0	17,8	25,0
2009	13,0	21,2	24,8	19,0	23,8	28,0	37,0	35,2	32,0	23,2	17,6	20,0	24,6
2010	14,7	18	22,1	29,5	29,6	33,2	37,2	38,9	33,8	28,8	21,8	18,7	27,2
2011	18,5	21,9	24,2	30,7	33,5	37,2	36	39,4	34,8	31,4	19,8	19,5	28,9
2012	16,9	22,4	26,3	24,1	33,3	38,5	39,5	40,6	33,2	28,8	20,8	16,9	28,4
2013	18,4	17,6	20,3	27,5	24,8	32,5	37,3	37,4	31,9	29,7	22,8	17,6	26,5
MEDIA	16,1	18,2	22,9	25,0	29,5	33,6	36,2	36,2	31,8	26,0	19,9	16,8	26,0
Correc Arnedo	15,1	17,2	21,9	24,0	28,5	32,6	35,2	35,2	30,8	25,0	18,9	15,8	25,0

Temperatura media máxima

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	8,8	8,8	11,2	18,2	14,6	24,7	31,7	27,0	22,5	17,9	13,9	10,5	17,5
1985	7,2	14,2	12,6	19,0	18,1	26,2	30,8	29,5	29,0	21,3	11,3	10,8	19,2
1986	9,9	9,5	14,4	13,0	25,0	27,4	29,8	28,3	25,2	20,3	14,0	9,3	18,8
1987	8,8	10,3	13,7	18,4	19,7	26,1	27,2	31,8	29,2	19,2	13,5	10,8	19,1
1988	10,9	10,6	15,2	15,2	19,4	21,6	28,2	29,0	25,6	20,2	13,6	9,1	18,2
1989	8,3	13,0	17,2	13,9	23,1	27,1	30,1	28,8	23,7	20,3	14,0	11,7	19,3
1990	9,4	15,7	15,6	14,3	23,3	25,0	30,9	30,0	25,9	19,4	12,7	6,9	19,1
1991	8,3	9,7	14,7	14,6	18,3	26,1	30,4	33,6	27,4	16,1	12,3	10,3	18,5
1992	5,9	11,4	14,4	16,9	23,2	20,2	28,4	29,8	24,0	14,4	13,2	9,8	17,6
1993	9,1	9,3	14,7	17,3	20,7	26,8	27,7	29,9	23,2	16,3	12,1	12,5	18,3
1994	10,8	13,1	18,2	15,5	23,4	27,6	33,2	32,0	23,5	18,8	14,6	10,9	20,1
1995	12,1	14,2	15,3	19,1	23,0	26,4	31,2	29,3	23,3	24,1	15,9	9,8	20,3
1996	11,2	9,3	13,8	17,4	20,9	26,7	29,0	26,5	22,7	18,5	13,8	8,9	18,2
1997	9,3	14,3	19,6	19,8	22,0	23,4	25,8	28,5	25,5	21,7	13,6	10,4	19,5
1998	10,7	12,9	16,8	16,0	20,3	26,1	28,2	29,1	24,0	17,5	12,4	9,3	18,6
1999	9,0	10,5	15,0	17,5	23,2	25,1	29,1	29,0	25,8	18,5	9,9	10,0	18,6
2000	8,3	14,1	15,6	16,1	22,6	27,0	27,9	28,8	25,4	18,0	12,4	11,7	19,0
2001	11,0	12,2	17,8	17,1	22,5	28,7	28,4	29,7	23,0	21,6	11,5	8,1	19,3
2002	10,0	13,0	16,6	18,3	20,1	26,8	27,4	26,2	23,8	19,8	14,6	11,5	19,0
2003	9,2	9,3	16,6	18,2	22,2	30,2	30,8	32,5	23,6	17,2	13,6	10,0	19,5
2004	7,5	9,2	12,1	14,4	21,5	22,5	26,7	28,9	24,1	17,6	10,4	8,4	16,9
2005	10,1	9,3	11,6	14,4	20,4	25,6	27,3	27,6	22,4	13,0	13,4	10,0	17,1
2006	10,0	10,6	10,0	14,7	16,4	23,1	30,9	26,9	22,8	17,3	11,1	5,0	16,6
2007	9,7	9,7	14,6	13,2	21,1	27,4	27,6	26,9	22,0	15,8	11,2	9,1	17,4
2008	7,1	12,7	15,0	15,5	16,7	21,4	24,1	25,6	24,6	17,8	11,8	9,3	16,8
2009	6,1	12,5	14,3	12,4	15,8	20,4	28,2	28,9	26,1	17,0	10,9	10,1	16,9
2010	8,3	10,2	14,6	20,4	20,4	25,4	30,8	29,9	25,9	19,7	12,9	9,4	19,0
2011	10,4	13,4	15	21,5	24,6	26,4	28,3	32	28,6	23	15,3	12	20,9
2012	11,2	10,6	18,6	16,4	24,8	30,1	30,2	32,7	26,4	20,5	13,3	11,4	20,5
2013	12,4	10,3	14,7	17,6	17,7	23,8	32,1	29,6	26,2	21,7	13,3	9,5	19,1
MEDIA	9,4	11,5	15,0	16,5	20,8	25,5	29,1	29,3	24,8	18,8	12,9	9,9	18,6
Correc Arnedo	8,4	10,5	14,0	15,5	19,8	24,5	28,1	28,3	23,8	17,8	11,9	8,9	17,6

Temperatura mínima absoluta

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	-1,2	-2,2	-0,8	3,0	1,6	4,8	11,2	10,6	5,0	3,8	-1,8	-2,0	2,7
1985	-8,9	-2,5	-2,4	3,2	1,5	3,5	10,6	9,0	7,5	2,8	-3,0	-3,8	1,5
1986	-1,6	-5,8	-3,3	-0,9	3,5	7,1	9,8	7,6	8,8	3,6	-3,6	-2,0	1,9
1987	-5,0	-2,7	-2,0	0,3	3,2	5,0	10,5	10,0	10,3	3,0	0,5	-5,0	2,3
1988	-3,1	-2,5	-4,7	1,7	4,9	7,4	9,2	8,4	7,9	4,0	-5,4	-6,5	1,8
1989	-9,4	-3,7	1,4	-0,5	4,6	5,0	10,4	10,4	8,3	4,6	3,0	-2,0	2,7
1990	-3,0	-0,5	-4,0	2,0	6,0	8,9	8,2	10,0	9,9	2,8	-1,0	-6,0	2,8
1991	-4,5	-4,5	2,4	-0,8	3,0	5,5	9,7	11,1	6,4	-0,5	-2,0	-3,7	1,8
1992	-4,7	-4,0	0,0	0,1	3,5	4,0	8,9	9,8	6,9	0,6	0,0	-2,3	1,9
1993	-4,8	-4,2	-3,0	1,0	5,5	8,8	9,0	9,7	5,5	4,0	-3,0	-1,0	2,3
1994	-5,0	-1,4	1,0	0,3	5,4	8,0	13,3	12,5	7,2	4,7	0,1	-1,8	3,7
1995	-3,0	-0,8	-1,1	-0,3	4,3	7,3	11,1	12,0	7,0	5,5	-1,4	-3,0	3,1
1996	1,2	-1,7	-1,8	-1,4	2,9	8,3	8,3	10,5	7,9	2,2	-2,6	-4,6	2,4
1997	-2,2	-1,2	1,2	3,1	3,4	8,5	8,9	10,5	9,0	0,5	2,0	-2,0	3,5
1998	-5,0	-2,0	-0,5	-2,0	5,0	8,5	10,0	9,5	10,0	3,5	-4,5	-5,0	2,3
1999	-3,0	-2,0	-2,0	-1,0	8,0	7,0	12,5	12,0	8,0	5,0	-2,0	-2,5	3,3
2000	-5,5	-2,0	1,0	1,5	5,0	8,5	10,0	12,0	7,0	5,0	0,0	-0,5	3,5
2001	0,0	-2,0	-1,0	0,5	1,5	8,5	11,0	11,5	7,0	7,0	-1,0	-10,0	2,8
2002	-2,0	0,0	1,5	0,5	4,5	7,0	9,0	9,0	5,5	3,5	2,0	0,0	3,4
2003	-4,5	-5,5	-0,5	2,0	5,0	13,0	10,5	12,5	10,5	0,5	0,5	-1,5	3,5
2004	-5,0	-2,4	-2,4	-1,4	0,8	7,0	9,0	11,0	6,2	2,0	-1,0	-5,0	1,6
2005	-3,0	-3,0	-2,0	2,8	1,0	6,4	8,6	7,4	4,6	1,0	-2,8	-1,0	1,7
2006	-5,0	-1,0	-0,6	-0,6	1,2	4,2	10,0	10,0	7,2	3,0	-1,2	-7,0	1,7
2007	-6,0	-3,0	-0,2	1,0	3,6	7,4	11,0	10,0	4,2	0,4	-1,8	-2,4	2,0
2008	-5,6	0,0	-1,0	0,2	2,6	6,8	8,6	5,0	4,0	5,2	-2,2	-1,8	1,8
2009	-5,6	-1,6	0,2	-2,2	2,2	3,4	6,2	9,0	5,6	4,0	-1,6	-6,2	1,1
2010	-6,5	-4	-2,8	-0,3	0,6	9,1	11,5	11	5,4	0,9	-6,3	-4,5	1,2
2011	-4,9	-2,5	-0,5	4,9	7,5	9,8	10,2	9,4	9,9	0,9	-0,3	-3,8	3,4
2012	-3,2	-2,9	0	0,4	4,6	9	9	12,7	7,2	0,5	0	-2,5	2,9
2013	-1,3	-0,7	-1,2	0,9	1,5	7,4	13,9	12,3	8,5	1,9	-5,2	-4,4	2,8
MEDIA	-4,0	-2,4	-1,0	0,6	3,6	7,2	10,0	10,2	7,3	2,9	-1,5	-3,5	2,4
Correc Arnedo	-5,0	-3,4	-2,0	-0,4	2,6	6,2	9,0	9,2	6,3	1,9	-2,5	-4,5	1,4

Temperatura media mínima

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	2,6	2,1	2,8	7,0	6,1	11,3	15,0	14,5	10,0	6,8	4,3	1,3	7,0
1985	-0,9	3,3	2,8	6,2	7,4	11,6	16,0	8,7	12,7	9,1	3,5	2,2	6,9
1986	2,2	1,9	3,9	3,7	10,7	13,0	13,5	13,2	13,6	10,8	4,3	2,6	7,8
1987	0,4	2,3	3,7	6,7	7,5	10,9	15,0	15,5	14,5	8,5	4,6	1,4	7,6
1988	2,9	1,0	3,1	6,0	9,2	11,4	13,1	14,5	12,1	8,2	4,3	1,2	7,3
1989	-1,4	1,9	5,1	4,1	10,5	11,8	14,9	15,3	11,9	9,1	7,5	5,9	8,1
1990	1,1	4,5	3,9	5,5	10,3	12,2	15,0	15,3	13,4	9,2	4,0	-0,7	7,8
1991	0,2	0,6	5,5	3,3	7,7	11,5	15,3	16,6	14,6	6,7	4,1	3,0	7,4
1992	-1,0	-0,1	2,8	5,2	10,0	9,9	14,5	15,2	11,4	7,4	5,2	3,2	7,0
1993	0,1	0,6	3,7	4,8	9,0	13,2	14,2	15,5	11,7	7,9	2,6	4,0	7,3
1994	2,2	2,5	5,1	5,5	10,0	12,6	17,0	15,6	11,5	9,1	5,7	2,4	8,3
1995	2,6	3,3	3,4	5,0	9,8	12,0	15,9	15,8	11,2	9,7	5,4	3,0	8,1
1996	4,2	1,4	3,7	5,9	7,9	13,0	14,6	14,2	10,7	8,5	4,9	3,1	7,7
1997	3,1	3,4	5,2	7,1	9,9	12,2	13,7	16,4	14,0	11,0	5,1	2,6	8,6
1998	2,7	2,3	4,9	4,9	9,9	13,0	14,2	14,4	12,7	7,5	3,8	0,0	7,5
1999	1,0	2,5	4,1	5,8	11,4	12,2	15,6	15,2	8,7	8,3	3,9	1,5	7,5
2000	-0,8	4,0	4,4	6,0	10,7	13,8	14,2	15,4	12,5	8,7	3,8	3,4	8,0
2001	3,0	2,2	6,4	5,5	9,7	13,2	14,6	16,1	10,4	10,2	3,8	-1,4	7,8
2002	2,5	4,2	5,3	5,9	8,5	13,9	14,0	14,2	11,4	9,0	5,6	4,4	8,2
2003	2,5	1,9	4,9	7,1	9,6	16,9	15,4	17,7	13,2	8,2	5,0	2,9	8,8
2004	1,1	1,8	1,5	3,7	7,8	10,8	12,9	15,3	11,9	6,3	2,8	1,8	6,5
2005	1,9	1,8	3,8	5,0	9,3	11,6	13,3	13,7	11,0	5,8	4,8	2,8	7,1
2006	2,2	2,9	2,5	5,2	7,2	12,0	14,7	14,3	12,0	8,3	3,7	0,8	7,2
2007	1,4	3,0	3,2	4,5	8,6	13,2	14,2	14,2	10,7	7,1	3,7	2,3	7,2
2008	1,3	4,7	4,0	5,6	7,5	9,9	12,7	12,0	10,3	8,8	4,0	2,8	7,0
2009	0,2	5,5	4,3	4,0	6,8	9,2	12,3	13,1	11,7	7,9	2,8	3,2	6,8
2010	2,1	1,8	3,8	7,0	8,4	13,2	16,4	15,4	12,3	7,9	4,0	1,1	7,8
2011	2,1	2,3	4,8	9,2	11,1	13,5	14,4	16,0	13,8	8,7	7,4	3,5	8,9
2012	3,0	1,4	3,8	6,4	10,9	14,5	15,1	16,6	13,5	9,7	5,6	3,1	8,6
2013	3,3	2,9	4,7	5,8	7,2	11,9	16,4	15,5	12,6	9,6	5,9	0,3	8,0
MEDIA	1,6	2,5	4,0	5,6	9,0	12,3	14,6	14,8	12,1	8,5	4,5	2,3	7,6
Correc Arnedo	0,6	1,5	3,0	4,6	8,0	11,3	13,6	13,8	11,1	7,5	3,5	1,3	6,6

Precipitación mensual (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	19,8	44,5	38,2	25,5	95,6	33,5	7	9,2	15,3	33,2	146,1	9,5	477,4
1985	15,3	22,3	38	26,4	72,8	28,5	34,6	0	0	14,3	32,1	14,3	298,6
1986	21,3	15,2	30,9	44,1	31,2	19,5	12,9	3	44,4	38,4	4,4	20,6	285,9
1987	50	34,8	43,7	35,6	23,5	36,3	36	7,5	1,5	54	31,5	71	425,4
1988	48,2	13,2	12,9	189,9	102,7	156,1	22,3	10,8	2,9	25,8	25,6	8,1	618,5
1989	6,6	32,1	26,5	90,2	33,5	18,3	35,5	43,5	22	10	38,5	37,6	394,3
1990	26,6	2,4	3	26,8	74	99,2	28,6	17,2	36,9	26,7	30,8	33,2	405,3
1991	16,5	41	28,7	136,9	33,1	25,4	16,8	1,5	39,8	61,3	36	6,8	443,8
1992	3,7	6,1	32,2	15,4	64,1	104,5	18,7	28,2	32,3	76,5	5,9	18,6	406,1
1993	0	9,3	20,3	47,9	74,5	54,9	4,3	11,1	43,1	34	11,2	30	340,6
1994	13,3	9,1	5,9	26,3	44,9	26,3	16,4	7	43,9	62,4	29,4	40,5	325,4
1995	36	18,3	22,2	31,6	19,3	36,9	27,4	11,6	16,1	2,8	26,5	101	349,2
1996	73,4	68,2	34,7	28,3	24	9,8	35,4	41,2	20,3	6,2	42,5	83,1	467,1
1997	85	1	0	51,5	93,5	65	47	65,5	23,5	18,5	54	35,5	540
1998	16	10,5	18,5	39,5	51	65	61,5	5	44	40,5	25,5	14,5	391,5
1999	42	25,5	35	59,5	23	19,5	70,5	2,5	61,5	48,5	56,5	34	478
2000	14	2	15	46,5	53	29	13,5	66,5	44,5	53	44,5	29	410,5
2001	63	3,5	45,5	8,5	32,5	3	37	42	17	27,5	20	7	306,5
2002	10	10	6,8	35,9	53,2	60,4	20,5	44,7	7,8	42	31,8	70,1	393,2
2003	51,1	98,4	31,7	35,8	67,6	40	10	47,6	113	70	44,6	20,1	629,9
2004	12,5	18,6	4,5	14,3	40,9	104,6	28,8	10,2	15,5	19,3	16,5	48,6	334,3
2005	11,6	43,7	111,3	44,4	14,1	36,8	30,2	58,7	25,9	60,4	28,7	2,4	468,2
2006	26,5	39,8	60,5	69,5	153,1	13,3	1,1	24,6	65,7	9,9	77,5	66,6	608,1
2007	19,2	33,1	38,4	73	53,1	16,5	31,1	49,8	29,7	27,6	14,7	97,6	483,8
2008	59,5	29,1	30	40,1	127,2	104,7	60,9	14,4	5,1	62,8	24,4	23,4	581,6
2009	65,7	37,8	28,9	81,9	66,8	93,3	3,1	17,6	23,4	10,6	22	39,5	490,6
2010	30	21,3	12	24,5	28	48,2	29,8	0,1	21,6	41,6	29,6	25,2	311,9
2011	16,9	30,4	28,6	27,8	30,7	74,8	9	7,4	34,7	10,1	31,5	15,7	317,6
2012	17,2	7,8	13,4	55,8	43,6	19,3	14,7	11,8	30,1	80,9	53,8	10,1	358,5
2013	55,8	80	102	48,6	50,9	63,9	23,1	7,2	41	22,1	33,8	16	544,4
MEDIA	30,9	27,0	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3	429,5

Precipitación máxima (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	5	15	9,5	10,5	34,5	9	5	6,5	4,5	6,5	49,5	4,5	13,3
1985	5	7,5	10,5	11,5	14,5	17	27,5	0	0	9	6,5	5	9,5
1986	4,5	5	12,5	21,5	15	24	9,6	3	13,5	17	1,5	9	11,3
1987	19	12	13	9	22,5	12,2	8	4	1,5	21	9	26,5	13,1
1988	16	4,5	3,5	65	16,5	60	29	8	1,5	14	14,5	6,5	19,9
1989	7	12,5	18	22	6	11	34	21	22	6,5	9,5	10	15,0
1990	8	0,5	2	7,5	19	29	5,5	4,5	16,5	8	6	10,5	9,8
1991	8	15	9	35	25,5	13	19	0,5	19	23	6	5,5	14,9
1992	1	3	20	4	39,5	15,5	5,5	24	17	19,5	3	6,5	13,2
1993	0	4	7	12	26	17,6	1	6,5	21	11,5	10,5	17,5	11,2
1994	5	4	3	10	20	15	14	6	24,5	19,5	11	12,5	12,0
1995	22,5	7,5	12,5	13	3,5	4,5	7,5	6	6	3,5	10,5	21	9,8
1996	33	19,5	10	10	6,5	4	21	46	8,5	3	7,5	24	16,1
1997	19	1	0	22	51	25	15	21	23	9	23,5	11,5	18,4
1998	8	6,5	8	23,5	13	31	29	3	13	16	15	5	14,3
1999	36	11	10	13	11	9	23	2	27	14	20,5	9,5	15,5
2000	11	0	5	11	20	9	4,5	52,5	39	16	10	6	15,3
2001	17	1,5	8,5	2,5	23	3	10	22	7	8	7	4	9,5
2002	4,5	4	2,5	14,8	20,5	24,4	14,5	20,5	2,5	14,5	13	37	14,4
2003	22,7	74	13,2	13,4	23	19	0	27,5	72	22,5	13,5	12	26,1
2004	5,8	7	2,5	5,5	20,4	33,3	18	4,2	12	11	9	20,5	12,4
2005	4	15,6	37,1	20,2	8	12,7	15,6	26	14	21,5	8	2,4	15,4
2006	11,4	16,5	16	16,2	66	6,3	0,8	6,2	32	4	32,5	31,6	20,0
2007	7	14,4	14,1	21,5	23,5	8,2	8,2	13,1	19	4,6	8,9	41,4	15,3
2008	19,8	17,2	15,5	15,4	16,1	34,4	25,2	8,6	4,5	37,8	9,4	4,7	17,4
2009	13,2	16,4	12,8	23	21,7	34,4	2,5	15,4	8,4	7,2	10,1	8,2	14,4
2010	8,2	9,1	3,8	12,3	10	9,8	11,6	0,1	6,6	10,1	14	8,2	8,7
2011	5,7	6,7	15,3	9,6	15,3	32	4,8	3,5	16,1	4,3	13,3	5,8	11,0
2012	5,8	3,6	5,8	7,8	25,8	7,7	13,4	7	24	25,4	22,4	2,4	12,6
2013	23,1	15,7	27,3	14,9	14,3	27,1	9,5	3,9	15	6,3	9,9	4,8	14,3
MEDIA	11,9	11,0	10,9	15,9	21,1	18,6	13,1	12,4	16,4	13,1	12,8	12,5	14,1

Días de lluvia

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	15	5	15	9	19	8	2	3	8	9	14	8	115
1985	12	13	10	9	15	5	7	1	0	5	9	7	93
1986	17	18	11	13	10	4	3	3	10	12	6	10	117
1987	14	14	9	11	8	5	16	4	5	14	12	8	120
1988	17	7	5	21	13	17	4	5	5	7	5	6	112
1989	3	8	8	20	10	5	6	5	5	3	17	11	101
1990	9	5	5	18	10	12	4	7	5	12	13	9	109
1991	8	8	11	9	7	4	3	2	6	14	12	5	89
1992	5	1	4	8	10	13	4	4	4	18	4	5	80
1993	1	4	6	14	15	9	2	7	10	15	6	8	97
1994	7	6	4	8	9	7	5	2	10	12	8	10	88
1995	16	10	6	6	12	4	5	5	12	5	9	15	105
1996	18	12	8	7	12	6	7	5	8	4	20	21	128
1997	18	3	1	5	17	12	12	11	8	12	20	15	134
1998	11	6	11	21	15	9	4	9	15	12	11	11	135
1999	6	7	13	17	17	12	11	6	14	13	13	14	143
2000	8	12	13	26	20	10	5	8	7	17	20	18	164
2001	28	10	23	19	15	2	12	9	9	14	11	2	154
2002	13	15	18	14	20	8	7	13	11	15	19	19	172
2003	15	20	9	20	9	6	5	11	14	26	17	23	175
2004	7	6	4	4	6	11	7	6	3	8	9	7	78
2005	8	7	11	8	9	7	5	6	9	15	8	2	95
2006	14	8	14	12	14	6	3	8	9	5	11	6	110
2007	1	9	3	15	10	6	9	8	7	13	10	10	101
2008	11	11	3	12	21	11	11	7	2	12	3	16	120
2009	8	5	9	19	18	13	2	3	3	5	6	11	102
2010	18	15	9	14	18	13	7	2	9	14	15	14	148
2011	12	11	17	7	11	9	6	7	7	7	13	10	117
2012	9	6	7	25	14	6	3	6	8	15	16	12	127
2013	17	13	18	15	18	9	9	2	7	16	16	8	148
MEDIA	11,5	9,2	9,5	13,5	13,4	8,3	6,2	5,8	7,7	11,6	11,8	10,7	119

Humedad relativa media (%)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1984	74	64	61	56	64	55	47	58	64	71	79	80	64,4
1985	75	71	59	57	65	56	53	50	50	63	73	72	62,0
1986	71	71	60	61	56	51	51	51	63	68	71	78	62,7
1987	76	74	68	65	62	60	67	62	70	79	74	83	70,0
1988	75	71	61	76	71	71	62	69	70	73	76	80	71,3
1989	85	70	70	74	64	59	60	62	64	66	82	83	69,9
1990	81	73	63	70	60	63	55	58	65	75	82	86	69,3
1991	84	79	75	71	69	63	61	60	72	81	85	84	73,7
1992	85	72	73	68	64	74	67	66	69	83	85	87	74,4
1993	85	77	70	66	70	63	61	62	69	80	83	83	72,4
1994	76	72	69	68	66	57	58	62	67	83	86	85	70,8
1995	77	74	66	63	60	60	57	61	68	69	76	86	68,1
1996	83	72	67	66	61	58	59	67	65	72	75	85	69,2
1997	85	71	61	60	64	66	67	66	67	70	79	79	69,6
1998	79	77	68	64	62	57	55	58	65	74	72	79	67,5
1999	78	71	65	62	61	57	58	58	65	74	76	76	66,8
2000	77	69	63	64	63	56	56	57	62	72	77	80	66,3
2001	78	67	69	61	57	51	56	59	65	71	71	74	64,9
2002	80	69	60	56	58	55	55	60	62	71	75	82	65,3
2003	74	75	65	64	59	53	47	47	67	77	82	82	66,0
2004	76	64	56	53	53	60	54	55	56	61	70	67	60,4
2005	74	62	67	56	54	49	70	54	61	71	69	74	63,4
2006	73	77	84	64	62	62	55	56	66	76	81	85	70,1
2007	66	70	56	64	56	50	54	57	59	69	69	77	62,3
2008	75	65	58	59	64	60	60	59	59	74	70	82	65,4
2009	79	66	59	63	62	60	48	56	51	65	74	74	63,1
2010	78	72	64	63	63	60	58	55	63	68	75	74	66,1
2011	75	71	72	64	62	58	54	52	61	63	78	73	65,3
2012	74	59	57	66	59	52	49	50	58	74	78	75	62,6
2013	72	72	71	65	67	64	57	57	65	70	70	79	67,4
MEDIA	77,3	70,6	65,2	63,6	61,9	58,7	57,0	58,1	63,6	72,1	76,4	79,5	67,0

Días de nieve

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
1985	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	13
1986	2	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3	10
1987	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
1988	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
1989	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
1991	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1992	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1993	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1994	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	5
1995	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
1996	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6
1997	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
1998	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1999	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	3	2	13
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2001	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	8
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2003	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2004	3	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	12
2005	0	4	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
2006	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	2	2	12
2007	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
2008	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	5	0	12
2009	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	16
2010	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
2013	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
MEDIA	1,7	2,1	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,0	7,2

Días de granizo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1985	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1986	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
1989	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	4
1990	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
1991	0	1	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	7
1992	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
1993	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
1994	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
1995	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
1996	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
1997	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
1998	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	4
1999	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
2000	0	0	0	1	3	1	0	1	1	0	0	0	7
2001	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2002	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	4
2003	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	4
2004	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2005	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2006	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDIA	0,0	0,2	0,1	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	2,1

Días de tormenta

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	0	0	0	1	2	5	3	2	1	0	0	0	14
1985	0	1	0	1	8	6	0	0	0	1	0	0	17
1986	0	0	0	0	3	2	2	0	2	0	0	0	9
1987	0	1	0	1	0	1	8	2	0	0	0	0	13
1988	0	0	0	5	10	11	3	6	0	0	0	0	35
1989	0	0	0	2	4	4	6	6	2	0	0	0	24
1990	0	0	0	1	8	11	3	8	4	0	0	0	35
1991	0	0	1	1	2	4	7	4	8	1	0	0	28
1992	0	0	0	0	1	8	6	9	2	0	0	0	26
1993	0	0	0	3	4	0	2	8	1	0	0	0	18
1994	0	0	0	0	1	5	6	4	2	1	0	0	19
1995	0	0	0	0	4	3	5	6	0	2	1	0	21
1996	0	1	1	2	4	7	5	7	0	0	0	0	27
1997	0	0	0	0	8	7	8	12	2	0	1	0	38
1998	0	0	0	1	5	3	4	6	4	0	0	0	23
1999	0	0	0	3	7	6	10	3	6	1	0	0	36
2000	0	0	0	1	10	8	4	5	4	0	0	0	32
2001	1	0	1	0	3	0	4	6	6	1	0	0	22
2002	1	0	0	0	3	6	6	10	9	1	1	0	37
2003	0	0	1	0	5	6	1	11	7	3	0	0	34
2004	0	0	0	1	3	3	2	4	1	1	0	0	15
2005	0	0	0	0	1	4	4	3	1	0	0	0	13
2006	0	0	0	2	4	2	6	9	5	0	0	0	28
2007	0	0	1	2	4	6	8	2	2	0	0	0	25
2008	0	0	0	0	4	7	6	1	0	1	0	0	19
2009	1	1	0	0	3	2	1	0	2	0	0	0	10
2010	0	0	0	2	3	4	7	0	0	1	0	0	17
2011	0	0	2	0	5	6	3	2	3	0	0	0	21
2012	0	0	0	1	7	0	2	1	2	3	0	0	16
2013	1	0	2	2	2	2	8	2	3	2	0	0	24
MEDIA	0,1	0,1	0,3	1,1	4,3	4,6	4,7	4,6	2,6	0,6	0,1	0,0	23,2

Días de niebla

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	3	1	4	0	2	0	0	0	0	4	2	8	24
1985	0	8	0	0	0	0	0	0	1	3	2	6	20
1986	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	3	9	17
1987	8	2	2	0	0	0	0	0	0	1	3	12	28
1988	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	8	5	20
1989	17	7	0	1	1	0	0	2	1	1	5	13	48
1990	11	6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	23
1991	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	7	12	29
1992	9	3	0	0	10	0	0	0	0	1	7	6	36
1993	18	4	0	0	1	0	0	0	0	2	9	5	39
1994	0	0	3	0	2	0	0	0	0	6	7	9	27
1995	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	10	16
1996	7	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	8	18
1997	11	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	19
1998	8	7	0	0	0	3	0	0	1	0	0	5	24
1999	9	2	2	2	0	0	0	0	1	6	6	2	30
2000	6	2	0	0	2	1	0	0	2	4	4	4	25
2001	2	1	0	0	2	1	0	0	2	3	1	16	28
2002	16	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	26
2003	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	3	7	15
2004	7	0	0	1	0	0	0	0	0	1	10	3	22
2005	8	2	0	9	1	0	0	0	0	0	5	7	32
2006	4	2	2	0	4	0	0	3	1	9	0	14	39
2007	0	7	2	0	0	1	0	2	1	5	2	7	27
2008	9	4	3	5	6	1	1	1	4	8	1	8	51
2009	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	5	25
2010	7	3	1	1	1	0	1	0	0	1	0	5	20
2011	5	5	4	2	1	0	1	0	1	2	5	5	31
2012	5	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	9	21
2013	2	3	1	1	0	0	0	0	0	4	0	8	19
MEDIA	6,3	2,6	1,1	0,9	1,1	0,2	0,1	0,3	0,5	2,5	3,5	7,4	26,6

Días de rocío

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	2	1	4	9	6	10	2	3	15	13	3	3	71
1985	0	1	0	9	6	9	6	9	5	3	5	0	53
1986	0	0	3	3	0	0	1	1	4	2	5	1	20
1987	0	2	5	10	4	4	7	4	3	0	0	0	39
1988	4	2	2	5	7	4	16	12	6	11	10	0	79
1989	1	0	3	6	6	7	1	16	11	16	7	0	74
1990	2	4	3	1	1	11	6	2	6	2	10	0	48
1991	0	0	6	4	1	1	0	0	0	5	1	0	18
1992	1	2	1	3	3	2	6	10	12	3	5	1	49
1993	4	2	9	4	12	10	1	5	5	4	1	5	62
1994	3	1	8	0	3	1	1	1	1	7	4	3	33
1995	1	4	1	4	3	1	7	4	0	15	4	2	46
1996	3	1	2	14	6	4	7	10	9	12	8	2	78
1997	3	12	9	10	6	1	6	10	15	12	7	4	95
1998	5	8	11	5	10	19	20	19	12	19	7	1	136
1999	0	1	11	11	13	20	10	23	16	17	8	0	130
2000	1	9	9	1	8	7	5	3	5	12	1	2	63
2001	1	5	4	10	9	6	0	9	3	15	7	2	71
2002	0	5	2	6	7	1	0	1	4	15	4	0	45
2003	0	0	11	5	8	1	1	1	11	3	7	1	49
2004	0	0	0	3	4	8	9	0	4	9	2	0	39
2005	0	0	0	0	7	9	9	11	12	1	3	2	54
2006	2	0	4	10	18	16	26	16	15	22	8	6	143
2007	1	7	6	5	16	17	12	4	13	19	5	6	111
2008	2	7	18	11	9	16	14	19	24	16	14	8	158
2009	4	0	0	0	0	0	0	0	9	15	15	2	45
2010	1	1	4	9	3	0	2	2	2	5	6	3	38
2011	4	1	6	9	10	0	0	0	4	10	10	8	62
2012	4	2	8	1	4	0	1	1	2	14	6	7	50
2013	3	2	6	8	8	6	2	2	11	14	3	0	65
MEDIA	1,7	2,7	5,2	5,9	6,6	6,4	5,9	6,6	8,0	10,4	5,9	2,3	67,5

Días de escarcha

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1984	12	6	7	0	1	0	0	0	0	0	5	12	43
1985	10	6	3	0	0	0	0	0	0	0	6	5	30
1986	2	4	6	0	1	0	0	0	0	0	5	2	20
1987	8	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	9	25
1988	3	9	7	0	0	0	0	0	0	0	11	17	47
1989	24	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	38
1990	15	1	6	0	0	0	0	0	0	0	3	14	39
1991	21	8	1	0	0	0	0	0	0	4	8	10	52
1992	18	11	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	36
1993	16	13	6	0	0	0	0	0	0	0	11	6	52
1994	14	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	33
1995	9	8	5	1	0	0	0	0	0	0	5	6	34
1996	1	13	8	3	0	0	0	0	0	0	6	6	37
1997	4	12	5	0	0	0	0	0	0	2	3	13	39
1998	11	10	3	5	1	0	0	0	0	0	10	17	57
1999	16	13	4	1	0	0	0	0	0	0	7	16	57
2000	25	5	3	1	0	0	0	0	0	0	9	8	51
2001	6	15	1	2	0	0	0	0	0	0	3	23	50
2002	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	22
2003	8	7	7	0	0	0	0	0	0	1	3	7	33
2004	14	8	9	0	0	0	0	0	0	0	6	8	45
2005	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	28
2006	8	17	6	1	0	0	0	0	0	0	12	15	59
2007	10	3	6	0	0	0	0	0	0	2	3	6	30
2008	8	5	2	1	0	0	0	0	1	0	3	2	22
2009	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	13
2010	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	6	10	26
2011	6	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	21
2012	8	6	3	0	0	0	0	0	0	2	4	4	27
2013	8	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	11	27
MEDIA	10,5	7,3	3,8	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	4,9	8,8	36,4

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	TOMA DE MUESTRAS	1
3.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	3
3.1	Propiedades físicas.....	3
3.1.1	Textura.....	3
3.1.2	Capacidad de campo	5
3.1.3	Punto de marchitez permanente.....	7
3.1.4	Agua útil	7
3.1.5	Permeabilidad	8
3.1.6	Pedregosidad.....	9
3.1.7	Erosionabilidad.....	9
3.2	Propiedades químicas	9
3.2.1	pH	9
3.2.2	Salinidad	11
3.2.3	Carbonatos	12
3.2.4	Caliza activa	13
3.2.5	Capacidad total de cambio.....	13
3.3	Fósforo	15
3.3.1	Papel del fósforo	15
3.3.2	El fósforo en el suelo	15
3.3.3	Absorción del fósforo	16
3.3.4	Factores que influyen en la disponibilidad del fósforo.....	16
3.3.5	Síntomas de exceso y carencia de fósforo	16
3.3.6	Clasificación de nuestro suelo según su contenido en fósforo	17
3.4	Potasio.....	17
3.4.1	Papel del potasio.....	17
3.4.2	El potasio en el suelo	18
3.4.3	Absorción del potasio	18
3.4.4	Factores que influyen en la disponibilidad del potasio	18
3.4.5	Síntomas de exceso y carencia de potasio	19
3.4.6	Clasificación del suelo según su contenido en potasio.....	19

3.5	Calcio asimilable.....	20
3.5.1	Papel del calcio.....	20
3.5.2	El calcio en el suelo.....	20
3.5.3	Síntomas de carencia y exceso de calcio.....	21
3.5.4	Clasificación de nuestro suelo según su contenido en calcio.....	21
3.6	Magnesio asimilable.....	22
3.6.1	Papel del magnesio.....	22
3.6.2	El magnesio en el suelo.....	22
3.6.3	Absorción del magnesio.....	23
3.6.4	Síntomas de carencia y exceso de magnesio.....	23
3.6.5	Clasificación de nuestro suelo según su contenido en magnesio.....	23
3.7	Relaciones $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ y $\text{K}^{+}/\text{Mg}^{2+}$	24
3.8	Materia orgánica oxidable.....	24
4.	RESUMEN.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.	Necesidades óptimas del nogal y fertilización habitual en España.	3
Tabla 3.2.	Clasificación y denominación de las principales fracciones granulométricas del suelo.....	3
Tabla 3.3.	Composición granulométrica del suelo.....	4
Tabla 3.4	Densidad aparente de un suelo en función de su textura.....	6
Tabla 3.5.	Resumen de datos.....	8
Tabla 3.6.	Permeabilidad de un suelo en función de su textura.....	8
Tabla 3.7.	Clasificación de suelos según el valor del pH (USDA).	10
Tabla 3.8.	Clasificación de suelos en función de la salinidad.	11
Tabla 3.9.	Clasificación de los distintos niveles de carbonatos.....	12
Tabla 3.10.	Clasificación de los distintos niveles de caliza activa.	13
Tabla 3.11.	Valoración de la capacidad de intercambio catiónico.....	14
Tabla 3.12.	Estimación de la capacidad de intercambio catiónico según la textura del suelo.	14
Tabla 3.13.	Clasificación en función del contenido de fósforo, según Olsen.....	17
Tabla 3.14.	Clasificación en función del contenido en potasio, según el método del acetato amónico.	19
Tabla 3.15.	Clasificación en función del contenido en calcio, según el método del acetato amónico.	22
Tabla 3.16.	Clasificación en función del contenido en magnesio, según el método del acetato amónico.....	23
Tabla 3.17.	Clasificación de los niveles de materia orgánica (%) de suelos francos.	25

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es la formación superficial de la corteza terrestre a la que llegan las raíces de las plantas y, además de actuar como soporte físico y fuente de elementos nutritivos, constituye un elemento fundamental para el correcto desarrollo y una buena producción de cualquier especie vegetal.

El análisis de la composición físico-química del suelo y el contenido en los elementos minerales asimilables por las plantas nos sirven para lograr una mejora cuantitativa y cualitativa de la producción así como un uso racional y equilibrado de los fertilizantes, evitando pérdidas económicas o contaminación de suelo y aguas. En todo caso, la identificación y corrección de las posibles limitaciones del suelo debe realizarse antes de efectuar la plantación. De este modo, podremos elegir con conocimiento qué especies y variedades emplear.

El nogal es un árbol que se adapta muy bien a suelos muy diferentes aunque prefiere suelos profundos, permeables, sueltos y de buena fertilidad. El drenaje vendrá determinado por subsuelos formados por caliza fisurada, cantos rodados, etc. Para una buena retención de agua se precisan suelos con un contenido en materia orgánica entre el 1,2 y 2%. El nogal se desarrolla en suelos con pH 6,5 - 7,5.

Según las características de los suelos se emplearán diferentes tipos de patrones, destacando *Juglans nigra* para suelos ácidos y *Juglans regia* para los más calizos.

Los análisis de suelo requieren tres fases:

1. Toma de muestras
2. Realización de los análisis propiamente dichos
3. Interpretación de resultados

De esta forma aportaremos al suelo la cantidad necesaria de elementos nutritivos y realizaremos las enmiendas oportunas.

2. TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras ha sido realizada según el folleto de carácter informativo: "Normas de toma de muestras del suelo" del Gobierno de La Rioja basándose en el B.O.E. de 14 de octubre de 1981 donde aparecen publicadas las normas de toma de muestras de fertilidad, prospecciones edafológicas y suelos afectados por salinidad.

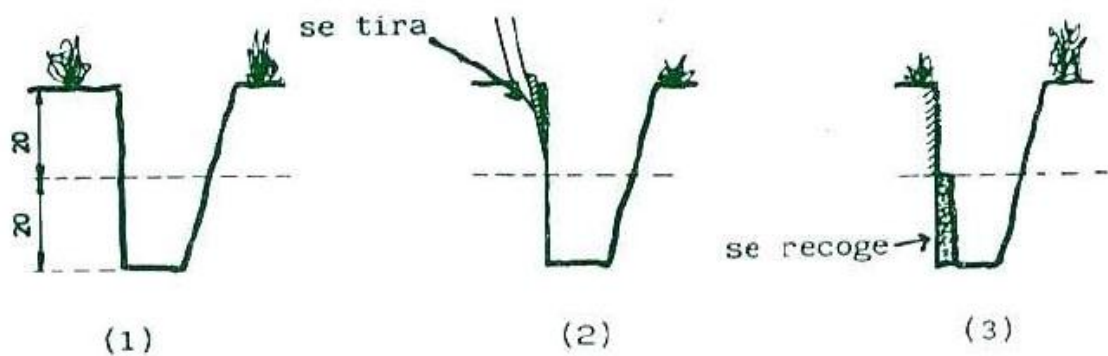
El análisis se realiza antes de la plantación. En frutales la época de recogida de la muestra es de noviembre a enero. Nunca se realizará después de haber abonado ya que los resultados se verían afectados y dejarían de ser significativos.

Nuestra zona de estudio tiene una superficie homogénea de aproximadamente 20,44 ha. Los puntos donde se hace cada toma se seleccionan al azar, desplazándose en zig-zag y desechando las zonas heterogéneas de pequeña extensión y los puntos singulares. Se han realizado dos muestreos, suelo y subsuelo.

Para cada una de ellas, se cava un hoyo pequeño en forma de V con una profundidad de 20 a 30 cm y se limpia el fondo. Con una pala se corta una rebanada fina de tierra de la cual sólo recogemos la parte central y tiramos los bordes. Se mezclan todas las muestras simples de cada agujero, se desterronan y se preparan en un envase de plástico para el laboratorio.

Respecto a la toma de muestras de subsuelo, se cava hasta la profundidad de 30 a 50 cm (para frutales, como es el presente caso). Se descabezan los 20-30 primeros centímetros y se desprecian. Se toma la muestra correspondiente al subsuelo y se mezclan todas ellas. Después, se desterronan y se preparan.

Es importante no mezclar las tierras del suelo con las del subsuelo.



3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez que el laboratorio realiza los análisis, nos proporciona los resultados de los que debemos sacar una interpretación, que consiste en correlacionar los resultados analíticos y las necesidades de los cultivos.

Esta interpretación es compleja porque el contenido en nutrientes del suelo no es el único factor del que depende el rendimiento y la calidad de la cosecha, también debemos conocer las necesidades del nogal, además de los elementos nutritivos en el suelo, para luego estudiar la eficacia de la dosis de fertilizantes calculados en función de los resultados en los análisis.

A continuación se presenta la Tabla 3.1. con las condiciones óptimas de pH, textura y clima para el nogal habituales en nuestra zona, junto con especificaciones y datos generales de fertilización.

Tabla 3.1. Necesidades óptimas del nogal y fertilización habitual en España.

Condiciones óptimas			Fertilización (kg/ha para producir 2,5 t/ha de nuez seca)		
ph	textura	clima	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
6,5-8	Franca y franco-arenosa	Requiere como mínimo 800 horas de frío	100-140	60-80	100-140

Muchas propiedades físicas y químicas del suelo están estrechamente relacionadas con el tamaño de sus componentes, como son la estructura, la capacidad de retención de agua y nutrientes, la aireación, etc. Para caracterizar estos componentes del suelo según su tamaño se utilizan clasificaciones aceptadas internacionalmente.

3.1 Propiedades físicas

3.1.1 Textura

La textura o granulometría de un suelo es la proporción en que se encuentran las diferentes partículas del mismo según su tamaño.

Tabla 3.2. Clasificación y denominación de las principales fracciones granulométricas del suelo

Diámetro equivalente		Denominación de la fracción granulométrica
mm	micras	
>200		Bloques
200-20		Grava
20 a 2		Gravilla
2-0.02	2000-20	Arena
0.02-0.00	20 a 2	Limo
<0.002	<2	Arcilla

La textura se usa para representar la composición granulométrica del suelo, es decir, la composición cuantitativa de arena, limo y arcilla obtenida en el laboratorio a partir de los análisis. Esta característica del suelo influye en la capacidad de retención de agua y nutrientes, aireación, resistencia a la penetración de las raíces, facilidad de laboreo u operaciones de cultivo y la erosión entre otras.

Caracterización de cada grupo de textura:

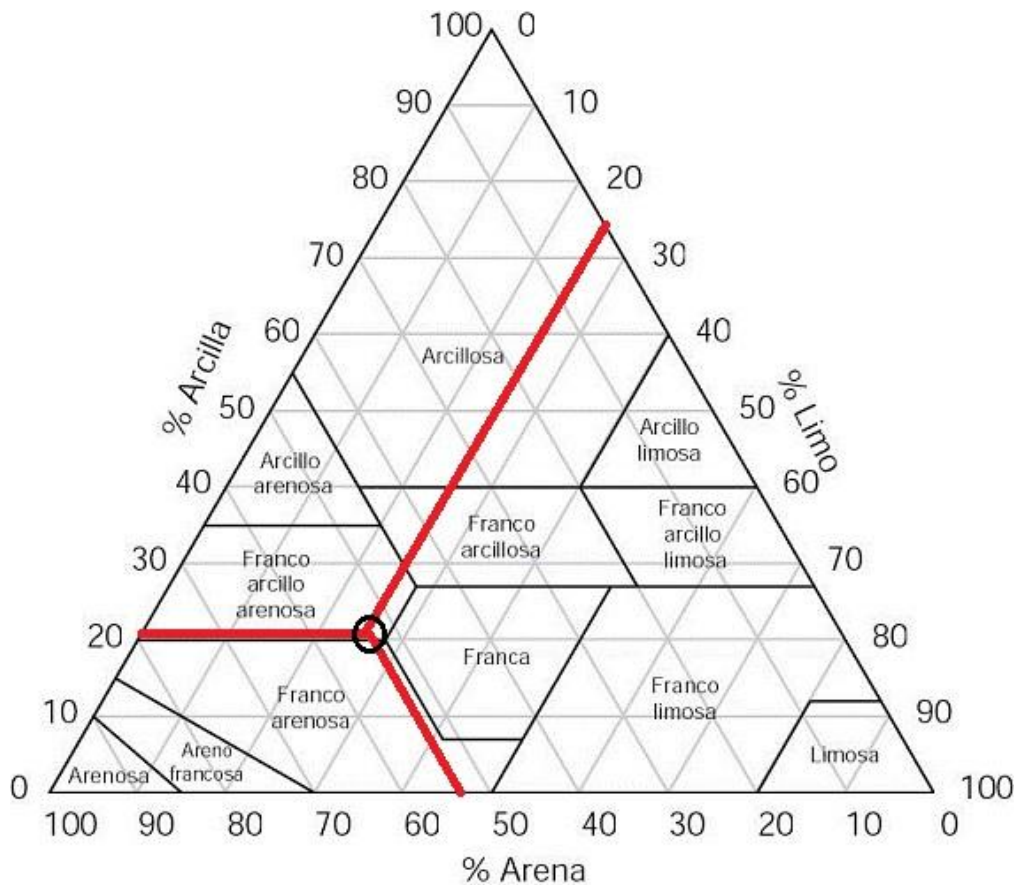
- Arcillosa: muestra humedecida adherente, muy plástica, la superficie de frotamiento es brillante y al tacto no se perciben partículas aisladas.
- Limosa: muestra humedecida de aspecto harinoso, medianamente adherente a los dedos, poco plástica, la superficie de frotamiento es mate y no se perciben al tacto partículas aisladas.
- Arenosa: muestra humedecida no adherente, no plástica, fuerte rechinar al frotar la muestra entre los dedos.
- Franca: muestra humedecida adherente, de plasticidad media-alta según el contenido en arcilla. Al tacto se perciben granos aislados, al frotar se oye el rechinar de algunas partículas y en las rayas de la palma de la mano queda polvo fino.

En el caso del nogal, como se ha mostrado en la *Tabla 3.1.*, prefiere texturas de suelo franco-arenosas, limosas, franco-arcillo-limosas y franco-limosas, que drenen bien y sean permeables. La aireación también es importante ya que el nogal es muy sensible a la asfixia radicular.

Tabla 3.3. Composición granulométrica del suelo.

	Arena ($2 < \phi < 0,05\text{mm}$)	Limo ($0,05 < \phi < 0,002\text{mm}$)	Arcilla ($\phi < 0,002\text{mm}$)
%	53,8	26	20,3

Para interpretar los datos se necesita el triángulo de texturas (que representa los tres grupos: arena, limo y arcilla) junto con el índice de textura (la composición granulométrica del suelo) para conocer qué tipo de suelo tenemos en nuestra parcela. En este caso se utiliza la clasificación americana.



El suelo de la parcela es de tipo **franco-arcillo-arenoso** como se puede apreciar en el triángulo de texturas. Este tipo de suelo tiene una textura digamos promedio: aunque tiene partículas de ambos extremos (las grandes arenas y las diminutas arcillas), la conclusión es que es una buena textura para el suelo requerido en este tipo de cultivo.

3.1.2 Capacidad de campo

Existen diversas formas del agua del suelo y, por tanto, la disponibilidad de la misma es variable para las plantas.

- Agua gravitacional o agua libre: no está retenida por las partículas sólidas del suelo y se desplaza libremente por los poros a causa de la gravedad.
- Agua capilar: es aquella que está retenida por las partículas sólidas del suelo mediante fuerzas de tensión superficial. Es el agua disponible para las plantas.
- Agua higroscópica: máxima cantidad de agua que las partículas del suelo pueden absorber mediante fuerzas eléctricas cuando se ponen en contacto con una atmósfera saturada de vapor.
- Agua de constitución: es el agua ligada a la constitución de la materia pero retenida en forma muy energética. Es inutilizable por las plantas.

La capacidad de retención es la máxima cantidad de agua que un suelo retiene una vez que ha finalizado el drenaje interno. El contenido de humedad en este estado se

denomina capacidad de campo (Cc). Esta situación se produce en suelos bien drenados y 2 ó 3 días después de una lluvia.

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

$$CC(\%) = 0,480(\%Arcilla) + 0,162(\%Limo) + 0,023(\%Arena) + 2,62$$

$$CC(\%) = 0,480 \times 20,3 + 0,162 \times 26 + 0,023 \times 53,8 + 2,62 = 17,8\%$$

Para expresar la capacidad de campo en mm utilizamos la siguiente expresión:

$$CC(mm) = 10^4 \cdot p \cdot d_a \cdot CC(\%)$$

Siendo:

p = profundidad de las raíces (m)

d_a = densidad aparente del suelo (t/m³)

CC (%) = capacidad de campo expresada en %

La profundidad que elegimos es de 0,4 m, porque es donde se encuentra la mayor concentración de raíces absorbentes.

La densidad aparente la determinamos a partir de la textura con la siguiente tabla:

Tabla 3.4 Densidad aparente de un suelo en función de su textura

Textura	Densidad aparente (g/cm ³)
Arenoso	1,55 - 1,80
Franco-arenoso	1,40 - 1,60
Franco	1,30 - 1,50
Franco-arcilloso	1,30 - 1,40
Arcilloso	1,20 - 1,30

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

El suelo de la parcela es de textura franco-arcillo-arenosa, aunque dados los porcentajes, se comporta como una textura casi franca por lo que le corresponden valores de densidad aparente de 1,30 g/cm³ a 1,50 g/cm³. Por ello, se elige el valor medio para los cálculos, es decir, 1,40 g/cm³.

$$CC = 10^4 \frac{m^2}{ha} \cdot 0,4m \cdot 1,4 \frac{t}{m^3} \cdot 0,178 = 996,8 \frac{t}{ha} = 99,68mm$$

La capacidad de campo es de **99,68 mm**.

3.1.3 Punto de marchitez permanente

Cuando el contenido de humedad en el suelo desciende progresivamente, las plantas encuentran problemas para absorber el agua del suelo hasta llegar a un punto en que se inician los fenómenos de marchitez, que puede ser temporal si se restablece la funcionalidad de la planta por nuevos aportes de agua, o puede ser permanente, que no recobra la actividad vital.

El punto de marchitez permanente es el límite inferior de agua disponible para las plantas. Se considera alcanzado el punto de marchitamiento cuando el contenido en agua del suelo es tan bajo que las plantas pierden su capacidad de recuperación.

Es importante conocer este límite inferior para saber a qué nivel de agua en el suelo es imprescindible realizar un aporte de agua con el fin de evitar daños en el cultivo.

Para calcular el punto de marchitamiento utilizaremos la fórmula de Briggs, que es la siguiente:

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

$$PM(\%) = 0,302 \times 20,3 + 0,102 \times 26 + 0,0147 \times 53,8 = 9,57\%$$

En nuestro suelo el punto de marchitez es de **9,57%**, que es un valor adecuado para una textura franco-arcillo-arenosa casi franca.

A continuación expresamos el punto de marchitez en mm, como hemos hecho anteriormente con la capacidad de campo:

$$Pm(mm) = 10^4 \cdot p \cdot d_a \cdot Pm(\%)$$

Sustituimos con nuestros datos:

$$Pm = 10^4 \frac{m^2}{ha} \cdot 0,4m \cdot 1,4 \frac{t}{m^3} \cdot 0,0957 = 535,92 \frac{t}{ha} = 53,59mm$$

Nos resulta para nuestro suelo un punto de marchitez de **53,59mm**.

3.1.4 Agua útil

El agua útil o humedad disponible es la cantidad de agua en un suelo disponible para las plantas. Se expresa como la diferencia de la capacidad de campo y el punto de marchitez en porcentajes:

$$AU = CC - PM = 17,8 - 9,57 = 8,23\%$$

También podemos expresar el agua útil en mm:

$$AU = 99,68 - 53,59 = 46,09mm$$

Obtenemos unos resultados resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Resumen de datos

DATOS	%	mm
Capacidad de campo (CC)	17,8	99,68
Punto de marchitez (PM)	9,57	53,59
Agua útil (AU)	8,23	46,09

3.1.5 Permeabilidad

La permeabilidad de un suelo es la velocidad de infiltración del agua cuando no está saturado. La velocidad de infiltración es el volumen de agua que entra en el perfil del suelo por unidad de tiempo y se mide en mm/hora.

La permeabilidad depende del volumen de poros y también de la facilidad con que el agua se transmite a las capas próximas, lo que depende del tamaño y disposición de los poros. Es un parámetro fundamentalmente condicionado por la textura y estructura, importante de determinar para la instalación de riego y para prever los riesgos de asfixia radicular. Y, como ya hemos dicho previamente, el nogal requiere un suelo bastante permeable ya que es muy sensible a la asfixia radicular.

En la siguiente tabla veremos la permeabilidad característica de los suelos, en función de la textura:

Tabla 3.6. Permeabilidad de un suelo en función de su textura.

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

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

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

3.1.6 Pedregosidad

Con el término pedregosidad nos referimos a la presencia de elementos gruesos (partículas mayores de 2mm).

Reducen la capacidad de retención de agua y de nutrientes así como la sección de suelo útil para el drenaje del agua, lo que puede tener implicaciones graves para la aireación.

Una abundante pedregosidad en la superficie del suelo también llega a interferir con las labores por el efecto abrasivo de las piedras sobre los aperos.

En conclusión, en condiciones generales ante una abundante pedregosidad conviene corregir el suelo mediante el despedregado. 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.

3.1.7 Erosionabilidad

La erosionabilidad se refiere a la susceptibilidad de un sustrato para ser movilizado. Es una propiedad intrínseca del suelo y, por tanto, depende de su estabilidad estructural, que está condicionada por el contenido de materia orgánica. La erosión potencial del suelo aumenta con el ángulo de la pendiente, la longitud de la ladera y la erosionabilidad propia del suelo.

La erosión hídrica del suelo representa la pérdida del material más fértil de este dado que elimina selectivamente las partículas más finas y ricas en nutrientes.

El control de la erosión no es fácil, en el caso de terrenos con pendientes menores del 6%, la erosión puede ser minimizada mediante sistemas de manejo de suelo y cuando la pendiente es mayor, la conservación del suelo requiere diseños de plantación en curvas de nivel, en terrazas, e incluso en bancales.

En nuestro caso la parcela es llana, por lo que el factor que más influirá en la erosión es la intensidad de la lluvia y el viento. Además el terreno entre líneas estará cubierto por una pradera que protegerá también de la erosión.

3.2 Propiedades químicas

3.2.1 pH

Este parámetro influye en gran medida en el desarrollo de los cultivos determinando en el suelo:

- Distintas solubilidades en los elementos nutritivos.
- Distinto desarrollo de los microorganismos.
- La velocidad de los procesos de humificación y de mineralización.
- La capacidad de adsorción de cationes en el complejo de cambio.

Los suelos se clasifican en función de su valor de pH de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.7. Clasificación de suelos según el valor del pH (USDA).

pH	Evaluación	Efectos
< 4,5	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables
4,5-5	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por efecto del Al
5,1-5,5	Fuertemente ácido	Deficiencia de Ca, K, Mg, N, P, S, Mo. Exceso de Cu, Fe, Mn, Zn, Co. Actividad bacteriana 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	Por lo general hay carbonato cálcico
7,9-8,4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P y Bo Deficiencia creciente de Cu, Fe, Mn, Zn, Co. Clorosis férrica
8,5-9	Ligeramente alcalino	Problemas mayores de clorosis férrica
9,1-10	Alcalino	Presencia de carbonato sódico
>10	Fuertemente alcalino	Elevado porcentaje de Na intercambiable. Actividad microbiana escasa. Poca disponibilidad de micronutrientes, excepto Mo.

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

Los suelos presentan distintas características en función del pH:

- Suelos con pH ácido:
 - Son desfavorables para el desarrollo radicular.
 - Suelen ser pobres en bases de cambio: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ ,...
 - En ellos se reduce la actividad microbiana.
 - Disminuye la asimilación del fósforo, que precipita dando formas insolubles con manganeso, aluminio y hierro.
- Suelos con pH básico:
 - Tienen un alto contenido en bases de cambio: Ca^{2+} , Mg^{2+} ,...
 - Por la presencia de carbonato cálcico presentan bloqueos y antagonismos que dificultan la asimilación del hierro, manganeso y zinc.
 - Si hay carbonato sódico aparecen problemas de impermeabilidad y compactación, falta de estructura y costras.
 - El fósforo precipita dando lugar a fosfato de calcio, forma no soluble que no es asimilable por las plantas.
- Suelos con pH neutro:
 - Es la condición óptima para el desarrollo de la mayoría de los cultivos y para la asimilación de la mayoría de los nutrientes.

El nogal se adapta bien casi a cualquier pH, pero los suelos más ácidos son desaconsejables debido a que generan problemas de toxicidad por aluminio y manganeso. Los suelos con pH mayor de 8,5 (suelen ser suelos sódicos) también deben descartarse, tanto por su mala condición estructural (que obstaculiza la penetración de las raíces, el drenaje y la aireación), como por la propia toxicidad por sodio que plantean.

En nuestro caso, el valor de pH obtenido de los análisis es de **7,8 en suelo** y de **8,0 en subsuelo**, por lo que se considera un suelo **medianamente básico y básico respectivamente**, como la mayoría de los suelos en La Rioja de zonas semiáridas y áridas con carbonato cálcico.

Presentan en algunos casos problemas de clorosis férrica en cultivos sensibles a elevados contenidos en CaCO_3 o por exceso de potasio que induzca a la carencia de magnesio, por un exceso de humedad en el suelo. También existe una disminución de la disponibilidad de P y B, así como una deficiencia creciente de: Co, Cu, Fe, Mn y Zn.

Para bajar el pH se utiliza azufre o abonos acidificantes de forma fraccionada aunque en nuestro caso no será necesario.

3.2.2 Salinidad

La salinidad del suelo es el conjunto de todas las sales solubles. Se determina mediante la conductividad eléctrica de una solución de suelo (agua+suelo) o en extracto de saturación a una temperatura determinada.

La solución del suelo siempre contiene sales solubles en mayor o menor proporción y no todos los cultivos presentan la misma resistencia al medio salino, por lo que para una correcta interpretación de la conductividad eléctrica nos referimos a nuestro cultivo, el nogal, y al tipo de agua de riego.

Los principales cationes que dan origen a la salinidad son: sodio, calcio, magnesio y potasio. Y los principales aniones son: sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos.

A continuación se presenta una tabla con la clasificación de suelos en función de la conductividad eléctrica (CE):

Tabla 3.8. Clasificación de suelos en función de la salinidad.

CE_{1:1} (milimhos/cm)	CE_{1:5} (milimhos/cm)	Clasificación
dS/m	dS/m	
<2	<0.35	No salino
2-4	0.35-0.65	Ligeramente salino
4-8	0.65-1.15	Salino
>8	>1.15	Muy salino

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

Según el análisis del laboratorio, se tiene una conductividad eléctrica (25°C; 1/1) que es de **3,39 milimhos/cm** en el suelo y de **1,43 milimhos/cm** en el subsuelo. Estos datos

clasifican nuestro **suelo** como **ligeramente salino** y **subsuelo** como **no salino** según la tabla anterior.

El nogal es altamente sensible a la salinidad, tanto del suelo como del agua de riego. Además de la influencia que tiene la sal en la presión osmótica del agua del suelo y por tanto de su facilidad de absorción, el nogal está influido por determinados iones, particularmente sodio y cloro, aunque también boro (McGranahan & Catlin, 1987).

Con esta situación (suelo ligeramente salino), basta con llevar a cabo un riego por inundación antes de la plantación y realizar medidas futuras de la conductividad para mantenerla controlada.

3.2.3 Carbonatos

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. Si se encuentra en bajos niveles corresponde normalmente a suelos ácidos, aunque puede darse su falta en suelos básicos, donde aportaremos sulfato de calcio (yeso) para aumentar el nivel de calcio sin elevar el pH.

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.

Los suelos ricos en carbonatos y pH entorno a 8 suelen contener mucho carbonato cálcico, mientras que los suelos con altos contenidos en carbonatos y pH superior a 8,5 el predominante suele ser carbonato sódico. Un contenido excesivo perjudica la fertilidad química del suelo.

Tabla 3.9. Clasificación de los distintos niveles de carbonatos.

% de Carbonatos (% carbonato cálcico equivalente)	Clasificación
<5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-20	Normal
20-40	Alto
>40	Muy alto

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

En nuestro análisis el valor de carbonatos (CaCO_3) en el **suelo** es de **10,77%** y en el **subsuelo** es de **12,11%**. Ambos se clasifican con un **contenido normal 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 CO₂.

3.2.4 Caliza activa

La caliza activa se define como partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a las 5µm, muy activas químicamente y que pueden interferir en el normal desarrollo de las plantas.

La determinación del contenido en caliza activa del suelo, se utiliza como índice para diagnosticar el riesgo de clorosis que puede suponer un determinado suelo para cultivos sensibles.

Se muestra una tabla para la clasificación del suelo en función de su contenido de caliza activa:

Tabla 3.10. Clasificación de los distintos niveles de caliza activa.

% Caliza activa (% de carbonato cálcico equivalente)	Clasificación	Interpretación
< 6	Bajo	No suele haber problemas de clorosis
6 – 9	Medio	Se ven afectadas plantas sensibles
> 9	Alto	Problemas graves de clorosis

J.L. Fuentes Yagüe (1999) “El suelo y los fertilizantes”

En los análisis tenemos los siguientes resultados de caliza activa para nuestra tierra: **3,75%** en el **suelo** y **5,78%** en el **subsuelo**, ambos clasificados como **niveles bajos de caliza activa** lo cual nos indica que no suele haber problemas de clorosis.

3.2.5 Capacidad total de cambio

El complejo arcillo-húmico está formado por pequeñas partículas de arcilla y humus que flocculan en el agua del suelo en presencia de calcio. Desempeña un papel muy importante de cara a la estructura y a la fertilidad del suelo, pudiéndose decir que, en cierta medida, la cantidad de nutrientes que la planta tenga a su disposición va a depender de la capacidad que tenga el complejo de cambio de retener nutrientes.

La arcilla y la materia orgánica del suelo están cargadas negativamente y son capaces de adsorber cationes de la solución del suelo (cationes de cambio). La cantidad de cationes que un suelo es capaz de adsorber recibe el nombre de capacidad de cambio catiónico (CCC) y se ve influenciado por el pH.

La capacidad total de cambio (CTC) es la máxima cantidad de cationes intercambiables que puede retener un suelo. Los principales cationes de cambio son potasio (K⁺), calcio (Ca²⁺) y magnesio (Mg²⁺). Aunque hay otros presentes en

cantidades apreciables como: hidrógeno (H^+), sodio (Na^+), amonio (NH_4^+) y aluminio (Al^{3+}).

El complejo de cambio estará saturado cuando todo él se halle ocupado por cationes básicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) desplazando al Al^{3+} y H^+ .

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.

A continuación se muestra una tabla para valorar la capacidad de intercambio catiónico de nuestro suelo:

Tabla 3.11. Valoración de la capacidad de intercambio catiónico.

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

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

El boletín de análisis indica que se tiene una **capacidad total de cambio de 11,57 meq/100g de suelo y 10,10 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 3.12. Estimación de la capacidad de intercambio catiónico según la textura del suelo.

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

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

Para nuestro suelo de textura franco-arcillo-arenosa con un porcentaje de arcilla de 20,3% corresponde una capacidad de intercambio catiónico de 12 a 20 meq/100g. Comprobamos que el valor de **11,57 meq/100g** es un **valor adecuado** a la estimación; la CIC correspondiente a nuestro porcentaje de arcilla debería ser de 12 a 20 meq/100g de suelo.

La capacidad total de cambio en nuestro suelo es adecuada, pero se procurará mantener con una enmienda orgánica de mantenimiento que será necesario realizar, es decir, añadiendo materia orgánica.

3.3 Fósforo

3.3.1 Papel del fósforo

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

- Es un elemento indispensable para que se realice la fotosíntesis y formación de compuestos orgánicos.
- Interviene en la respiración y en el transporte y almacenamiento de energía.
- Favorece el desarrollo de raíces.
- Estimula el crecimiento y vigor.
- En los árboles frutales favorece la floración, el cuajado de los frutos y la calidad y cantidad de los frutos y semillas.
- Adelanta la maduración de los frutos.
- El dulzor de frutos depende de la riqueza del suelo en fosfatos y la porosidad, que aumenta la respiración de las raíces y la absorción de nutrientes.

3.3.2 El fósforo en el suelo

El comportamiento del fósforo en el suelo es complicado y al ser un elemento de poca movilidad, de cara a la mayor eficacia en el abonado fosfórico conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Se debe aplicar en una sola vez en cada cultivo anual, y la planta lo va tomando en función de sus necesidades.
- Como se mueve muy poco en el suelo, es preciso enterrarlo para colocarlo cerca de las raíces.
- La asimilación del fósforo se favorece cuando existe un buen nivel de materia orgánica y de este elemento en el suelo. Cuando se abona con escasez se aprovecha un porcentaje menor que al abonar con una dosis adecuada.
- La absorción es mayor en suelos con pH neutro, ya que en suelos con pH alto es fijado por el catión Ca^{++} y en pH bajo por el Fe^{++} y Al^{+++} , formando los correspondientes fosfatos (calcio, hierro y aluminio), con una solubilidad extremadamente baja. Por fortuna, no se extraen grandes cantidades de fósforo anualmente y son raras las situaciones carenciales de este elemento.

Este elemento se encuentra en el suelo como ácido fosfórico (P_2O_5) en forma de:

- Fosfatos cristalinos, que se descomponen muy lentamente.
- Fosfatos unidos a la materia orgánica, que se liberan progresivamente por descomposición microbiana; además, los iones fosfóricos forman, con los coloides húmicos, complejos relativamente móviles en el suelo.

- Iones fosfóricos (PO_4), adsorbidos por los coloides, los hidróxidos y por la caliza, que están en equilibrio con la solución del suelo y que representa la fuente de la que se alimentan las plantas continuamente.

3.3.3 Absorción del fósforo

Para la asimilación, la planta absorbe aniones fosfato de los que se encuentran en la solución del suelo. De los aniones presentes, los más fácilmente absorbidos son los monovalentes (PO_4H_2^-), seguidos de los bivalentes (PO_4H^{-2}) y, finalmente, los de más difícil absorción son los trivalentes (PO_4^{3-}) y ciertos fosfatos orgánicos solubles.

Aunque son formas aniónicas las que absorbe, la planta se acostumbra a expresar las relaciones de tipo cuantitativo, refiriendo sus valores a anhídrido fosfórico (P_2O_5).

3.3.4 Factores que influyen en la disponibilidad del fósforo

El pH es el factor que condiciona el tipo de reacciones que pueden aparecer en el suelo y por tanto el aprovechamiento de las formas asimilables del fósforo por las plantas.

Si el pH es alcalino predominan las formas sin ionizar, por tanto poco solubles; si en cambio es ácido predominarán las formas más o menos ionizadas y solubles, aunque estas últimas si existen iones hierro y aluminio en el medio suelen formar complejos insolubles con los fosfatos.

3.3.5 Síntomas de exceso y carencia de fósforo

Los excesos pueden ser debidos a intensos abonados, que son excepcionales en el cultivo frutal. El exceso de fósforo interviene, en su mayor parte, en la absorción de otros elementos, tales como el hierro, el manganeso y el zinc. La fertilización excesiva con fósforo es común y muchos agricultores aplican innecesariamente altas cantidades de fertilizantes de fósforo, especialmente cuando se utilizan fertilizantes compuestos de NPK o cuando se acidifica el agua de riego con ácido fosfórico. En este caso se manifiestan algunas carencias en oligoelementos, en particular zinc y cobre. Tal y como se aprecia en los análisis, las cantidades de fósforo en el suelo son muy elevadas (junto con las de potasio y magnesio) seguramente debido a la incorrecta aplicación de fertilizantes en los años previos a la toma de muestras.

La carencia de fósforo muestra signos contrarios a una buena vegetación: escaso vigor, retraso y falta de crecimiento, floración tardía y deficiente, fallos en la fecundación y cuajado de los frutos, retraso de la maduración, escasa calidad de los frutos, etc. Los síntomas externos por carencia durante la vegetación suelen aparecer primero en las partes bajas y hojas más viejas.

Cuando la carencia aún no es acusada, las hojas bajas adquieren una coloración oscura, casi azulada, continte bronceado y manchas rojas o púrpuras que comienzan por el ápice y bordes, con formación de ondulaciones. En estados más avanzados de carencia, las hojas se desecan (atabacan) con coloraciones del pardo al negro.

3.3.6 Clasificación de nuestro suelo según su contenido en fósforo

Para evaluar el contenido en fósforo de nuestro suelo se ha utilizado el método Olsen. Para clasificarlo, utilizaremos la siguiente tabla:

Tabla 3.13. Clasificación en función del contenido de fósforo, según Olsen.

Fósforo Olsen (ppm)	Interpretación de la fertilidad
< 5	Muy baja
5-15	Baja
15-30	Correcta o normal
30-40	Alta
>40	Excesiva

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

La muestra obtenida, con **56,4 ppm** según el método Olsen, determina un valor **excesivo** de fósforo para nuestro suelo. Es un valor muy por encima del óptimo. En estos suelos no hay una respuesta positiva, en la mayor parte de los casos, ante el aporte de fertilizantes fosfatados. Los primeros años de fertirrigación no se aportará este elemento.

3.4 Potasio

3.4.1 Papel del potasio

El potasio es un macronutriente que todas las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes. El mantenimiento de determinados niveles de potasio en el suelo es decisivo para que éste desempeñe sus distintas funciones en las plantas, como son:

- Favorecer la formación de hidratos de carbono y proteínas.
- Incrementar la consistencia y dureza de los tejidos, dando más resistencia a enfermedades.
- Se considera factor de calidad de los productos al aumentar el tamaño, la coloración y el sabor de los frutos. Juega un papel importante en la elaboración de azúcares.
- Aumenta la resistencia a heladas (aumenta la concentración salina de los jugos celulares), y también da resistencia a sequías (al influir en la apertura de los estomas).
- Regula la presión osmótica de los jugos celulares.
- Se cree que interviene en la fotosíntesis e interviene en reacciones enzimáticas.
- Disminuye la transpiración, mantiene la turgencia de las células y permite permeabilidad entre membranas celulares.
- Es, al igual que el Na^+ , un ión hidratante, con lo que estimula el contenido de agua en las células.
- Activa la absorción de nitratos.

3.4.2 El potasio en el suelo

El contenido en potasio de la solución del suelo normalmente es bajo, pero varía de acuerdo con la actividad de los vegetales, de los microorganismos y bajo el efecto de las lluvias y riegos (además de los aportes minerales que haya realizado el agricultor).

Existe en el suelo en forma iónica (K^+) y combinado en diferentes compuestos minerales y orgánicos. El ión potasio se encuentra formando parte de estructuras minerales y como ión potasio hidratado, en solución o adsorbido en los puntos de intercambio catiónico.

El ión potasio no hidratado es componente de las micas y feldespatos, se halla en un estado casi inaccesible a los procesos de intercambio.

El ión potasio hidratado está retenido por el complejo arcillo húmico, de forma disponible para las plantas.

Entre el ión potasio hidratado y no hidratado presentes en el suelo existe un equilibrio mediante el cual, cuanto mayor es la cantidad de potasio no cambiante, el suelo mantiene un nivel de potasio disponible más elevado y viceversa. Este equilibrio se mantiene gracias a procesos de liberación y fijación de potasio.

El potasio que se encuentra combinado formando parte de la materia orgánica del suelo puede liberarse y aparecer en forma K^+ tras el proceso de la mineralización. Este K^+ será, en parte, reutilizado por la población microbiana del suelo.

La fijación del potasio tiene lugar cuando se produce un aumento considerable de potasio en la solución, con frecuencia debido a la fertilización.

3.4.3 Absorción del potasio

Las plantas absorben grandes cantidades de potasio, siempre en forma de ión K^+ . La absorción radicular se realiza mediante difusión. Las cantidades absorbidas son muy variables dependiendo del contenido en K^+ asimilable del suelo y de otros cationes; calcio, magnesio y sodio principalmente pero como se mueve poco en el suelo es preciso enterrarlo para colocarlo cerca de las raíces.

El calcio y el magnesio son antagonistas del potasio pudiéndose dar situaciones de deficiencia potásica por exceso de calcio activo o de magnesio asimilable.

Con el sodio pueden darse situaciones de sustitución. En deficiencia de K^+ , la planta puede absorber Na^+ .

3.4.4 Factores que influyen en la disponibilidad del potasio

Un factor influyente en la disponibilidad del potasio es el pH. En suelos ácidos presentan una mayor probabilidad de deficiencia en potasio disponible que en suelos neutros.

La materia orgánica contribuye a un mejor aprovechamiento de los abonos potásicos por retener el agua y evitar que el potasio asimilable derive en formas no asimilables.

3.4.5 Síntomas de exceso y carencia de potasio

Las alteraciones por exceso de potasio son menos frecuentes y generalmente son provocadas por antagonismos, originando deficiencias de magnesio, hierro y zinc (aunque como se verá más adelante, los análisis nos descubren unas cantidades de potasio, entre otros, muy elevadas).

La carencia de potasio se aprecia inicialmente en las hojas más viejas y partes bajas de la planta. Los síntomas detectados son:

- Retraso del crecimiento notable, sobre todo en los órganos de reserva, con porte achaparrado.
- Los tallos son más delgados con entrenudos cortos y raquítico crecimiento de las yemas axilares.
- Hojas largas y estrechas con tonos verde-azulados, márgenes resecos y manchas pardas o rojizas-púrpuras localizadas en los bordes y ápices con progreso hacia el interior de la hoja. A veces las hojas tienden a curvarse hacia arriba, enrollándose.
- Frutos pequeños y de apariencia inmaduros.

3.4.6 Clasificación del suelo según su contenido en potasio

El contenido de potasio del suelo, según el análisis y, por el método del acetato amónico, es de **567,5 ppm**. Se utiliza la siguiente tabla, pero para ello pasaremos primero las unidades; de ppm (o mg K/kg suelo) a meq K/100g suelo.

Como se sabe que 1meq de K/100g suelo corresponde a 391 mg de K/kg de suelo, 567,5 mg de K/kg de suelo corresponderán a **1,45 meq de K/100g** de suelo

Tabla 3.14. Clasificación en función del contenido en potasio, según el método del acetato amónico.

Tipo de cultivo	Grupo textural	Criterio de fertilidad				
		Muy bajo	Bajo	Correcto	Alto	Excesivo
Secano	Arenoso	<0,15	0,15-0,30	0,30-0,45	0,45-0,75	>0,75
	Medio	<0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0,60-1,00	>1,00
	Arcilloso	<0,25	0,25-0,50	0,50-0,75	0,75-1,25	>1,25
Regadío extensivo	Arenoso	<0,20	0,20-0,40	0,40-0,60	0,60-1,00	>1,00
	Medio	<0,25	0,25-0,50	0,50-0,75	0,75-1,25	>1,25
	Arcilloso	<0,30	0,30-0,60	0,60-0,90	0,90-1,50	>1,50
Regadío intensivo	Arenoso	<0,30	0,30-0,55	0,55-0,85	0,85-1,35	>1,35
	Medio	<0,35	0,35-0,65	0,65-1,00	1,00-1,60	>1,60
	Arcilloso	<0,40	0,40-0,75	0,75-1,15	1,15-1,85	>1,85

J.L. Fuentes Yagüe (1999) "El suelo y los fertilizantes"

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

3.5 Calcio asimilable

3.5.1 Papel del calcio

Son muy variados los efectos que el calcio activo (Ca^{2+}) produce tanto en el suelo como en los vegetales. Entre los más importantes:

- Favorece la estructura del suelo y permite la circulación de agua e intercambio de gases con la atmósfera.
- Eleva el pH y aumenta el porcentaje de saturación de bases reduciendo la acidez.
- Eleva el potencial redox del suelo.
- Es antagonista del K, Fe, Mn, B y Zn, dificultando su asimilación y reduciendo su fitotoxicidad (Mn, B, Zn).
- Es alimento para los vegetales y microorganismos del suelo.
- Favorece la respiración radicular.
- Favorece la evolución de la materia orgánica.
- Estimula la acción de los microorganismos nitrificadores y microorganismos simbióticos o no simbióticos fijadores de nitrógeno atmosférico.
- Reduce la virulencia de algunas enfermedades criptogámicas típicas de suelos ácidos como son: la hernia de la col, fusariosis de patata y tomate, etc.

3.5.2 El calcio en el suelo

En el suelo actúa como floculador de los coloides electronegativos, de donde resulta que la arcilla y el humus precipitarán dando un complejo arcillo-húmico con calcio adsorbido.

El calcio en el suelo aparece en formas combinadas (en compuestos minerales y orgánicos) y libres. Dentro de los compuestos minerales destacan:

- Silicatos y aluminosilicatos.
- Fosfatos.
- Carbonatos: calcita (carbonato cálcico) y dolomita (carbonato cálcico y magnésico).
- Sulfatos: yeso (sulfato cálcico hidratado) y anhidrita (sulfato cálcico).

El calcio orgánico se encuentra formando parte de la materia orgánica del suelo o combinado con ácidos húmicos y fosfórico.

El calcio iónico (Ca^{2+}) se encuentra fijado por el complejo adsorbente o libre en las soluciones del suelo. El Ca^{2+} se fija en la superficie de los coloides arcillosos y húmicos y flocula estas partículas formando el complejo arcillo-húmico, en el cual suele ser el

catión fijado más abundante y retenido por alta energía de fijación. En ocasiones, llega a representar el 80% de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del complejo.

3.5.3 Síntomas de carencia y exceso de calcio

La carencia de calcio en el suelo se manifiesta por una falta de actividad en los tejidos meristemáticos de las raíces y tallos, con lo que hay una reducción del crecimiento de la planta, debilitamiento general, pudiendo llegar a ocasionar la muerte de las yemas terminales de las ramas.

Se observa también una menor actividad en los mecanismos de transporte de las sustancias elaboradas desde las hojas a los puntos de mayor actividad vegetativa, que puede motivar una falta de asimilación del nitrógeno y su utilización en la formación de clorofila.

La insuficiencia de calcio se puede detectar con la aparición de clorosis con amarilleamiento de las hojas, sobre todo en las jóvenes. Si la carencia es aguda, las hojas se retuercen adoptando forma de gancho o sacacorchos.

Cantidades muy elevadas de calcio asimilable en las soluciones del suelo originan problemas importantes en la fisiología de la planta por su interacción con otros macroelementos y oligoelementos.

Hay antagonismos con el potasio (K) y con algunos microelementos (Fe, Mn, B, Zn).

La precipitación de fosfatos reduce su asimilación y su metabolismo en la planta provocando deficiencias en los mecanismos de almacenamiento y transferencias de energía.

3.5.4 Clasificación de nuestro suelo según su contenido en calcio

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 124,3ppm, y su relación con el calcio es de 14,5;

$$\frac{mgCa}{kgsuelo} / \frac{mgMg}{kgsuelo} = 14,5 \rightarrow \frac{mgCa}{kgsuelo} = 14,5 \cdot 124,3 \frac{mgMg}{kgsuelo} = 1802,35 \frac{mgCa}{kgsuelo}$$

Consideramos que los resultados son equivalentes a los obtenidos por el método de extracción con acetato amónico.

Tabla 3.15. Clasificación en función del contenido en calcio, según el método del acetato amónico.

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

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Nuestro suelo posee **1802,35 mgCa/kg** suelo, que según la tabla, resulta un suelo pobre. Aparentemente se necesitaría una enmienda caliza, pero el nogal es un árbol calcífugo, es decir, que no prospera en suelo calizo. Se toma la decisión de no realizar enmiendas respecto al calcio.

3.6 Magnesio asimilable

3.6.1 Papel del magnesio

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).

Una transpiración excesiva, favorecida por fuerte absorción de Ca^{2+} , puede ser frenada por el magnesio. El Mg^{2+} se complementa con el 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.

3.6.2 El magnesio en el suelo

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). Estas tres formas se hallan en equilibrio dinámico. La mayor parte del magnesio se encuentra bajo la forma no intercambiable, inutilizable por las plantas.

Aproximadamente 1/3 del Mg total contenido en la planta se encuentra en forma orgánica y los 2/3 restantes aparecen como formas minerales solubles en agua, Duthil (1973).

El paso del magnesio de forma insoluble a forma soluble depende de la acción de los agentes atmosféricos y se verifica muy lentamente.

3.6.3 Absorción del magnesio

La planta absorbe por vía radicular el 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.

3.6.4 Síntomas de carencia y exceso de magnesio

En los suelos ligeros, muy lavados o con baja capacidad de retención catiónica se pueden producir carencias primarias de magnesio, con un contenido inferior a 250-300ppm de Mg.

Las carencias secundarias o inducidas se producen por antagonismos con el K^+ y Ca^{2+} tras encalados o después de fuertes abonados potásicos.

Duthil (1973) señaló que la acidificación (empleo de azufre, sulfato amónico, etc.) tiende a provocar carencias de magnesio en las especies más sensibles, como es el caso de los frutales. El encalado, en este caso, puede prevenir la falta contrarrestando la acidez, pero en exceso origina problemas de antagonismo. El cálculo correcto y la adecuada dosificación son importantes.

Los síntomas son más visibles en las hojas más viejas, que pierden el verde (excepto en la nerviación) y van apareciendo bandas rojizas, por formación de antocianos, o púrpuras con zonas necrosadas en la parte central del limbo. A consecuencia, las hojas viejas de los árboles frutales tienden a caer prematuramente.

Las alteraciones por exceso de magnesio son poco conocidas. Podría producirse cuando el magnesio se aplica abundantemente en suelos pobres en calcio.

3.6.5 Clasificación de nuestro suelo según su contenido en magnesio

Para valorar el contenido de magnesio asimilable de nuestro suelo, obtenido mediante el método de acetato de sodio, tendremos en cuenta que el mismo es equivalente al método de extracción con acetato amónico.

Tabla 3.16. Clasificación en función del contenido en magnesio, según el método del acetato amónico

mg Mg/kg de suelo	Tipo de suelo
<80	Muy pobre
80-300	Pobre
300-600	Medio
600-900	Rico
>900	Muy rico

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Según la tabla, el resultado del análisis, un contenido en el suelo de **124,3 mg/kg suelo** corresponde a un **suelo pobre** 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 500mg/kg suelo.

3.7 Relaciones Ca^{2+}/Mg^{2+} y K^+/Mg^{2+}

El contenido de Mg asimilable es interesante para caracterizar la capacidad del suelo de alimentar los cultivos. Sin embargo esa cantidad considerada de forma aislada no define con precisión esa capacidad debido a los antagonismos que se presentan entre el Mg^{2+} y otros cationes.

A continuación vamos a estudiar el antagonismo Ca^{2+}/Mg^{2+} que suele ser el más frecuente. Valores elevados de esta relación pueden originar carencias magnésicas aunque el nivel de Mg^{2+} sea importante. 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 14,5**.

La relación es mayor de 10 por lo que tendremos problemas de carencia de magnesio debido al antagonismo con el calcio. Para solucionar este problema deberemos de aumentar el contenido en magnesio del suelo mediante una enmienda magnésica, como ya se ha comentado anteriormente.

En el anejo de fertilización, cuando se realice la enmienda magnésica, se recalculará esta relación, con los nuevos niveles de magnesio, para corroborar que no habrá problemas de carencia magnésica provocados por el 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: Tenemos una **relación $K^+/Mg^{2+} = 1,4$**

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

3.8 Materia orgánica oxidable

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 distinguen dos fases en la evolución de la materia orgánica:

- Humificación: los residuos orgánicos son transformados en nuevos complejos orgánicos más o menos descompuestos. Primero pasan a humus joven y después a humus estable.

- Mineralización: los residuos orgánicos se descomponen rápidamente y se convierten en compuestos minerales. En esta fase existen dos etapas: la amonización y la nitrificación.

La cantidad de materia orgánica de un suelo depende del material vegetal, de la textura del suelo y del pH. Su adecuada proporción favorece:

- Desarrollo de una buena estructura favoreciendo: la aireación del suelo, la capacidad de retención de agua y velocidad de infiltración (interviene en el balance hídrico del suelo), la formación y estabilidad de agregados, así como la penetración de las raíces.
- Protege frente a la erosión, ofrece resistencia al encostramiento y evita pérdidas por lavado.
- Controla la acidez y basicidad del suelo por su poder tampón.
- Aumenta la capacidad total de cambio, favoreciendo una buena reserva de elementos nutritivos, ya que libera nutrientes al mineralizarse. Además permite la formación de complejos y quelatos.
- Estimula la actividad biológica: proporciona nutrientes y energía para la flora y la fauna.
- Estimula el crecimiento vegetal: contiene reguladores del crecimiento. Posee efectos antibióticos sobre patógenos.

Como los niveles de materia orgánica (%) varían según la textura del suelo, en nuestro caso, para un suelo que se comporta como franco, se presenta a continuación una tabla con las distintas clasificaciones:

Tabla 3.17. Clasificación de los niveles de materia orgánica (%) de suelos francos.

% Materia orgánica (en suelo franco)	Clasificación
< 1	Muy bajo
1 – 1,5	Bajo
1,5 – 2	Normal
2– 2,5	Alto
>2,5	Muy alto

El contenido de **materia orgánica** de nuestro suelo es de **2,51%**, 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.

Para frutales en regadío se tiende a conseguir un nivel del 2% de materia orgánica. Normalmente en suelos agrícolas se considera que un nivel de un 2-2,5% es adecuado. En el anejo de fertilización y enmiendas debemos calcular en toda su extensión las implicaciones de esta enmienda orgánica.

4. RESUMEN

PROPIEDADES FÍSICAS	
Textura	Franco-arcillo-arenosa
Capacidad de campo	99,68 mm
Punto de marchitez	9,57%
Agua útil	46,09 mm
Velocidad de infiltración	10-20 mm/h

PROPIEDADES QUÍMICAS				
		Valor	Valoración	Corrección
pH	suelo	7,8	medianamente básico	
	subsuelo	8	Básico	
Salinidad	suelo	3,39mmho/cm	Ligeramente salino	Riego por inundación previo a la plantación
	subsuelo	1,43mmho/cm	No salino	
Carbonatos (CaCO ₃)	suelo	10,77%	Normal	
	subsuelo	12,11%	Normal	
Caliza activa	suelo	3,75%	Bajo	
	subsuelo	5,78%	Bajo	
Capacidad total de cambio		11,57meq/100g	Normal	
Fósforo		56,4ppm	Excesivo	
Potasio		567,5ppm	Suelo rico	
Calcio asimilable		1802,35mgCa/kg suelo	Suelo pobre	
Magnesio asimilable		124,3 mg/kg suelo	Suelo pobre	Enmienda magnésica
Ca ²⁺ /Mg ²⁺		14,5	>10	
K ⁺ /Mg ²⁺		1,4	<3	
Materia orgánica oxidable		2,51%	nivel muy alto	

El suelo de la parcela en este caso es de buena calidad para la implantación del nogal con las características deseadas. Ninguno de los factores del suelo va a resultar

limitante. Además va a ser necesaria muy poca corrección. Los niveles bajos de calcio son incluso beneficiosos al tratarse de un cultivo calcífugo. La única desventaja que del suelo arrojan los análisis es la salinidad, que sin ser niveles alarmantes, conviene reducirlos. Estos se conseguirá de una forma fácil: lavado por inundación.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	TOMA DE MUESTRAS	1
3.	COMPROBACIÓN DE ANÁLISIS	2
4.	ÍNDICES DE PRIMER GRADO	2
4.1	pH	2
4.2	Contenido total de sales disueltas	2
4.3	Conductividad eléctrica	3
4.4	Presión osmótica	4
4.5	Iones	4
4.5.1	Potasio	4
4.5.2	Calcio	4
4.5.3	Magnesio	5
4.5.4	Sodio	5
4.5.5	Cloruros	5
4.5.6	Sulfatos	6
4.5.7	Nitratos	7
4.5.8	Boro	7
5.	ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO	8
5.1	Relación de adsorción de sodio (S.A.R.)	8
5.2	Carbonato sódico residual (C.S.R)	9
5.3	Dureza	10
5.4	Coefficiente alcalimétrico (Índice de Scott)	11
6.	NORMAS COMBINADAS	12
6.1	Normas Riverside (1954)	12
6.2	D.W. Thorne y H.B. Peterson (1954)	15
6.3	Blasco y de la Rubia (1973)	16
6.4	Normas Green	18
6.5	Normas Wilcox	19
6.6	Relación permeabilidad – S.A.R.	20
7.	CONCLUSIÓN	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Riesgo de problemas de salinidad en función del contenido en sales.	3
Tabla 4.2. Toxicidad en función de los contenidos en sodio (g/l).....	5
Tabla 4.3. Calidad del agua en función de los contenidos en cloruros (g/l).....	6
Tabla 4.4 Corrosividad en función de los contenidos en sulfatos (g/l).....	6
Tabla 4.5 Toxicidad en función de los contenidos en Boro (g/l).....	7
Tabla 5.1 Alcalinidad del agua en función del S.A.R.	8
Tabla 5.2 Calidad del agua atendiendo al valor del C.S.R.....	9
Tabla 5.3 Clasificación del agua en función de la dureza, según Cánovas, 1980.	10
Tabla 5.4 Clasificación de Stabler del agua, según el índice de Scott.	12
Figura 6.1. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).	14
Figura 6.2. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el D.W.Thorne y H.B.Peterson (1954).....	15
Figura 6.3. Diagrama para clasificar las aguas de riego según Blasco y De la Rubia (1973).	17
Figura 6.4. Diagrama para clasificar las aguas de riego según H.Green.....	19
Figura 6.5. Diagrama para clasificar las aguas de riego según Wilcox.	20
Figura 6.6. Relación permeabilidad-conductividad.....	21
Figura 6.7. Relación permeabilidad-S.A.R.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es el estudio de la calidad del agua de riego procedente del embalse cercano a nuestra parcela, el cual también es propiedad del dueño de la finca objeto de estudio.

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, por su temperatura, los gases disueltos componentes del aire atmosférico (N₂, O₂ y CO₂, principalmente), las sustancias en suspensión (minerales y orgánicas) y las sustancias en solución (salinidad).

El nogal es altamente sensible a la salinidad, que es un parámetro importante ya que las aguas pueden llevar distintas sales disueltas que originan trastornos serios si se utilizan como agua de riego. Por ello se debe conocer el contenido total de sales disueltas y su composición a través del análisis químico de las muestras enviadas al laboratorio.

Los efectos producidos por la utilización de aguas salinas en el riego más destacados se manifiestan sobre aspectos como:

- La concentración de las soluciones del suelo por acumulación de sales: aumenta el potencial osmótico del suelo y la capacidad de la planta para absorber minerales disminuye a medida que aumenta el contenido en sales.
- La composición del complejo adsorbente: el complejo arcillo-húmico tiende a dispersarse destruyéndose la estructura y originando problemas de permeabilidad debido a que los iones sódicos desplazan a los cálcicos y magnésicos del complejo.
- Toxicidad específica: algunos elementos que originan problemas por envenenamiento de las plantas, como por ejemplo: boro, cinc, cadmio, arsénico, etc.

2. TOMA DE MUESTRAS

La muestra del agua de riego que se analiza pertenece al embalse cercano a nuestra finca, de donde, si es considerada apta el agua, la utilizaremos para regar nuestro cultivo.

La forma de recogida se realizó de acuerdo al folleto informativo del laboratorio. El envase para tomar la muestra fue una botella de plástico de 1 litro de capacidad que, previamente, se enjuagó varias veces con el agua de riego para dejarlo limpio de cualquier residuo.

Al tratarse de un embalse, el agua se encontraba estancada. El envase quedó lleno, a rebosar, sin ninguna cámara de aire.

Una vez recogida la muestra, se transporta al laboratorio regional de la Grajera en un tiempo inferior a 24 horas, sin luz y a una temperatura fresca. Luego se identifica la muestra en la documentación y envase con la referencia clara y única. Después, se

realizan los análisis para determinar los parámetros que nos servirán para evaluar la calidad de nuestra agua de riego.

3. COMPROBACIÓN DE ANÁLISIS

Para verificar que no han existido errores en los análisis debe cumplirse que:

- La suma de aniones ha de coincidir con la de cationes (en meq/l), admitiendo un margen de error (e) de un 5% por exceso o defecto.

$$e = \frac{\sum \text{Cationes} - \sum \text{Aniones}}{\sum \text{Cationes}} = \frac{([Ca^{2+}] + [Na^+] + [K^+] + [Mg^{2+}] + [NH_4^+]) - ([Cl^-] + [NO_3^-] + [SO_4^{2-}] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-])}{([Ca^{2+}] + [Na^+] + [K^+] + [Mg^{2+}] + [NH_4^+])}$$

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

El resultado obtenido da un error de $e = 0,35\%$, que es inferior al 5% admitido, por lo que podemos decir que las muestras son correctas.

A continuación se valorarán los parámetros analizados dispuestos en distintos índices para, al final, determinar las medidas necesarias para el uso del agua como agua de riego y que sea compatible con el desarrollo del nogal.

4. ÍNDICES DE PRIMER GRADO

4.1 pH

Es interesante disponer de un agua neutra, cercana al valor 7, para no influir en los equilibrios físico-químicos del suelo. Según el análisis la muestra tiene un pH de **7,51**. Este valor entra en el intervalo de 6 a 8,5 y además es inferior al pH del suelo por lo que no será un factor alcalinizante. En consecuencia se puede decir que respecto al pH, es **apta** para el presente proyecto.

4.2 Contenido total de sales disueltas

Como se ha comentado antes, el contenido en sales disueltas en el agua es uno de los aspectos más interesantes y conviene conocer tanto el contenido como la composición de estas sales que son incorporadas al suelo con el riego para mantener un adecuado equilibrio salino entre el agua que se utiliza en el riego y el sistema suelo-planta que se regará.

La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasará a través de ésta, por lo que la podremos calcular con la fórmula:

$$S.T. = C.E \times K$$

Siendo:

S.T. = Concentración en sales totales.

C.E = Conductividad eléctrica a 25°C.

K = Constante de proporcionalidad = 0,64

Se sustituye en la fórmula con los datos aportados en los análisis y con las unidades precisas:

$$S.T. = 1,185 \frac{mS}{cm} \times 0,64 = 0,758 \frac{g}{l} = 0,76 \frac{g}{l}$$

El contenido en **sales totales** del agua es de **0,76 g/l**. Siendo este valor inferior a 1 g/L se puede afirmar que la calidad del agua es **buena** en términos de salinidad. Sin embargo, es más importante estar pendiente de la salinidad del suelo (en nuestro caso suelo y subsuelo ligeramente salino y no salino respectivamente) que, en exceso, puede dar lugar a una “sequía fisiológica” consecuencia de un aumento de la presión osmótica.

4.3 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.

Para saber si el agua presenta riesgo de problemas de salinidad, se puede valorar la conductividad eléctrica del agua. Para clasificar el agua en función del riesgo que presenta se usará la siguiente tabla:

Tabla 4.1. *Riesgo de problemas de salinidad en función del contenido en sales.*

C E (milimhos/cm)	Riesgo
<1,20	Ninguno
1,20 < CE < 3,5	Ligero a moderado
>3,5	Alto, severo

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) “Aguas de riego: análisis e interpretación”

La muestra de agua del embalse posee una **conductividad eléctrica de 1,185 milimhos/cm** por lo que, atendiendo a esta clasificación, no hay **ningún riesgo**.

Para prevenir los riesgos de salinización debe procurarse que no se acumulen sales en el suelo, logrando un equilibrio salino en función de las lluvias, riegos y drenaje. Es necesario efectuar un lavado que obligue a las sales solubles a atravesar y descender a horizontes del suelo más bajos. Las necesidades de lavado se calculan teniendo en cuenta la concentración salina del agua de riego y la concentración salina de las sales del suelo, que influyen en el rendimiento de nuestro cultivo.

Como se ha dicho en el apartado anterior, se debe estar más pendientes de la salinidad del suelo y realizar análisis en el futuro para llevar control del riesgo. Además,

el propietario de la parcela y el embalse, señala que los resultados de los análisis fluctúan considerablemente en cada toma de muestras por lo que aún con más razón habrá de tenerse en cuenta en control de riesgo.

4.4 Presión osmótica

La presión osmótica de una solución depende de su contenido en sales: aumenta a medida que lo hace la concentración salina.

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:

$$PO = 0,36 \times C.E$$

Siendo:

PO = Presión osmótica en atmósferas.

C.E. = Conductividad eléctrica en milimhos/cm (mS/cm) a 25°C

Sustituimos con nuestros valores:

$$PO = 0,36 \times 1,185 \frac{mmhos}{cm} = 0,43atm$$

La muestra representativa del agua de riego posee una **presión osmótica de 0,43atm.**

4.5 Iones

4.5.1 Potasio

El contenido en K⁺ 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. Sólo prestaremos atención a este factor a la hora de calcular la dosis de abonado.

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

4.5.2 Calcio

El Ca²⁺ es más abundante, pero la presencia de este elemento en el agua de riego solo hay que tenerlo en cuenta a la hora de abonar. 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.

4.5.3 Magnesio

El Mg^{2+} es un elemento esencial en la nutrición vegetal que, al igual que el potasio, no presentará problemas de toxicidad y sólo se tendrá en cuenta a la hora de calcular las dosis de abonado necesarias para el cultivo.

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

4.5.4 Sodio

El ión sodio (Na^+) es responsable de toxicidades específicas en los cultivos. El aporte de sodio al suelo es muy importante, ya que tiene un efecto disgregante, dispersa los microagregados y provoca un efecto degradante sobre la estructura del suelo. En las plantas un exceso de sodio produce sequedad o quemaduras en los bordes exteriores de las hojas.

Para saber si el agua presenta algún riesgo por exceso de sodio se observa la siguiente tabla:

Tabla 4.2. Toxicidad en función de los contenidos en sodio (g/l).

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

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) "Aguas de riego: análisis e interpretación"

Para el caso que se trata en este proyecto, el análisis de agua indica un valor para el contenido en sodio de 0,149 g/l. Este valor es inferior a 0,25 g/l atendiendo a la clasificación de la tabla, por lo que podemos afirmar que el contenido en sodio del agua de nuestro embalse **no es tóxico** y, en consecuencia, no habrá problemas que afecten al cultivo debido a este factor.

4.5.5 Cloruros

El ión cloruro (Cl^-) es uno de los más conocidos por sus efectos entre los iones salinos. La influencia de este anión en las aguas es alta y hay que controlarlo. Un exceso de cloruros puede dar lugar a que los cultivos queden afectados con gran frecuencia de clorosis foliares acentuadas en las partes más iluminadas, que se manifiestan por

quemaduras o necrosis en la punta de las hojas y que luego avanza por los bordes. También genera condiciones negativas en el suelo.

Para saber si el agua presenta algún riesgo por exceso de cloruros atendemos a la siguiente tabla:

Tabla 4.3. Calidad del agua en función de los contenidos en cloruros (g/l).

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

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) "Aguas de riego: análisis e interpretación"

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**, por lo tanto sólo se prestará atención a este factor a la hora de calcular la dosis de abonado.

4.5.6 Sulfatos

La presencia de ión sulfato 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. El riesgo es grave cuando el contenido en sulfatos del agua de riego es del orden de 300-400mg/l.

Para saber si el agua presenta algún riesgo por exceso de sulfatos atendemos a la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Corrosividad en función de los contenidos en sulfatos (g/l).

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

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) "Aguas de riego: análisis e interpretación"

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**.

4.5.7 Nitratos

El nitrógeno es un elemento esencial para las plantas. Son muchos los procesos y los compuestos orgánicos en los que interviene, generalmente relacionados con el desarrollo y crecimiento. Un aporte excesivo de este elemento puede originar importantes desarreglos nutricionales, lo que se puede traducir en manifestaciones tales como desarrollo excesivo, retraso de la época de maduración, pérdida de calidad de las cosechas, disminución de la productividad, etc. Por eso el nitrógeno es un elemento muy influyente en el desarrollo de la planta, lo que obliga a vigilar las concentraciones aportadas tanto en el abono como en el agua de riego.

Los nitratos no suponen un riesgo en sí mismo, sino que los problemas que estos pueden generar derivan únicamente del aporte de nitrógeno a la planta.

Los cultivos sensibles resultan perjudicados por concentraciones superiores a 5 ppm, mientras que la mayor parte de los mismos toleran valores de al menos 30 ppm (según Gómez Lucas, Navarro Pedreño y Mataix Beneyto).

En el análisis no sólo aparece la cantidad de nitratos, aunque debido al origen del agua, que ni es residual, ni proviene de una zona en la que se realicen aportes masivos de nitrógeno amoniacal, se considera que la cantidad de nitrógeno puede ser casi equivalente a la de nitratos. El valor de contenido en nitratos del agua es 8,78ppm (0,009 g/l). El de amonio es de 0,19ppm (0,0002 g/l)

El riego en esta plantación será de apoyo, por lo cual no es posible que aparezcan problemas por causa de los nitratos.

4.5.8 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.

Para saber si el agua presenta algún riesgo por exceso de boro se observa la siguiente tabla:

Tabla 4.5 Toxicidad en función de los contenidos en Boro (g/l).

Boro (g/l)	Interpretación
<1,0	No tóxico
1,0-3,5	Toxicidad media
>3,5	Toxicidad alta

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) "Aguas de riego: análisis e interpretación"

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**.

5. ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

Estos índices son valores obtenidos a partir de más de un índice de primer grado. Pretenden determinar los riesgos que ocasiona el efecto de dos o más sustancias presentes en el agua sobre el cultivo o la instalación de riego.

5.1 Relación de adsorción de sodio (S.A.R.)

El índice S.A.R. denota la proporción relativa en que se encuentra el ión sodio (Na^+) respecto a los iones calcio y magnesio (Ca^{2+} y Mg^{2+}). Conocer esta relación es importante puesto que el sodio por separado favorece la degradación del suelo, con la consecuente dispersión de agregados y pérdida de estructura y permeabilidad. Sin embargo, si junto con el sodio se encuentran los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} los efectos se contrarrestan.

Para hacer un pronóstico de la degradación que puede provocar el agua de riego sobre el suelo, se calcula el índice S.A.R. mediante la siguiente expresión:

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Donde los cationes se expresan en las unidades: meq/l. A continuación sustituimos nuestros valores de los análisis en la fórmula:

$$S.A.R = \frac{6,49}{\sqrt{\frac{3,02 + 1,38}{2}}} = 4,37$$

A partir de un S.A.R. = 10 se considera que el agua es alcalinizante, siendo esta característica más acusada cuanto mayor sea el valor numérico obtenido.

Tabla 5.1 Alcalinidad del agua en función del S.A.R.

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

En el presente caso el valor del **S.A.R.** es de **4,37** que es un resultado bajo, por lo que se puede decir 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.

5.2 Carbonato sódico residual (C.S.R)

El C.S.R es (según Gómez Lucas, Navarro Pedreño y Mataix Beneyto), un índice definido por F.M. Eaton (1950) para cuantificar la acción degradante del agua, en base a los carbonatos y bicarbonatos existentes en disolución.

El índice se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$C.S.R = |CO_3^{2-}| + |HCO_3^-| - |Ca^{2+}| - |Mg^{2+}|$$

Donde la concentración de los iones se expresa en meq/l. Sustituyendo con los valores de los análisis:

$$C.S.R = |0,0| + |1,42| - |3,02| - |1,38| = -2,98$$

El C.S.R. considera que carbonatos y bicarbonatos precipitan en el suelo al límite de las concentraciones de los iones calcio y magnesio en el agua de riego. Sin embargo, esta consideración no es del todo cierta, puesto que la precipitación de los carbonatos y bicarbonatos se ve influenciada por factores tales como pH de la disolución, fracción de lixiviación y concentración de otros iones presentes en la propia disolución del suelo.

En cualquier caso, es otro índice de referencia para clasificar la calidad de un agua, en función de los valores citados en la tabla siguiente.

Tabla 5.2 Calidad del agua atendiendo al valor del C.S.R.

C.S.R.	Calidad
< 1,50	Buena
1,5-2,8	Media
> 2,8	Mala

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) "Aguas de riego: análisis e interpretación"

El **agua** es de **gran calidad** en este aspecto pues hay mucha mayor concentración de elementos neutralizantes de la acción de degradación que de aquéllos que podrían provocar la misma.

El hecho de que la diferencia sea negativa (**C.S.R. = -2,98**), no significa más que eso, que **hay más presencia de la suma de los dos cationes que de la suma de los dos aniones**. Esto es perfectamente posible y depende del tipo de materiales con los que esa agua haya estado en contacto hasta llegar al lugar en que se recogió para su análisis.

5.3 Dureza

La dureza del agua está relacionada con ciertos iones metálicos (Ca^{2+} y Mg^{2+}) que en presencia de jabón forman precipitados.

Se dice que las aguas son “duras” o “blandas” según sea su comportamiento con el jabón, de forma que las blandas dan espuma con una pequeña cantidad de jabón en la disolución.

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, que se calculan con la fórmula:

$$\text{Grados}_{\text{ hidrotimétricos}_{\text{ franceses}}} = \frac{\text{Ca}^{2+} \cdot 2,5 + \text{Mg}^{2+} \cdot 4,12}{10}$$

Donde las concentraciones de los iones vienen expresadas en: mg/l.

Nuestros datos de los análisis son los siguientes: $[\text{Ca}] = 61 \text{ mg/l}$ y $[\text{Mg}] = 17 \text{ mg/l}$.

A continuación se introducen los datos en la fórmula:

$$\text{Grados}_{\text{ hidrotimétricos}_{\text{ franceses}}} = \frac{61 \times 2,5 + 17 \times 4,12}{10} = 22,25$$

Con el valor obtenido podemos clasificar el agua con la siguiente tabla:

Tabla 5.3 Clasificación del agua en función de la dureza, según Cánovas, 1980.

Características del agua	Grados franceses
Muy dulce	<7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) “Aguas de riego: análisis e interpretación”

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.

5.4 Coefficiente alcalimétrico (Índice de Scott)

Este índice se define como: “la altura de agua, expresada en pulgadas (1pulgada = 2,45cm), que, al evaporarse, dejaría en un suelo, de cuatro pies de espesor(1pie = 0,3048m), una cantidad de sales suficiente para convertirlo en un medio perjudicial”. Urbano Terrón, P. (2001) “Tratado de Fitotecnia General”

El cálculo del Índice de Scott (K), difiere según las siguientes situaciones, expresando las concentraciones de los distintos iones que intervienen en los cálculos en mg/l:

$$1. \text{ Si en el agua hay: } |Na^+| - 0,65 \times |Cl^-| \leq 0$$

$$\text{Entonces el valor de } K \text{ se calculará: } K = \frac{2.040}{|Cl^-|}$$

$$2. \text{ Si: } 0 < |Na^+| - 0,65 \times |Cl^-| < 0,48 \times |SO_4^{2-}|$$

$$\text{Entonces: } K = \frac{6.620}{(|Na^+| + 2,6 \times |Cl^-|)}$$

$$3. \text{ Si: } 0 < |Na^+| - 0,65 \times |Cl^-| > 0,48 \times |SO_4^{2-}|$$

$$\text{Entonces: } K = \frac{662}{(|Na^+| - 0,32 \times |Cl^-| - 0,48 \times |SO_4^{2-}|)}$$

Los datos de los análisis vienen expresados en varias unidades, entre ellas, g/l, por lo que se tendrá:

$$[Na^+] = 149 \text{ mg/l.}$$

$$[Cl^-] = 208 \text{ mg/l.}$$

$$[SO_4^{2-}] = 172 \text{ mg/l.}$$

Sustituyendo en la fórmula del segundo caso, que es la situación presente:

$$K = \frac{6.620}{(|149| + 2,6 \times |208|)} = 9,59$$

Con este valor se podrá determinar el tipo de agua según la clasificación de Stabler con la siguiente tabla:

Tabla 5.4 Clasificación de Stabler del agua, según el índice de Scott.

Valor de k	Calidad del agua
$k < 1'2$	No utilizable
$1'2 < k < 6$	Peligrosa
$6 < k < 18$	Tolerable
$k > 18$	Buena

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

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.

6. NORMAS COMBINADAS

Se entiende por Normas Combinadas aquellas que se usan para catalogar la calidad agronómica de un agua, basándose en la utilización de los índices de segundo grado.

6.1 Normas Riverside (1954)

Estas normas permiten clasificar varias clases de agua en función del riesgo de salinización y alcalinización que puede originar su uso en el riego, según el criterio establecido por el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de EEUU.

Este riesgo de salinización se determina de acuerdo con su conductividad eléctrica y el de alcalinización, con el S.A.R.

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 S.A.R. Los subíndices varían entre 1 y 4, siendo la calidad del agua peor cuanto más alto es el subíndice.

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

C₁: 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.

C₂: 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.

C₃: 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.

C₄: 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.

S₁: 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.

S₂: 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.

S₃: 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.

S₄: 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.

La mayor objeción que se puede hacer a estas Normas es que son bastante restrictivas, puesto que al aplicarlas a las aguas que habitualmente se vienen utilizando para regar, al menos en la zona del levante, deberíamos decir que presentan un peligro considerable de salinización y de sodicidad.

El agua de riego de la que se dispone posee una conductividad eléctrica de 1,185 mS/cm, que equivale a 1185 μ mhos/cm, y un S.A.R.= 4,37. Con estos datos se puede clasificar, con la *Figura 6.1.* que se presenta a continuación, según las Normas Riverside.⁷

El agua analizada se clasifica en el gráfico en la zona **C₃S₁**, es decir, es un agua de salinidad alta y sodicidad baja. Por tanto, esta agua, se puede utilizar para el riego con ciertas precauciones.

Figura 6.1. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).

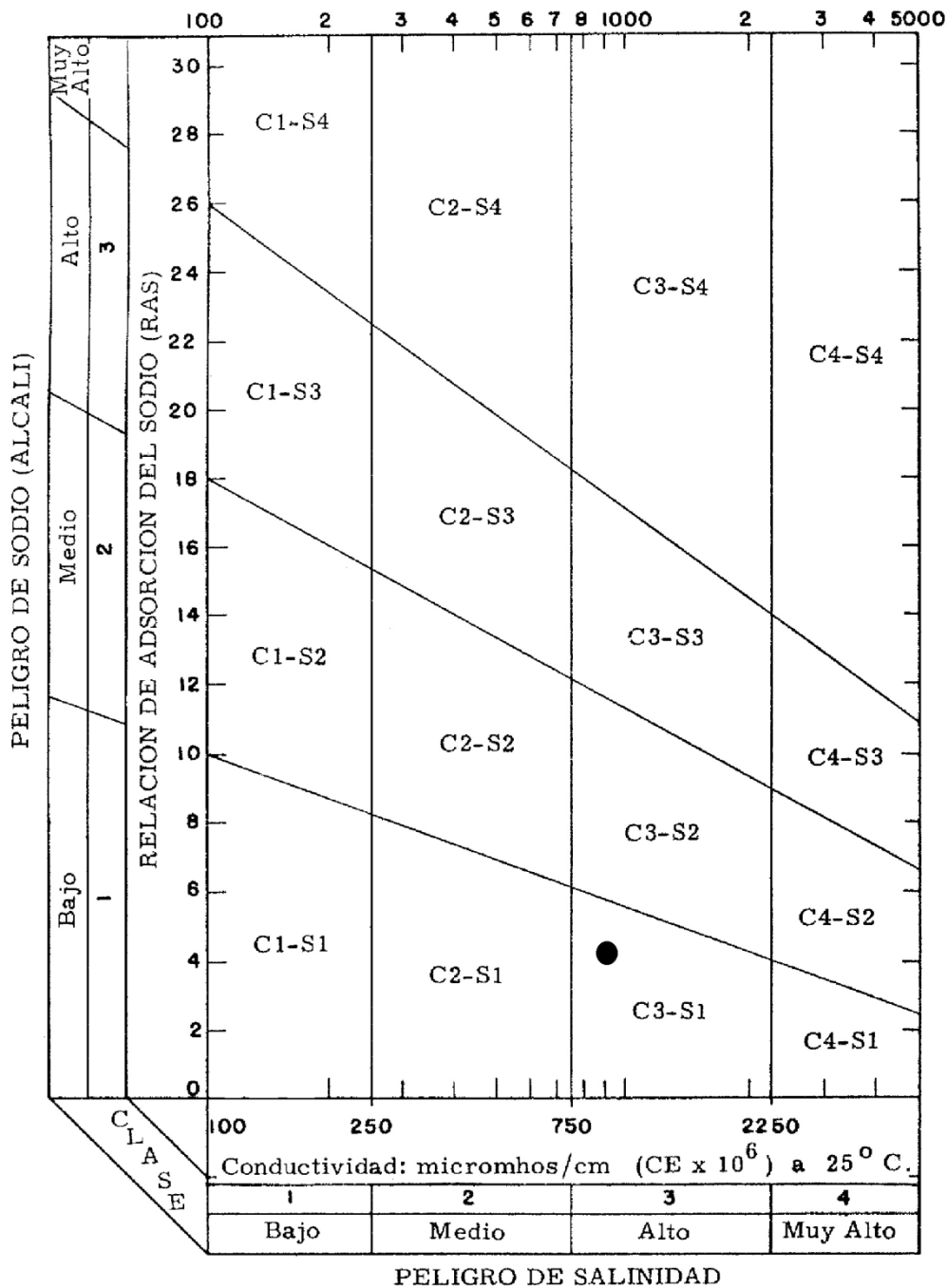


Gráfico núm. 3. Normas de Riverside. Diagrama para la clasificación de aguas de riego. (U. S. Soil Salinity Laboratory).

Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) "Aguas de riego: análisis e interpretación"

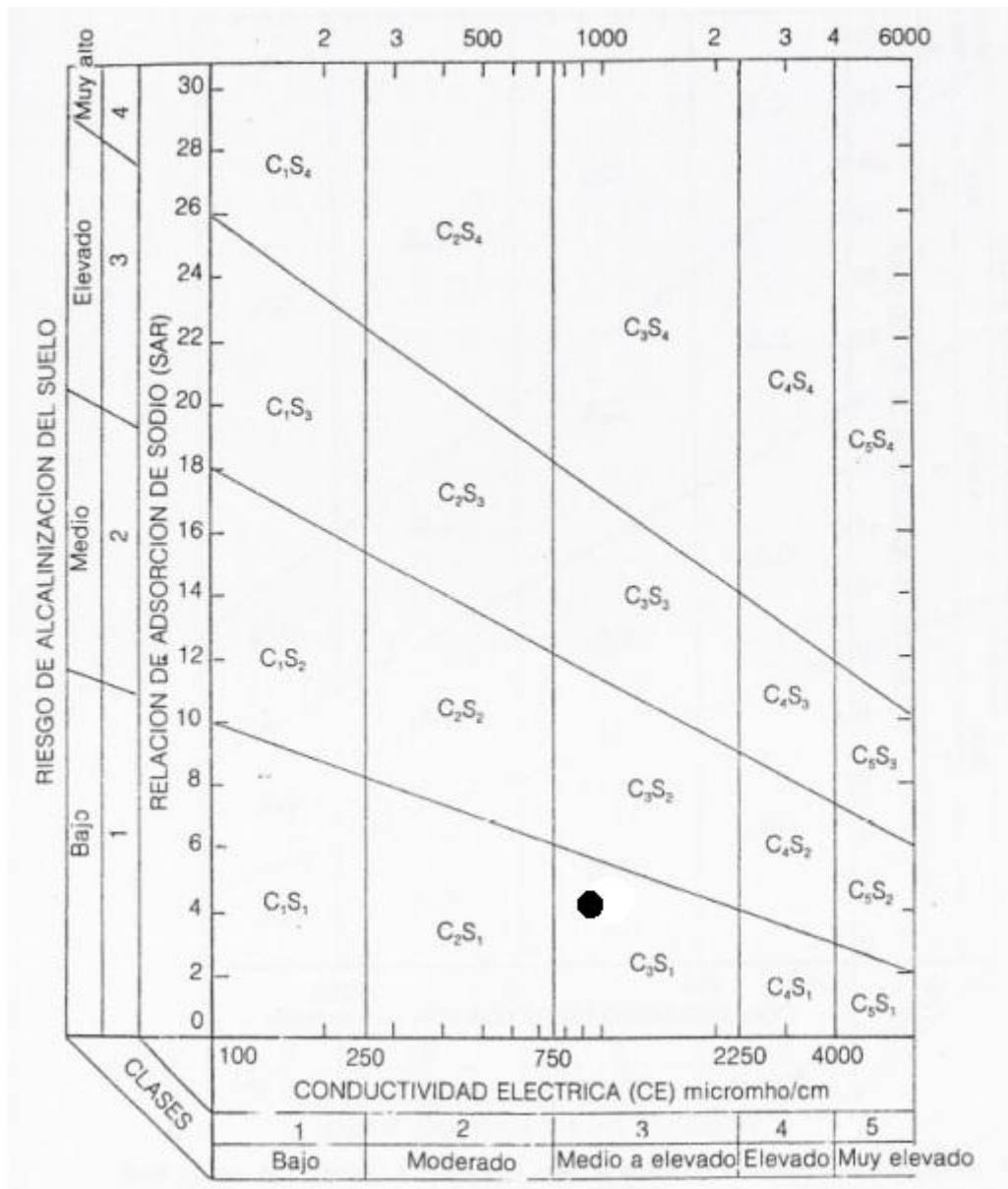
C₃S₁ C.E. = 1185µmhos/cm
 S.A.R. = 4,37

6.2 D.W. Thorne y H.B. Peterson (1954)

Este método modifica las Normas Riverside dadas por el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de EEUU. Consideran veinte clases de agua (C_iS_j) al ampliar la escala correspondiente a C_i a cinco clases.

La siguiente figura muestra la modificación propuesta por Thorne y Peterson.

Figura 6.2. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el D.W.Thorne y H.B.Peterson (1954).



Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

Según esta clasificación, el agua presenta un **riesgo medio-elevado de salinización** y un **riesgo bajo de alcalinización**. Por tanto queda definida con las siglas C_3S_1 .

6.3 Blasco y de la Rubia (1973)

Indican que las Normas Riverside y, aun, las modificaciones de Thorne y Peterson, no cumplen en forma absolutamente satisfactoria las necesidades para realizar un diagnóstico completo del agua para riego.

En esta nueva clasificación se establecen siete tipos de conductividad eléctrica, subdividiendo en dos el tipo C₃ y variando los límites para los C₄, C₅ y C₆, de acuerdo con la siguiente escala:

C₁: CE ≤ 250 μmhos/cm

C₂: 250 < CE ≤ 750 μmhos/cm

C₃A: 750 < CE ≤ 1500 μmhos/cm

C₃B: 1500 < CE ≤ 2250 μmhos/cm

C₄: 2250 < CE ≤ 5000 μmhos/cm

C₅: 5000 < CE ≤ 7000 μmhos/cm

C₆: 7000 μmhos/cm < CE

La relación de adsorción de sodio se mide por el índice de S.A.R. y aplicando los mismos límites que el Laboratorio de Salinidad de EEUU.

También utilizan el índice de Scott y la escala propuesta por Stabler, comentados anteriormente en el capítulo 5.4., donde nuestro índice alcalimétrico era de 9,59 y definían nuestra agua como de calidad tolerable.

De la misma forma se pueden emplear datos accesorios, como el carbonato sódico residual, el contenido en boro y la razón Ca²⁺/Mg²⁺, con la que se establecen tres categorías de aguas: buenas (M₁), dudosas (M₂), y malas (M₃), para los siguientes valores:

M₁: Cuando el valor es superior a 1, cualquiera que sea el contenido de Ca²⁺ y Mg²⁺, o superior a 0,7 pero siendo el contenido en Mg²⁺ inferior a 5meq/l.

M₂: Cuando su valor se encuentra entre 0,7 y 1 y su contenido en Mg²⁺ es superior a 5meq/l, o inferior a 0,7 con un contenido en Mg²⁺ inferior a 5meq/l.

M₃: Cuando el valor es inferior a 0,7 y el contenido en Mg²⁺ supera los 5meq/l.

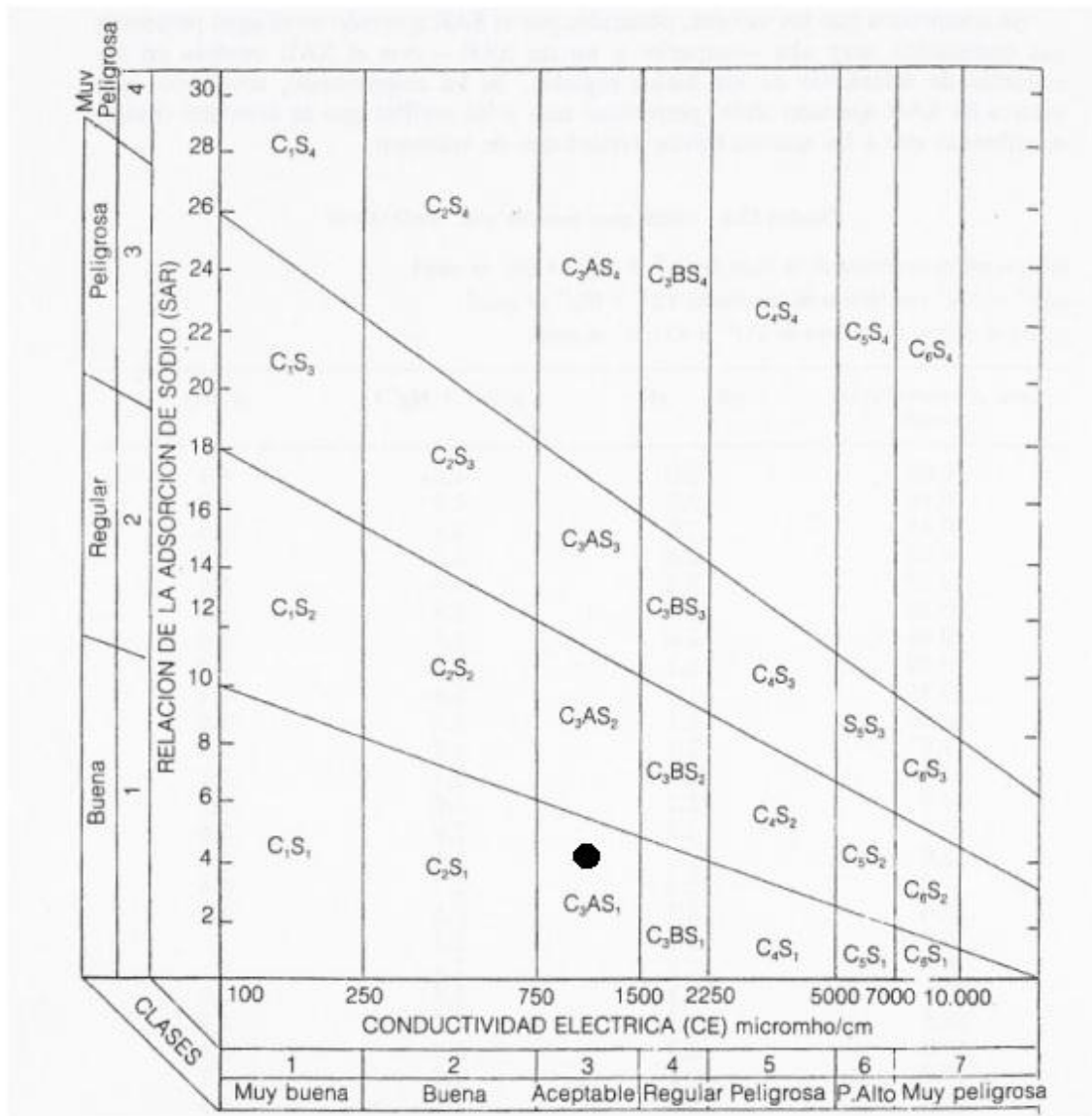
Calculamos la razón Ca²⁺/Mg²⁺ correspondiente al análisis:

$$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}} = \frac{3,02}{1,38} = 2,19$$

Con el resultado obtenido se puede clasificar el agua como **agua de riego buena** y representarla con la sigla **M₁**.

A continuación se clasifica en el siguiente diagrama:

Figura 6.3. Diagrama para clasificar las aguas de riego según Blasco y De la Rubia (1973).



Urbano Terrón, P. (2001) “Tratado de Fitotecnia General”

Según esta clasificación, C_3AS_1 , el agua queda determinada como **aceptable en función a su conductividad eléctrica y buena en función del S.A.R.**

6.4 Normas Green

Fueron establecidas por H.Green teniendo en cuenta 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.

Contrariamente a las Normas Riverside, son muy poco restrictivas, por lo que nos van a ser útiles para aconsejar la no utilización de un agua más que para valorar su calidad. En efecto, 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 de “mala”, es que realmente debe desaconsejarse su utilización agrícola.

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

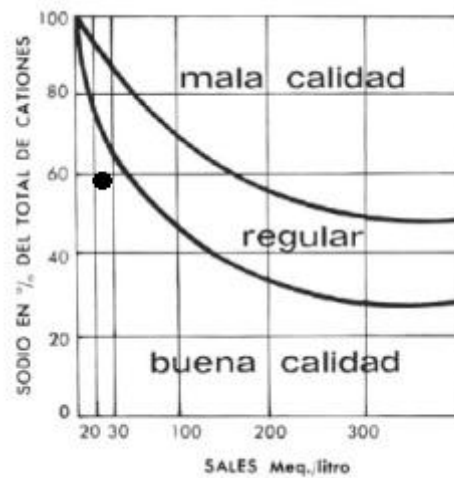
$$\%Na^{+} = \frac{Na^{+}}{Na^{+} + Ca^{2+} + K^{+} + Mg^{2+} + NH_{4}^{+}} \times 100 = \frac{6,49}{6,49 + 3,02 + 0,08 + 1,38 + 0,011} \times 100 = 59,1\%$$

Y nuestros datos analíticos son:

Aniones	meq/l	Cationes	meq/l
Cloruro	5,88	Calcio	3,02
Sulfato	3,58	Magnesio	1,38
Nitrato	0,14	Sodio	6,49
Carbonato	0,0	Potasio	0,08
Bicarbonato	1,42	Amonio	0,011
Fósforo	<0,02		
Fosfato	<0,02		
Total	11,02	Total	10,98

La concentración total de sales, expresada en meq/l, es de 22, 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:

Figura 6.4. Diagrama para clasificar las aguas de riego según H.Green.



Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) “Aguas de riego: análisis e interpretación”. Adaptado de “Utilisation des terres salines”, H Greene, FAO

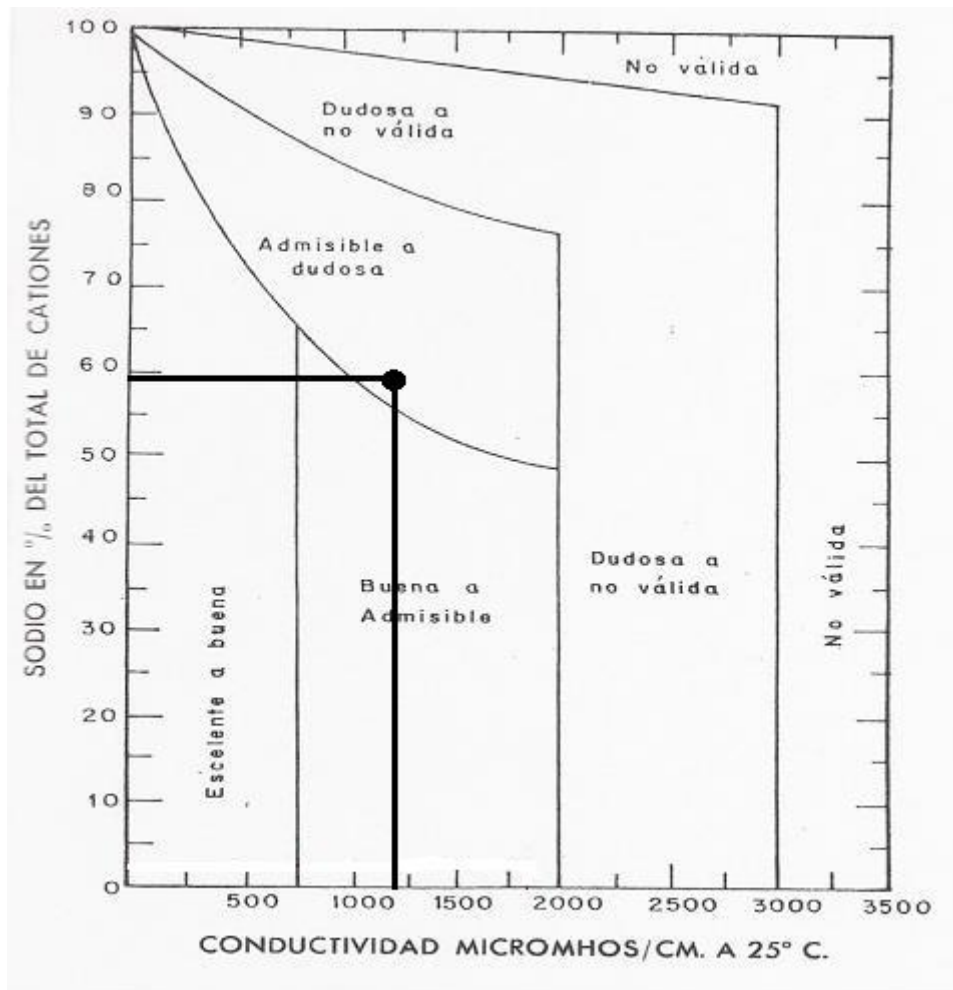
El agua queda clasificada como de **buena calidad**, aunque, como se ha comentado anteriormente, estas Normas sólo son representativas cuando determinan el agua de mala calidad.

6.5 Normas Wilcox

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 es de 59,1%, ya es posible clasificar el agua, con la ayuda del diagrama facilitado a continuación:

Figura 6.5. Diagrama para clasificar las aguas de riego según Wilcox.



Gómez Lucas/ Navarro Pedreño/ Mataix Beneyto (1992) “Aguas de riego: análisis e interpretación”

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

6.6 Relación permeabilidad – S.A.R.

Se debe interpretar la calidad del agua de riego en relación con la permeabilidad del suelo que se va a regar y para ello relacionaremos la conductividad eléctrica y el SAR con la permeabilidad de suelo tal y como indican las siguientes figuras a continuación:

Figura 6.6. Relación permeabilidad-conductividad.

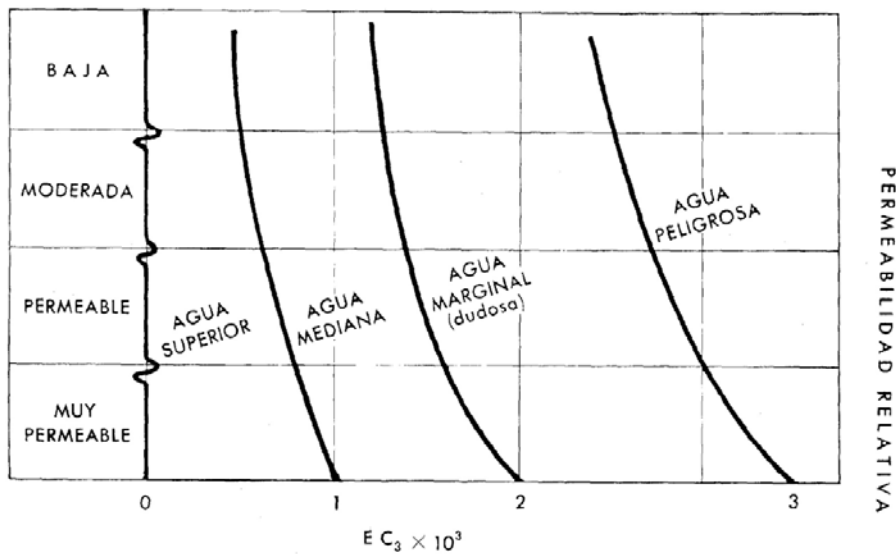


Gráfico núm. 6-A. Clasificación del agua basada en el riesgo de salinidad.

La textura del suelo es franco-arcillo-arenosa, comportándose como franca, por lo que la consideraremos como permeable por lo que, según la figura, se puede clasificar el agua como:

Relación C.E / permeabilidad = agua mediana (C.E. = 1,185 mmhos / cm)

Figura 6.7. Relación permeabilidad-S.A.R.

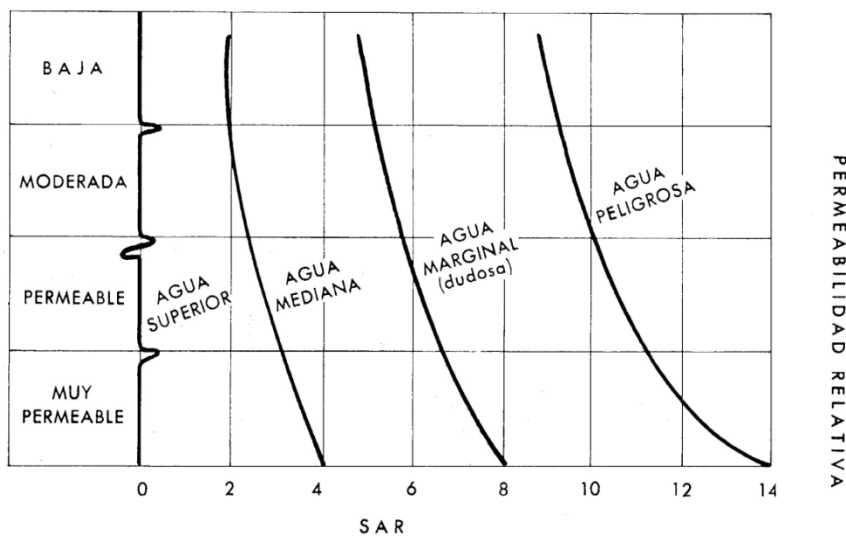


Gráfico núm. 6-B. Clasificación del agua basada en riesgo de sodio.

La textura del suelo es franco-arcillo-arenosa, comportándose como franca, por lo que la consideraremos como permeable por lo que, según la figura, se puede clasificar el agua como:

Relación SAR / permeabilidad = agua mediana (S.A.R. = 4,37)

7. CONCLUSIÓN

Se realiza un resumen de todos los datos obtenidos:

ÍNDICES DE PRIMER ORDEN

Parámetro	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 ⁺	0,08 meq/l	Aceptable
Concentración de Ca ²⁺	3,02 meq/l	Aceptable
Concentración de Mg ²⁺	1,38 meq/l	Aceptable
Concentración de B ³⁺	<0,00005g/l	No tóxica
Concentración de Na ⁺	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

ÍNDICES DE SEGUNDO ORDEN

Índice	Valor	Clasificación
S.A.R.	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

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

Dentro de los índices de primer grado para evaluar la calidad del agua de riego, el pH se encuentra en el intervalo adecuado y las sales disueltas revelan que el agua es de buena calidad. El contenido en iones es adecuado.

Aunque no hay problemas con la conductividad eléctrica ni con la salinidad, así como con los contenidos en calcio, hay que vigilar que no se produzcan obturaciones de goteros.

Dentro de los índices de segundo grado, el S.A.R. es bajo, por lo que no existe riesgo de alcalinización ni de degradación del suelo. El agua es medianamente dura casi dulce y su coeficiente alcalimétrico indica que ésta es de calidad tolerable.

Igualmente, las normas combinadas, Green y Wilcox, manifiestan que el agua de riego es de buena calidad y de admisible a dudosa respectivamente. En el resto se

caracteriza por un riesgo de alcalinización bajo y un riesgo de salinización medio-elevado.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ECOLOGÍA DEL CULTIVO.....	2
2.1	Descripción de la planta.....	2
2.2	Requerimientos edafoclimáticos.....	5
2.2.1	Clima.....	5
2.2.2	Suelo.....	8
3.	PORTAINJERTOS PARA NOGAL.....	9
3.1	<i>Juglans regia</i> (Nogal común).....	9
3.2	<i>Juglans nigra</i> (Nogal negro).....	10
3.3	<i>Juglans hindsii</i> (Nogal negro del norte de California).....	10
3.4	Híbridos.....	11
3.5	Otros patrones.....	11
3.6	Elección del portainjerto.....	12
4.	VARIEDADES DE NOGAL.....	13
4.1	Chandler.....	13
4.2	Hartley.....	14
4.3	Serr.....	15
4.4	Howard.....	15
4.5	Tulare.....	16
4.6	Vina.....	16
4.7	Franquette.....	17
4.8	Fernor.....	17
4.9	Lara.....	18
4.10	Variedades españolas.....	18
4.11	Elección de variedad.....	18

1. INTRODUCCIÓN

Los nogales son plantas dicotiledóneas que están englobadas dentro del orden *Juglandales*, en la familia *Juglandáceas*. En esta familia se encuentran los siguientes géneros afines:

- *Juglans* (nogales)
- *Carya* (pecaneros)
- *Pterocarya* (terocarias)

Carya y *Pterocarya* son dos géneros muy cercanos a *Juglans* con los que se atribuye cierto grado de compatibilidad. Ambos tienen utilidades forestales, pero además *Carya* se cultiva ampliamente en América del Norte y otros países para el aprovechamiento de sus frutos. En Estados Unidos, compiten por el consumo, de forma ventajosa con las nueces. Entre todas las especies destaca *C. olivaeformis* pecanero, llamado así al ser pécan la designación de la nuez por los indios americanos (Ducros, 1996). El género *Pterocarya* presenta unos portes majestuosos, lo que favorece su principal uso como planta ornamental.

Dentro del género *Juglans*, existen al menos 21 especies procedentes de América, Asia y Europa, las cuales se pueden englobar en tres grupos:

- Nogales comunes o blancos: Representados por *Juglans regia* L. en el que se incluyen los nogales del sudeste de Europa y los denominados nogales persas (Entre Irán e Himalaya y China). Son los nogales normalmente cultivados.
- Nogales negros: Incluye *Juglan srupestris* E. (Norte de México), *J. californica* W. (S. de California), *J. major* H. (Arizona y NO de México), *J. hindsii* (N. de California), *J. nigra* (Este de los Estados Unidos), etc.
- Nogales grises: Este grupo está representado por *Juglans cinérea* L. (Este de Norte América) y los nogales grises asiáticos *J. cathayensis* D. (China), *J. manshurica* M. (Manchuria y N. de China), *J. ailantifolia* C. (Japón), *J. sieboldiana* M. (Japón), etc

Todos los nogales tienen 32 cromosomas diploides y la mayoría, aunque no todos, son capaces de hibridarse entre sí (Leslie and McGranahan, 1998).

Todas las especies del género *Juglans* tienen frutos comestibles. Sin embargo, *Juglans regia* es la especie más difundida y conocida por sus frutos y la que tiene mayor extensión de cultivo, pues también están sometidas a él *J. cinérea* y *J. sieboldiana*.

El nogal negro (*J. nigra*) tiene en la madera su valor principal. Aunque producen nueces de muy buen sabor, presentan el problema de tener un rendimiento al descascarado muy bajo (12%), ya que la cáscara es muy gruesa. En general todos los nogales son muy apreciados por su madera, aunque no es el caso que se pretende estudiar en el presente proyecto.

El origen del nogal común es incierto y se barajan diferentes hipótesis. La más probable es que su origen está en Asia Central, en las circunscripciones próximas del actual Irán. A partir de ahí se difunde hacia Europa. En esta difusión jugó un papel

importante la civilización griega, pudiendo llegar a Grecia de la mano de Alejandro Magno, 300 años a.C. (AEDE, 1998). A partir de ahí pasaría al resto de Europa y posteriormente a América.

2. ECOLOGÍA DEL CULTIVO

2.1 Descripción de la planta

El nogal es un árbol de hoja caduca. Es una planta leñosa de gran desarrollo, que puede alcanzar los 30 metros de altura e incluso más, aunque generalmente no sobrepasa los 20 metros. Su copa es ancha, de un color verde lustroso, que da al árbol un aspecto majestuoso.

El **tronco**, que es grueso, tiene la corteza lisa de color gris plateado cuando es joven y va agrietándose y adquiriendo tonos marrones con la edad. El interior de la madera va tomando tonalidades coloreadas según el árbol va envejeciendo. Estas tonalidades marrones, veteadas de negro, proporcionan un gran valor a la madera, si bien esto no se consigue hasta los 60-80 años de vida del árbol (Luna, 1990), período que se puede acortar a la mitad utilizando técnicas de cultivo intensivas, en detrimento de la calidad de la madera, lo cual no interesa en el presente proyecto.

El **sistema radicular** tiene gran desarrollo, es muy profundo y se extiende horizontal y verticalmente de forma extraordinaria; la raíz es pivotante. Desde el primer año, la raíz principal puede alcanzar de 50 a 80 centímetros, para continuar creciendo hasta los 3, 4 ó 5 metros si el suelo se lo permite (Becquery, 1997). Aunque en suelos de textura franca, bien drenados, puede llegar a 4 metros de profundidad, lo normal es que no sobrepase de 2 metros. Al menos el 75% del sistema radicular está en el primer metro del perfil del suelo (Catlin, 1998).

Las raíces se extienden horizontalmente, más allá de lo que delimita la proyección de la copa y en algunos casos puede llegar a 20 metros de la distancia del tronco.

Las **hojas** son grandes, compuestas, imparipinnadas, caducas y estipuladas. Tienen de 7 a 9 folíolos glabros, no dentados o muy poco dentados, a diferencia del resto de los nogales (negros y grises, de los que se ha hablado en el apartado anterior). En general tienen de 25 a 35 centímetros de longitud. Las hojas son pecioladas, aunque los folíolos son sentados o casi sentados.

Los folíolos tienen forma entre oval y lanceolada. Están dispuestos de forma opuesta o casi opuesta. Cuando son jóvenes tienen un color rojo pardusco y son muy tiernos. A medida que van creciendo se van endureciendo y tomando tonalidades verdes, más oscuro por el haz que por el envés. En el envés se presentan unas nerviaciones muy marcadas, de coloración blanco verdosa.

Como se ha dicho anteriormente, el nogal es un árbol de hoja caduca, produciéndose su caída entre el inicio y mediados de otoño y su aparición entre principios de abril y principios de mayo.

Las **yemas**, que son redondeadas u ovals, pueden ser de madera o flor y éstas a su vez pueden tener distinta naturaleza. En atención a todo ello, nos encontramos con los siguientes tipos de yemas en el nogal:

- Yemas de madera sencilla: sólo hay una yema principal claramente diferenciada, a veces acompañada por una inflorescencia estaminada.
- Yemas de madera doble: están compuestas por una yema principal más desarrollada, y por otra secundaria situada por debajo de la principal. Estas yemas pueden ser folíferas, floríferas o mixtas. La yema principal emite brotes más verticales y la secundaria más horizontales.
- Yemas floríferas masculinas: aparecen sustituyendo a una o a las dos yemas dobles vistas anteriormente, de forma que de ellas pueden formarse dos amentos, un brote y un amento o dos brotes. Son brotes formados en la anualidad anterior.
- Yemas floríferas femeninas: generalmente se sitúan en posición terminal, en brotes formados en el mismo periodo vegetativo. Estas yemas son más globosas y tienen mayor tamaño.

Las principales formaciones de ramas son el ramo mixto (que llevan a la vez yemas de madera y de flor) y la brindilla coronada (son ramitas cortas de 15 a 20 cm, la yema terminal es de flor y el resto de madera).

El nogal es una especie monoica con **flores** unisexuadas, es decir, con inflorescencias masculinas y femeninas diferenciadas y situadas en el mismo árbol:

- Flores masculinas o estaminadas: están dispuestas en unas inflorescencias alargadas y cilíndricas de 8 a 10 centímetros de longitud, conocidas como amentos, desarrollados lateralmente en brotes del año anterior. Cada amento puede contener un centenar de flores. Las flores individuales son apétalas. Cada flor estaminada puede liberar hasta dos millones de granos de polen.
- Flores femeninas o pistiladas: se presentan por parejas, aunque pueden ser solitarias o agrupadas. Se desarrollan en los extremos de los brotes nuevos aparecidos en ramas del año anterior.

Las floraciones masculina y femenina en el mismo árbol generalmente no son coincidentes (dicogamia) y tienen distinta duración: dos o tres semanas la femenina y una o dos semanas la emisión del polen de la floración masculina (Germain, 1992). Este hecho puede generar problemas en la polinización. Para evitarlo, normalmente se intercalan polinizadores (árboles cuya emisión de polen coincide con la plena floración femenina de la variedad base).

El **fruto** del nogal es una drupa globosa indehiscente, a veces en punta en su zona pistilar.

El pericarpio es la parte exterior del fruto, compuesta por mesocarpio y exocarpio, vulgarmente conocido como ruezno o monda, que es rico en compuestos fenólicos. Es dehiscente, abriéndose poco después de adquirida la madurez en la semilla.

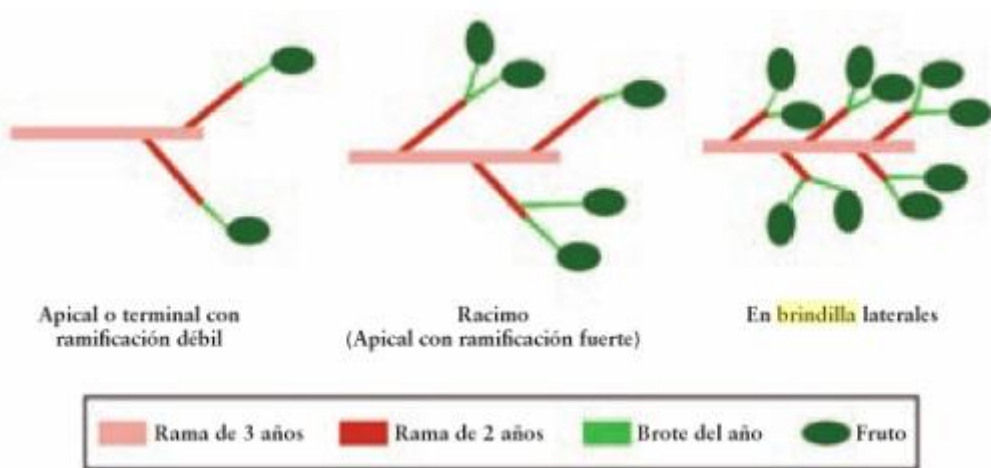
El endocarpio o cáscara es rugosa y leñosa debido a su contenido en lignina.

En el nogal existen tres tipos de fructificación, que a su vez están ligados con la entrada en producción y con la productividad (MuncharazPou, M, 2012).

Con carácter general, la entrada en producción está directamente ligada a la aparición de las flores masculinas, que en la mayoría de las variedades aparece uno o dos años más tarde que las femeninas.

De igual forma, la entrada en producción está directamente relacionada con el número de fructificaciones en posición lateral, de forma que cuanto mayor es, antes entrará en producción. Por tanto, es de esperar que las variedades con mayor rapidez de entrada en producción sean Chico, Howard, Chandler, etc.

Todas las variedades se pueden englobar dentro de tres tipos claramente diferenciados:



MuncharazPou, M. 2012 “El Nogal. Técnicas de producción de fruto y madera”

- Fructificación apical y ramificación débil: Es característica del grupo de variedades francesas y de Oregón. Tienen gran vigor y una entrada en fructificación tardía. Ya que sólo fructifican en el extremo de la rama, su productividad es débil.
- Fructificación apical y ramificación fuerte: Es el caso típico de la variedad Hartley, que tiene un comportamiento intermedio entre las del grupo anterior y las del siguiente.
- Fructificación sobre brindillas laterales: Es característico de las variedades de California y de algunas españolas, que participan de este tipo de fructificación en distinto grado. Estas variedades producen más y entran antes en producción, consecuencia de las numerosas yemas productivas en posición lateral. Consecuentemente su vigor es menor, debido a la competencia precoz que ofrecen los numerosos frutos.

2.2 Requerimientos edafoclimáticos

En este capítulo haremos un breve resumen de los factores climáticos más representativos del nogal, aunque ya han sido analizados anteriormente en más profundidad en los anejos de clima y suelo.

2.2.1 Clima

2.2.1.1 Temperatura

El nogal necesita pasar por un período de reposo invernal, sometiéndose durante una época a temperaturas frías, al objeto de que en el año entrante pueda desarrollarse con normalidad. La falta de frío invernal puede provocar:

- Retrasos del desborre y de la apertura de yemas.
- Brotación irregular y dispersa.
- Desprendimiento de yemas.
- Producciones escasas.

El nogal es un árbol con ciertas exigencias en frío invernal: requiere como mínimo 800 horas frío (las cuales, como hemos visto en el anejo de clima, quedan perfectamente cubiertas), por ello, esta especie no puede producir adecuadamente en lugares con inviernos cálidos, a no ser que se busquen variedades adecuadas. Las variedades francesas pueden llegar a necesitar 1.500 horas frío. Debido a las características climáticas de nuestra zona, las horas frío no serán un impedimento para ninguno de los casos.

En invierno pueden producirse algunos daños en las ramas y yemas del árbol si la temperatura cae por debajo de los -7°C . Si en la zona las temperaturas de invierno llegan con normalidad a los -9°C , no es recomendable la plantación de nogales (Siebett et al., 1998). Otras fuentes, sin duda basando sus observaciones en otras variedades distintas a las americanas, citan temperaturas más bajas e indican que en reposo invernal pueden soportar hasta -30°C (Pérez, 1972; García, 1982 y Becquey, 1997).

De cualquier forma, la resistencia del árbol es mayor si el descenso de la temperatura es progresivo, en lugar de cuando se produce bruscamente.

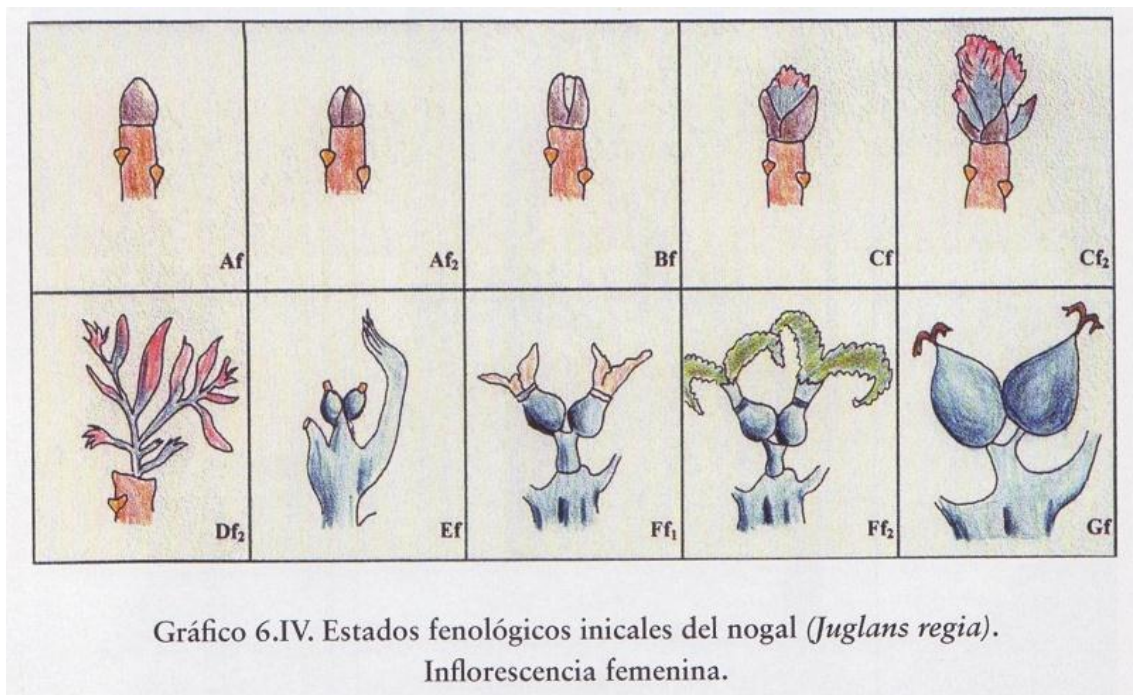
Respecto a las heladas de primavera, en las variedades de floración más temprana, la irrupción de temperaturas frías después del inicio de la floración, puede dar lugar a heladas de yemas, flores, brotes y frutos. Las temperaturas que producen daños dependen de diversos factores: duración de la helada, variedad, estado vegetativo del árbol, labores culturales, etc.

Aunque por las fechas de brotación del nogal es difícil que se produzcan estas circunstancias, no son desconocidas en algunas zonas de cultivo.

En cuanto a las temperaturas de verano, algunas variedades tienen frutos especialmente sensibles a los golpes de calor en su período de crecimiento. Estos golpes de calor se pueden producir con temperaturas superiores a 38°C (Siebbett et al., 1998).

Para saber esos momentos críticos, hace falta conocer el estado fenológico del árbol, aunque como se ha dicho, en las fechas de brotación del nogal, es difícil que se produzcan heladas primaverales, hay que tener en cuenta que no es imposible y que en las primeras fases de desarrollo, los distintos órganos son sumamente sensibles a las bajas temperaturas.

Para determinar un estado, debe tomarse el que represente más del 50% de la plantación. A continuación se muestran los diferentes estados del nogal:



Muncharaz Pou, M (2012) “El nogal. Técnicas de producción de fruto y madera”

Af: Yema en reposo: De esta forma pasa el invierno, recubierta por un par de escamas.

Af₂: Caída de escamas duras: La yema queda protegida por otras escamas poco diferenciadas y semimembranosas.

Bf: Botón blanco o lanoso: La yema se hincha y aparecen las brácteas subyacentes recubiertas de una pelusa blancuecina.

Cf: Desborre: Aparecen nuevas brácteas y los folíolos terminales de las hojas exteriores.

Cf₂: Primeras hojas: La yema se abre y se separan escamas, brácteas y folíolos.

Df: Separación de hojas: La yema está totalmente abierta y las primeras hojas se despliegan y separan.

Df₂: Principio de foliación: Las primeras hojas están completamente abiertas y erguidas, toman un porte oblicuo y dejan aparecer las flores femeninas.

Ef: Aparición de las flores femeninas.

Ef₁: Apareen los estigmas, que empiezan a separarse y pasan de rojo a verde amarillento.

Ef₂ Plena floración femenina: Los estigmas se abren y son receptivos. Su color es verde pálido.

Gf: Marchitamiento de los estigmas: Se desecan, pasando del marrón al negro. Ya no son receptivos.

I: Cuajado

J: Engrosamiento del fruto: La cáscara se parte con los dientes.

K: Lignificación de la cáscara: La cáscara está completamente formada. No se parte con los dientes.

Di: Agostamiento de la madera: Los limbos de las hojas han acabado su crecimiento.

L: El ruezno se agrieta.

Lo: Se puede ver la nuez en el interior.

Dj: Amarilleamiento de las hojas.

MO: Ruezno completamente dehiscente.

O: Caída de la nuez.

Dz: Caída de las hojas.

2.2.1.2 Pluviometría

Es un factor relativamente secundario desde que el cultivo se realiza en regadío. Si el cultivo se realiza en secano (que no es el caso del presente proyecto), se deben evitar zonas con precipitaciones inferiores a 600 ó 700mm, según el tipo de suelos, siendo importante que las lluvias estén lo más uniformemente repartidas. Como esto no suele ocurrir, se debe recurrir al riego, en especial en las épocas de máximas necesidades y en los períodos críticos entre los meses de mayo y septiembre.

La humedad ambiental, especialmente en primavera, perjudica enormemente al nogal, por ser un factor favorable para el desarrollo de la bacteriosis, que requiere para su desarrollo humedad ambiental junto con temperaturas cálidas (mayores a 15°C). Por eso es interesante la ausencia de lluvias en esa época.

Las lluvias tardías de otoño, tampoco son propicias al nogal, puesto que pueden provocar retrasos en la recolección y pérdidas en la calidad de los frutos si permanecen mucho tiempo en el suelo en condiciones de humedad.

2.2.1.3 Viento

Como la polinización del nogal es anemófila, la mayor incidencia puede tener lugar en temporada de polinización. Los vientos ligeros son favorables para que se produzca adecuadamente pero en cambio, los vientos fuertes provocan efectos contrarios, no sólo por el arrastre de polen lejos de la plantación, sino más bien porque pueden llegar a provocar el desprendimiento de amentos y pequeños frutos.

Por otro lado, y más indirectamente, los vientos tienen efectos en la transpiración de las hojas y pueden provocar desecación de las mismas.

No obstante, el viento no es un factor limitante en la parcela objeto.

2.2.1.4 Niebla, rocío y granizo

La niebla y el rocío pueden ser perjudiciales, sobre todo en primavera, porque pueden favorecer el desarrollo de enfermedades como la bacteriosis y otras criptogámicas.

Por su parte, el granizo es perjudicial al igual que en cualquier otro cultivo, en función de la intensidad y tamaño de las piedras. Puede provocar daños directos (pérdidas de cosecha) e indirectos (heridas, desgarres y otros daños que sin duda supondrán una excelente vía de entrada para diversos patógenos)

2.2.1.5 Luz

Las hojas de nogal están saturadas de luz con la tercera parte de la luz solar recibida (Dejong&Ryugo, 1998). Solamente las hojas de la parte externa están expuestas a plena luz solar y solamente durante parte del día, debido al movimiento del sol. Por tanto, la mayoría de las hojas funcionan diariamente con relativa poca luz.

La luz es un factor más limitante para la fotosíntesis, en la parte interior de la copa. Si las plantaciones son muy densas, la zona interior de la copa estará demasiado sombreada y las hojas no realizarán mucha fotosíntesis. Las hojas interiores aportarán menos energía de la necesaria.

2.2.2 Suelo

El nogal se adapta bien a suelos profundos, bien drenados y de textura media. Como en nuestro caso disponemos de un suelo de textura franco-arcillo-arenosa que se comporta casi como un suelo de textura franca, no tenemos ningún problema en estos aspectos.

Es sumamente sensible a la falta de oxígeno en el suelo y a la salinidad. En menor medida a la caliza activa.

El nogal es una especie que se adapta bien a un pH de entre 5,5 y 8,5 (aunque el óptimo es entre 6,5 y 8) pero para nuestro cultivo debemos realizar una enmienda magnésica y otra caliza.

3. PORTAINJERTOS PARA NOGAL

El uso de patrones se ha vuelto indispensable en la fruticultura moderna. No sólo para buscar un sistema radicular mejor adaptado a las condiciones de suelo sino también para transmitir determinadas propiedades a la variedad y, sobre todo, reproducir de forma exacta las propiedades de la variedad injertada, que se reproduce vegetativamente, al evitarse su reproducción sexual por semilla.

En España las primeras plantaciones intensivas de variedad Franquette venían injertadas sobre *J. nigra*. Si las variedades eran Serr y Hartley venían injertadas sobre *J. hindsii*.

No obstante el patrón más utilizado es el *J.regia* y aún más de cara al futuro, pues además de ser el mejor adaptado a la mayoría de las condiciones de cultivo en España, no presenta los problemas de la línea negra (CLRV).

El CLRV, Cherry Leaf Roll Virus, es el agente infeccioso causante de la línea negra, un virus que provoca una incompatibilidad diferenciada cuando cualquier variedad de nogal común (*J.regia*) es injertada sobre un pie que no sea *J. regia*. Es decir, sobre *J. nigramajor*, *hinsii*, *cinérea* y *sieboldiana*. (Germain, 1989).

Los principales portainjertos son:

- *Juglans regia* (Nogal común).
- *Juglansnigra* (Nogal negro)
- *Juglanshindsii* (Nogal negro del norte de California)
- Híbridos y otros patrones

3.1 *Juglans regia* (Nogal común)

Es el más utilizado en todas las zonas de cultivo, a excepción de California, si bien con la difusión de la línea negra, incluso en esta área está revalorizando su posición. Los principales defectos de esta especie son su excesiva sensibilidad a *Armillaria* y *Phytophthora*. Además, se muestra afectado por otros factores como exceso de salinidad y de agua y tumores de cuello.

Parece menos resistente al frío que otros patrones, característica mejorada por el clon *Manregian* (clon de *Juglans regia* procedente de Manchuria) que conserva todas las propiedades de *J. regia*, con una mayor tolerancia al frío (Catlin, 1998).

Como factores más importantes a su favor está el hecho de que variedades injertadas sobre él no manifiestan línea negra, por lo que su uso será imprescindible en zonas

afectadas por el CLRV. Además es el patrón menos exigente en humedad o más resistente a la sequía y se muestra como el más resistente a la clorosis férrica consecuencia de los excesos de cal en el suelo. Vegeta bien en pH 8-8,5 y se debe evitar el pH por debajo de 5 (Aletá y Ninot, 1999).

Al inducir un aceptable vigor a las variedades injertadas sobre este pie, debe utilizarse con variedades que no tengan exceso de vigor, particularmente las que fructifican con brindillas laterales (Charlot y Germain, 1988)

3.2 *Juglans nigra* (Nogal negro)

La especie procede del Este y de los Estados Unidos.

Es un patrón mucho más exigente en suelos y humedad, lo que limitará su uso a situaciones de regadío y en suelos ideales: profundos, bien drenados y exentos de cal. No crece bien en suelos calcáreos (pH>7,5) (Aletá y Ninot, 1999).

Proporciona un vigor inferior que *J. regia* a las variedades injertadas. Por ellos se usará preferentemente con variedades de mucho vigor. La entrada en producción de la variedad injertada es más rápida y luego propicia unos frutos más grandes y cosechas más elevadas que *J. regia*.

Es más resistente que *Juglans regia* a la mayoría de las enfermedades: tumores del cuello, tinta y *Armillaria*. Además presenta una mayor resistencia a los fríos invernales.

Su mayor limitación es la línea negra, por lo que su uso está prescrito en zonas de infección de CLRV.

3.3 *Juglans hindsii* (Nogal negro del norte de California)

A principios de siglo XX comenzó a sustituir en California a *J. regia*, por su mayor vigor y resistencia a *Armillaria mellea*. Es el patrón más popular en California. En Francia no se utiliza por su mal comportamiento en las zonas de cultivo un tanto húmedas y frías, que padecen grandes ataques de antracnosis en los viveros, lo que les hace difícilmente injertables (Charlot y Germain, 1988).

Además de su resistencia a *Armillaria*, otras características que hacen recomendable al patrón son su elevada tolerancia a la salinidad y una menor sensibilidad que *nigra* y *regia* a condiciones de humedad excesiva. Al igual que *J. nigra*, es más adecuado para suelos profundos y bien nutridos.

Sus peores características son su sensibilidad a *Phytophthora* y sobre todo su hipersensibilidad a la línea negra. Por ello, su uso se reducirá a zonas con problemas de salinidad o de hongos del género *Armillaria*, en zonas no infectadas con CLRV.

3.4 Híbridos

Prácticamente sólo se ha empleado como portainjertos el **Paradox**, híbrido obtenido en Estados Unidos en un cruce utilizando polen de *Juglans regia* sobre flores femeninas de *Juglans hindsii*. Este patrón proporciona a las variedades un excelente vigor, especialmente si los suelos son adecuados. El vigor de este híbrido proporciona un sistema radicular muy desarrollado, lo que propicia una tolerancia relativa a distintos problemas del suelo: caliza, micronutrientes, salinidad, etc. Sin embargo, su mayor atributo puede ser la resistencia que muestra a *Phytophthora*. Como en todos los patrones que no son *J. regia*, la peor característica es su hipersensibilidad a la línea negra, lo que puede limitar su utilización en muchas situaciones.

Otros patrones híbridos son Royal (*J. nigra* x *J. hindsii*) y varios de *J. nigra* x *J. regia* (progenies Ng23xRA y NG38xRA)

3.5 Otros patrones

Otras especies del género *Juglans*, como *Juglans californica*, *Juglans microcarpa* y *Juglans major*, han sido probadas y utilizadas como patrones en el pasado, principalmente en California sin que hayan demostrado ninguna propiedad sobresaliente que requiera su utilización. Es más, se ha demostrado un pobre comportamiento que desaconseja su utilización. Muchas veces presentan más inconvenientes que ventajas.

También se ha utilizado *Pterocarya stenoptera*, que presenta un buen comportamiento frente a nematodos, *Phytophthora* y asfixia radicular. Sin embargo, este patrón es hipersensible al CLRV y, lo que es peor, es incompatible con muchas variedades de nogal (Germain et al., 1975), lo que limita enormemente su utilización.

La tabla facilitada a continuación ayudará a tener más claros los pros y contras de cada patrón para así poder tomar una decisión y elegir el portainjerto que más se adecúe a las exigencias requeridas.

Tabla 3.1. Comportamiento de los principales patrones empleados para el nogal.

Sensibilidad a:	<i>J. regia</i>	<i>J. nigra</i>	<i>J. hindsii</i>	Paradox	<i>Pterocarya</i>
Sequía	Menos sensible (1)	Sensible			
Frío invernal	Resistente (1)	Muy resistente (1)			
Salinidad	Menos tolerante (4)		Muy tolerante (4)	Intermedio (4)	
Encharcamiento (asfixia radicular)	Sensible (1,2) Muy sensible (4)	Sensible (1) Menos sensible (2)	Intermedio (4) Sensible (5)	Menos sensible (4)	Adecuado (4) Adaptado (2)
Clorosis férrica (Caliza)	Bastante tolerante (1)	Sensible (1)	Sensible (4)	Moderadamente tolerante (4)	
Agrobacterium (Tumor del cuello)	Sensible (1,4)	Bastante tolerante (1)	Menos sensible (4) Poco sensible (5)	Sensible (4,5)	
Phytophthora (Podredumbre-tinta)	Sensible (1,3)	Más tolerante que regia (1)	Muy sensible (4,5) Sensible (3)	Resistente (4,5) Más resistente (3)	Adecuado (4)
Armillaria	Muy sensible (2,3,4) Sensible (5)	Bastante tolerante (1)	Muy resistente (2,3) Resistente (4,5)	Variable (2,3,5)	
Chancro profundo	Desconocido (4)		Inmune (4)	Inmune (4)	
CLRV (Línea negra)	Disminuye vigor y producción (1)	Línea negra (1) Hipersensible(4)	Hipersensible(4)	Hipersensible(4)	Hipersensible(4)
Nematodos	Sensible (1)	Sensible (1)		Tolerante (5)	Adecuado (4)
Vigor inducido	Bueno (1)	Inferior a regia en 5-20% (1)	Moderado (4)	Vigoroso (4)	
Entrada fructificación	Algo más lento (1)	Rápida (1)			
Calibre nuez		Más grande (1)			
Rendimiento grano		Más elevado (1)			

Fuentes:

- (1) Charlot y Germain 1988
- (2) Frutos y Tomás
- (3) Mircetich et al., 1998
- (4) Catlin 1998
- (5) McGranahan&Catlin 1987

3.6 Elección del portainjerto

Tras valorar las características de la tabla anterior, se va a tener en cuenta, por encima de todo, la resistencia a CLRV (línea negra), ya que de encontrarse por la zona, sería peligroso pues este virus se transmite por el polen y en caso de patrones hipersensibles, provocaría la muerte del árbol. Por ello, y casi sin tener en cuenta el resto de características, **se elige el patrón *Juglans regia***.

4. VARIEDADES DE NOGAL.

La variedad de nogal aporta características relacionadas con la calidad del fruto, tamaño y aspecto, todo ello íntimamente ligado al valor comercial. De la misma forma, aporta diversas características agronómicas, que facilitan el cultivo o igualmente hacen que la rentabilidad sea más elevada, consecuencia de una adecuada adaptación al terreno de la variedad, lo que optimiza la productividad y normalmente disminuye los costes de cultivo.

Como en casi todas las producciones, y el nogal no es una excepción, no hay una variedad ideal que reúna todas las características deseables. Al objeto de que nuestra elección sea lo más acertada posible y lo más cercana a lo que consideramos variedad óptima, deberá realizarse una baremación de las distintas características que concurren en cada variedad y elegir ésta cuando cumpla unos requisitos prioritarios o básicos.

Seguidamente se analizan las características más importantes que deben reunir las variedades de nogal, y el grado de cumplimiento de las principales variedades comerciales.

Se han seleccionado las variedades de nogal más importantes y representativas para la zona y el país en que se encuentra la parcela objeto de estudio.

4.1 Chandler

CHANDLER	
Historia	Cruce Pedro x UC56-224 (UC Davis), 1979
Desborre	Medio
Fructificación lateral	90% fructificación lateral. Árboles jóvenes no tienen muchas yemas laterales. Altamente productiva
Precocidad	
Polinización	Cisco, Sarch, Franquette y Fernette
Recolección maduración	Medio tardía
Vigor y porte	Árbol de tamaño medio. Semierecto. Moderadamente vigoroso (medio)
Comercialización	Algunos granos con la punta seca, en cantidades variables según los años. Todavía esto no se considera un defecto comercial. En árboles jóvenes la cáscara es débil, pero este defecto se corrige con la edad. Rendimiento al descascarado del 52%. Peso del grano de 6,5 g. Grano de color muy claro de gran calidad (100% Extra light)
Marco de plantación	Se puede utilizar en marcos estrechos a unos 8 m.
Plagas, enfermedades y alteraciones	Por ser tardía, tiene problemas moderados de bacteriosis. Es susceptible de sufrir PFA (exceso de polen)
Futuro	En la actualidad es la variedad más plantada en California. Tiene una serie de características que la hacen muy atractiva, siendo la variedad de mayor futuro. Enormemente extendida en España y en Chile. También se planta en Francia y en otros países.

4.2 Hartley

HARTLEY	
Historia	Seleccionada por el viverista William Hunter, que plantó semillas en el huerto de John Hartley en el valle de Napa en 1892. De este grupo surgió la variedad que ganó un premio en un concurso celebrado en 1915. Fue introducida como variedad en 1925.
Desborre	Medio
Fructificación lateral	5-10% f.l (racimo) La productividad de los árboles adultos es muy buena pero tiene una entrada en producción más lenta que otras como Chandler, por tener menos yemas en posición lateral.
Precocidad	Poco precoz
Polinización	Franquette, Fernette, Cisco y Amigo
Recolección maduración	Media
Vigor y porte	Árbol de tamaño medio a grande, moderadamente abierto. Tiene un gran vigor en suelo fértil. Es variedad de suelos fértiles, profundos y bien drenados pues en caso contrario pierde productividad y favorece problemas de chancro.
Comercialización	Color del grano muy claro, lo que la hace una variedad muy popular. Rendimiento bajo al descascarado. Es una variedad muy importante para comercializar en cáscara. También se comercializa en grano. La forma del fruto es característica. Rendimiento al descascarado del 50% y peso del grano de 6 g.
Marco de plantación	De 9 a 12m
Plagas, enfermedades y alteraciones	Pocos problemas con bacteriosis y carpocapsa. Sensibilidad a chancro profundo, especialmente si hay exceso de humedad o un suelo deficiente. En España se ha detectado sensibilidad a chancro superficial (<i>Erwinia nigrifluens</i>)
Futuro	Ha sido la variedad más importante de California y todavía se implanta en nuevas plantaciones. Cultivada en Francia por su gran resistencia a los fríos invernales.

4.3 Serr

SERR	
Historia	Cruce Payne x PI 159568 (Davis) Es una de las primeras variedades obtenidas en California, fruto del programa Serr-Forde. Recibe este nombre en honor a su obtentor, después del fallecimiento de éste en 1968.
Desborre	Muy precoz
Fructificación lateral	55-60% f.l. Productividad entre baja y alta, según factores como carga de polen y riego.
Precocidad	Precoz
Polinización	Es muy sensible a PFA (Pistillate Flower Abscission) que según recientes investigaciones se debe a exceso de polen proveniente de polinizadores como Tehama, Chico, y la propia Serr, lo cual provoca una reducción de cosecha. Por ello, no se recomiendan polinizadores para Serr o la reducción de los mismos.
Recolección maduración	Temprana
Vigor y porte	Árbol grande y moderadamente abierto. Vigor de bueno a excesivo.
Comercialización	Comercialmente muy aceptable. Tiene una fuerte demanda en el mercado. Fruto de calidad con una fácil extracción. Grano claro y de gran rendimiento. Rendimiento al descascarado del 56% con un peso del grano de 6 g.
Marco de plantación	Según zonas entre 7 y 10,5 m
Plagas, enfermedades y alteraciones	Por su desborre temprano es sensible a agusanado y bacteriosis. Problemas muy importante de PFA
Futuro	Ha sido la segunda variedad en importancia en California. Sigue siendo una variedad importante, aunque ocupa un segundo plano.

4.4 Howard

HOWARD	
Historia	Cruce Pedro x UC56-224 (Davis)
Desborre	Medio
Fructificación lateral	90% fructificación lateral.
Precocidad	Precoz y productivo
Polinización	No siempre cubre con su polen la floración femenina, por lo que se usan como polinizadores las variedades Cisco, Chandler, Franquette y Fernette
Recolección maduración	Se recolecta ligeramente antes que Hartley. Maduración media.
Vigor y porte	Árbol pequeño-medio. Semierecto y con moderado vigor. Necesita podas severas y crecer en muy buenas condiciones para mantener su vigor.
Comercialización	Buenas calidad de nuez, con grano muy claro. Rendimiento al descascarado del 49%, con peso del grano de 6,5 g.
Marco de plantación	Se puede plantar en altas densidades y en seto.
Plagas, enfermedades y alteraciones	
Futuro	Es la segunda variedad más importante de California. Su productividad es motivo para seleccionarla en las nuevas plantaciones.

4.5 Tulare

TULARE (UC 67-11)	
Historia	Cruce Serr x Tehama (UC Davis), 1993
Desborre	Medio
Fructificación lateral	70% de fructificación lateral. Altamente fructífera y productiva
Precocidad	Precoz
Polinización	Variedad homógama. Coinciden los períodos de emisión de polen de las flores masculinas y femeninas aunque se puede utilizar Chandler.
Recolección maduración	Media estación
Vigor y porte	Moderadamente vigorosos. Porte llorón que dificulta su formación y facilita la exposición de las nueces al sol.
Comercialización	Calidad del fruto media. Rendimiento al descascarado del 54%, con un peso del grano de 7,5 g.
Marco de plantación	Produce bien en plantaciones en setos. Sustituye a Chico en este de plantaciones.
Plagas, enfermedades y alteraciones	
Futuro	Es una variedad relativamente nueva con buen futuro debido a sus excelentes cualidades agronómicas, acompañada de un buen rendimiento. Es una de las variedades más plantadas en California.

4.6 Vina

VINA	
Historia	Cruce de Franquette x Payne (UC Davis), 1968
Desborre	Precoz
Fructificación lateral	70-80% fructificación lateral. Rendimiento muy alto: en España también está presentando buenas producciones.
Precocidad	Muy precoz
Polinización	Se ha detectado PFA en esta variedad. Poliniza con Amigo y Franquette.
Recolección maduración	Temprana-media
Vigor y porte	Tamaño y forma del árbol similar a Payne, aunque Vina tiende a ser más horizontal (porte llorón). Vigor de moderado a bueno. Necesita poda adecuada para mantener el tamaño del fruto y el vigor del árbol.
Comercialización	Tiende a oscurecer en climas calurosos. Muy parecida a Hartley, de hecho se puede comercializar como tal. Grano claro: rendimiento al descascarado del 50%, con un peso del grano de 6 g.
Marco de plantación	Se utiliza tanto en plantaciones estándar como seto.
Plagas, enfermedades y alteraciones	Ya que su desborre es medio, es generalmente menos sensible a bacteriosis que Ashley y Payne. Sin embargo, en zonas de primavera húmeda, la bacteriosis puede ser un problema. Susceptible al PFA. Frutos susceptibles a sufrir golpes de sol
Futuro	Es una variedad muy popular en el norte del valle de San Joaquín, donde su buena calidad y altas producciones la han hecho una de las variedades más rentables para los agricultores. Es una variedad con relativa importancia en nuevas plantaciones.

4.7 Franquette

FRANQUETTE	
Historia	Originaria del sudeste de Francia. Su nombre se debe a M. Nicou- Franquet, que la descubrió en 1784.
Desborre	Tardío
Fructificación lateral	Menos de un 5% de fructificación lateral (escasa)
Precocidad	Media a tardía
Polinización	Variedad protandra. Meylannaise, Ronde de Montignac y Culplat.
Recolección maduración	Tardía
Vigor y porte	Árboles grandes, muy vigorosos. Tendencia a la verticalidad.
Comercialización	Muy buena calidad, desde todos los puntos de vista, aunque el calibre puede ser pequeño. Utilizado para fresco, seco y grano. Rendimiento al descascarado del 42 al 45%, con un peso del grano de 4,6 a 5,2 g.
Marco de plantación	Más de 10 m
Plagas, enfermedades y alteraciones	Muy exigente en frío invernal, lo que desaconseja su cultivo en zonas cálidas.
Futuro	Es una variedad muy cultivada en todo el mundo, incluida California, por ser muy apreciada por la calidad de su fruto. Es la base de la nucicultura francesa: el 80% de las plantaciones del sudeste y el 65% de las del Périgord.

4.8 Fernor

FERNOR	
Historia	Variedad obtenida por el INRA (Burdeos) y comercializada desde 1996. Es un híbrido de Franquette y Lara.
Desborre	Tardío. Una semana antes que Franquette
Fructificación lateral	80-85% de fructificación lateral
Precocidad	
Polinización	Variedad protandra. Polinizador: Ronde de Montignac
Recolección maduración	Moderadamente tardía
Vigor y porte	Vigor medio y porte erecto
Comercialización	Fruto de buena calidad tanto por el grano como por las características de la cáscara. Grano muy claro (100% <i>Extra light</i>) Rendimiento al descascarado del 45 al 48% con un peso del grano de 4,8 a 5,4 g.
Marco de plantación	Se puede utilizar en plantaciones con marco estrecho.
Plagas, enfermedades y alteraciones	Grandes necesidades en frío invernal.
Futuro	Es una variedad adecuada para zonas frías y con heladas tardías, donde puede superar en productividad a Franquette.

4.9 Lara

LARA	
Historia	Selección obtenida en los viveros Lalanne de Gironde por polinización libre de Payne (1981)
Desborre	Medio, entre Hartley y Chandler
Fructificación lateral	Alto. Sobre un 80%
Precocidad	Precoz
Polinización	Variedad protandra. Franquette, Fernette y Ronde de Montignac
Recolección maduración	Media- temprana
Vigor y porte	De débil a medio. Porte semierecto.
Comercialización	Para nuez fresca. Fruto muy globoso con tendencia al oscurecimiento y algo insípido. Si las condiciones de cultivo son insuficientes, los calibres son más pequeños. Rendimientos al descascarado del 48 al 50% con un peso del grano de 5 a 6 g..
Marco de plantación	Marcos estrechos, para plantaciones intensivas.
Plagas, enfermedades y alteraciones	Sensible a bacteriosis y antracnosis. Muy sensible a la clorosis.
Futuro	La mayor baza es su productividad, pero esta queda superada por la de muchas variedades californianas. No es variedad de suelos calizos, donde puede expresar su sensibilidad a la clorosis..

4.10 Variedades españolas

Aunque hay poblaciones locales, no se puede destacar ninguna con cierta representatividad en España (Muncharaz Pou, M. 2012). Algunas de ellas son Alcalde, Onteniente, Escrivá, Baldo, Cerdá, etc.

Además, actualmente el cultivo tradicional cada vez tiene menos interés tendiendo a desaparecer. Simplemente se mantendrá para suministro familiar o local.

Por otro lado, concretamente en La Rioja, no hay viveros que hagan injerto con variedad autóctona debido a que las posibilidades de éxito son escasas. Este tipo de injertos sólo lo realizan profesionales muy cualificados en pocos sitios de la península. Los precios se dispararían.

4.11 Elección de variedad

El propietario de la parcela indica expresamente que sus preferencias son las variedades **Chandler** y **Howard**, seguramente debido a las altas productividades de ambas y a los **polinizadores** que tienen en común (aunque realmente las dos son autofértiles). Chandler y Howard son variedades californianas que tienen una entrada en producción relativamente rápida. A su vez, la maduración es precoz y el fruto es de gran calibre y cáscara fina. Por lo general son poco vigorosos por lo que el marco de plantación podrá ser menor y se podrá incluir un mayor número de árboles en la explotación. Para ambas variedades se utilizan los polinizadores **Franquette** y **Fernette**.

Franquette, como se ha dicho anteriormente, es una variedad de gran calidad en todos los aspectos salvo en su calibre aunque en este caso su papel va a ser el de polinizar a las variedades elegidas para la producción de la explotación.

Por su parte Fernette, es un buen polinizador para Lara, Chandler, Howard, Hartley y Ferjean. Fernette tiene cierta resistencia a bacteriosis, mostrando una buena productividad y una rápida entrada en producción. Tiene una nuez bastante redonda, con grano claro y un rendimiento al descascarado del 50-54%. Su grano tiene peso entre 6 y 6,5 g.



CHANDLER



HOWARD



FRANQUETTE



FERNETTE

Fuentes imágenes: <http://www.viverosgalbis.com/> y <http://www.frutosdevettonia.com/>

Cultivar	Fecha media de:			Intensidad amentos (1)
	Desborre	Plena floración femenina	Plena floración masculina	
Chandler	11-abr	04-may	11-abr	3,8
Howard	09-abr	02-may	17-abr	1,4
Fernette(2)	21-abr	12-may	27-abr	4,1
Franquette (2)	25-abr	24-may	10-may	

(1) Los valores van de 0 a 5 siendo 0 la no presencia de amentos. (2) variedades polinizadoras.

Fuente: IRTA

En España no existe planta certificada de nogal. 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 total de virosis. Evidentemente, ello no quiere decir que las plantas vaya virosadas. En España se produce una planta de excelente calidad, que incluso se exporta al exterior, incluyendo Francia como país receptor. (Muncharaz Pou, M).

La Normativa Técnica de Producción Integrada del Gobierno de La Rioja sostiene que el material vegetal empleado como variedad debe ser certificado , con Pasaporte Fitosanitario. El material adquirido en el presente proyecto es de calidad equiparable al material certificado. El caso del nogal es un caso aislado.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	EL NOGAL EN EL MUNDO	1
2.1	Comercio exterior.....	2
3.	EL NOGAL EN ESPAÑA.....	3
4.	EL NOGAL EN LA RIOJA.....	5
5.	ESTUDIO COMERCIAL.....	6
5.1	Evolución de los precios por mayoristas en origen.....	6
5.2	Futuro de la nuez en España.....	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Producción mundial de nuez en los principales países productores. ...	1
Tabla 2.2	Principales países exportadores de nuez (toneladas).....	2
Tabla 2.3	Principales países importadores de nuez (toneladas)	2
Tabla 3.1	Producción española de nuez (toneladas)	3
Tabla 3.2	Superficie y producción del nogal en España.....	4
Tabla 3.3	Precios medios de venta nuez del agricultor en España.....	7

1. INTRODUCCIÓN

Se puede decir que el cultivo de nogal aún está en período de experimentación. Son muchas las investigaciones que se están realizando en torno a las diferentes variedades y sus pros y contras.

El objetivo de este anejo es el de poder conocer las salidas que tiene el producto obtenido en la explotación, en este caso, la nuez y, tras conocer los métodos de cultivo del nogal para distintas zonas, así como los datos estadísticos de los últimos años, se analizará la orientación productiva, los mercados y la organización comercial. Así se conseguirá dar salida a la nuez y se podrá estimar un precio aproximado para el estudio de rentabilidad del presente proyecto.

2. EL NOGAL EN EL MUNDO

Aunque la nuez se produce en todos los continentes, su cultivo se centra principalmente en el hemisferio norte.

Actualmente, la producción mundial de nuez es de 1.600.000 a 2.000.000 de toneladas, de las cuales casi la mitad procede de Estados Unidos y de China, el principal productor mundial con una cosecha de entre 500.000 y 800.000 toneladas de producto en cáscara. Por su parte, Estados Unidos está alcanzando producciones de más de 400.000 toneladas (USDA, 2010). A su vez, y en orden de importancia, le siguen Irán con 180.000 toneladas, Turquía, con 150.000 toneladas, Ucrania, con 80.000 toneladas y México, con 75.000 toneladas. Obviamente le siguen muchos otros países pero su producción no alcanza las 50.000 toneladas.

En la siguiente tabla se refleja la evolución y situación de los principales países productores.

Tabla 2.1 Producción mundial de nuez en los principales países productores.

País	2004	2005	2006	2007	2008	Promedio
China	436.862	499.074	475.455	629.986	828.635	574.002
EEUU	394.835	322.051	317.515	297.555	395.530	345.497
Irán	168.320	170.000	185.059	233.544	170.000	185.385
Turquía	126.000	150.000	129.614	172.572	170.897	149.817
Ucrania	90.700	91.000	68.750	82.320	79.170	82.388
México	81.499	79.871	68.359	79.162	69.620	75.702

FAO (FAOSTAT)

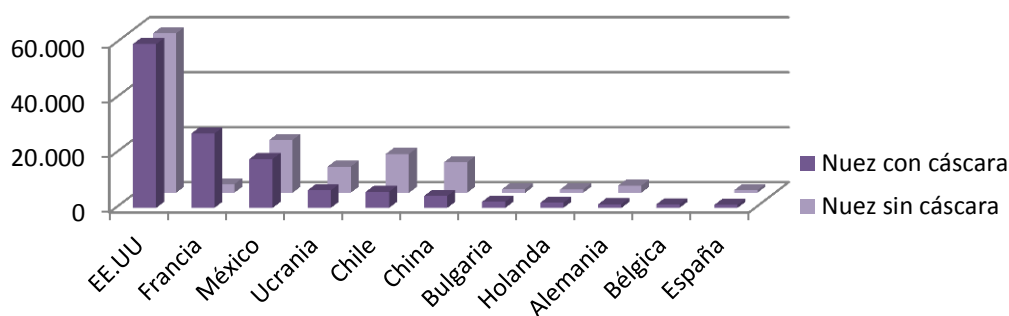
En la Unión Europea se producen entre unas 160.000 y 180.000 toneladas anuales. Los principales productores son Rumanía con 40.000 toneladas, Francia, con 35.000, Grecia con 24.000 toneladas, Austria con 20.000, Alemania con 15.000, Italia con 15.000 y España con 10.000 toneladas.

2.1 Comercio exterior

Aunque China es el principal productor del mundo, el mercado internacional lo lidera Estados Unidos. No es lo mismo ser el principal productor que el exportador más importante.

Tabla 2.2 Principales países exportadores de nuez (toneladas) en el 2007 según FAO

País	Nuez con cáscara	Nuez sin cáscara
EE.UU	59.625	58.009
Francia	27.024	3.107
México	17.773	19.221
Ucrania	6.379	9.519
Chile	5.866	14.113
China	4.332	11.092
Bulgaria	2.255	1.290
Holanda	1.824	1.209
Alemania	1.335	2.572
Bélgica	1.277	
España	1.084	969



La Unión Europea, a pesar de ser un productor importante, también es altamente deficitaria, demandando anualmente cerca de 200.000 toneladas de nuez.

Tabla 2.3 Principales países importadores de nuez (toneladas)

País	Nuez con cáscara	Nuez sin cáscara
Italia	18.933	3.770
España	15.411	7.523
México	12.988	2.347
Alemania	11.660	12.278
Turquía	8.557	7.662
Moldavia	5.578	
China (Hong Kong)	3.613	
Holanda	3.338	2.914

FAO, 2007

3. EL NOGAL EN ESPAÑA

El nogal no es una gran potencia comercial en el país. Actualmente, en España se ha estabilizado la producción de nuez en los últimos 20 años entre 8.000 y 12.000 toneladas., aunque con una tendencia al alza desde el año 2000, con incrementos localizados sobre todo en la Comunidad Valenciana y Cataluña.

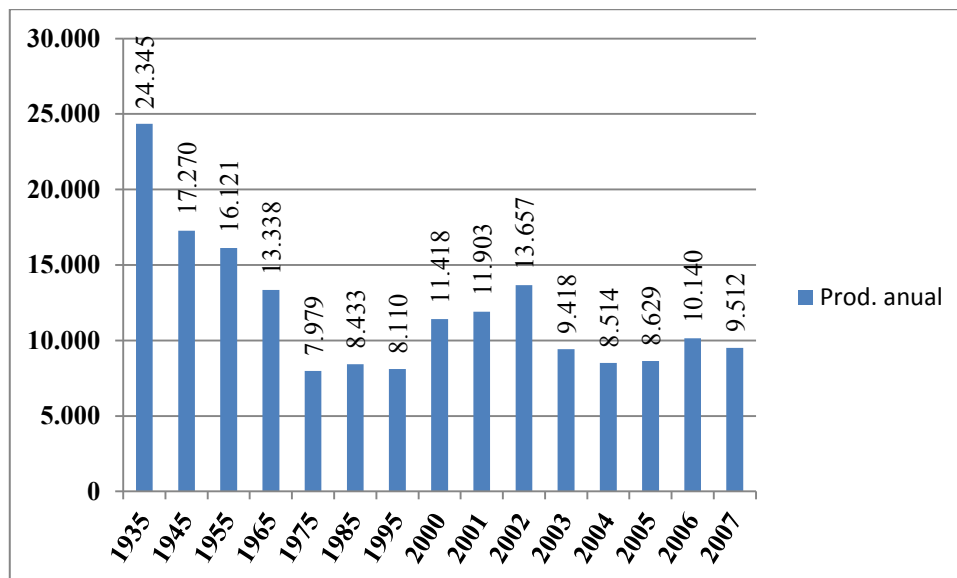
La producción española se reparte entre las distintas Comunidades Autónomas:

Tabla 3.1 Producción española de nuez (toneladas)

Comunidad Autónoma	Media 1992 a 1995 (2)	2007 (1)
Comunidad Valenciana	673	1.501
Cataluña	490	1.427
Extremadura	1.109	1.346
Andalucía	492	895
Aragón	<500	823
Castilla La Mancha	544	780
Galicia	2.990	714
País Vasco	736	596
Resto (<500t)	1.144	1.430
Total	9.046	8.578

Anuario Estadística Agraria (MAPA (2) y MMAMRM (1))

Evolución de la producción española de nuez

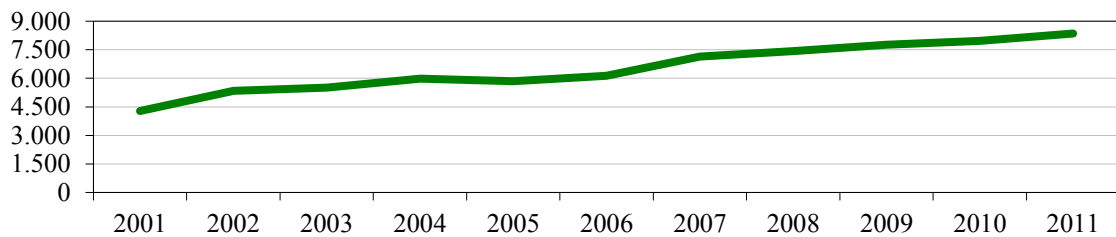


Respecto a la superficie, y siempre según las estadísticas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se exponen las tablas y gráficos siguientes:

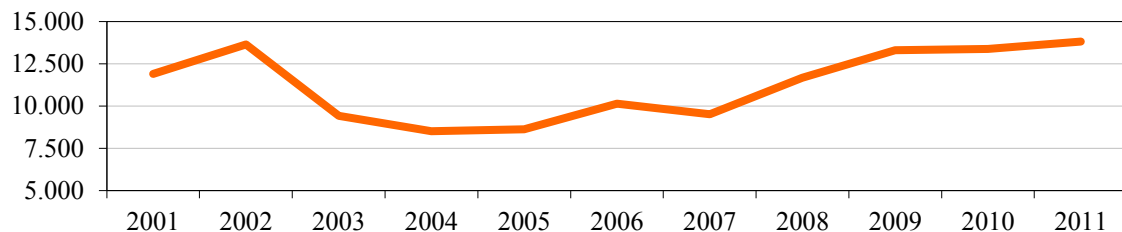
Tabla 3.2 Superficie y producción del nogal en España

Años	Superficie en plantación regular		Árboles diseminados (miles de árboles)	Rendimiento de la superficie en producción (qm/ha)	Producción (toneladas)
	Total (hectáreas)	En producción (hectáreas)			
2001	4.287	3.446	417	34,5	11.903
2002	5.333	3.341	418	40,9	13.657
2003	5.515	3.525	279	26,7	9.418
2004	5.978	5.071	254	16,8	8.514
2005	5.846	5.092	251	16,9	8.629
2006	6.134	4.875	232	20,8	10.140
2007	7.147	5.650	217	16,8	9.512
2008	7.418	6.434	232	18,2	11.682
2009	7.765	6.586	213	20,2	13.299
2010	7.962	6.843	224	19,5	13.378
2011	8.355	7.060	207	19,6	13.815

Evolución de la superficie total de nogal (hectáreas)



Evolución de la producción de nogal (toneladas)



Se debe señalar que en España hay actualmente cerca de unos 250.000 nogales diseminados que proporcionan unas cosechas muy irregulares, destinadas generalmente a autoconsumo. Según estimaciones del MMAMRM, la producción media de estos ejemplares es de 7 kg por árbol.

Salvo excepciones muy concretas (como las explotaciones del grupo Borges o las de la sociedad PITESA), la mayoría de las explotaciones en cultivo regular tiene un tamaño medio inferior a 5 hectáreas. El tamaño medio de las explotaciones en España es de 7 hectáreas, siendo las regiones de Extremadura (41,1 hectáreas) y Murcia (24 hectáreas) las de mayor tamaño (Ninot, 2005).

El cultivo intensivo del nogal es relativamente moderno en España. Las primeras explotaciones de este tipo se realizaron en el año 1975 con nogales de variedades francesas, que todo sea dicho, no fueron plantados con los polinizadores adecuados.

Unos años más tarde se introdujeron variedades californianas, como Serr y Hartley. Vina y Chandler se introdujeron más tarde, entre 1985 y 1992 (Ninot y Aletá, 1996). Actualmente la variedad Serr se está dejando de plantar a la vez que las variedades Chandler, Vina, Howard, Tulare, Fervor y Chico alcanzan mayor aceptación. Prácticamente todas las nuevas explotaciones alcanzan producciones de entre 2.000 y 4.000 kg/Ha anualmente.

4. EL NOGAL EN LA RIOJA

Como se ha dicho anteriormente, el cultivo intensivo del nogal es relativamente reciente (1975).

En La Rioja, en el año 2011 y según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, había 386 Ha de nogal; 218 en secano y 168 en regadío.

La comunidad riojana no destaca en superficie de cultivo de nogal frente a otras comunidades pero sí en calidad de su producción. De ahí surge la Denominación de Origen “Nuez de Pedroso”, una marca colectiva que engloba los municipios de Anguiano, Baños de Río Tobía, Bobadilla, Ledesma de la Cogolla, Matute, Pedroso y Tobía.

5. ESTUDIO COMERCIAL

Estudiar la comercialización del producto es fundamental ya que la producción de nueces del presente proyecto debe ser rentable. Para ello, además de hacer llegar el producto al consumidor, hay que conseguir que se decante por nuestro fruto seco dentro de la competencia.

La maduración precoz es uno de los caracteres deseados en una variedad; esta característica permite cosechar antes de las hasta ahora habituales lluvias de otoño pero sobretodo facilita que la nuez española llegue al mercado con anterioridad a la californiana o la francesa. Un avance de una o dos semanas aportará una importante ventaja económica ya que las primeras nueces de la temporada se pagan mucho más. En las poblaciones naturales de nogal del área mediterránea esta característica está presente y en las nuevas obtenciones varietales es uno de los caracteres que se tienen en cuenta de cara a la selección.

La nuez es un fruto seco pero la necesidad de una recolección oportuna y rápida la asemejan más al melocotón que al almendro. La calidad del fruto depende muy directamente de las condiciones de cosecha y postcosecha, y por lo tanto un buen dimensionado de la maquinaria de recolección y secado es de vital importancia para alcanzar un buen precio de mercado.

Los grados comerciales se establecen en función del porcentaje de semillas comestibles, color de la semilla y apariencia de la cáscara.

La nuez se comercializa mayoritariamente en cáscara (más del 80% de la producción). El consumidor prefiere nueces de gran calibre (mayor de 32 mm), sabrosas, bien secadas, con un contenido en humedad del 10%, y sanas.

El consumo de nueces se centra fundamentalmente en el periodo navideño, lo que supone que a los pocos días de ser cosechado, toda la nuez está vendida.

Las nueces de menor calibre se utilizan para descascarar, destinando el grano principalmente a la industria pastelera. Las exigencias en este producto se centran en el color del grano, que debe ser claro, y en el sabor (Infoagro).

5.1 Evolución de los precios por mayoristas en origen

Teniendo en cuenta la organización comercial de la zona donde se ubica nuestro cultivo nos decidimos por vender nuestras cerezas a un mayorista en origen ubicado cerca de nuestro municipio, concretamente a una cooperativa.

Según la Consejería de Agricultura, medio ambiente y ganadería de La Rioja, la evolución de precios de venta de nuez por parte del agricultor es el siguiente:

Tabla 3.3 Precios medios de venta nuez del agricultor en España

Año	Precio €/100kg	Precio €/kg	Precio €/kg (4% iva)
2007	220,04	2,20	2,29
2008	225,3	2,25	2,34
2009	214,29	2,14	2,23
2010	203,56	2,04	2,12
2011	208,77	2,09	2,17
2012	277,17	2,77	2,88
Media	224,86	2,25	2,34

Consejería de agricultura

Los precios en principio son indistintos entre una variedad y otra. Además será la cooperativa quien se encargue de la distribución, de proporcionar los envases en caso de que fuera necesario (aunque en La Rioja no suele utilizarse) así como de la comercialización del producto.

Gran parte de la producción de nuez de La Rioja se vende en ferias directamente al consumidor, como por ejemplo la perteneciente a la marca colectiva Nuez de Pedroso, que la vende a un precio muy superior.

Por otro lado, y como anécdota, aunque la nuez se vende en todos, o casi todos, los mercados españoles, sólo es Mercabarna el que da un poco más de importancia a este producto incluyéndolo en sus estadísticas de precio, oscilando entre los 2,75 y 3,98 € el kilogramo, sensiblemente superior, como es lógico, al precio por el que lo venden los agricultores.

5.2 Futuro de la nuez en España

Teniendo en cuenta que, como se ha dicho anteriormente, la producción de nuez en España alcanza una media de 10.000 toneladas al año y que se consume una media de unas 28.000, no habrá ningún problema en cuanto a demanda del consumidor (teniendo en cuenta además que España también exporta cerca de unas 1.000 toneladas de nuez con cáscara y unas 980 toneladas de nuez sin cáscara).

Además, España es el mayor consumidor de nuez por habitante del mundo (680 g/persona y año). Le sigue Italia con 620 g.

Junto a España e Italia, Alemania, Francia, Holanda y el Reino Unido lideran el consumo de nuez dentro de la UE.

Los españoles consumimos 3,1 Kg. de frutos secos por persona y por año, de los que el 82,3 % es consumido en el ámbito doméstico, un 17,3 % por hoteles y restaurantes, y el 0,4 % restante por la demanda institucional.

Del total de los frutos secos consumidos, 680 grs. son de nueces, 410 grs. de cacahuetes, 400 grs. de almendras y otros 1.610 grs. se reparten entre el resto de los frutos secos.

Como conclusión, decir que la producción de nuez en España no cubre ni de lejos la demanda nacional, sobre todo conociendo que la recolección de la nuez coincide con la campaña de navidad, época en la que más demanda se produce de este fruto.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ORGANIZACIÓN	2
2.1 Entidad de control y certificación (ECC).....	2
2.2 Comisión coordinadora para la producción integrada.	2
2.3 Elaboración y aprobación de normativas técnicas y cuadernos de explotación	3
3. LEGISLACIÓN EXISTENTE	3
4. NORMATIVA NACIONAL	4

1. INTRODUCCIÓN

Debido a que actualmente la agricultura es una de las actividades que más influyen en el medio ambiente, es necesario que en la práctica moderna de la misma se tenga en cuenta como objetivo prioritario la obtención de productos agrícolas de buena calidad y saludables para el consumidor, así como el empleo de prácticas de cultivo respetuosas con el medio ambiente.

Ya es habitual desde hace unos años, la preocupación que tiene el consumidor respecto al medio ambiente en la producción de alimentos. Es por ello que se convierte en necesario la diferenciación de productos agrícolas obtenidos mediante sistemas de producción integrada, garantizando así en medida de lo posible sus propiedades e informando sobre ellas. Debido al alto valor añadido que alcanzan en los mercados, se aconseja regular el uso de los distintivos (etiquetas o marcas de garantía) en los productos obtenidos.

La producción integrada es un alternativa a la agricultura convencional y a la biológica o ecológica. Hace posible la realización de una agricultura viva y duradera, respetuosa con el entorno, rentable para quien la lleva a cabo y, además, capaz de atender a las demandas sociales a precios relativamente razonables. En este tipo de agricultura se procura mantener un equilibrio entre los métodos biológicos y químicos así como otras técnicas respetando siempre el medio ambiente y contemplando a su vez las necesidades de productores y consumidores asegurando a largo plazo una agricultura sostenible.

Este tipo de agricultura no rechaza las técnicas agrícolas clásicas sino que las combina con otras innovadoras. Este equilibrio conduce a un sistema de producción más tradicional y sostenible. La producción integrada exige el cumplimiento de una serie de normativas técnicas, la anotación de las operaciones realizadas en cuadernos de explotación y la realización de controles fiables para constatar que estas normas se cumplen adecuadamente.

El control de plagas sin duda ha evolucionado a lo largo del siglo XX: de la utilización de fitosanitarios sin control (sin tener en cuenta la toxicidad para animales, plantas y humanos) se pasa al uso de productos químicos teniendo en cuenta unos criterios ecológicos, intentando respetar la fauna auxiliar. Es por ello que surge el concepto de Producción Integrada en la legislación de 1967 de la FAO, que lo define como “sistema de protección contra los enemigos de los cultivos que, teniendo en cuenta la dinámica de las poblaciones de la especie considerada, utiliza todos los medios y técnicas apropiadas de forma tan compatible como sea posible, con el fin de mantener las poblaciones de las plagas a un nivel suficientemente bajo para que las pérdidas ocasionadas sean económicamente tolerables”.

No fue hasta muchos años después, en 1991, que aparece la directiva 91/414/CEE relacionada con la comercialización de productos fitosanitarios, que define la lucha integrada como “La aplicación racional de una continuación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios químicos se limite al mínimo necesario para

mantener la población de la plaga en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde un punto de vista económico”

Se trata pues de lograr producto agrícola de calidad, rentable y respetuoso con el medio ambiente desde el comienzo de la plantación hasta su comercialización. Por ello, se practicará la agricultura de una forma en que se tengan en cuenta los factores del cultivo y no exclusivamente la lucha contra plagas y enfermedades.

2. ORGANIZACIÓN

2.1 Entidad de control y certificación (ECC)

La ECC es la entidad que se encarga de realizar vigilancia, control y certificación del cumplimiento de las normas establecidas para la realización de Producción Integrada. Para ello:

- Debe disponer de medios para la realización de inspecciones y análisis de muestras y ofrecer garantías.
- Elabora y presenta a la Comisión, para su aprobación, un Plan de Control.
- Informa a la Comisión, con un informe anual obligatorio de las actuaciones realizadas.
- Certifica en su caso las producciones como Producción Integrada.

2.2 Comisión coordinadora para la producción integrada.

Se encarga de:

- Proponer normas de actuación y elaborar planes de trabajo.
- Conocer las actividades sobre Producción Integrada, previstas en la normativa.
- Informar sobre la reglamentación de cada producto.
- Informar sobre las solicitudes de utilización del logotipo.
- Informar sobre cualquier medida de interés en relación con la Producción Integrada (técnica, promoción, gestión, etc).

El funcionamiento ordinario de la Comisión se apoya en los Grupos de Trabajo, los cuales son grupos compuestos por los sectores implicados en cada tema que se vaya a tratar. Se encuentran constituidos por tres clases de grupos de trabajo:

- Grupo de Trabajo sobre Reglamentos técnicos de cultivos.
- Grupo de Trabajo sobre Programa de Control de la ECC.

- Grupo de Trabajo de Gestión de la Producción Integrada.

2.3 Elaboración y aprobación de normativas técnicas y cuadernos de explotación

El proceso para elaborar y aprobar una normativa comienza con la realización de un borrador de la misma por el ITGA (Instituto Técnico de Gestión Agrícola) y por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Este borrador se discute en un Grupo de Trabajo, que se forma para cada cultivo, en el que están representados todos los sectores implicados (operadores, ECC, ITGA, y el Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación).

Con las modificaciones acordadas en dicho Grupo de Trabajo se realiza el borrador definitivo que será presentado a la Comisión Coordinadora para que informe sobre la misma. Finalmente es el Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación quien la aprueba mediante resolución.

3. LEGISLACIÓN EXISTENTE

REAL DECRETO

- Real Decreto 1201/2002 del 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas.

NORMAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE CULTIVOS

- ORDEN APA/370/2004, de 13 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cultivos hortícolas.
- ORDEN APA/1657/2004, de 31 de mayo, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cítricos.
- ORDEN APA/677/2006, de 28 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada del ajo.
- ORDEN APA/684/2006, de 28 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada del algodón.
- ORDEN APA/42/2007, de 17 de enero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de la remolacha azucarera.

NORMAS HORIZONTALES

- ORDEN APA/1/2004, de 9 de enero, por la que se establece el logotipo de la identificación de garantía nacional de producción integrada.

4. **NORMATIVA NACIONAL**

No existe en La Rioja una normativa específica para el nogal. De la misma forma, la única Comunidad Autónoma en la que sí se establece una normativa específica es en Cataluña. Es por ello que el cultivo de esta especie se acogerá a lo dictado por la normativa nacional según el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas y que se expone a continuación.

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

1. El presente Real Decreto tiene por objeto:
 - a) El establecimiento de las normas de producción y requisitos generales que deben cumplir los operadores que se acojan a los sistemas de producción integrada.
 - b) La regulación del uso de las identificaciones de garantía que diferencien estos productos ante el consumidor.
 - c) El reconocimiento de las agrupaciones de producción integrada en agricultura para el fomento de dicha producción.
 - d) La creación de la Comisión Nacional de Producción Integrada encargada del asesoramiento y coordinación en materia de producción integrada.
2. Lo previsto en esta disposición será de aplicación a los productos vegetales y sus transformados.

Artículo 2. Definiciones.

A los efectos de lo dispuesto en el presente Real Decreto, se entenderá por:

- a) Producción integrada: los sistemas agrícolas de obtención de vegetales que utilizan al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y aseguran a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos

- biológicos y químicos de control, y otras técnicas que compatibilicen las exigencias de la sociedad, la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, así como las operaciones realizadas para la manipulación, envasado, transformación y etiquetado de productos vegetales acogidos al sistema.
- b) Comercialización: la venta o suministro por un operador a otro operador, incluyendo la puesta a disposición, el almacenamiento, la exposición para la venta o la oferta de venta de productos vegetales.
 - c) Operador: toda persona física o jurídica que obtenga, manipule, elabore, envase, etiquete, almacene o comercialice productos vegetales en las condiciones establecidas en la presente disposición.
 - d) Autoridad competente: el órgano designado por la Comunidad Autónoma para la aplicación y desarrollo, dentro de su ámbito territorial, de lo establecido en la presente disposición o, en su caso, por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
 - e) Entidades de certificación: son aquellas entidades acreditadas por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para realizar las funciones de control y certificación, a la que deberá estar sometida la producción para que los productos obtenidos puedan ser distinguidos con una identificación de garantía de producción integrada, de acuerdo con lo previsto en el capítulo III del presente Real Decreto o, en su caso, aquellas acreditadas por cualquier otro organismo de acreditación firmante del Acuerdo Multilateral de Reconocimiento de la «European Cooperation for Accreditation» (EA).
 - f) Etiquetado: todas las menciones, indicaciones, identificaciones de fábrica o de comercio, imágenes o 42030 signos que figuren en envases, documentos, letreros, etiquetas, anillas o collarines que acompañan o se refieran a productos contemplados en este Real Decreto.
 - g) Agrupación de producción integrada en agricultura: aquella agrupación de operadores constituida bajo cualquier fórmula jurídica o integrada en otra agrupación previamente constituida y reconocida por la autoridad competente, con el objetivo de obtener productos vegetales bajo requisitos de producción integrada para ser comercializados.
 - h) Servicios técnicos competentes: personas físicas o jurídicas que prestan servicios técnicos de asistencia en producción integrada y que cuentan, al menos, con un titulado universitario de grado medio o superior en cuyo plan de estudios de su especialidad académica se incluya la producción agraria o que pueda acreditar conocimientos de la misma por cursos específicos de postgrado.

CAPÍTULO II

Sistemas de producción integrada

Artículo 3. Normas de producción y comercialización.

1. El sistema de producción integrada regulado en el presente Real Decreto implica que en la producción y comercialización de los productos mencionados en el apartado 2 del artículo 1 deberán cumplirse los requisitos establecidos en las normas generales de producción integrada del anexo I y, en su caso, las normas generales de producción integrada para industrias de transformación del anexo II; así como en las normas técnicas específicas que para cada cultivo o grupo de cultivos se establezcan reglamentariamente.

2. Las distintas fases del proceso de producción y comercialización podrán ser realizadas por operadores distintos.

Los distintos operadores podrán formalizar acuerdos entre sí para la realización de alguna de las fases del proceso, haciendo constar expresamente en los acuerdos el sometimiento de las partes al sistema de control previsto en el presente Real Decreto.

Artículo 4. Inscripción y registro de los operadores.

1. Los operadores deberán comunicar su actividad como producción integrada a las autoridades competentes donde radiquen las superficies de producción y sus instalaciones, para ser inscritos en los correspondientes registros.

2. Para la inscripción en el registro, los operadores deberán acreditar ante la autoridad competente, mediante una auditoría previa de los órganos o entidades de certificación, que están en condiciones de producir o comercializar de acuerdo con los sistemas de producción integrada regulados por el presente Real Decreto y presentar, al menos, la siguiente documentación:

- a) En el caso de que sea un operador que se dedique sólo a la obtención de productos vegetales, una memoria descriptiva de la explotación agrícola y sus instalaciones y, en su caso, los centros de manipulación, que contendrá, como mínimo, las superficies y ubicación de las parcelas, almacenes y demás instalaciones de la explotación, antecedentes culturales de las parcelas, estimación del volumen de las producciones por parcelas según cultivos y la distribución mensual de superficies por cultivo o grupo de cultivos afines.
- b) En los restantes casos de operadores, una memoria descriptiva de sus instalaciones, que contendrá, como mínimo, las superficies y ubicación de las instalaciones, estimación del volumen de los productos a comercializar, sistema específico de manipulación, elaboración y envasado de los productos, marcas comerciales y canales a través de los que se comercializa la producción amparada con la identificación de garantía.

3. La autoridad competente podrá anular la inscripción en el registro a que se refiere este artículo, cuando se compruebe que el operador ha incumplido las normas establecidas en este Real Decreto en relación con su actividad, sin perjuicio de las sanciones a que hubiere lugar.

Artículo 5. Obligaciones de los operadores.

Los operadores estarán obligados a:

- a) Permitir y colaborar en los controles que, de acuerdo con lo previsto en este Real Decreto, se realicen sobre las explotaciones o la actividad que desarrollen.
- b) Disponer de los servicios técnicos competentes, responsables de dirigir y controlar el cumplimiento de las normas de producción integrada aplicables en el ejercicio de la actividad de que se trate. No obstante, los operadores que acrediten su cualificación en producción integrada, podrán dirigir directamente su actividad conforme a las normas de producción integrada.
- c) Fomentar la formación en esta materia del personal a su cargo que desarrolle tareas de producción integrada.
- d) Cumplir las normas de producción integrada y poseer un cuaderno de explotación donde se anoten todas las operaciones y prácticas de cultivo, en caso de operadores que se dediquen sólo a la obtención de productos vegetales, o un registro de las partidas donde pueda comprobarse el origen, uso y destino de las mismas, en el caso de los restantes operadores.
- e) Obtener la totalidad de la producción de la variedad del producto vegetal por el sistema de producción integrada en unidades de cultivo claramente separadas de otras que no estén sometidas a las normas del presente Real Decreto.
- f) Almacenar, manipular, en su caso, transformar y comercializar por separado, en el espacio o en el tiempo, según el caso, las producciones obtenidas bajo las correspondientes normas de producción integrada de otras obtenidas por métodos diferentes.
- g) Adoptar las medidas adecuadas para asegurar que durante todas las fases de producción y comercialización no pueda haber sustitución de los productos de la producción integrada por otros.
- h) Identificar el producto de acuerdo con normas de producción integrada en las fases de producción y comercialización en que intervengan.
- i) Hacer buen uso de la identificación de garantía de producción integrada.
- j) Notificar anualmente al órgano o entidad de certificación, y con anterioridad a la fecha que se determine, u programa de producción, detallándolo por parcelas; así como, periódicamente, los volúmenes producidos y comercializados.
- k) Adoptar medidas correctoras que resuelvan irregularidades detectadas por los órganos o entidades de control en la producción o comercialización.

Artículo 6. Control de la producción integrada.

1. El control aplicable a los operadores en el ejercicio de su actividad para verificar el cumplimiento de las normas sobre producción integrada del artículo 3, deberá realizarse de manera que se garantice que dichos operadores cumplen, al menos, las medidas establecidas en el anexo III del presente Real Decreto, así como los planes de control y protocolos para la supervisión y realización de los controles que se establezcan.

2. Los órganos o entidades que realicen los controles deberán, al menos:

- a) Garantizar la objetividad e imparcialidad, así como la eficacia de los controles.
- b) Guardar el debido sigilo respecto a las informaciones y datos que obtengan en el ejercicio de sus actividades de control.
- c) Velar por la correcta concesión de uso de las identificaciones de garantía a los operadores.
- d) Exigir a los operadores la retirada de las indicaciones de garantía a todo lote cuando se constaten irregularidades significativas y establecer las medidas correctoras necesarias.
- e) Informar periódicamente a la autoridad competente de la relación de operadores sometidos a su control y de los volúmenes producidos y comercializados por cada uno de ellos, sin perjuicio de la actualización inmediata de dicha relación si se producen variaciones.
- f) Informar, en su caso, a la autoridad competente correspondiente de las irregularidades comprobadas y de las medidas correctoras adoptadas, así como de las reclamaciones que se hayan producido.

3. Estos controles deberán efectuarse, como mínimo, una vez al año y en ellos se realizará un control físico de las explotaciones e instalaciones. Dichos controles podrán realizarse sin previo aviso.

4. En el ejercicio de este control, los órganos o entidades competentes al efecto podrán:

- a) Acceder a las parcelas, locales o instalaciones, así como a los documentos a que se refiere el párrafo d) del artículo 5.
- b) Tomar muestras y supervisar el ejercicio de la actividad.
- c) Adoptar las medidas provisionales cuando detecten irregularidades en la producción o comercialización de los productos.

5. Cuando las fases del proceso de producción se realicen por operadores diferentes o cuando tengan lugar en Comunidades Autónomas distintas, los productos vegetales a que se refiere la presente disposición sólo podrán transportarse previa comunicación del operador que expide la mercancía a los órganos o entidades que participen en el control en las distintas fases del proceso de producción, realizándose en envases o recipientes diferenciados mediante sistema de transporte cuyo cierre impida la

sustitución de su contenido e irán acompañados de un documento, que identifique al órgano o la entidad de control a la que está sometido el operador, en el que figuren indicaciones que permitan al operador receptor y a su órgano o entidad de control determinar de forma inequívoca la persona responsable de la producción y el producto vegetal.

Lo dispuesto en el párrafo anterior no será de aplicación en el caso de que el órgano o entidad de control sea el mismo en dos fases consecutivas del proceso productivo.

Artículo 7. Identificaciones de garantía.

1. Los productos que hayan sido elaborados según las normas de producción integrada establecidas en este Real Decreto podrán ser distinguidos con una identificación de garantía que consistirá, al menos, en la expresión «producción integrada».

2. La utilización de la identificación de garantía se concederá por el órgano o entidad designado al efecto en las normas que regulen dicha identificación.

3. En el etiquetado, además de la identificación de garantía, constará al menos, el nombre o el código del órgano o entidad que haya realizado el control, así como el número de registro de dicho operador o su denominación.

4. No podrá ser utilizada la expresión «producción integrada», logotipo o denominaciones, identificaciones, expresiones y signos que, por su semejanza con la identificación de garantía referida anteriormente, puedan inducir a confusión, aunque vayan acompañados de expresiones como «tipo» y otras análogas, distintas a las establecidas de acuerdo con lo previsto en los capítulos III y IV del presente Real Decreto.

5. A los efectos de la presente norma se considerará que un producto lleva indicaciones referentes al sistema de producción integrada cuando por el etiquetado, la publicidad o los documentos comerciales, el producto se identifique por esas indicaciones o sugieran al comprador que dicho producto ha sido obtenido de acuerdo con las normas de producción y comercialización establecidas en el artículo 3.

Artículo 8. Fomento de la producción integrada.

1. Para el fomento de la producción integrada podrán reconocerse agrupaciones de producción integrada en agricultura.

2. El reconocimiento de las agrupaciones de producción integrada en agricultura corresponde a la autoridad competente donde radique el domicilio social de la agrupación.

3. Para su reconocimiento será requisito imprescindible que dispongan de los servicios técnicos competentes y que en sus estatutos figure la condición expresa de que los operadores deberán cumplir las instrucciones técnicas que dichos servicios puedan

establecer de acuerdo con la normativa vigente. Dichas instrucciones, salvo justificación expresa, deberán ser únicas para todos los asociados.

4. Con objeto de alcanzar una mayor armonización en la aplicación de las normas de producción integrada, estas agrupaciones podrán agruparse en uniones bajo cualquier fórmula jurídica. El reconocimiento de las uniones corresponderá a la autoridad competente donde radique la sede social de la unión.

5. A los efectos de esta disposición, cada agrupación de producción integrada en agricultura tendrá la consideración de un único operador.

6. Las agrupaciones de producción integrada en agricultura y sus uniones podrán recibir las ayudas que se establezcan reglamentariamente.

CAPÍTULO III

Identificación de garantía nacional

Artículo 9. Identificación de garantía nacional de producción integrada.

1. La identificación de garantía nacional de producción integrada consistirá en la expresión «producción integrada» y el logotipo que al efecto establezca el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

2. La identificación de garantía de carácter nacional podrá ser empleada en aquellos productos que cumplan las siguientes condiciones:

- a) Que hayan sido producidos con sujeción a las condiciones establecidas en el capítulo II y en el anexo I, anexo II en su caso, y anexo III de este Real Decreto.
- b) Que el respeto a dichas condiciones haya sido controlado en todas las fases de producción por una o varias entidades de certificación de las previstas en el artículo 10.

3. El uso de la identificación de garantía nacional se concederá por la entidad de certificación a la que corresponda controlar la fase de etiquetado.

4. Las entidades de certificación comunicarán al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación todas aquellas concesiones que realicen para la utilización de la identificación de garantía nacional de producción integrada.

Artículo 10. Entidades de certificación.

1. Para poder realizar los controles previstos en el artículo 9.2.b), las entidades de certificación deberán estar acreditadas por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) o cualquier otro organismo de acreditación firmante del Acuerdo Multilateral de

Reconocimiento de la «European Cooperation for Accreditation» (EA). Será necesario para tal acreditación cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- a) Cumplir con los criterios generales contenidos en las normas europeas referidas a los organismos de certificación y control que realizan certificaciones de productos, especialmente las normas EN 45.011 y EN 45.004, respectivamente.
- b) Presentar el programa de control de la entidad, que deberá contener una descripción pormenorizada de las medidas de control y de las medidas precautorias que la entidad se compromete a imponer a los operadores sujetos a su control. Dicho programa se ajustará a los criterios homogéneos que se establezcan reglamentariamente a propuesta de la Comisión Nacional de Producción Integrada.
- c) Acreditar que dispone de los recursos adecuados, de personal cualificado e infraestructuras administrativas y técnicas, así como, en su caso, la experiencia en materia de control y la fiabilidad.
- d) Presentar los procedimientos que la entidad de certificación propone cumplir en caso de irregularidades o infracciones, reclamaciones de los operadores, e información a la autoridad competente cuando se produzca alguno de los supuestos anteriores.

2. El operador podrá elegir la entidad de certificación que vaya a encargarse de controlar sus actividades de producción integrada, de entre aquellas que hayan sido acreditadas. Serán por cuenta del operador los gastos ocasionados por el control de sus actividades.

3. En el desarrollo de los controles, las entidades de certificación se ajustarán a lo dispuesto en el artículo 6 y en el anexo III del presente Real Decreto.

4. Las entidades de certificación deberán comunicar el inicio de su actividad a las autoridades competentes de las Comunidades Autónomas en las que vayan a operar.

5. Se podrán formalizar acuerdos entre las entidades de certificación y entidades de control acreditadas por ENAC o cualquier otro organismo de acreditación firmante del Acuerdo Multilateral de Reconocimiento de la «European Cooperation for Accreditation» (EA), respecto a la norma EN 45.004, para la realización de la totalidad o parte de los controles establecidos.

CAPÍTULO IV

Otras identificaciones de garantía

Artículo 11. *Identificaciones de garantía de las Comunidades Autónomas.*

1. Las Comunidades Autónomas podrán establecer, en el ejercicio de sus propias competencias, identificaciones de garantía de producción integrada, siempre que se garantice el respeto de lo dispuesto en el capítulo II del presente Real Decreto y, en concreto, se exija el cumplimiento de, al menos, los requisitos establecidos en el anexo I, en su caso anexo II y anexo III del presente Real Decreto.

2. Las Comunidades Autónomas que establezcan una identificación de garantía de producción integrada propia deberán comunicarlo al Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Artículo 12. *Identificaciones de garantía privadas.*

1. Las entidades u organizaciones privadas y sus asociaciones podrán establecer sus propias identificaciones de garantía de producción integrada, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

- a) Que los requisitos, procedimientos y protocolos exigibles para el uso de su identificación de garantía cumplan al menos lo establecido en el capítulo II del presente Real Decreto y, en concreto, lo exigido en el anexo I, anexo II, en su caso, y anexo III.
- b) Que el cumplimiento de dichos requisitos, procedimientos y protocolos haya sido controlado en todas las fases de producción por una o varias entidades de certificación de las previstas en el artículo 10.
- c) Que cumplan lo previsto en los apartados 3 y 4 del artículo 9.

2. Previamente a la utilización de las identificaciones de garantía de carácter privado, los requisitos, procedimientos y protocolos exigibles para su utilización deberán ser remitidos para su aprobación, a la autoridad competente de la Comunidad Autónoma en la que radique su sede social, previo informe de la Comisión Nacional de Producción Integrada.

3. Las Comunidades Autónomas comunicarán al Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación las identificaciones de garantía de producción integrada privadas cuyo sistema haya sido objeto de aprobación de acuerdo con lo establecido en el apartado 2 del presente artículo.

CAPÍTULO V

Órganos y mecanismos de coordinación

Artículo 13. Comisión Nacional de Producción Integrada.

1. Se crea la Comisión Nacional de Producción Integrada, como órgano colegiado adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a través de la Dirección General de Agricultura, para el asesoramiento y coordinación en materia de producción integrada.

2. La Comisión Nacional de Producción Integrada tendrá la siguiente composición:

- a) Presidente: el Director general de Agricultura.
- b) Vicepresidente primero: el Director general de Desarrollo Rural.
- c) Vicepresidente segundo: el Subdirector general de Sanidad Vegetal.
- d) Vocales:

1.º Un representante de cada una de las Comunidades Autónomas que decidan participar en la misma.

2.º Tres funcionarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, de los cuales dos serán designados por la Secretaría General de Agricultura y uno por la Dirección General de Desarrollo Rural.

3.º Un representante de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria, designado por el Presidente de la misma.

4.º Un representante de cada una de las organizaciones profesionales agrarias más representativas de ámbito nacional y de la Confederación de Cooperativas Agrarias de España.

5.º Seis representantes de organizaciones de producción integrada de mayor representación entre los agricultores o de sectores productivos agrícolas en las que la producción integrada tenga mayor implantación, designados por la Secretaría General de Agricultura.

- e) Actuará como Secretario, con voz y sin voto, un funcionario de la Subdirección General de Sanidad Vegetal designado por el Presidente.

3. En caso de ausencia, vacante o enfermedad, el Presidente será sustituido por el Vicepresidente primero y este, a su vez, por el Vicepresidente segundo.

4. El Presidente podrá convocar a un representante de la organización u organizaciones más representativas de otros sectores productivos. Dicho representante participará en la Comisión con voz y voto.

5. Cuando el Presidente o la Comisión lo estimen oportuno, podrá solicitarse, en relación con un asunto determinado, el asesoramiento de personas ajenas a la misma con reconocida calificación científica o técnica, así como la colaboración de entidades, asociaciones o agrupaciones cuyos intereses pudieran verse afectados. Asimismo, podrán crearse grupos de trabajo de expertos en la fitosanidad de determinados cultivos agrícolas para colaborar en el desarrollo de las funciones de la Comisión.

Artículo 14. Funciones de la Comisión.

1. La Comisión Nacional de Producción Integrada tendrá las siguientes funciones:

- a) Elaborar y proponer directrices, protocolos o, en su caso, normas técnicas específicas de producción integrada para armonizar su aplicación, en especial las relativas a los criterios a considerar para el cumplimiento de los objetivos perseguidos y a los requisitos mínimos que deben cumplir.
- b) Informar sobre las normas que se vayan a establecer sobre producción integrada, en especial sobre la adecuación a las normas generales del anexo I y, en su caso, del anexo II del presente Real Decreto y de las establecidas por las entidades privadas para la utilización de las identificaciones de garantía propias.
- c) Elaborar un Programa Nacional de Control en el que se precisen los procedimientos que complementarán lo determinado en el anexo III de este Real Decreto.
- d) Conocer el grado de cumplimiento de dicho programa y las incidencias producidas en los controles efectuados, y sus consecuencias.
- e) Proponer criterios uniformes para la corrección de infracciones.
- f) Informar, en su caso, a la autoridad competente de infracciones conocidas que no hayan sido sancionadas.
- g) Informar sobre cuantos asuntos sean de interés en relación con este Real Decreto y, en especial, respecto de cuantas medidas se considere puedan mejorar la regulación, la práctica y la promoción de la producción integrada.

2. La Comisión Nacional de Producción Integrada se regirá en todo lo no dispuesto en este Real Decreto y en sus propias normas de funcionamiento, por el capítulo II del Título II de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Artículo 15. Registro General de Producción Integrada.

1. Se crea en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, adscrito a la Dirección General de Agricultura, un Registro General de Producción Integrada de carácter público e informativo, que recogerá los datos suministrados por las Comunidades Autónomas.

2. Las Comunidades Autónomas deberán remitir anualmente a la Dirección General de Agricultura una relación de los volúmenes comercializados con la identificación de garantía de producción integrada, de los operadores registrados en su ámbito territorial, con indicación de los datos identificativos de éstos, así como de las entidades de certificación que operan en su territorio.

3. La información del Registro General de Producción Integrada estará en todo momento a disposición de todas las Comunidades Autónomas y de los interesados.

4. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación comunicará a la autoridad competente de las Comunidades Autónomas anualmente, y a su solicitud en cualquier momento, los datos de las inscripciones que obren en el registro.

5. La autoridad competente que tenga conocimiento de irregularidades comprobadas en la actuación de los operadores o de las entidades de certificación, deberá informar a las restantes Comunidades Autónomas afectadas y al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Disposición adicional primera. Comercialización de la producción integrada de otros Estados miembros de la Unión Europea y de los países AELC, Partes contratantes en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EEE).

Los productos vegetales y sus transformados legalmente producidos y elaborados en otros Estados miembros de la Unión Europea y de los países AELC, Partes contratantes en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EEE), de acuerdo con una normativa oficial específica de producción integrada, podrán comercializarse en España bajo la denominación «producción integrada».

A fin de evitar confusión en los consumidores, dicha denominación deberá completarse con la mención expresa de la norma legal reguladora del país de origen del producto, de manera que permita al comprador conocer dicho origen y distinguirlo de otros productos.

Disposición adicional segunda. Funcionamiento de la Comisión Nacional de Producción Integrada y del Registro General de Producción Integrada.

El funcionamiento de la Comisión Nacional de Producción Integrada y del Registro General de Producción Integrada, será atendido con los medios personales y materiales existentes en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y no supondrá un incremento del gasto del Departamento.

Disposición transitoria única. Acreditación provisional de entidades de certificación.

1. Las autoridades competentes podrán reconocer provisionalmente a entidades de certificación sin acreditación previa, durante el plazo máximo de dos años, o hasta que

sean acreditadas si el plazo es menor, si se estima que responden a lo establecido en la norma EN 45.011.

2. Se podrán establecer prórrogas al reconocimiento provisional, mencionado en el apartado anterior, cuando superado el plazo máximo establecido, la entidad de acreditación justifique adecuadamente que no ha podido finalizar el proceso acreditativo.

3. Las entidades de certificación reconocidas por las Comunidades Autónomas en la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto, dispondrán del plazo de dos años para ajustarse a lo establecido en el mismo.

Disposición final primera. Carácter básico.

Lo dispuesto en los capítulos I, II y V, así como en los anexos, del presente Real Decreto tendrá carácter de normativa básica al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.13.^a de la Constitución, que reserva al Estado la competencia en materia de bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica.

Disposición final segunda. Facultades de desarrollo.

Se faculta al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación para dictar, en el ámbito de sus competencias, las disposiciones necesarias para el desarrollo y aplicación del presente Real Decreto y, en particular, para modificar los anexos con el fin de adaptarlos a los nuevos conocimientos y avances técnicos y científicos o para incorporar normativa comunitaria que al respecto se establezca; así como, en su caso, establecer las normas técnicas específicas que para cada cultivo o grupos de cultivos se precisen.

Disposición final tercera. Entrada en vigor.

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid a 20 de noviembre de 2002.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Agricultura, Pesca

y Alimentación,

MIGUEL ARIAS CAÑETE

ANEXO I

Normas generales de producción integrada

Estas normas generales definen las prácticas agrícolas que, bajo la dirección del responsable o servicio técnico competente, deben cumplir los operadores sin perjuicio de la observancia de otras legislaciones, especialmente las relativas al material de producción vegetal, fertilizantes, fitosanidad, gestión de residuos y envases, prevención de riesgos laborales, sanidad y medio ambiente.

Las normas técnicas específicas o protocolos que puedan establecerse para cada cultivo o grupo de cultivos a fin de complementar estas normas generales o para fijar intervalos, límites, sistemas o prácticas no definidas en éstas, responderán a recomendaciones o principios establecidos en normas internacionales cuando existan y en otro caso a la mejor técnica posible, compatible con la producción integrada, descritas en la literatura técnica o científica.

Asimismo, los procedimientos de toma de muestras y los métodos analíticos necesarios para efectuar las determinaciones que se establecen en estas normas deberán ser los establecidos oficialmente por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación o, en su defecto, los aceptados internacionalmente y las muestras se analizarán o diagnosticarán en laboratorios especializados reconocidos por la autoridad competente.

I. Aspectos agronómicos generales

A) Obligatorias

- a) El momento y la intensidad de las operaciones culturales deben minimizar los posibles impactos ambientales.
- b) En cultivos anuales, siempre que sea posible, deberá establecerse un programa de rotación de cultivos de, al menos, tres hojas. Deberá justificarse la no aplicación del programa.
- c) En cultivos perennes, el sistema de cultivo, incluyendo el sistema de formación, debe respetar el estado fisiológico óptimo de las plantas.
- d) En los cultivos sin suelo deberá disponerse de instalaciones que permitan la recirculación de los lixiviados, salvo autorización que incluya plazos determinados para su plena disposición y siempre que sea agronómicamente aconsejable.
- e) Los sustratos inertes deberán ser adecuadamente reciclados, siempre que sea agronómicamente aconsejable.

- f) La retirada para su reciclado o vertido controlado de plásticos de acolchado o de cubiertas de plástico.

B) Prohibidas

- a) El abandono de restos plásticos, envases y otros residuos en el interior o lindes de la parcela.
- b) La quema de restos vegetales, salvo cuando sea expresamente recomendada por la autoridad competente.

II. Suelo, preparación del terreno y laboreo

A) Obligatorias

- a) Mantener y mejorar la fertilidad del suelo mediante:

1.º La definición del nivel óptimo de humus de acuerdo con las características de la localidad y su mantenimiento mediante las medidas adecuadas.

2.º El mantenimiento de la biodiversidad del agrosistema.

3.º La optimización de las propiedades biofísicas del suelo para evitar la compactación (p. e. tamaño de los agregados y estabilidad estructural, conductividad hidráulica, etc.).

4.º El mantenimiento de la protección del suelo durante el mayor tiempo posible mediante una cubierta vegetal cultivada o no.

5.º La mínima perturbación física o química del suelo.

- b) Eliminar las malas hierbas y restos vegetales de cultivos anteriores en la forma adecuada y con la suficiente antelación con respecto al cultivo siguiente, pudiendo quedar sus restos sobre el suelo cuando no representen un riesgo de transmisión de plagas o enfermedades de los vegetales, o en la agricultura de conservación.
- c) Las labores se realizarán respetando al máximo la estructura del suelo y, a ser posible, sin volteo. Se evitarán las escorrentías y los encharcamientos. Así mismo se tendrá en cuenta la pendiente del terreno para la adecuada conservación del suelo adaptando las dimensiones y características de las obras de conservación (terrazas, bancales, lomas) con el fin de evitar fenómenos de erosión.

B) Prohibidas

- a) Desinfección del suelo mediante tratamientos químicos, salvo casos técnicamente justificados y autorizados por el organismo oficial correspondiente. Las autorizaciones podrán establecerse también para una determinada zona o región.

- b) La utilización sistemática de aperos que destruyan la estructura del suelo y propicien la formación de suelo de labor.

III. Siembra/Plantación

A) Obligatorias

- a) Emplear material vegetal procedente de productores oficialmente autorizados y, en su caso, certificados y con el correspondiente pasaporte fitosanitario.
- b) Utilizar semillas debidamente desinfectadas cuando esta práctica pueda evitar enfermedades posteriores.
- c) Emplear, si existen, cultivares resistente o tolerantes a alguna de las enfermedades importantes de la especie y adaptados a las condiciones locales.
- d) En cultivos de hortalizas, la siembra o transplante se efectuará, como mínimo, una semana después de arrancar el cultivo precedente y realizar las labores de preparación del terreno.
- e) Eliminar previamente todo el material vegetal que presente síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal.
- f) En plantaciones de cultivos leñosos, los patrones se adaptarán a las condiciones edáficas y no serán sensibles a las fisiopatías habituales.
- g) En parcelas establecidas de cultivos leñosos, para incorporarse al programa de producción integrada, se deberá controlar previamente la incidencia de virosis o problemas fúngicos.
- h) El material de plantación, la densidad de plantación, el momento y la dosis de siembra, rotaciones, marco de plantación y posibilidad de asociación con otros cultivos, se adaptarán a las condiciones locales.

B) Prohibidas

- a) Cuando se trate de cultivos bajo abrigo, la asociación de cultivos en el mismo invernadero, salvo que dicha asociación presente efectos agronómicamente favorables.
- b) El uso de patrones, combinaciones injerto-patrón o variedades especialmente sensibles a determinadas enfermedades de especial incidencia o relevancia.
- c) La asociación de especies diferentes de cultivos leñosos, cuando sean incompatibles con los requisitos de la producción integrada.

IV. Fertilización y enmiendas

A) Obligatorias

- a) El suministro de nutrientes se efectuará fundamentalmente a través del suelo.
- b) Para los macronutrientes se realizará y aplicará un programa de fertilización para cada cultivo y unidad de cultivo y un programa general de fertilización para toda la rotación potenciando la aportación de fertilizantes naturales y reduciendo los químicos de síntesis.

En la programación habrá de tenerse en cuenta que los fertilizantes provenientes del exterior (aguas, materia orgánica, fertilización directa) deben compensar las extracciones de las cosechas y las pérdidas técnicas. La base para estimar las necesidades de macronutrientes, excepto el nitrógeno, será el análisis físico-químico del suelo, que se realizará al integrarse la parcela al sistema de producción integrada y, al menos, uno cada cinco años. El programa determinará las épocas y forma de aplicación adecuada para minimizar las pérdidas por lixiviación, erosión, etc.

- c) Cuando se aporte materia orgánica u otras materias con valor fertilizante, el aporte deberá contener la mínima cantidad de metales pesados, patógenos u otros productos tóxicos que sea técnicamente posible, sin exceder los límites legales establecidos. Será obligatorio al menos mantener el nivel de materia orgánica del suelo.
- d) Respecto al nitrógeno, deberá definirse para cada cultivo y en función del tipo de suelo (textura y contenido en materia orgánica) la máxima cantidad de nitrógeno aplicado, y de forma orientativa el momento de cada aplicación, dosis y fórmula del fertilizante.
- e) Los oligoelementos sólo se aplicarán cuando un análisis previo determine su insuficiencia.
- f) Deberán realizarse las enmiendas necesarias siempre que el pH del suelo se aparte sustancialmente del valor aceptado como óptimo para el cultivo, o cuando las características físicas o químicas del suelo así lo aconsejen. Los purines y demás residuos semilíquidos de explotaciones ganaderas aportados al suelo deberán ser previamente tratados por alguno o varios de los sistemas conocidos.
- g) Se realizará un seguimiento analítico al cultivo (hojas, frutos, etc.) para comprobar que el programa de fertilización adoptado es el adecuado o, en otro caso, para su corrección.

B) Prohibidas

- a) Superar la cantidad máxima tolerable por hectárea y año de nitrógeno total, así como los límites que se fijen de metales pesados, de patógenos y de otros productos tóxicos.
- b) Realizar aplicaciones de nitrógeno nítrico en los márgenes de las parcelas lindantes a corrientes de agua.

V. Poda

A) Obligatorias

- a) La poda se llevará a cabo con un planteamiento técnico, teniendo en cuenta los principios fundamentales que rigen dicha práctica, para maximizar su eficacia y rentabilidad.
- b) El sistema de poda de cultivos leñosos deberá respetar el estado fisiológico óptimo de la planta, permitir una buena aireación y penetración de la luz y de los tratamientos, y mantener una adecuada relación hoja/madera.
- c) El exceso de vigor se corregirá mediante prácticas culturales, además de la poda.
- d) La poda en verde se realizará con instrumentos cortantes (tijeras, cuchillos, etc.).
- e) En la realización de la poda se deberán desinfectar los instrumentos de corte cuando se cambie de parcela o variedad.

B) Prohibidas

- a) Quema incontrolada de restos de poda.
- b) Abandono de los restos de poda en la parcela, salvo troceado o triturado de los mismos, desaconsejándose su incorporación al terreno mediante labores.

VI. Riego

A) Obligatorias

- a) Disponer de las características analíticas de la calidad del agua de riego (química y bacteriológica), al objeto de tomar decisión sobre su utilización.
- b) Tomar las medidas necesarias para evitar las pérdidas de agua.
- c) Se establecerán los volúmenes anuales necesarios mediante el cálculo de las necesidades del cultivo, basándose en datos locales de la evapotranspiración calculada mediante los datos de la estación meteorológica más próxima.
- d) Los volúmenes máximos de cada riego se establecerán en función de la profundidad radicular, del estado hídrico y de las características físicas del suelo. A partir de valores de la conductividad intolerables que se establezcan para cada cultivo, se empleará una fracción de lavado complementaria a las dosis normales de riego.
- e) Para la programación de los riegos se seguirán métodos técnicamente aceptados.
- f) El sistema de riego deberá diseñarse para cada parcela.
- g) Deberán utilizarse técnicas de riego que garanticen la mayor eficiencia en el uso del agua y la optimización de los recursos hídricos, y para ello se tendrá en cuenta:

1.º En el riego por gravedad o inundación, la longitud de los surcos o de los tablares y su pendiente máxima se establecerán en función del volumen de riego necesario y de las condiciones hidráulicas y de permeabilidad del terreno.

2.º En el riego a presión, el valor del coeficiente de uniformidad (CU) estará comprendido entre los valores establecidos en función de la separación entre emisores y la pendiente del terreno.

- h) Deberá registrarse el agua de riego aplicada. En el caso de que dicho registro no fuese posible, se efectuará una estimación de la misma.

B) *Prohibidas*

- a) Utilización de aguas residuales sin la previa depuración.
- b) Utilización de aguas caracterizadas por parámetros de calidad intolerables para el cultivo, para el suelo o para la salud pública.

VII. **Control integrado**

A) *Obligatorias*

- a) En el control de plagas y enfermedades, se antepondrán los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales, físicos y genéticos a los métodos químicos.
- b) La estimación del riesgo en cada parcela se hará mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de las plagas y fauna útil, fenología del cultivo y condiciones climáticas. En el caso de cultivos de carácter extensivo, se podrá establecer que la estimación de riesgo se realice en unidades territoriales homogéneas mayores a la de parcela.
- c) La aplicación de medidas directas de control de plagas sólo se efectuará cuando los niveles poblacionales o las condiciones ambientales superen los umbrales de intervención y, en el caso de enfermedades, cuando la estimación del riesgo lo indique.
- d) En el caso de resultar necesaria una intervención química, las materias activas a utilizar serán seleccionadas de acuerdo con los criterios de menor peligro para humanos, ganado y medioambiental y que proporcione un control efectivo de la plaga, el patógeno o la mala hierba. En todo caso, sólo podrán utilizarse productos fitosanitarios inscritos en el Registro de Productos y Material Fitosanitario y aprobados expresamente para el cultivo en que se apliquen.
- e) La presencia de residuos deberá minimizarse mediante la máxima ampliación posible de los plazos de seguridad.
- f) Deberá protegerse la fauna auxiliar en general y en particular, al menos, dos especies cuya protección y aumento de sus poblaciones se considere prioritario para cada cultivo.

- g) Las malas hierbas se controlarán, siempre que sea posible, con medios mecánicos, biológicos o aquellos que ofrezcan el menor riesgo de emisiones de CO₂. En caso de que sea necesaria la aplicación de herbicidas, se efectuará mediante las técnicas recomendadas en la etiqueta del producto. Se emplearán materias activas autorizadas seleccionadas con los mismos criterios citados para los productos fitosanitarios.
- h) En el caso de aplicaciones químicas, el aplicador deberá estar cualificado específicamente.
- i) La maquinaria utilizada en la aplicación de productos fitosanitarios, herbicidas, abonados foliares, etc., deberá encontrarse en el adecuado estado de funcionamiento.
- j) La maquinaria utilizada en los tratamientos fitosanitarios se someterá a revisión y calibrado periódico. La revisión se efectuará de conformidad con las disposiciones vigentes en la materia, al menos una vez cada cuatro años en un centro oficial o reconocido y todos los años por el productor.
- k) Los volúmenes máximos de caldo y caudal de aire en los tratamientos fitosanitarios se ajustarán a los parámetros precisos, teniendo en cuenta el estado fenológico del cultivo para obtener la máxima eficacia con la menor dosis.
- l) Además de las normas aquí establecidas, en todo caso deberán tenerse en cuenta para todos los cultivos los «Principios de buenas prácticas fitosanitarias» establecidas por la Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas (OEPP) y las Directivas de dicha organización sobre la buena práctica fitosanitaria específicas para cada cultivo cuando dichas Directivas existan.

B) Prohibidas

- a) Utilización de calendarios de tratamientos.
- b) Abandonar el control fitosanitario antes de la finalización del ciclo vegetativo del cultivo.
- c) En hortícolas, utilización de herbicidas dentro del invernadero una vez implantado el cultivo.
- d) Utilización de herbicidas residuales en suelos arenosos.
- e) El empleo de productos fitosanitarios no selectivos, de larga persistencia, alta volatilidad, lixiviables o con otras características negativas.
- f) El empleo de productos fitosanitarios en los márgenes de corrientes de agua.
- g) Las aplicaciones de productos fitosanitarios en condiciones meteorológicamente desfavorables.

VIII. Recolección

A) Obligatorias

- a) La recolección se realizará en las fechas y condiciones adecuadas para evitar lesiones en los productos vegetales que reduzcan su calidad y propicien infecciones de patógenos causantes de podredumbre.
- b) Se eliminarán los productos vegetales que presenten síntomas con presencia de patógenos causantes de podredumbres.
- c) Los productos vegetales deberán recolectarse en un estado de madurez que permita alcanzar las exigencias de calidad comercial.
- d) Los productos recolectados, hasta tanto no se envíen al almacén manipulador, se colocarán bajo techo o en condiciones que eviten la incidencia directa de los agentes atmosféricos y en un lugar con máxima ventilación.
- e) Se tomarán muestras en el periodo de recolección y/o elaboración, para analizar la posible presencia de residuos de productos fitosanitarios y garantizar que se han utilizado exclusivamente las materias activas seleccionadas en la estrategia de protección integrada, y que se cumple con lo establecido en la legislación española en relación con los límites máximos de residuos de productos fitosanitarios.
- f) Para producciones dirigidas a otros mercados distintos del nacional, deberá verificarse que cumplen la legislación establecida en el lugar de destino, respecto al contenido de residuos.

B) Prohibidas

- a) Efectuar la recolección cuando los productos vegetales estén mojados, salvo autorización expresa de la autoridad competente fundamentada en condiciones meteorológicas adversas.
- b) Abandonar el destrío en la parcela si su presencia representa un riesgo para la propagación de plagas o enfermedades de los vegetales.

IX. Tratamientos post-recolección

A) Obligatorias

- a) Sólo se permitirán en cosechas destinadas a conservación prolongada o en las que esté técnicamente justificado. Se preferirán los métodos físicos o con productos naturales, a los productos de síntesis.
- b) En el tratamiento con productos químicos de síntesis se utilizarán, de entre los autorizados, aquellos con perfil toxicológico más favorable y cuyos límites máximos de residuos estén armonizados a nivel comunitario.

B) Prohibidas

La utilización para el lavado de aguas no potables.

X. Conservación

A) Obligatorias

- a) Métodos de conservación que mantengan una alta calidad interna y externa.
- b) La calidad debe controlarse periódicamente y, específicamente, antes de la comercialización, teniendo en cuenta aspectos de muestreo, tipo de determinación y límites de residuos que garanticen la seguridad del consumidor.
- c) Los registros de cada cámara deben conservarse.

XI. Almacenamiento

A) Obligatorias

- a) El almacenamiento debe realizarse con procedimientos que permitan garantizar la mejor calidad posible de los productos.
- b) La limpieza, desinfección y lucha contra los parásitos de los lugares de almacenamiento de forma que no se produzca ningún tipo de contaminación de los productos.
- c) En los almacenes deben separarse claramente los productos procedentes de cultivo de producción integrada del resto de productos convencionales.

B) Prohibidas

Utilización de productos químicos de síntesis para lucha de plagas y parásitos de almacén, salvo casos que estén justificados técnicamente y autorizados por la autoridad competente.

XII. Envasado

A) Obligatorias

- a) Todas las máquinas, recipientes, elementos de transportes, envases provisionales y lugares de almacenamiento deberán reunir las condiciones siguientes:

1.^a No transmitir a los productos con que entren en contacto sustancias tóxicas o que puedan contaminar, ni originar reacciones químicas perjudiciales.

2.^a No alterar las características de composición y los caracteres organolépticos de los productos.

3.^a La limpieza se realizará con métodos y productos autorizados, al igual que el control de roedores y de insectos.

- b) Las operaciones de envasado deben efectuarse por series completas, separadas físicamente o en el tiempo de operaciones de productos convencionales.
- c) Aquellos operadores que realicen envasado de productos de producción integrada y convencionales deberán avisar al órgano o entidad de control con antelación al inicio de las operaciones de los productos de producción integrada.

ANEXO II

Normas generales de producción integrada para industrias de transformación

Estas normas generales definen las prácticas de manipulación, transformación y envasado que, bajo la dirección de técnico competente debidamente formado, deben cumplir los operadores en sus instalaciones y procesos de transformación de productos vegetales y que deben ser consideradas en las normas técnicas específicas de cada producto transformado.

Los protocolos que puedan establecerse para cada producto elaborado a fin de complementar estas normas generales o su reglamento específico para fijar intervalos, límites, sistemas o prácticas no definidas en éstas, responderán a recomendaciones o principios establecidos en normas internacionales cuando existan y, en otro caso, a la mejor técnica posible, compatible con la producción integrada, descritas en la literatura técnica o científica.

Asimismo, los procedimientos de toma de muestras y los métodos analíticos necesarios para efectuar las determinaciones que se establecen en estas normas deberán ser los aprobados oficialmente por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación o, en su defecto, los aceptados internacionalmente y las muestras se analizarán o diagnosticarán en laboratorios especializados reconocidos por la autoridad competente.

I. PROCESO DE TRANSPORTE DE PRODUCTOS VEGETALES, MANIPULACIÓN, MOLTURACIÓN Y ENVASADO

Obligatorias

Aplicación de métodos que permitan mantener intacta la integridad de producto vegetal y aseguren su respiración, si esta favorece la conservación de las características organolépticas.

1. Transporte del producto vegetal y contenedores

Obligatorias

- a) Los receptáculos y contenedores de los vehículos utilizados para transportar los productos vegetales deberán encontrarse limpios y en condiciones adecuadas de mantenimiento, a fin de proteger de la contaminación, y de forma que permitan la limpieza o desinfección adecuadas.
- b) Cuando se hayan utilizado receptáculos de vehículos o contenedores para el transporte de otra carga distinta que los productos vegetales o para el transporte de productos alimenticios distintos, deberá procederse a una limpieza eficaz entre las cargas para evitar el riesgo de contaminación.

2. Recepción del producto vegetal e instalaciones

Obligatorias

- a) Declaración de responsabilidad del agricultor de identificación de los frutos procedentes de parcelas acogidas a producción integrada.
- b) Registro de las partidas que entren, en el que figure: producto, cantidad, unidad de cultivo con tratamiento homogéneo de origen.
- c) Los vehículos que lleguen a las instalaciones deberán estar en adecuadas condiciones de higiene y cargados exclusivamente con productos vegetales.
- d) Inspección visual de las partidas de productos vegetales en la recepción, estableciendo un sistema de verificación de la calidad de los productos entrantes. Existirá un registro de incidencias en caso de incumplimiento. Las partidas que no cumplan los requisitos anteriores deben dejar de considerarse como de producción integrada.
- e) Toma de muestra del producto sistematizada para la realización de determinaciones analíticas de calidad.
- f) No se deben almacenar productos químicos ni desechos en la zona de recepción de los productos vegetales
- g) Separación real, definida y señalizada de los productos vegetales recepcionados procedentes de la producción integrada.
- h) Pulcritud permanente en las zonas de recepción.
- i) Utilización de cintas transportadoras provistas de bandas de calidad alimentaria.
- j) Las técnicas de acondicionamiento tenderán al mantenimiento de la calidad y características organolépticas del producto vegetal, así como el respeto medioambiental.
- k) Las zonas de maniobra de los vehículos estarán pavimentadas, tendrán suficiente amplitud para la carga y descarga y con evacuación de las aguas pluviales.

- l) Los muelles de descarga serán independientes y señalizados para los productos de producción integrada y con plataformas para adaptar su altura a la caja de los vehículos.

3. Acondicionamiento del producto vegetal, pesado, toma de muestras y control de calidad

Obligatorias

- a) Las técnicas e instalaciones de almacenamiento tenderán al mantenimiento de la calidad y características organolépticas del producto vegetal.
- b) Los recipientes de evacuación de los residuos serán exclusivos para este fin y se limpiarán periódicamente, debiéndose establecer un plan de limpieza para ello.
- c) Las técnicas e instalaciones de transformación y elaboración de productos tenderán al mantenimiento de la calidad y características organolépticas del producto vegetal.
- d) Las partidas que se reciben tendrán un control de calidad, manteniéndose la trazabilidad mediante registros y procedimientos de toma de muestras representativas y que incluyan las actuaciones a tomar en las diferentes condiciones del producto específico, indicándose las determinaciones analíticas mínimas a realizar e índices de aceptación de las mismas.

4. Almacenamiento del producto vegetal e instalaciones

Obligatorias

- a) Las técnicas de almacenamiento, envasado y transporte de productos vegetales tenderán al mantenimiento de la calidad y características organolépticas del producto específico.
- b) La evacuación de los residuos se realizará en recipientes exclusivos para este fin, que se limpiarán periódicamente, debiéndose establecer un plan de limpieza para ello.

5. Proceso de transformación y elaboración del producto vegetal

Obligatorias

- a) Las técnicas e instalaciones de transformación y elaboración de productos tenderán al mantenimiento de la calidad y características organolépticas del producto vegetal.
- b) Todos los productos vegetales que se utilicen en la elaboración del producto transformado deberán haber cumplido las condiciones del presente Real Decreto.

- c) Los tratamientos que se realicen y los coadyuvantes que se empleen, deberán estar autorizados e incluidos en las normas técnicas específicas correspondientes.

6. Almacenamiento, envasado y transporte de productos elaborados

Obligatorias

- a) Las técnicas de almacenamiento, envasado y transporte de productos elaborados tenderán al mantenimiento de la calidad y características organolépticas del producto.
- b) El uso de tratamientos de conservación debe adecuarse a la situación y destino del producto, principalmente para productos en los que se efectúe una conservación prolongada.
- c) Los tratamientos de conservación deben estar autorizados. Se utilizarán métodos que tengan la menor toxicidad posible y preferentemente métodos físicos o con productos naturales, antes que de síntesis.

II. IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LA PROCEDENCIA DE LOS PRODUCTOS VEGETALES Y PRODUCTOS SECUNDARIOS O ELABORADOS

A) Obligatorias

- a) En cada centro de recepción y/o manipulación debe existir un albarán de control de entrada, en el que figure el producto, cantidad, parcela de origen, unidad de cultivo con tratamiento homogéneo y fecha de entrada, firmado por la persona que realiza la entrega.
- b) Las empresas o centros de transformación que no tengan la totalidad de la producción del cultivo bajo control, tendrán además que cumplir los siguientes requisitos:
 - 1.º Debe existir un sistema documentado e implantado de identificación y trazabilidad de los productos para garantizar la separación, desde la explotación hasta la entrega del producto elaborado al cliente.
 - 2.º Deberá quedar claramente definido el intervalo de tiempo durante el cual se manipula cada tipo de producto, lo cual debe ser conocido por todo el personal implicado en el proceso.
 - 3.º Las líneas de manipulación deberán ser limpiadas completamente de producto de origen no controlado antes de proceder a la manipulación de producto amparado por esta norma.
- c) Los productos amparados por esta norma serán identificados y tratados en todo momento del proceso técnico, administrativo y de comercialización como un producto distinto del resto de los productos manipulados por la empresa.

B) Prohibidas

No podrán comercializarse como productos amparados por esta norma los procedentes de unidades de cultivo que no cumplan con lo indicado en el presente Real Decreto en toda su producción.

III. INSTALACIONES GENERALES

1. Características de los materiales

A) Obligatorias

- a) Todos los materiales que se usen en las instalaciones deben ser aptos para uso alimentario, adaptándose a las distintas especificaciones y necesidades según el Código Alimentario Español y normativa vigente.
- b) Los materiales poliméricos autorizados serán inocuos y no deberán transmitir a los productos elaborados o transformados propiedades nocivas ni cambiar sus características organolépticas.

B) Prohibidas

Todos los especificados en el Código Alimentario Español (artículo 2.04.03) y normativa vigente, como el hierro cromado en las instalaciones para agua potable, el plomo y las soldaduras con aleaciones de estaño-plomo.

2. Características constructivas, de diseño y mantenimiento

A) Obligatorias

- a) Todas las superficies en contacto directo con los productos deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la comprobación de su estado de limpieza.
- b) Las instalaciones estarán en buen estado de conservación mediante un adecuado mantenimiento.
- c) La zona de extracción, envasado y de manipulación debe estar perfectamente limpia y construida de tal forma que permita una higiene adecuada (paredes alicatadas, desagües, etc.).
- d) Se evitarán huecos y ventanas o se instalarán elementos que impidan la entrada de insectos.
- e) Todas las instalaciones deben tener ventilación adecuada, natural o mecánica.
- f) Los locales por donde circulen los productos deben estar suficientemente iluminados por medios naturales o artificiales.

- g) Los tubos fluorescentes o lámparas se protegerán con medios adecuados para evitar la posible caída de cristales en caso de rotura y su fijación al techo o a las paredes será de forma que facilite su limpieza y se evite la acumulación de polvo.
- h) Los sistemas de desagüe serán los adecuados.
- i) En caso de existir sumideros, se dispondrá de los medios que permitan la evacuación de las aguas de baldeo o limpieza. Estos sumideros estarán provistos de los dispositivos adecuados que eviten el retroceso.
- j) Deberán existir zonas diferentes para el almacenamiento de productos y de envases vacíos.
- k) Las zonas de almacenamiento se mantendrán ordenadas y limpias.
- l) Se evitará el almacenamiento de materiales de desecho en la zona de manipulado.
- m) Los productos químicos deben estar almacenados en un lugar que se pueda cerrar y debidamente señalizado. El acceso al lugar de almacenamiento de productos químicos así como la manipulación de los mismos, sólo podrá realizarse por el personal designado por la empresa.
- n) Los productos químicos almacenados estarán correctamente etiquetados y con autorización para su uso en la industria alimentaria.
- ñ) La empresa dispondrá de un suministro de agua potable clorada (o cualquier otro sistema de potabilización y desinfección autorizado por la Administración sanitaria competente) utilizada para el contacto directo con los productos (lavado, tratamiento, refrigeración, o la humidificación del producto) o con cualquier superficie en contacto con éstos.
- o) Los depósitos intermedios de agua deben limpiarse y desinfectarse periódicamente.

B) Prohibidas

La utilización de equipamientos con grietas, picaduras o zonas muertas en las que se acumulen sustancias o productos elaborados a las que no lleguen las soluciones de limpieza. Asimismo no se utilizará tornillos o fileteados en las zonas en contacto con el producto elaborado.

IV. EQUIPOS

Obligatorias

- a) Las empresas o centros de transformación deben establecer y llevar a cabo el mantenimiento de los equipos para asegurarse de su correcto funcionamiento y

- tomar las medidas necesarias para evitar el contacto de los productos con sustancias químicas u objetos extraños (protectores, bandejas, etc.).
- b) La disposición de los equipos debe permitir su mantenimiento y limpieza adecuados, en línea con unas buenas prácticas de higiene.
 - c) Las superficies de trabajo se mantendrán en buen estado y se renovarán cuando sea necesario.
 - d) Las carretillas de gasoil se usarán exclusivamente fuera del almacén.
 - e) Se deben utilizar máquinas y herramientas en buen estado, que sean seguros y con los medios de protección adecuados (resguardos, dispositivos de seguridad, etc.). Además deben estar almacenados en un lugar adecuado.

ANEXO III

Requisitos mínimos de control para los operadores

1. La producción deberá llevarse a cabo en unidades de cultivo que estén claramente separadas de cualquier otra unidad de cultivo en la cual no se produzca con arreglo a las normas de la presente disposición. Durante los procesos de manipulación, envasado y etiquetado, los productos deberán estar claramente separados de los obtenidos por otros sistemas de producción.
 2. Al iniciarse la aplicación del régimen de control, el operador deberá:
 - a) Hacer una descripción completa de la unidad de cultivo, de las parcelas de producción y, en su caso, las instalaciones donde se efectúen determinadas operaciones de manipulación, envasado y etiquetado.
 - b) Determinar todas las medidas concretas que debe adoptar en su unidad de cultivo e instalaciones para garantizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente disposición.
 - c) Documentar la fecha en que por última vez se hayan aplicado en las parcelas de producción productos cuya utilización sea incompatible con lo dispuesto en los protocolos o en las normas técnicas específicas.
 - d) Asumir el compromiso del operador de realizar sus actividades de acuerdo con lo dispuesto en los protocolos o en las normas técnicas específicas y de aceptar, en caso de infracción, la aplicación de las medidas correctoras correspondientes.
- El órgano o entidad de control deberá comprobar en su primera inspección que el operador ha realizado todo lo indicado en este punto.
3. Con anterioridad a la fecha fijada por la autoridad competente, el operador deberá notificar anualmente al órgano o entidad de control correspondiente su programa de actuación, detallándolo por parcela, en su caso.
 4. El operador deberá llevar un registro mediante anotaciones y documentos que permita al órgano o entidad de control localizar el origen, la naturaleza y las cantidades

de todas las materias primas adquiridas, así como conocer la utilización que se ha hecho de las mismas; deberá llevarse, además, un registro de la naturaleza, las cantidades y los destinatarios de todos los productos agrarios vendidos. Las cantidades se globalizarán por día cuando se trate de ventas directas al consumidor final.

5. En las visitas de inspección se comprobará que las materias primas y medios de producción almacenados por los operadores se corresponde con las permitidas en protocolos o en las normas técnicas específicas.

6. Además de las visitas de inspección sin previo aviso, el órgano o entidad de control deberá efectuar, como mínimo una vez al año, un control físico de la unidad. De conformidad con la presente disposición podrán tomarse muestras con vistas a la búsqueda de productos no autorizados. En cualquier caso, dichas muestras deberán tomarse cuando exista presunción de que se haya utilizado un producto no autorizado. Después de cada visita deberá levantarse un acta de inspección, que también será firmada, en su caso, por el responsable técnico de la explotación o instalación controlada.

7. El operador deberá permitir al órgano o entidad de control el acceso a los locales de almacenamiento y producción, para la inspección, y a las parcelas, así como a los registros y a los correspondientes justificantes y facilitará a dicha entidad toda la información necesaria para la inspección.

8. Los productos vegetales sólo podrán transportarse a otras unidades del proceso, tanto mayoristas como minoristas, en envases o recipientes diferenciados mediante un sistema de transporte cuyo cierre impida la sustitución de su contenido y que vayan provistos de una etiqueta en la que se mencionen, sin perjuicio de cualquier otra indicación exigida legalmente:

- a) El nombre y la dirección de la persona responsable de la producción del producto o, en caso de mencionarse otro vendedor, una indicación que permita a la unidad receptora y al órgano o entidad de control de ésta, determinar de forma inequívoca quién es la persona responsable de la producción.
- b) El nombre del producto y una referencia al sistema de producción.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	1
2.1	Subsolado	2
2.2	Labores complementarias	3
2.3	Enmiendas y abonado.....	3
2.4	Labor de alzar con vertedera	3
2.5	Pase de cultivador.....	3
3.	DISEÑO Y EXTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	4
3.1	Características generales de la parcela.....	4
3.2	Marco de plantación	5
3.3	Orientación	5
3.4	Época de plantación	6
3.5	Replanteo.....	6
3.6	Instalación del sistema de riego.	7
3.7	Colocación de plantas.....	7
3.8	Distribución de las variedades en la parcela	8
4.	OPERACIONES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN.....	12
4.1	Acolchado o <i>mulching</i>	12
4.2	Poda de plantación	12
4.3	Reposición de marras	12
4.4	Cuidados fitosanitarios.....	12
4.5	Calendario de operaciones	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Distribución de variedades en la subparcela I, Norte, variedad Howard.....	9
Tabla 3.2 Distribución de variedades en subparcela II, Sur, variedad Howard	10
Tabla 3.3 Distribución de variedades en subparcela II, Sur, variedad Chandler	10
.....	10
Tabla 3.4 Árboles totales necesarios para la plantación	11
Tabla 4.1 Calendario de operaciones	13

1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo detallar qué tipo de plantación se va a realizar para el cultivo de nogal así como las operaciones y labores necesarias para el mismo.

Los gastos de la explotación así como el valor de la producción determinarán la rentabilidad económica del proyecto. Cuanto mayor sea el primero respecto al segundo, mayor será la rentabilidad. Estos parámetros están íntimamente relacionados con el medio en que se encuentra la parcela y con las variedades que se van a emplear.

De lo que se trata es de aprovechar al máximo el medio natural en que se establece la explotación, conseguir que el periodo improductivo sea lo más corto posible y finalmente ofrecer un producto de alta calidad y apetecible en el mercado actual.

2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para el establecimiento de frutales, en este caso el nogal, es indispensable una buena preparación física del terreno en el que se va a cultivar.

Los objetivos más básicos son:

- Conseguir un suelo aireado y permeable con buena capacidad de retención de agua. Para ello, se va a remover el suelo, mullir, igualar y alisar toda la tierra de la parcela.
- Eliminar toda clase de obstáculos antes de la plantación: raíces, piedras, etc.
- En medida de lo posible eliminar la compactación del suelo para favorecer y facilitar el desarrollo del sistema radicular inicial de los árboles.

Antes de nada, tal y como se vio en el anejo correspondiente al suelo, los índices de salinidad eran ligeramente salinos en el suelo más superficial. **Para lavar las sales**, se hace un **riego a manta previo a cualquier actividad y a lo largo de 3-4 días** con la mano de obra de un operario.

Al ser una plantación en Producción Integrada, la normativa obliga a eliminar las malas hierbas y todo tipo de raíces, más si el anterior cultivo fue leñoso (no es el presente caso, el anterior cultivo fue de cereal).

Las labores preparatorias se deben realizar respetando al máximo la estructura del suelo para evitar escorrentías y encharcamientos.

Está prohibido utilizar herbicidas no indicados en el Anexo I de dicha normativa.

Como prácticas recomendadas se indican las siguientes labores preparatorias:

- Pase de subsolador a una profundidad de 35-40 cm, que es donde se encuentra el grueso de las raíces que cumplen un papel importante en la absorción y adsorción.

- Labor de vertedera de 25 cm para incorporar estiércol y abonado de fondo.
- Labor superficial de cultivador.

Al tratarse de una parcela prácticamente llana, no será necesaria una nivelación previa. Además, el sistema de riego se va a llevar a cabo mediante riego por goteo.

El tiempo y coste de las labores y operaciones de cultivo se reflejan en el anejo de maquinaria agrícola.

2.1 Subsulado

Es una labor profunda que se realiza para fragmentar, en sentido vertical, los horizontes del suelo. Si se realiza en condiciones adecuadas, la reja del subsolador abre una galería y hace estallar la tierra por encima de ella.

Para cultivos de enraizamiento pivotante (alfalfa) o profundo (frutales), el subsulado resulta generalmente favorable (Urbano Terrón, P. 2010) consiguiendo los siguientes objetivos:

- La circulación del agua es más rápida debido al aumento de la permeabilidad del suelo.
- Remueve las distintas capas del terreno, sin mezclarlas ni voltearlas, hasta romper lo que se conoce como “pie de arado”, ya que los arados pulverizan la tierra creando una capa dura, compactada por el peso y deslizamiento del arado, además de la presión de la rueda del tractor.
- Facilitar la penetración de raíces pivotantes al romper la capa dura.
- Facilita el filtrado y drenaje del agua evitando así encharcamientos y disminuyendo la erosión.
- Saca las piedras (despedregado) y rompe las raíces en la roturación de nuevas tierras.
- Favorece la actividad microbiana.
- Aumenta la porosidad del subsuelo por debajo de la capa arable.

Para que el efecto del subsulado sea duradero, las grietas deben ser estables. Eso significa que la operación debe realizarse con suelo ligeramente húmedo, en el inicio del estado plástico (o como se denomina comúnmente, “tempero”; es decir, lo suficientemente húmedo pero no mojado en exceso). En el clima mediterráneo estas condiciones suelen presentarse a principios de otoño, con las primeras lluvias. Si no, se puede aplicar un riego si existe tal posibilidad.

El subsulado se realizará en dos pasadas perpendiculares entre sí a una profundidad de 0,6m.

2.2 Labores complementarias

Después del subsolado, el terreno puede quedar irregular y duro en la superficie, por lo que para alisar e igualar el suelo se recomienda realizar dos pases de cultivador cruzados a una profundidad de 25-30 cm para dejarlo libre de terrones.

2.3 Enmiendas y abonado

Estas actividades tienen como objetivo llevar a un nivel óptimo los índices de materia orgánica y nutrientes presentes en el suelo. De esta forma se optimizará el desarrollo del cultivo y por ende la calidad del producto obtenido en la explotación.

Los análisis de suelo y subsuelo, estudiados en el anejo correspondiente del mismo, indican las enmiendas y abonados necesarios. Con los oligoelementos y microelementos no se proponen enmiendas ya que las cantidades son sumamente pequeñas. Por consecuencia, se toman las posibles pequeñas deficiencias, en caso de haberlas, como enfermedades abióticas que se tratarán sólo en caso de que se detecten síntomas una vez instalado el cultivo en el terreno.

En cuanto a la materia orgánica, el nivel óptimo para nogal es de un 2-2,5% por lo que no se realizará una enmienda orgánica de corrección (el nivel de la parcela está en 2,51%). Por su parte, y directamente relacionada, la capacidad total de cambio del suelo tiene niveles normales (11,57 meq/100g suelo).

En la parcela objeto de estudio, simplemente se realizará una enmienda magnésica de corrección debido a las bajas concentraciones disponibles de este elemento. Estos aportes se realizarán en el anejo correspondiente a fertilización.

2.4 Labor de alzar con vertedera

Además de mejorar la estructura del suelo deteriorada mediante el cultivo anterior en caso de haberlo, enterrar residuos de cultivo precedente y facilitar la penetración del agua en el suelo, la labor de alzar con vertedera sirve para destruir/enterrar malas hierbas y, en el presente caso, enterrar fertilizantes de fondo o de presembrado. Los detalles de estas enmiendas están detallados en el anejo correspondiente a fertilización y enmiendas.

Se pasará en la parcela la vertedera a una profundidad media de 20-30 cm. en noviembre.

2.5 Pase de cultivador

Se hará otro pase de cultivador. Los cultivadores dependiendo de cual se utilice, conseguirán realizar la rotura del suelo, desmenuzar terrones, mullir la superficie, airear las capas superficiales del suelo y extirpar las malas hierbas que quedaran tras el paso de la vertedera.

La labor del cultivador es pues, una operación que se realizará a una profundidad de 15 a 20 cm justo antes de la plantación. Acto seguido se pasará el rulo para dejar el terreno en un estado óptimo para el replanteo.

3. DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

En el diseño de la plantación es muy importante prevenir un exceso de sombreado en la parte baja de las copas (que se conseguirá mediante podas, elección de marco de plantación, etc).

En nogal la luz es fundamental para una buena inducción floral. De lo contrario, una deficiente inducción es sinónimo de falta de fructificación.

Además, un correcto diseño de la plantación facilitará el mecanizado de las diferentes operaciones que se pretenden realizar; permitirá combatir la erosión y la pérdida de agua. En definitiva, se facilitará un máximo aprovechamiento del suelo mediante la adecuada disposición de filas de árboles y, en regadío, mediante el mantenimiento con cobertura vegetal en las calles a lo largo de la vida útil de la explotación.

3.1 Características generales de la parcela.

La parcela objeto de estudio se localiza en el término municipal de Arnedo ocupando una superficie total de 20,44 hectáreas sin restos significativos de tocones, piedras o raíces, seguramente debido a la clase de cultivo que se llevaba a cabo anteriormente: cereal.

La zona se caracteriza por estar rodeada de pasto arbustivo, tierras arables, viñas y almendros (SIGPAC). El perímetro de la finca lo delimitan caminos.

Aún así, con el objetivo de facilitar el tránsito de la maquinaria, se decide dejar un camino perimetral de 5 metros de ancho. Suficiente, teniendo en cuenta el marco de plantación de 7x5 y 7x4 para Chandler y Howard respectivamente. En la zona donde se encuentra el camino que separa los dos recintos, se deja un camino perimetral de 1,5 a cada lado, de tal forma que el camino divisorio, que tiene 2m de ancho, y los caminos perimetrales, sumen 5 m (2 +1,5 + 1,5) tal y como se indica en el plano. Además, dadas las dimensiones de la parcela, se dejarán dos pasillos de servicio de 6 metros de anchura cada uno.

La superficie total de la parcela es de 20,44 hectáreas de las cuales se destinarán 19,36 a la plantación en sí.

La nave agrícola se ubicará junto a otra ya existente destinada a la misma actividad en la zona de San Pedro Mártir, al norte del Parque solar de energía fotovoltaica de Arnedo. La Nave ocupará un área de 150 m² además de una superficie exterior de tránsito. Todos los detalles de la misma se indican en el anejo correspondiente a la nave agrícola.

3.2 Marco de plantación

Cuando se habla de marco, se refiere a la distancia que se debe dejar entre filas y entre plantas. Para una elección adecuada del marco se tienen en cuenta varios factores como el patrón, la variedad, el sistema de formación, la poda, tipo de suelo, clima, riego e incluso la maquinaria que se utilizará a lo largo de la vida útil de la explotación.

De la misma forma la densidad de la plantación determina el marco. Ésta depende del tamaño del árbol, del sistema de formación y del sistema radicular entre otros factores.

Respecto a la competencia radicular, es prácticamente inexistente en regadío por lo que el marco estará condicionado casi exclusivamente por el desarrollo de las copas y la competencia por la luz.

En el presente estudio la **formación** se hará **en eje libre formando seto**, cuyas variedades adecuadas son, entre otras, las elegidas en el anejo correspondiente a material vegetal: Chandler y Howard, de fructificación lateral, productivas y poco o medianamente vigorosas.

Además, las variedades polinizadoras Franquette y Fernette se plantarán en el mismo marco y sin distinciones debido al bajo porcentaje total de los mismos (en torno al 2%). De esta forma se facilitarán las labores de la explotación.

Por ello, se elije un **marco de plantación de 7x5 para la variedad Chandler** y sus correspondientes polinizadores Franquette y Fernette y de **7x4 para la variedad Howard** cuyo vigor es sensiblemente inferior a su variedad hermana Chandler. Los polinizadores Franquette y Fernette de la segunda variedad estarán dispuestos en el mismo marco que ésta.

Se puede realizar un cálculo aproximado de la densidad de plantación en función del marco:

$$\text{Nº de árboles/hectárea} = \frac{10.000}{\text{marco de plantación}} \text{ / ha}$$

Es decir, para los distintos marcos:

-Marco 7x5: $10.000/7 \times 5 = 286$ árboles/hectárea (de los cuales 6 serán polinizadores)

-Marco 7x4: $10.000/7 \times 4 = 357$ árboles /hectárea (de los cuales 7 serán polinizadores)

Con esta densidad de plantación se logra un máximo aprovechamiento del suelo sin provocar la competencia de las variedades que se cultivarán: se aprovechará al máximo la luz evitando los sombreamientos y potenciando la aireación de la copa.

3.3 Orientación

Teniendo en cuenta que la polinización del nogal es anemófila y que los vientos dominantes son dirección WNW (el Cierzo), lo ideal sería realizar la plantación en perpendicular a los mismos. No obstante, la norma técnica recomienda orientar las

líneas en dirección Norte-Sur para aprovechar al máximo la radiación solar, más si las filas formarán seto. Además, y aprovechando las características y forma alargada de la parcela objeto, se elige una **orientación NNW-SSE** (Nornoroeste-Sursureste) con el fin de evitar el sombreado y aprovechando al máximo el espacio disponible.

3.4 Época de plantación

Cualquier especie de hoja caduca debe plantarse en periodo de reposo, es decir, desde la caída de las hojas hasta antes del comienzo de la brotación. En zonas más frías es recomendable alargar la plantación hasta finales de este periodo.

La plantación debe procurar realizarse lo más pronto posible dentro del reposo vegetativo teniendo en cuenta que el nogal se planta ligeramente en alto sobre 5-10 centímetros por encima de la posición definitiva de la planta. Una particularidad del nogal es que en la actualidad la planta se sirve principalmente a raíz desnuda, por lo que deben extremar las precauciones que este tipo de material requiere y más teniendo en cuenta la época en que se realiza. Hay que evitar en todo caso el tiempo muy frío.

La fecha de plantación del nogal puede realizarse desde noviembre a marzo pero teniendo en cuenta los datos climáticos del anejo correspondiente; las temperaturas mínimas y heladas, se decide esperar hasta **finales de febrero** para realizar la plantación evitando así los fríos invernales más duros. Hay que tener en cuenta que los plantones son muy sensibles a bajas temperaturas. Durante esos 15-20 días previos a la brotación, el árbol comenzará con una cierta actividad radicular por lo que en el momento de la brotación aprovechará mejor las reservas acumuladas.

3.5 Replanteo

El replanteo consistirá en marcar con estaquillas el lugar definitivo donde se situarán de forma permanente las plantas, indicado todo ello por el plano de plantación.

El trabajo de replanteo se realiza muchas veces con la ayuda de aparatos topográficos (estaciones totales, láser, taquímetros, etc.) A veces no se dispone de ellos y se usan cintas métricas y cuerdas obteniendo unos resultados bastante fiables pero con ciertos errores y requiriendo mucha mano de obra.

Una vez que se ha preparado el terreno, se comienza la operación de replanteo que consta de tres pasos: el trazado de la alineación fundamental, el trazado de las alineaciones verticales y el marcado de los puntos de relleno.

En este caso, se procede al replanteo mediante un rayo láser para definir la alineación fundamental, usando cintas métricas para comprobar y asegurar los puntos interiores. Se tomará como referencia la esquina oeste de la subparcela sur y, a partir de ella, se marca una línea base a 5 metros que será el futuro camino perimetral destinado al paso de maquinaria y vehículos.

Se procede al marcado de los puntos en todas las alineaciones tomadas a partir de la alineación de referencia, indicando el punto exacto donde se realizará un hoyo con una caña para colocar cada plantón.

Las cañas o estacas de marqueo utilizadas para señalar los puntos donde irán los nogales están hechas por trozos de caña peladas, de 30 a 40 cm de longitud y de 2 a 3 cm de diámetro, con al menos dos nudos para que sean más resistentes, aguzadas por un extremo en bisel para facilitar su colocación en el terreno y con un corte plano en el otro extremo para poder golpear con un mazo pequeño.

Dado que la plantación se hará en febrero, esta operación se realiza en diciembre-enero cuando exista un periodo sin lluvia una vez que la fase de preparación del terreno está completada. Se llevará a cabo por 4 peones y un capataz experimentado.

3.6 Instalación del sistema de riego.

Es evidente que si se el cultivo va a ser en regadío, se debe preparar y planificar con atención todo lo relativo al riego, de acuerdo con las indicaciones del anejo correspondiente al riego.

No obstante, hay que tener en cuenta que antes de las labores de plantación hay que realizar la instalación del sistema de riego, o por lo menos de la parte que irá enterrada en el terreno (tuberías primarias y secundarias) pero dejando previstas conexiones necesarias para empalmar los ramales portagotos de la superficie.

Las tuberías secundarias primarias, se enterrarán a 70cm de profundidad, aproximadamente. Las zanjas se abrirán con retroexcavadora y tendrán una profundidad de 0,90 m. En la base se colocará una cama de tierra fina para que la tubería asiente perfectamente y después se tapaná también con tierra fina los primeros 10-15 cm. para evitar que piedras o bloques de tierra apelmazada puedan golpear y deteriorar la tubería.

De la misma forma, será necesario instalar el cabezal de riego con sus filtros, programadores, conexiones y dispositivos proyectados para poder aplicar un riego de asiento a medida que se realiza la plantación.

3.7 Colocación de plantas

A la recepción de las plantas se tomarán medidas para proteger el sistema radicular de la desecación y el frío hasta el momento de la plantación, la cual se realizará lo más rápidamente posible. Para esta protección se podrán utilizar telas o sacos húmedos, paja o incluso zanjas.

La planta recibida tendrá una edad de dos años (plantón de un año) con una altura superior a los 60cm.

Antes de comenzar a plantar, se abren los hoyos en el terreno con un ahoyador de tornillo sinfín enganchado al tractor, cuyas características y costes se detallan en el anejo correspondiente de maquinaria. Cada uno de los hoyos tendrá igual profundidad que diámetro: unos 40-50 cm. Los hoyos tendrán una separación entre sí acorde con el marco de plantación que se ha decidido.

La colocación de plantas la realizarán 2 operarios y un tractorista que lleve el remolque con el material vegetal de tal forma que se repartan las siguientes acciones:

-Un operario con la ayuda de una azada cubre el fondo de los hoyos con una capa de 5 cm de tierra desmenuzada.

-Otro operario coloca los plantones y cubre con tierra el sistema radicular.

-Uno de los dos operarios corta la planta a unos 40-60 cm del suelo, dejando unas 6 yemas por encima del punto de injerto (este corte será el primero de todos en la formación en eje libre de la explotación) y le aplica un cicatrizante.

En el momento de la plantación es fundamental que el injerto quede por encima del nivel del suelo para evitar el franqueamiento de la planta.

Hay que tener en cuenta que a pesar de los cuidados y del riego por goteo, hay plantones que morirán al establecer la plantación, más si son de un año de ciclo vegetativo sobre el plantón (planta de dos años, plantón de un año). Se preverá una reposición del 2% de marras. Por este motivo, se comprará ese 2% más de material vegetal en el mismo momento en que se compra el resto de plantas. Se plantará en una esquina de la parcela en que no moleste (indicada en el plano de plantación) y a medida que se vaya necesitando se irán reponiendo las bajas.

Por último, justo después de realizar la plantación, hay que aplicar un riego de unos 10 litros de agua por árbol. Esto favorecerá el asentamiento de la planta.

3.8 Distribución de las variedades en la parcela

Tal y como se ha comentado en repetidas ocasiones, se han seleccionado cuatro variedades de nogal. Dos de ellas productivas (Chandler y Howard) y otras dos polinizadoras (un pequeño 2% de Franquette y Fernette). Tal y como se observa en el plano de plantación, la subparcela del norte estará dedicada exclusivamente al cultivo de la variedad Howard, así como unas cuantas filas de la subparcela sur, más grande., que compartirá con la otra variedad, Chandler (70% de árboles totales). Cada variedad llevará intercaladas entre sus filas a las variedades polinizadoras tal y como se aprecia en el plano.

Ambas subparcelas llevarán numeración de filas diferentes. Además, las filas se numerarán de tal forma que no se tengan en cuenta los pasillos de servicio y de izquierda a derecha.

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.

Los árboles polinizadores se pondrán alternados Fernette-Franquette, cada 10 árboles en las zonas de variedad Howard. En la zona de variedad se alternarán de la misma forma pero cada 10 árboles. Teniendo en cuenta que el viento predominante proviene del WNW (Oeste noroeste) y que la disposición de las filas es NNW-SSE (Nornoroeste-Sursureste), se pondrá en la primera fila (considerándola desde la izquierda en vista en planta) una mayor proporción de polinizadores tal y como indica el plano.

A continuación se incluyen unas tablas en las que se refleja el número de árboles y la variedad a la que corresponden.

Tabla 3.1 Distribución de variedades en la subparcela I, Norte, variedad Howard

Fila	Número de plantas	Var. Howard	Polinizadores	
			Fernette	Franquette
1	72	61	7	4
2	70	70		
3	69	69		
4	67	67		
5	66	66		
6	65	65		
7	64	58	3	3
8	62	62		
9	61	61		
10	60	60		
11	58	58		
12	57	57		
13	55	49	3	3
14	53	53		
15	52	52		
16	50	50		
17	48	48		
18	47	47		
19	45	41	2	2
20	40	40		
21	38	38		
22	36	36		
23	34	34		
24	33	33		
25	31	28	2	1
26	29	29		
27	27	27		
28	26	26		
29	20	20		
30	13	13		
31	7	6	1	
Total	1455	1424	18	13

Tabla 3.2 Distribución de variedades en subparcela II, Sur, variedad Howard

Fila	Número de plantas	Var. Howard	Polinizadores	
			Fernette	Franquette
1	15	13	1	1
2	26	26		
3	31	31		
4	36	36		
5	41	41		
6	46	46		
7	50	45	2	3
8	55	55		
9	60	60		
Total	360	353	3	4

Tabla 3.3 Distribución de variedades en subparcela II, Sur, variedad Chandler

Fila	Número de plantas	Var. Chandler	Polinizadores	
			Fernette	Franquette
10	51	50	1	
11	56	48	4	4
12	59	59		
13	63	63		
14	67	67		
15	71	71		
16	74	73	1	
17	78	78		
18	83	83		
19	86	76	5	5
20	90	90		
21	93	93		
22	97	96	1	
23	100	100		
24	101	101		
25	102	91	5	6
26	103	102	1	
27	103	103		
28	104	104		
29	103	103		
30	103	103		
31	104	92	6	6
32	103	103		

33	104	104		
34	104	104		
35	105	105		
36	105	105		
37	108	95	6	7
38	108	108		
39	108	108		
40	109	109		
41	109	109		
42	110	110		
43	110	98	6	6
44	109	109		
45	110	110		
46	110	110		
47	110	109	1	
48	103	103		
49	96	85	6	5
50	92	92		
51	89	89		
52	80	80		
53	35	35		
Total	4108	4026	43	39

Árboles necesarios para la plantación:

Tabla 3.4 Árboles totales necesarios para la plantación

	Howard	Chandler	Fernette	Franquette
Subparcela I Norte	1424		18	13
Subparcela II Sur	353	4026	46	43
Total	1777	4026	64	56
2% marras	36	81	1	1
Total necesario compra	1813	4107	65	57

4. OPERACIONES POSTERIORES A LA PLANTACIÓN

Como se ha explicado en el apartado de colocación de plantas, se realiza un riego posterior a la misma de 10 litro por planta. Además, el personal revisará cada árbol por si se hubiera torcido alguno o las raíces de algún ejemplar hubieran quedado descubiertas tras el riego de asentamiento.

Además, para de garantizar un correcto desarrollo de los árboles en sus primeros años de vida, se colocará un **protector de plástico** de unos 50 cm de altura rodeando cada plantón, ya que éstos son más frágiles al principio. De esta forma se evitarán ataques de roedores y posibles daños producidos, entre otros, por el laboreo.

4.1 Acolchado o mulching

Tal y como se comenta y justifica en el anejo correspondiente al mantenimiento del suelo, se colocará en la fila de plantas un acolchado orgánico de corteza de pino, que además incrementará el nivel de materia orgánica del suelo.

Puesto que se trata de una explotación amparada bajo la ley nacional de Producción Integrada, resulta conveniente la utilización de tal cubierta debido a que impide el crecimiento de malas hierbas evitando la competencia de éstas con las plantas cultivadas.

Además, a partir del cuarto año se dejará una cubierta vegetal en las calles formada por vegetación espontánea, tal y como se detalla en el anejo correspondiente al mantenimiento del suelo.

4.2 Poda de plantación

También se ha explicado previamente que las plantas se cortarán a unos 40-60 cm del suelo, dejando unas 6 yemas por encima del punto de injerto con el fin de comenzar desde el principio la poda de formación. Se le aplica un cicatrizante.

4.3 Reposición de marras

Se plantarán los arbolitos en la zona especificada en el plano con el fin de que vayan creciendo hasta que, de ser necesario, haya que reponer marras de la plantación. Será en ese momento cuando se trasplanten.

4.4 Cuidados fitosanitarios

El cuidado fitosanitario de la plantación es fundamental para que ésta sea rentable. Debe entrar cuanto antes en producción y en este aspecto, las plagas y enfermedades pueden producir grandes estragos. Estos peligros vienen perfectamente detallados en el anejo correspondiente a protección del cultivo.

A veces una plaga o una enfermedad no representa un gran peligro para un árbol adulto pero puede ser problemática en plantas jóvenes y dificultar su formación y a veces incluso provocar la muerte.

Se tendrá en cuenta la Directiva 2009/128/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

4.5 Calendario de operaciones

Tabla 4.1 Calendario de operaciones

Operación	Mes
Lavado de sales	Septiembre
Subsolado	Noviembre
Labores complementarias	Noviembre
Labor de vertedera y enmiendas	Noviembre
Pase de cultivador	Diciembre-enero
Replanteo	Diciembre-enero
Instalación del sistema de riego	Diciembre-enero
Plantación	Febrero
Poda plantación	Febrero-marzo
Riego de asentamiento	Febrero-marzo
Revisión de plantones	Febrero-marzo
Colocación de protectores	Febrero-marzo
Acolchado	Febrero-marzo
Reposición de marras	Marzo y siguientes

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PRINCIPALES SISTEMAS DE RIEGO	2
2.1	Riego por inundación	2
2.2	Riego por surcos.....	3
2.3	Riego por aspersión.....	3
2.4	Riego por microaspersión.....	4
2.5	Riegos de bajo volumen	4
2.6	Elección del sistema de riego	6
3.	DISEÑO AGRONÓMICO	6
3.1	Método FAO Penman-Monteith	6
3.1.1	Evapotranspiración de referencia (ET_0).....	7
3.1.2	Cálculo de la evapotranspiración de cultivo (ET_c)	7
3.2	Balance hídrico.....	8
3.3	Necesidades netas del cultivo.....	9
3.3.1	Efecto de localización	9
3.3.2	Corrección climática	10
3.3.3	Corrección por advección	11
3.3.4	Necesidades netas de riego	11
3.4	Necesidades totales	12
3.4.1	Eficacia de la aplicación (E_a)	12
3.4.2	Necesidades de lavado (LR)	13
3.4.3	Necesidades totales por mes	13
3.5	Parámetros de riego	14
3.5.1	Área mojada por el emisor	14
3.5.2	Número y características de los emisores	16
3.5.3	Intervalo de riego	18
3.5.4	Dosis de riego	19
3.5.5	Calendario de riegos	20
3.5.6	Tipo de gotero	21
4.	DISEÑO HIDRÁULICO	24
4.1	Disposición de la instalación.....	25
4.2	Dimensionamiento del sistema de riego.....	31
4.2.1	Ramales portagoteros.....	31
4.2.2	Dimensionamiento de las tuberías de secundarias.....	34

4.2.3	Dimensionamiento de la tubería primaria.....	36
4.2.4	Dimensionamiento de la tubería de aspiración	37
4.3	Equipo de riego	37
4.3.1	Diseño del cabezal de riego	37
4.3.2	Manómetros	42
4.3.3	Bomba de riego	42
4.3.4	Automatización del riego	44
4.3.5	Consideraciones finales	45
4.4	Limpieza de la instalación.....	45
5.	CASETA DE RIEGO	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Progresión de número de goteros según la edad del árbol.....	5
Tabla 3.1	ET₀ del cultivo de referencia de la estación de Agoncillo.....	7
Tabla 3.2	Valores del K_c para nogal en pleno desarrollo en suelos con cubierta vegetal	7
Tabla 3.3	Evapotranspiración del cultivo.....	8
Tabla 3.4	Balance hídrico anual	8
Tabla 3.5	Cálculo de coeficiente K_l según diferentes autores	10
Tabla 3.6	Necesidades netas de riego de nogal (mm/día)	11
Tabla 3.7	Eficacia de aplicación según textura y profundidad de raíces.....	12
Tabla 3.8	Necesidades totales de riego de nogal (mm/día) por mes	13
Tabla 3.9	Porcentaje mínimo de superficie mojada en función del marco.	14
Tabla 3.10	Relación entre el radio y la profundidad del bulbo húmedo. Pizarro.	16
Tabla 3.11	Intervalo de riego para nogales Chandler.	18
Tabla 3.12	Intervalo de riego para nogales Howard.	18
Tabla 3.13	Tiempo de riego para nogales Chandler.....	19
Tabla 3.14	Tiempo de riego para nogales Howard	19
Tabla 3.15	Dosis de riego en nogales Chandler.....	20
Tabla 3.16	Dosis de riego en nogales Howard.....	20
Tabla 3.17	Calendario de riego para Chandler	20
Tabla 3.18	Calendario de riegos para Howard	20
Tabla 4.1	Sector 1. Distribución de ramales portagoteros y árboles a regar.	26
Tabla 4.2	Sector 2. Distribución de ramales portagoteros y árboles a regar.	27
Tabla 4.3	Sector3. Distribución de ramales portagoteros y árboles a regar.	29
Tabla 4.4	Sector 4. Distribución de ramales portagoteros y árboles a regar.	30
Tabla 4.1	Relación entre el diámetro del gotero, diámetro de la malla y número de mesh, según Pizarro.....	41
Tabla 4.2	Relación entre la velocidad media del agua, el caudal y el área de filtro de la malla, según Pizarro.	41

1. INTRODUCCIÓN

El nogal tiene una exigencia moderada en agua (600-700mm anuales) si lo comparamos con otros cultivos. En la zona donde se ubica la parcela, la precipitación anual media es de 429,5 mm, valor inferior al necesario para evitar periodos de estrés hídrico y asfixia radicular.

Es por ello que será necesaria la instalación de un sistema de riego que satisfaga las necesidades de agua aquellos meses en los que las precipitaciones no sean suficientes.

El riego es imprescindible en el cultivo rentable del nogal. En las fases juveniles, el riego estimula el desarrollo vegetativo de los árboles y acelera la entrada en producción de los mismos. Una rápida entrada en producción es fundamental para amortizar lo antes posible los costes de implantación (M. Muncharaz Pou).

Aunque el nogal necesita agua durante todo su periodo vegetativo, su falta en los llamados periodos críticos trae especiales y nefastas consecuencias.

Los periodos críticos para el nogal abarcan desde junio a agosto. Una falta de agua en junio tendrá como consecuencia nueces de pequeño calibre. Por su parte, en julio la falta de agua es peligrosa ya que puede haber problemas con la inducción floral femenina, siendo que la falta de formación de flores pistiladas puede hacer peligrar la cosecha del año siguiente. En agosto la falta de agua provocará una mala calidad del grano ya que estarán poco llenos y más oscuros (recordemos que la claridad del color es un factor importantísimo de calidad). Además de todos estos problemas, puede producirse también debido a la falta de agua, quemaduras en el pericarpio del fruto y la caída prematura de las hojas. También puede favorecer el desarrollo de frutos como el cancro profundo (Goldhamer, 1998)

La zona en que se encuentra la parcela se caracteriza, entre otras cosas, por tener un clima monoxérico, que consta de un periodo seco que comienza a finales de junio y termina a principios de octubre. Por ello, se establecerá un programa de riego basado en el balance hídrico y de acuerdo a estas necesidades, en el periodo seco o semiseco. 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, se realizará un diseño hidráulico empleando técnicas de riego de tal forma que se aplique dicho programa

El agua de riego provendrá de un embalse propio situado en El villar (pol. 5 parcela 201) cuyas tuberías enterradas llegan hasta el límite de la parcela. Además, al ser propio, se dispondrá del caudal necesario para regar siempre, todos los días que se precise.

2. PRINCIPALES SISTEMAS DE RIEGO

El agua se puede aplicar de diferentes formas. Se pueden analizar los distintos sistemas de riego que se utilizan generalmente en el cultivo de nogal en California y también en los países de la cuenca mediterránea:

- Riegos de superficie o sin presión: inundación y surcos.
- Riegos a presión: Aspersión, microaspersión y goteo.

Los sistemas de riego que dejan mojar al menos un tercio de la superficie del suelo, se denominan sistemas localizados. Se consideran como tales los que utilizan microaspersores, microchorros, microtubos y goteros.

Se considera además que la eficiencia del riego es el ratio entre el agua necesaria para el cultivo y el agua aplicada mediante el riego. No existe ningún sistema de riego con una eficiencia del 100% ya que parte del agua aplicada se pierde por evaporación del suelo, por transpiración de las plantas y por percolación hacia horizontes del suelo desde donde no es posible su captación por el sistema radicular.

2.1 Riego por inundación

Consiste en inundar una parcela denominada tabla de riego, dejando circular el agua libremente de un extremo a otro. Para evitar problemas sanitarios, el agua no debe permanecer en el suelo más de 24-48 horas, según condiciones físicas del mismo. Una variante es el denominado sistema de calles, en que el agua tiene un movimiento descendente lateral.

Aunque las eficiencias de riego pueden ser del 40 al 80 %, en condiciones adecuadas suele ser del 70-80%, si bien variarán no sólo con el tipo de suelo, sino también con la longitud y la anchura de la tabla de riego.

Es un sistema que requiere suelo nivelado (pendientes inferiores al 1%) y grandes cantidades de agua.

La principal **ventaja** de este sistema es que en terrenos llanos es el más económico en lo referente a instalación y mantenimiento.

Los grandes **inconvenientes** son que se requieren grandes cantidades de agua, por lo que será un sistema a descartar en zonas con limitaciones hídricas; y que en suelos con texturas extremas pueden existir problemas: en los arenosos por exceso de percolación y en los arcillosos por problemas de asfixia debidos a la privación de oxígeno (a lo que el nogal es extremadamente sensible). Por todo ello **es un sistema poco recomendable en este cultivo**.

2.2 Riego por surcos

Es una variante del sistema anterior, en el que se realizan unos caballones separados entre 75 y 150 centímetros, haciéndose circular el agua entre ellos, por tanto de forma dirigida. No es un sistema localizado, puesto que se moja casi todo el suelo.

La eficiencia del riego es algo menor, ya que puede ir de 40 a 70%, aunque cuando se utiliza en condiciones adecuadas suele ser del 65 al 75%.

Es un sistema adecuado en suelos con percolación lenta, que necesita menos flujo de agua que el anterior. Se utiliza en suelos prácticamente llanos con pendiente inferior al 2%.

Su **principal** ventaja es que es un sistema económico, que realiza una buena distribución del agua.

Las principales **desventajas** son las grandes pérdidas por percolación y el gran volumen de agua que requiere. Igualmente favorece el desarrollo de enfermedades del nogal, lo que **tampoco lo hace un sistema muy apropiado**.

2.3 Riego por aspersión.

Consiste en aplicar el agua en forma de lluvia por medio de unos emisores de agua denominados aspersores. Es un sistema que requiere presión, al menos de 2,4 a 4 atmósferas. La eficiencia de riego está entre el 75 y el 85%. Para su aplicación en riego del nogal se tienen que utilizar aspersores de ángulo bajo, de forma que el agua no alcance más altura que un metro, con el fin de evitar que la copa reciba mucha humedad. El sistema es adecuado para terrenos de topografía irregular. También se puede recomendar este sistema en huertos con una capacidad limitada de almacenamiento de agua y en suelo poco uniformes. Es un sistema adecuado si hay limitaciones de agua y si hay necesidades de proteger el arbolado contra heladas. Los caudales más frecuentes de los aspersores están entre 150 y 300 litros/hora.

Las principales **ventajas** del sistema son su posibilidad de uso sin necesidad de preparar el terreno en lo referente a nivelación, operación que podría resultar costosa o que podría suponer la exposición de un subsuelo con deficiencias notorias en sus características físicas o químicas. No se producen excesivas pérdidas de agua por percolación. Consiguen una mejor distribución del agua que en los riegos de superficie. Finalmente, hay que destacar que este sistema puede utilizarse para protección del cultivo frente a heladas y que el sistema puede utilizarse para incorporar fitosanitarios, especialmente productos sistemáticos.

En lo referente a los principales **inconvenientes**, se deben citar los altos costes de instalación, de mantenimiento y energéticos, requeridos por el sistema. Se puede favorecer el desarrollo de algunas enfermedades, para lo cual habrán de tomarse medidas para que el sistema foliar esté expuesto lo mínimo al agua proyectada. De igual forma, si el agua es salina, la absorción de las sales por las hojas podría provocar quemaduras. Por último hay que recordar que es un sistema no aplicable en zonas muy ventosas ya que las corrientes eólicas podrían producir la deriva del agua con la consiguiente irregularidad de su distribución y las posibilidades de mojar la copa. Por

todo ello y principalmente por la posibilidad de facilitar el desarrollo de enfermedades, **es un sistema a evitar en situaciones generales.**

2.4 Riego por microaspersión

Es un sistema que utiliza los mismos fundamentos que el anterior, si bien necesita un menor volumen de agua y generalmente se clasifica este sistema como de riego localizado. Los caudales más frecuentes de un microaspersor son de 50 litros/hora.

Las presiones de trabajo requeridas están comprendidas entre 1,5 y 2 atmósferas.

La ventaja respecto al anterior sistema es que, al ser el tamaño del aspersor muy reducido, nunca se moja la planta. Por el contrario, **no es un sistema aplicable en zonas de viento**, puesto que su comportamiento es aún peor que con aspersores convencionales.

Una variante de este sistema es el de minidifusores, microchorro o *microjet*, en el que el agua sale en forma de chorro en lugar de lluvia fina.

2.5 Riegos de bajo volumen

Se consideran sistemas de bajo volumen a los de microaspersión y el resto de sistemas de riego localizado. Estos sistemas se basan en aplicaciones frecuentes pero con un pequeño volumen de agua, una superficie limitada de suelo dentro del huerto. Es un sistema de gran ahorro de agua comparado con otros sistemas.

La eficiencia del riego normalmente está comprendida entre el 80-90% (en Riegos Localizados de alta frecuencia, los RLAF se puede alcanzar incluso una eficiencia de entre el 90-95%). El caudal más frecuente de un gotero es de 4 litros/hora.

Se considera de baja presión o sin presión a aquellos que requieren menos de 1 atmósfera. Se consideran como tales los sistemas que utilizan para la salida microtubos (varias salidas de agua) o goteros (salidas individualizadas de agua, es decir, gota a gota).

Los árboles se pueden desarrollar aunque solamente tengan del 40 al 60% del suelo humedecido; los árboles jóvenes aún requieren menos suelo húmedo. Si el movimiento capilar del agua dentro del suelo no es apropiado, habrá más necesidad de emisores. Se considera que por cada árbol adulto y en suelos francos, se necesitan 6 emisores o goteros (Prichard, 1998). En caso de microaspersores, al distribuir el agua en mayor superficie, se requerirían menos emisores. Otras fuentes evalúan el número de goteros en plena producción en 8, situados a un metro de la línea de plantación (Charlot et al., 1998), siendo una instalación progresiva conforme al siguiente ritmo:

Tabla 2.1 Progresión de número de goteros según la edad del árbol.

Edad del árbol	Goteros/árbol
1-2	2
3-5	4
6-7	6
+8	8

Charlot *et al.*, 1988

Las grandes **ventajas** de este sistema son que casi no requieren gastos energéticos, que no se precisa la nivelación de terrenos, que el sistema es de poco consumo de agua (por reducción del volumen, menor evaporación, y menor percolación) y que, además, hay posibilidad de utilizar aguas con cierto nivel de salinidad, aunque hay riesgos en la zona de emisión, lo que se debe compensar con riegos de lavado, que generalmente serán naturales (lluvias de otoño).

Al haber una distribución limitada de agua, la proliferación de malas hierbas será mucho menor y localizada a los puntos de emisión. Por ello, se puede recurrir al sistema de quimigación o aplicación de herbicidas en las aguas de riego. De no ser así, igualmente es muy aconsejable este sistema para el llamado cultivo sin laboreo o no cultivo, en el que se utilizan exclusivamente los herbicidas para controlar las adventicias del suelo. Otra importante ventaja del sistema es la posibilidad de aplicar los abonos disueltos en el agua de riego (fertirrigación), lo que supone una indudable ventaja en lo que respecta a la localización de los elementos minerales necesarios para el desarrollo del árbol y en lo que concierne al abaratamiento de esta operación de cultivo.

Por último, no fomenta la proliferación de enfermedades tan importantes en el nogal como la antracnosis y la bacteriosis. (M. Muncharaz Pou).

Los principales **inconvenientes** de este sistema están en relación con la circulación de maquinaria dentro de la explotación, especialmente la de recolección. Por otra parte existe la posibilidad de que haya obturación de los emisores (arena, precipitados de calcio, hierro y otros minerales), lo que generalmente se evita con un adecuado prefiltrado y filtrado, un correcto uso de productos fertilizantes y una limpieza adecuada de las instalaciones, elementos y operaciones indispensables en los sistemas de riego localizado.

No se pueden realizar paradas importantes pues se podría provocar la desecación de las zonas húmedas. Ello obliga generalmente a la automatización de las instalaciones, puesto que obliga al riego casi diario o como máximo 2 veces por semana.

2.6 Elección del sistema de riego

Para la selección del sistema se deben considerar tres factores principales: suelo (textura, pendiente, etc), agua (cantidad y calidad) y costes, tanto de instalación como de mantenimiento.

El mejor sistema será aquel que proporciona la cantidad mayor de cosecha, con la mayor calidad posible, con un uso óptimo de la energía y del agua y que tengan los mínimos costes tanto de instalación como de funcionamiento.

Otros factores a considerar son la facilidad y necesidad de labores y la minimización de problemas fitosanitarios.

Dadas las características del nogal y las condiciones de escasez de agua en casi todas las situaciones de cultivo de la Península Ibérica, los sistemas a utilizar serán los localizados, teniendo en cuenta que además permiten abaratar costes en lo referente a las operaciones de mantenimiento del suelo y fertilización.

Dadas sus características, nombradas en el apartado anterior, se instalará el **riego por goteo**.

3. 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 Thorthwaite, la FAO recomienda un único método: el método FAO Penman-Monteith.

3.1 Método FAO Penman-Monteith

Este método consta de dos pasos: la estimación de la ET_0 y la corrección por el coeficiente de cultivo (K_c).

La expresión para periodos diarios es la siguiente:

$$ET_0 = \frac{0,48\Delta (Rn - G) + \gamma \left(\frac{900}{(T + 273)} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

Siendo:

R_n = Radiación neta en la superficie del cultivo ($MJ \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$)

G = Flujo de calor al suelo ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$)

T = media diaria de la temperatura del aire a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$)

U_2 = velocidad del viento a 2 m de altura (m/s)

$e_s - e_a$ = déficit de presión de vapor (kPa)

Δ = pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$)

γ = constante psicrométrica ($\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$)

3.1.1 Evapotranspiración de referencia (ET_0)

Como en la evapotranspiración de referencia únicamente influyen parámetros climáticos, se puede calcular mediante datos meteorológicos obtenidos de las estaciones agroclimáticas.

En el caso presente, la estación climática que posee estos datos y que además proporciona este parámetro, es la de Agoncillo:

Tabla 3.1 ET_0 del cultivo de referencia de la estación de Agoncillo

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET_0 (mm/mes)	27,40	42,15	76,57	96,41	132,18	160,73	180,89	162,32	107,96	67,31	35,44	25,38

3.1.2 Cálculo de la evapotranspiración de cultivo (ET_c)

Este parámetro se obtiene mediante la ET_0 gracias a la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

Siendo K_c el coeficiente de cultivo específico para cada especie, el nogal en este caso, y que varía a lo largo de la vida vegetativa de la planta. Este coeficiente expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo.

Tabla 3.2 Valores del K_c para nogal en pleno desarrollo en suelos con cubierta vegetal

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Vientos de débiles a moderados, húmedos	0	0	0	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,05	0,85	0,8	0
Vientos fuertes, húmedos	0	0	0	0,95	1,1	1,15	1,2	1,2	1,15	0,9	0,8	0
Vientos de débiles a moderados, secos	0	0	0	1	1,15	1,25	1,25	1,25	1,2	0,95	0,85	0
Vientos fuertes, secos	0	0	0	1,05	1,2	1,35	1,35	1,35	1,25	1	0,85	0

Fuente: FAO

En la parcela se tienen vientos de débiles a moderados y secos, por lo que en función de los coeficientes del cultivo correspondiente, ya se puede obtener la evapotranspiración del cultivo en mm/mes.

Tabla 3.3 Evapotranspiración del cultivo

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ET₀ (mm/mes)	27,40	42,15	76,57	96,41	132,18	160,73	180,89	162,32	107,96	67,31	35,44	25,38
K_c	0	0	0	1	1,15	1,25	1,25	1,25	1,2	0,95	0,85	0
ET_c (mm/mes)	0	0	0	96,41	152,01	200,91	226,11	202,9	129,55	63,94	30,12	0

3.2 Balance hídrico

La necesidad hídrica de las plantas es la cantidad de agua necesitan para poder desarrollarse correctamente. A veces, estas necesidades no se corresponden con la cantidad agua que se aporta en el riego ya que hay que tener en cuenta las precipitaciones mensuales de la zona.

Tabla 3.4 Balance hídrico anual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	30,9	27	30,6	49,4	55,8	50,2	26,3	22,2	30,8	36,4	35,7	34,3
ET_c	0	0	0	96,41	152,01	200,91	226,11	202,90	129,55	63,94	30,12	0
R	70,78	97,78	99,68	52,67	0	0	0	0	0	0	5,58	39,88
P - Etc	30,90	27,00	30,60	-47,01	-96,21	-150,71	-199,81	-180,70	-98,75	-27,54	5,58	34,30
D	0	0	0	47,01	96,21	150,71	199,81	180,7	98,75	27,54	0	0
N	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
D_d	0	0	0	1,57	3,10	5,02	6,45	5,83	3,29	0,89	0	0

Donde:

P: precipitaciones medias mensuales (mm).

ET_c : evapotranspiración del cultivo (mm/mes).

R: reserva de agua en el suelo

D : déficits mensuales de agua (mm/mes).

N : n° de días en cada mes.

D_d: déficit hídrico diario (mm/día).

Lo lógico es aplicar la cantidad de agua equivalente a la diferencia de ET_c – P a lo largo de todos los meses con déficit hídrico tal y como se observa en la tabla anterior. De esta forma el suelo se mantendrá siempre a capacidad de campo y se evitarán los estreses hídricos en los meses deficitarios.

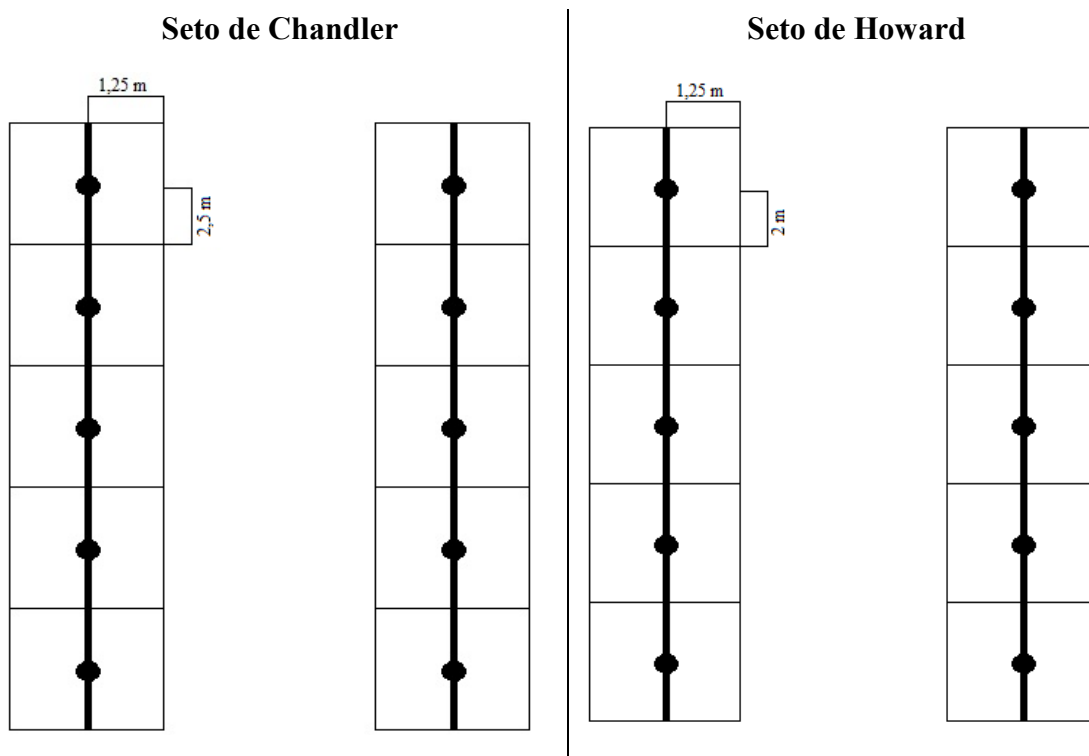
3.3 Necesidades netas del cultivo

Como el método de riego elegido es el localizado de alta frecuencia, es necesario hacer una serie de correcciones causadas por el efecto de la localización, las condiciones climáticas y advección.

3.3.1 Efecto de localización

Para calcular las necesidades netas (N_n) del riego localizado hay que tener en cuenta los efectos de la localización mediante el coeficiente K_1 . Con ello se considera que la zona regada del suelo por parte de cada emisor normalmente se encuentra sombreada por la planta y por consiguiente las pérdidas producidas por la evapotranspiración serán mínimas.

Para obtener K_1 es necesario conocer la cantidad de sombra (A), que depende directamente del diámetro que alcanza la copa y del marco de plantación. Como en el presente proyecto se va a realizar una plantación en seto de los nogales, se considerará un sombreadamiento equivalente a la copa del árbol, que será diferente para cada una de las dos variedades principales destinadas a la producción de nuez.



El sombreadamiento se calculará mediante la siguiente expresión:

$$A = \frac{\text{Superficie sombreada}}{\text{Marco de plantación}}$$

Siendo A la fracción de la superficie del suelo sombreada por la masa vegetal de la copa a medio día en el solsticio de verano respecto a la superficie total.

Sustituyendo con los valores respectivos de las especies;

- Chandler

$$A = \frac{2.5 * 5}{7 * 5} = 0,36$$

El **36% del suelo** estará a la **sombra**.

- Howard

$$A = \frac{2.5 * 4}{7 * 4} = 0,36$$

El **36% del suelo** estará a la **sombra**

Respecto al coeficiente K_1 , varios autores diferentes proponen distintas fórmulas para su cálculo por lo que se descartarán los valores extremos y se hará la media de los centrales:

Tabla 3.5 Cálculo de coeficiente K_1 según diferentes autores

Autor	Método	Cálculo
Aljiburi et al	$K_1 = 1,34 \cdot A$	$K_1 = 1,34 \cdot 0,36 = 0,48$
Decroix	$K_1 = 0,1 + A$	$K_1 = 0,1 + 0,36 = 0,46$
Hoare	$K_1 = A + 0,5 \cdot (1 - A)$	$K_1 = 0,36 + 0,5 \cdot (1 - 0,36) = 0,68$
Kéller	$K_1 = A + 0,15 \cdot (1 - A)$	$K_1 = 0,36 + 0,15 \cdot (1 - 0,36) = 0,456$

$$K_1 = (0,46 + 0,48) / 2 = 0,47$$

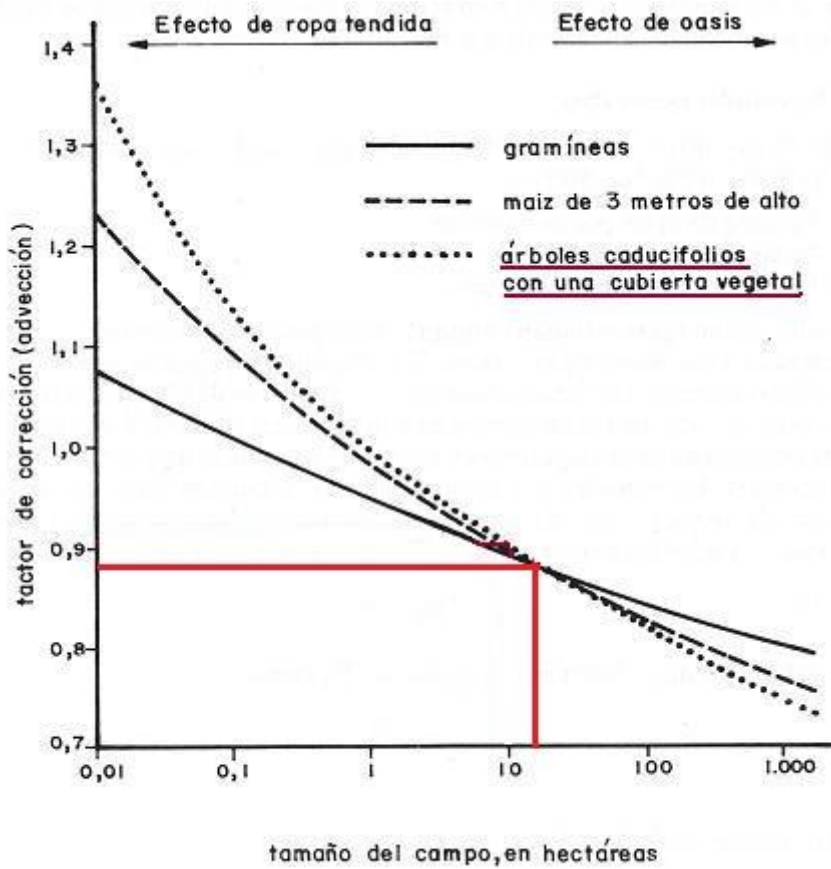
3.3.2 Corrección climática

Cuando la ET_0 (evapotranspiración de referencia) utilizada en el cálculo equivale al valor medio del periodo de años estudiados, debe multiplicarse por un coeficiente. De otra forma, las necesidades calculadas serían un valor medio y, en muchos años, el riego sería insuficiente.

Se adopta el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1,15-1,20. Se aplica el factor de variación climática $K_{vc}=1,2$.

3.3.3 Corrección por advección

El factor de corrección por advección depende directamente de la superficie que se ponga en regadío y se obtiene del siguiente gráfico de FAO (1989).



Se observa que el coeficiente de corrección por advección es $K_r = 0,88$

3.3.4 Necesidades netas de riego

Estas necesidades se calcularán multiplicando las necesidades hídricas de cada mes con déficit, en mm/día, por los tres factores de corrección calculados.

$$Nn = D_d \cdot K_1 \cdot K_{VC} \cdot K_r$$

Tabla 3.6 Necesidades netas de riego de nogal (mm/día)

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
D_d	1,57	3,1	5,02	6,45	5,83	3,29	0,89
K_1	0,47						
K_{vc}	1,2						
K_r	0,88						
Nn	0,78	1,54	2,49	3,20	2,89	1,63	0,44

3.4 Necesidades totales

Las necesidades netas (Nn), calculadas en el apartado anterior aún no coinciden con las cantidades que se deben aportar en el riego, a las que se denominan totales (Nt).

Éstas son el resultado de considerar varios factores correctores de las necesidades netas en función de: la falta de uniformidad en el riego, un posible exceso de salinidad, pérdidas por percolación y transporte. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - K) \cdot CU}$$

Donde:

Nt: necesidades hídricas totales, en mm/día·planta

Nn: necesidades hídricas netas, en mm/día.

CU: coeficiente de uniformidad de riego

K: coeficiente de lavado. Es el valor mayor entre (1-Ea) y LR

Por diversas razones, los emisores de una instalación emiten caudales irregulares entre sí, lo que provoca que unas plantas reciban más riego que otras. A efectos de diseño se establece la condición de que la parte de la plantación a la que menos agua llegue, reciba como mínimo una cierta fracción (CU) de la dosis media. En este caso se considera que el **coeficiente de uniformidad** es del **90%**, lo que significa que la parte menos regada recibirá una dosis del 90% de la media.

3.4.1 Eficacia de la aplicación (Ea)

Los valores de la eficacia de aplicación (Ea) estimada en climas áridos en función de la textura y la profundidad de las raíces, se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 3.7 Eficacia de aplicación según textura y profundidad de raíces

Profundidad de las raíces (m)	Textura			
	Porosa	Arenosa	Media	Fina
<0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75-1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
>1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Aunque el nogal es un árbol que puede alcanzar con sus raíces unas profundidades de 4 m en el suelo si éste se lo permite, las raíces realmente importantes y fundamentales en la absorción de agua y nutrientes se encuentran en los primeros 40cm.

Por otro lado, la textura es franco-arcillo-arenosa, casi franca, por lo que se considera una textura media.

Con estas consideraciones se deduce que la eficacia de aplicación **Ea es del 95%**.

3.4.2 Necesidades de lavado (LR)

Para calcular las necesidades de lavado se utiliza la siguiente expresión:

$$LR = \frac{CE_{agua}}{2 \cdot CE_{suelo}}$$

Donde:

LR: necesidades de lavado, en tanto por uno.

CE_{agua} : conductividad eléctrica del agua de riego según análisis: 1,18 mmhos/cm

CE_{suelo} : conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, que depende del cultivo. Para una producción del 100% en un cultivo de nuez, un valor tolerado de salinidad en el suelo es de 2 mmhos/cm. Sustituyendo:

$$LR = \frac{1,18}{2 \cdot 2} = 0,295$$

$$(1-E_a) = 1 - 0,95 = 0,05$$

K es el valor mayor entre $(1-E_a)$ y LR, es decir, **K=LR= 0,295**

3.4.3 Necesidades totales por mes

Aplicando la fórmula aportada anteriormente,

Tabla 3.8 Necesidades totales de riego de nogal (mm/día) por mes

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Nn	0,78	1,54	2,49	3,2	2,89	1,63	0,44
K	0,295						
CU	0,9						
Nt	1,229	2,427	3,924	5,043	4,555	2,569	0,693

En abril: $N_t = 1,229 \text{ mm/día} = \mathbf{1,2 \text{ l/m}^2}$

En mayo: $N_t = 2,427 \text{ mm/día} = \mathbf{2,4 \text{ l/m}^2}$

En junio: $N_t = 3,924 \text{ mm/día} = \mathbf{3,9 \text{ l/m}^2}$

En julio: $N_t = 5,043 \text{ mm/día} = \mathbf{5 \text{ l/m}^2}$

En agosto: $N_t = 4,555 \text{ mm/día} = \mathbf{4,5 \text{ l/m}^2}$

En septiembre: $N_t = 2,569 \text{ mm/día} = \mathbf{2,6 \text{ l/m}^2}$

En octubre: $N_t = 0,693 \text{ mm/día} = \mathbf{0,7 \text{ l/m}^2}$

El mes con más necesidades es julio con 5 l/m^2 , por tanto para las dos variedades que se implementan en este proyecto:

Chandler:

$$N_t = 5 \text{ l/m}^2 \cdot \text{día} \times 35 \text{ m}^2/\text{árbol} = 175 \text{ l /árbol} \cdot \text{día}$$

Howard:

$$N_t = 5 \text{ l/m}^2 \cdot \text{día} \times 28 \text{ m}^2/\text{árbol} = 140 \text{ l /árbol} \cdot \text{día}$$

3.5 Parámetros de riego

3.5.1 Área mojada por el emisor

Con las necesidades de riego ya calculadas, y teniendo en cuenta que se satisfarán con el riego localizado que será por goteo, es preciso aplicar agua a una parte del suelo. Igualmente es preciso a efectos de diseño, establecer un mínimo de volumen de suelo a humedecer.

Se trabaja con el porcentaje de superficie mojada, parámetro que refleja la relación entre el área mojada por los emisores y el área total, expresada en tanto por cien y representado por “P”.

Para determinar este porcentaje, Keller recomienda los siguientes valores mínimos para el caso de un cultivo arbóreo.

	Árboles/viña	Herbáceos
Clima húmedo	20%	40%
Clima seco	33%	50%

Al tratarse de nogales, y de ser una parcela situada en zona de clima seco, el porcentaje mínimo según Keller que le corresponde es del 33%.

Por otro lado, la superficie de suelo que se va a mojar viene determinada en porcentaje mínimo en función del marco de plantación según la siguiente tabla de J.L. Fuentes Yagüe:

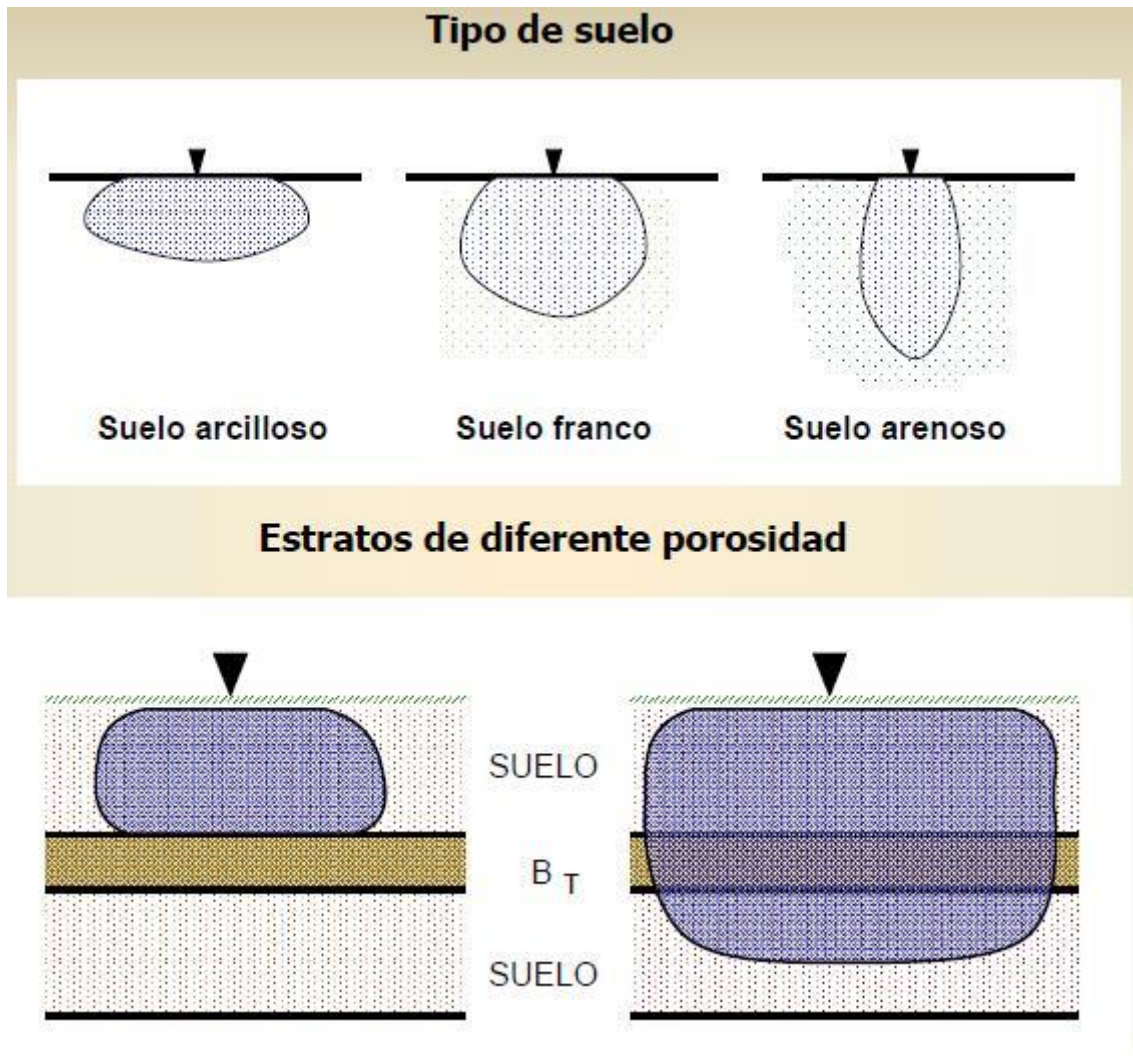
Tabla 3.9 Porcentaje mínimo de superficie mojada en función del marco.

Marco de cultivo	% de superficie mojada
Amplio	25-35%
Medio	40-60%
Hortícola	70-90%

Con estos datos y teniendo en cuenta que en este estudio son árboles de marco amplio, se estima un valor medio de **30%**, asegurando la seguridad del sistema.

Obviamente el área mojada por cada emisor depende de la profundidad del bulbo húmedo. Una vez conocido el volumen de suelo humedecido podremos definir los siguientes parámetros de riego.

Dependiendo del tipo de suelo, la estratificación (estratos con diferente porosidad), el caudal y el tiempo de riego la forma del bulbo será distinta.



Fuente: Pizarro 1990

Lo más adecuado para determinar el diámetro mojado es utilizar datos de tablas o gráficos con pruebas de campo ya realizadas.

Según Pizarro (1985) la profundidad del bulbo húmedo (P_b) se encuentra entre los siguientes valores:

$$0,9 \cdot P_r < P_b < 1,20 \cdot P_r$$

Donde:

P_r : Profundidad de las raíces, que se estima en 40 cm, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces absorbentes del nogal. Para asegurar un diámetro adecuado del bulbo, se estima, sólo en este caso, una profundidad de raíces un poco mayor: 50 cm

P_b : Profundidad del bulbo húmedo del suelo

Sustituyendo:

$$0,9 \cdot 0,50 < P_b < 1,20 \cdot 0,50 \rightarrow 0,45 < P_b < 0,6$$

Teniendo en cuenta este valor, se elegirán las dimensiones más adecuadas para el bulbo húmedo de forma que se cumpla la condición de profundidad del mismo.

Tabla 3.10 Relación entre el radio y la profundidad del bulbo húmedo. Pizarro.

Ve (l)	R (m)	P (m)
4	0,25	0,3
8	0,33	0,39
12	0,4	0,5
16	0,59	0,63
20	0,76	0,69
24	0,8	0,9
28	0,83	1,05
32	0,86	1,22
36	0,9	1,4
40	0,91	1,60

La profundidad del bulbo húmedo que se alcanzará en el cultivo de nogal debería estar comprendida entre los 0,45 y 0,6 m por lo que se estima una profundidad de 0,5 m.

Por ello, y según la tabla, **P= 0,5 m** y **R= 0,4 m**

Ya se puede calcular el área mojada por cada emisor:

$$\text{Área mojada} = \pi \cdot R^2$$

Sustituyendo:

$$\text{Área mojada} = \pi \cdot 0,4^2 = \mathbf{0,5 \text{ m}^2}$$

3.5.2 Número y características de los emisores

Se calcula el número de emisores mediante la siguiente expresión:

$$e \geq \frac{S_p \cdot P}{100 \cdot A_e}$$

Donde:

e : número de emisores por árbol

S_p : superficie ocupada por el árbol (marco de plantación):

7 x5 m para Chandler

7x4 m para Howard

P : porcentaje de superficie mojada = 30%

A_e : área mojada por el emisor = 1,81 m²

Sustituyendo:

$$\text{Chandler: } e \geq \frac{7 \times 5 \cdot 30}{100 \cdot 0,5} = 21 \text{ emisores/árbol}$$

$$\text{Howard: } e \geq \frac{7 \times 4 \cdot 30}{100 \cdot 0,5} = 16,8 \approx 17 \text{ emisores/árbol}$$

Con la disposición de los goteros se espera obtener una franja mojada a lo largo de la fila. Asimismo los goteros no deben solaparse. Hay que considerar igualmente la naturaleza del terreno, que influirá en la distribución del agua. Tal y como se observó en el anejo correspondiente a suelo, la parcela tiene un suelo franco-arcillo-arenoso en el que los bulbos que se formen tenderán a ser más anchos y menos profundos. Dado que los goteros no se van a disponer en toda la superficie del marco, y con el objetivo de evitar solapamientos y formar dicha franja húmeda, **se decide colocar 10 goteros distribuidos en dos ramales por fila.**

Las características del emisor de 4l/h elegido son:

- Es un gotero integrado
- De tipo autocompensante.
- Caudal nominal: 4l/h
- Presión nominal: 1-5 Bar
- Resistencia a la agresividad química y ambiental
- Coeficiente de variación en la fabricación del emisor (CV) : 2,8%
- K: 4,05549
- x: 0,11299
- Peso: 2,04 g
- Bajo coste.

3.5.3 Intervalo de riego

El intervalo entre riegos se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{e \cdot V_e}{N_t \cdot a \cdot b}$$

Donde:

I : Intervalo entre riegos.

e : n° de emisores/árbol.

V_e : volumen descargado por el gotero para las dimensiones de bulbo elegidas según pruebas de campo.

N_t : necesidades totales (mm/día).

a: separación entre filas (m)

b : separación entre plantas (m)

Tabla 3.11 Intervalo de riego para nogales Chandler.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
e	10						
Ve	12						
Nt	1,2	2,4	3,9	5	4,5	2,6	0,7
a	7						
b	5						
I	2,86	1,43	0,88	0,69	0,76	1,32	4,90

Tabla 3.12 Intervalo de riego para nogales Howard.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
e	10						
Ve	12						
Nt	1,2	2,4	3,9	5	4,5	2,6	0,7
a	7						
b	4						
I	3,57	1,79	1,10	0,86	0,95	1,65	6,12

Se calcula el tiempo de riego que se empleará mediante la siguiente expresión:

$$tiempo = t = \frac{N_t}{e \cdot q_e} \cdot I$$

Donde:

I : intervalos entre riegos.

N_t : necesidades hídricas totales del nogal en l/árbol al día.

e : nº de emisores/árbol = 4 para ambas variedades

q_e : caudal del emisor = 4 l/h.

Tabla 3.13 Tiempo de riego para nogales Chandler.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Nt	42	84	136,5	175	157,5	91	24,5
e	10						
q	4						
I	3	1	1	1	1	1	5
t	3,15	2,10	3,41	4,38	3,94	2,28	3,06

Tabla 3.14 Tiempo de riego para nogales Howard

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Nt	33,6	67,2	109,2	140	126	72,8	19,6
e	10						
q	4						
I	3	1	1	1	1	1	6
t	2,52	1,68	2,73	3,50	3,15	1,82	2,94

3.5.4 Dosis de riego

Para calcular la dosis de riego de cada árbol simplemente hay utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis de riego} = t \cdot e \cdot q_e$$

Donde:

t: tiempo de riego (h)

e: número de emisores por planta

q_e : caudal de cada emisor (l/h)

Tabla 3.15 Dosis de riego en nogales Chandler.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
t	3,15	2,1	3,41	4,38	3,94	2,28	3,06
e	10						
q	4						
Dosis	126	84	136,4	175,2	157,6	91,2	122,4

Tabla 3.16 Dosis de riego en nogales Howard.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
t	2,52	1,68	2,73	3,5	3,15	1,82	2,94
e	10						
q	4						
Dosis	100,80	67,20	109,20	140,00	126,00	72,80	117,60

3.5.5 Calendario de riegos

Tabla 3.17 Calendario de riego para Chandler

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
N_n(mm/día)	0,78	1,54	2,49	3,20	2,89	1,63	0,44
N_t(mm/día)	1,20	2,4	3,9	5,0	4,5	2,6	0,7
Intervalo de riego	Cada 3 días	Cada día	Cada día	Cada día	Cada día	Cada día	Cada 5 días
Riegos al mes	10	31	30	31	31	30	6
Tiempo de riego (h)	3,15	2,1	3,41	4,38	3,94	2,28	3,06
Dosis de riego (l/árbol)	126,00	84,00	136,64	175,20	157,60	91,20	122,40

Tabla 3.18 Calendario de riegos para Howard

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
N_n(mm/día)	0,78	1,54	2,49	3,20	2,89	1,63	0,44
N_t(mm/día)	1,20	2,4	3,9	5,0	4,5	2,6	0,7
Intervalo de riego	Cada 3 días	Cada día	Cada día	Cada día	Cada día	Cada día	Cada 6 días
Riegos al mes	10	31	30	31	31	30	5
Tiempo de riego (h)	2,52	1,68	2,73	3,5	3,15	1,82	2,94
Dosis de riego (l/árbol)	100,80	67,20	109,12	140,00	126,00	72,80	117,60

En ambas variedades se va a regar todos los días de mayo a septiembre. En abril cada 3 días y en octubre Chandler cada 5 y Howard cada 6.

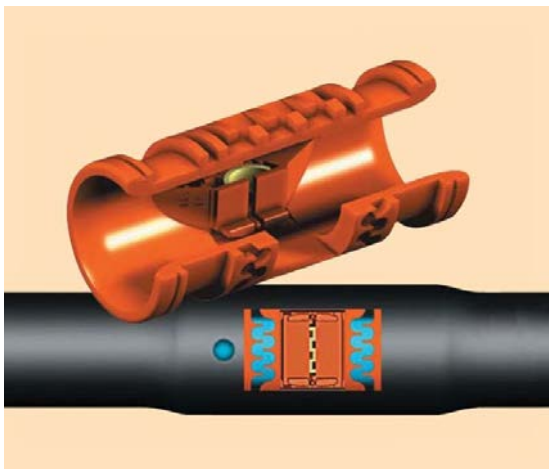
3.5.6 Tipo de gotero

Hay muchos tipos de emisores y la elección del gotero se hace buscando en las fichas técnicas proporcionadas por los fabricantes en los catálogos comerciales hasta encontrar las características que más se ajusten a las condiciones del cultivo. En este caso, se ha decidido instalar modelos de tuberías con goteros autocompensantes integrados, destinados a cultivos de árboles frutales en marcos amplios, con líneas largas y continuas, en definitiva, que cumplan todas las expectativas prefijadas. Son más caros, pero se obtiene una buena distribución y uniformidad, que son características que se persiguen para ramales tan largos.

La utilización de tuberías con goteros integrados (turbulentos y autocompensantes), dan precisión, uniformidad y exactitud en la aplicación del agua necesaria a las plantas, que son las características que mejor describen a las tuberías integradas con goteros, minimizando el consumo de agua a la estrictamente necesaria.

Estas tuberías se venden en bobinas de 300 m habitualmente y para el presente caso se comprará con la separación entre goteros de 0,75 y 1 m según la variedad de nogal (Howard 0,75 y Chandler 1m).

Detalle del gotero



El sistema de riego por goteo permite aplicar el agua y los fertilizantes de forma más directa al sistema radicular de las plantas, proporcionando un gran ahorro de agua y fertilizantes, junto con otras muchas ventajas económicas, ecológicas y agronómicas.

Emisor específico

Miles de hectáreas en todo el mundo se irrigan con sistemas de riego subterráneo; no obstante, no siempre se utiliza el tipo de emisor más adecuado para este sistema. Es

importante que el emisor reúna una serie de características imprescindibles para que su funcionamiento sea correcto:

Por un lado, debe ser antisucción para evitar la succión de partículas a través del gotero tras el cese del riego.

Por otro lado, el emisor debe ser muy resistente a obstrucciones y capaz de autolimpiarse en caso de entrada de suciedad al interior.



Ahorro de agua: Evita la pérdida de agua por evaporación superficial y la escorrentía, consiguiendo una mayor uniformidad de riego.

Ahorro y mejora de fertilización: Al administrar el agua y los nutrientes de forma más directa al sistema radicular, mejora la fertilización, especialmente la de aquellos minerales que son poco móviles en el suelo como el K y el P.

Ahorro en el coste energético: En general, es una ventaja de los sistemas de riego por goteo (comparando con sistemas de riego presurizados por aspersión).

Posibilidad de uso para riego de aguas marginales (salinas y/o residuales): En instalaciones de RGS es posible usar aguas con una calidad inferior a las utilizadas en otros sistemas:

Por un lado, al no haber evaporación del agua del suelo, se reduce la acumulación de sales en la zona radicular de la planta.

Por otra parte, es posible el uso de agua residual tratada al no entrar en contacto con la superficie, ni con la parte aérea ni con el usuario.

Disminución de malas hierbas y plagas: Al no mojarse toda la zona, sino lo determinado para la planta durante el riego, disminuye la presencia de malas hierbas, plagas y hongos en el cultivo.

Mejora de la estructura del suelo: Se consigue una menor compactación del suelo y una mayor aireación del terreno.

Diseño, mantenimiento y control en instalaciones: Es factible el poner el riego antes que las plantas ayudados por maquinaria agrícola con pocas variaciones haciendo esta tarea rápida y económicamente



4. DISEÑO HIDRÁULICO

Aplicar al cultivo un programa de riego no asegura completamente el éxito productivo. Es necesario, además, llevar a cabo un sistema de control de riego para un adecuado mantenimiento y puesta en marcha, así que una vez establecida la plantación se debe llevar a cabo un control del funcionamiento del equipo de riego (amperaje y presión del cabezal, presión y descarga de los emisores), así como el control de la humedad del suelo (con tensiómetros) y control del estado hídrico de la planta (potencial hídrico).

Para calcular el dimensionamiento del sistema de riego y realizar el diseño de la hidráulica se seguirá una serie de etapas que se detallan a continuación en los siguientes capítulos. En la presente plantación se tienen 4 sectores de riego, ello permitirá el riego de cada uno de los sectores por separado. De la misma forma, y de hecho así será, si en un momento interesara aplicar diferentes fertilizantes o compuestos por sectores se podrá llevar a cabo sin dificultad.

Sector 1

Este sector está compuesto por 98 líneas de riego alimentadas desde el punto óptimo para evitar pérdidas, lo cual conlleva que las tuberías secundarias sean perpendiculares a las líneas de riego por el punto medio del ramal más largo. Dentro de este sector habrá 1.815 árboles con una disposición según el plano de plantación y la tabla siguiente del capítulo próximo.

Sector 2

Este sector está compuesto por 86 líneas de riego alimentadas desde el punto óptimo para evitar pérdidas, lo cual conlleva que las tuberías secundarias sean perpendiculares a las líneas de riego por el punto medio del ramal más largo. Dentro de este sector habrá 1.467 árboles con una disposición según el plano de plantación y la tabla siguiente del capítulo próximo.

Sector 3

Este sector está compuesto por 88 líneas de riego alimentadas desde el punto óptimo para evitar pérdidas, lo cual conlleva que las tuberías secundarias sean perpendiculares a las líneas de riego por el punto medio del ramal más largo. Dentro de este sector habrá 1.540 árboles con una disposición según el plano de plantación y la tabla siguiente del capítulo próximo.

Sector 4

Este sector está compuesto por 58 líneas de riego alimentadas desde el punto óptimo para evitar pérdidas, lo cual conlleva que las tuberías secundarias sean perpendiculares a las líneas de riego por el punto medio del ramal más largo. Dentro de este sector habrá 1.101 árboles con una disposición según el plano de plantación y la tabla siguiente del capítulo próximo.

4.1 Disposición de la instalación

La superficie de cultivo tiene 19,36 hectáreas que , como se ha comentado previamente, se van a dividir en cuatro unidades o sectores de riego, más o menos homogéneas de acuerdo a la disposición de las líneas en la parcela, y distribuidas de norte a sur.

La caseta de riego se emplazará en el oeste de la finca, junto a la unión de los sectores uno (al Norte y al oeste del sector 2) y dos, como se puede apreciar en los planos. Ésta se abastecerá por una tubería de gran tamaño proveniente del embalse propio de la explotación destinado al riego de la finca.

El **sector 1**,(la zona situada al norte), está constituido por una tubería perpendicular a las líneas de cultivo y comienza en la tubería primaria. Esta tubería secundaria mide 217 m y abastece a 62 ramales portagoteros (dos por línea de árboles), que se sitúan bajo cada línea de cultivo a 1 metro de distancia desde el tronco. También pertenecen a este sector las primeras 9 líneas de plantas de la zona situada al oeste del sector 2: 36 ramales de riego (situados todos ellos al oeste de los sectores 2 y 3) y abastecidos por sendas tuberías secundarias de 71,5 m cada una. Por lo tanto este sector contará en total con 98 ramales.

El **sector 2**, consta de una tubería perpendicular a las líneas portagoteros que tiene una longitud de 406 m que abastece de agua a 86 ramales portagoteros, dos por cada línea de plantas.

El **sector 3**, posee una tubería de abastecimiento paralela a la anterior con una longitud 7 metros mayor de la anterior 356 m en total y con 88 ramales portagoteros. dos ramales por cada línea de plantas.

El **sector 4**, el situado más al sur de la parcela tiene una tubería con una distancia de 256 m y el abastecimiento de 86 ramales.

En las siguientes tablas se observa la configuración de los sectores, las longitudes de los ramales, así como el número de árboles por ramal y por sector.

Debido a las necesidades hídricas del nogal y, como consecuencia de un diseño más óptimo de riego así como de tiempos y costes, se ha decidido, tal y como se ha comentado en repetidas ocasiones, que cada línea de plantación se regará con dos tuberías portagoteros paralelas separadas dos metros entre ellas y a 1 metro desde el tronco de cada árbol.

La denominación de estas líneas portagoteros es 1 y 1 bis, 2 y 2 bis y así sucesivamente para cada una de las líneas de árboles.

Sector 1

Tabla 4.1 Sector 1. Distribución de ramales portagotoseros y árboles a regar.

Ramal Sector 1	Longitud (m)	Árboles	Ramal Sector 1	Longitud (m)
1	284,92	72	1 Bis	284,92
2	278,92	70	2 Bis	278,92
3	272,75	69	3 Bis	272,75
4	266,97	67	4 Bis	266,97
5	261,96	66	5 Bis	261,96
6	256,51	65	6 Bis	256,51
7	252,06	64	7 Bis	252,06
8	247,27	62	8 Bis	247,27
9	241,79	61	9 Bis	241,79
10	236,17	60	10 Bis	236,17
11	230,54	58	11 Bis	230,54
12	224,92	57	12 Bis	224,92
13	219,22	55	13 Bis	219,22
14	211,97	53	14 Bis	211,97
15	204,94	52	15 Bis	204,94
16	197,91	50	16 Bis	197,91
17	191,11	48	17 Bis	191,11
18	184,74	47	18 Bis	184,74
19	178,79	45	19 Bis	178,79
20	159,75	40	20 Bis	159,75
21	149,68	38	21 Bis	149,68
22	142,41	36	22 Bis	142,41
23	135,44	34	23 Bis	135,44
24	128,48	33	24 Bis	128,48
25	121,53	31	25 Bis	121,53
26	114,6	29	26 Bis	114,6
27	107,67	27	27 Bis	107,67
28	100,09	26	28 Bis	100,09
29	79,15	20	29 Bis	79,15
30	51,66	13	30 Bis	51,66
31	24,28	7	31 Bis	24,28
32	7,3	2	32 Bis	7,3
33	14,69	4	33 Bis	14,69
34	22,1	6	34 Bis	22,1
35	29,63	8	35 Bis	29,63

36	36,97	10	36 Bis	36,97
37	44,17	12	37 Bis	44,17
38	51,37	13	38 Bis	51,37
39	58,96	15	39 Bis	58,96
40	65,76	17	40 Bis	65,76
41	49	13	41 Bis	49
42	86,76	22	42 Bis	86,76
43	98,39	25	43 Bis	98,39
44	110,29	28	44 Bis	110,29
45	122,18	31	45 Bis	122,18
46	134,08	34	46 Bis	134,08
47	145,97	37	47 Bis	145,97
48	157,8	40	48 Bis	157,8
49	169,57	43	49 Bis	169,57

Los datos totales de dicho sector :

Metros de tuberías portagotos 14.326 m

Arboles totales del sector 1.815

Sector 2

Tabla 4.2 Sector 2. Distribución de ramales portagotos y árboles a regar.

Ramal Sector 2	Longitud (m)	Arboles	Ramal Sector 2	Longitud (m)
50	73,11	15	50 Bis	73,11
51	80,72	17	51 Bis	80,72
52	88,32	18	52 Bis	88,32
53	95,93	20	53 Bis	95,93
54	103,53	21	54 Bis	103,53
55	110,75	23	55 Bis	110,75
56	117,63	24	56 Bis	117,63
57	124,52	25	57 Bis	124,52
58	131,4	27	58 Bis	131,4
59	138,29	28	59 Bis	138,29
60	145,18	30	60 Bis	145,18
61	152,02	31	61 Bis	152,02
62	158,86	32	62 Bis	158,86
63	165,69	34	63 Bis	165,69
64	172,53	35	64 Bis	172,53

65	179,37	36	65 Bis	179,37
66	186,43	38	66 Bis	186,43
67	188,83	38	67 Bis	188,83
68	190,57	39	68 Bis	190,57
69	192,31	39	69 Bis	192,31
70	194,04	39	70 Bis	194,04
71	195,73	40	71 Bis	195,73
72	197,43	40	72 Bis	197,43
73	200	41	73 Bis	200
74	200,82	41	74 Bis	200,82
75	202,51	41	75 Bis	202,51
76	204,2	41	76 Bis	204,2
77	205,88	42	77 Bis	205,88
78	207,57	42	78 Bis	207,57
79	209,3	42	79 Bis	209,3
80	211,22	43	80 Bis	211,22
81	213,15	43	81 Bis	213,15
82	215,09	44	82 Bis	215,09
83	217,06	44	83 Bis	217,06
84	219,03	44	84 Bis	219,03
85	221	45	85 Bis	221
86	222,98	45	86 Bis	222,98
87	224,95	45	87 Bis	224,95
88	186,3	38	88 Bis	186,3
89	151,8	31	89 Bis	151,8
90	133,49	27	90 Bis	133,49
91	119,32	24	91 Bis	119,32
92	73,7	15	92 Bis	73,7

Los datos totales de dicho sector :

Metros de tuberías portagotos 14.445 m

Arboles totales del sector 1.467

Sector 3

Tabla 4.3 Sector3. Distribución de ramales portagotos y árboles a regar.

Ramal Sector 3	Longitud (m)	Arboles	Ramal Sector 3	Longitud (m)
93	171,34	35	93 Bis	171,34
94	171,34	35	94 Bis	171,34
95	171,34	35	95 Bis	171,34
96	171,34	35	96 Bis	171,34
97	171,34	35	97 Bis	171,34
98	171,34	35	98 Bis	171,34
99	171,34	35	99 Bis	171,34
100	171,34	35	100 Bis	171,34
101	171,34	35	101 Bis	171,34
102	171,34	35	102 Bis	171,34
103	171,34	35	103 Bis	171,34
104	171,34	35	104 Bis	171,34
105	171,34	35	105 Bis	171,34
106	171,34	35	106 Bis	171,34
107	171,34	35	107 Bis	171,34
108	171,34	35	108 Bis	171,34
109	171,34	35	109 Bis	171,34
110	171,34	35	110 Bis	171,34
111	171,34	35	111 Bis	171,34
112	171,34	35	112 Bis	171,34
113	171,34	35	113 Bis	171,34
114	171,34	35	114 Bis	171,34
115	171,34	35	115 Bis	171,34
116	171,34	35	116 Bis	171,34
117	171,34	35	117 Bis	171,34
118	171,34	35	118 Bis	171,34
119	171,34	35	119 Bis	171,34
120	171,34	35	120 Bis	171,34
121	171,34	35	121 Bis	171,34
122	171,34	35	122 Bis	171,34
123	171,34	35	123 Bis	171,34
124	171,34	35	124 Bis	171,34
125	171,34	35	125 Bis	171,34
126	171,34	35	126 Bis	171,34
127	171,34	35	127 Bis	171,34
128	171,34	35	128 Bis	171,34

129	171,34	35	129 Bis	171,34
130	171,34	35	130 Bis	171,34
131	171,34	35	131 Bis	171,34
132	171,34	35	132 Bis	171,34
133	171,34	35	133 Bis	171,34
134	171,34	35	134 Bis	171,34
135	171,34	35	135 Bis	171,34
136	171,34	35	136 Bis	171,34

Los datos totales de dicho sector:

Metros de tuberías portagotos 15.077 m

Arboles totales del sector 1.540

Sector 4

Tabla 4.4 Sector 4. Distribución de ramales portagotos y árboles a regar.

Ramal Sector 4	Longitud (m)	Arboles	Ramal Sector 4	Longitud (m)
137	4,98	1	137 Bis	4,98
138	15,76	4	138 Bis	15,76
139	27,53	6	139 Bis	27,53
140	39,29	8	140 Bis	39,29
141	51,06	11	141 Bis	51,06
142	62,83	13	142 Bis	62,83
143	74,6	15	143 Bis	74,6
144	86,36	18	144 Bis	86,36
145	101	21	145 Bis	101
146	110	23	146 Bis	110
147	121,67	25	147 Bis	121,67
148	133,43	27	148 Bis	133,43
149	145,2	30	149 Bis	145,2
150	153,24	31	150 Bis	153,24
151	152,39	31	151 Bis	152,39
152	150,75	31	152 Bis	150,75
153	149,12	30	153 Bis	149,12
154	147,48	30	154 Bis	147,48
155	145,84	30	155 Bis	145,84
156	144,2	29	156 Bis	144,2
157	142,65	29	157 Bis	142,65

158	141,1	29	158 Bis	141,1
159	139,56	28	159 Bis	139,56
160	138,01	28	160 Bis	138,01
161	138,65	28	161 Bis	138,65
162	140,41	29	162 Bis	140,41
163	144,44	29	163 Bis	144,44
164	150,63	31	164 Bis	150,63
165	152,76	31	165 Bis	152,76
166	152,25	31	166 Bis	152,25
167	151,74	31	167 Bis	151,74
168	151,23	31	168 Bis	151,23
169	150,73	31	169 Bis	150,73
170	150,22	31	170 Bis	150,22
171	149,71	30	171 Bis	149,71
172	149,2	30	172 Bis	149,2
173	148,7	30	173 Bis	148,7
174	148,19	30	174 Bis	148,19
175	147,68	30	175 Bis	147,68
176	147,17	30	176 Bis	147,17
177	146,66	30	177 Bis	146,66
178	146,15	30	178 Bis	146,15
179	145,65	30	179 Bis	145,65

Los datos totales de dicho sector :

Metros de tuberías portagoteros 9.853 metros

Arboles totales del sector 1.101

4.2 Dimensionamiento del sistema de riego

4.2.1 Ramales portagoteros

Para el dimensionamiento de los ramales portagoteros se debe tener en cuenta, una serie de consideraciones que se comentan a continuación.

Los goteros son autocompensantes, caracterizados por una ecuación de descarga del siguiente tipo:

$$q = k \cdot H^x$$

Siendo:

q = Caudal nominal del emisor (4,0 l/h)

k = Coeficiente del emisor

H = Presión nominal (10 mca)

x = Exponente de descarga

El exponente de descarga (x), en este caso, es "0", ya que los goteros son autocompensantes. En los goteros autocompensantes el caudal emitido es constante e independiente de la presión. Esta situación obliga a limitar la caída de presiones para mantenerse dentro del rango que garantiza la uniformidad de los caudales vertidos. También es necesario establecer una caída de presión admisible para poder proceder al cálculo de los diámetros de las tuberías. En este caso se establece una caída de presión admisible del 3%.

Es necesario también fijar una pérdida de carga admisible para conseguir un reparto adecuado de presiones a lo largo de los ramales portagoteros y tuberías. Para ello se sigue el criterio de Arviza y se adopta como límite permisible de la pérdida de carga a lo largo de la tubería el 25%.

Con estos criterios fijados ya se puede iniciar el cálculo de los diámetros adecuados. Se hace siempre por tanteo, comprobando si los diámetros disponibles en el mercado se ajustan o no a las condiciones previamente fijadas.

Goteros integrados, de las características citadas, se ofrecen en el mercado en tuberías de polietileno de baja densidad (PEBD) de 2,5 atm y diámetros de 20 y 16 mm.

Para asegurarse de que todos los goteros cumplan las condiciones establecidas, se calcula el ramal portagoteros más desfavorable: de mayor longitud. En nuestro caso corresponde al ramal 1 del sector 1, para ello tenemos que tener en cuenta que los ramales portagoteros estarán alimentados por una tubería secundaria, esta tubería secundaria la podemos ver en el plano de riego, pero está colocada de tal forma estratégica que divide las líneas de riego de mayor longitud por la mitad para minimizar las caídas de carga en dichas tuberías y de este modo poder regar con sistemas más pequeños. La línea portagoteros de mayor longitud teniendo en cuenta que la tubería secundaria la abastece en la mitad de su longitud es el ramal 1 de 284 metros.

Puesto que ésta está abastecida por su punto medio, la consideramos como dos ramales de 142 metros a la hora de calcular dichas pérdidas.

- Longitud : 142 m
- Número de emisores por ramal: 36 árboles x 5 emisores/árbol = 180
- Caudal: emisores x caudal emisor x μ = 180 x 4 x 1,05 = 756 l/h
- Separación entre goteros: 1 para variedad Chandler

0,75 para variedad Howard

Se prueba con la tubería de 20 mm de diámetro exterior y 18,8 mm radio interior:

1. Se comprueba el régimen hidráulico de la tubería mediante el número de Reynolds (Re):

$$Re = 352,64 \cdot \left(\frac{q(l/h)}{d(mm)} \right)$$

$$Re = 352,64 \cdot \left(\frac{756}{18,8} \right) = 14.180$$

$Re = 14.180 > 4.000 \Rightarrow$ Régimen turbulento

2. Cálculo de las pérdidas de carga unitarias:

Este cálculo, en el cual se incluye el efecto de las conexiones de los emisores (J'), se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$J' = J \cdot \frac{(Se + fe)}{Se}$$

Siendo:

J = pérdidas de carga unitaria

Se = separación entre emisores (m)

fe = longitud equivalente

La longitud equivalente de la conexión de un emisor para un gotero con conexión estándar sobre la línea, se calcula aplicando la fórmula de Montalvo:

$$f_e = 18,91 \cdot d^{-1,57}$$

Siendo d , el diámetro interior que en nuestro caso es 18,8mm.

$$f_e = 18,91 \cdot 18,8^{-1,57} = 0,19$$

Las pérdidas de carga unitarias (J) las calculamos mediante la fórmula de Blasius, mediante la siguiente expresión

$$J = 0,473 \cdot d^{-4,75} \cdot q^{1,75} = 0,473 \cdot 18,8^{-4,75} \cdot 756^{1,75} = 0,045 \text{ m/m}$$

Las pérdidas de carga producidas por la conexión emisor-lateral son:

$$J' = J \cdot \frac{(Se + fe)}{Se} = 0,045 \cdot \frac{(0,75 + 0,19)}{0,75} = 0,056 \text{ m/100m}$$

3. Cálculo de las pérdidas de carga totales en el lateral:

Las pérdidas de carga totales en el lateral, se obtienen de la siguiente expresión:

$$hf = J' \cdot F \cdot L$$

Siendo:

F = factor de Christiansen, que depende del número de emisores (180), en nuestro caso es de 0,367

Lf = longitud del ramal

J' = pérdidas de carga unitarias

Ahora ya tenemos todos los datos necesarios para calcular las pérdidas de cargas totales que son:

$$hf = J' \cdot F \cdot L = 0,056 \cdot 0,367 \cdot 142 \approx 3 \text{ mca}$$

El ramal portagotos más desfavorable, que es para el que se realizan los cálculos, pierde a lo largo de su longitud 3 mca. Como los goteros autocompensantes emiten un caudal uniforme de 4 l/h en un rango de presiones de 10-40 mca, nuestro diseño cumple las condiciones de funcionamiento de los emisores. En el resto de portagotos se cubrirán con creces estas condiciones.

Las tuberías serán de polietileno de baja densidad e irán instaladas junto a los pies de los nogales. Este tipo de tuberías son ligeras, flexibles y resistentes y se pueden instalar a la intemperie.

4.2.2 Dimensionamiento de las tuberías de secundarias

En la parcela la tubería secundaria más larga es la situada en la sector 2, es decir, es el caso más desfavorable para este tipo de tuberías dependiendo de la longitud de éstas.

- Longitud : 450 m
- Número de ramales: 172
- Número de árboles en la unidad 2: 1.467 nogales
- Caudal en el inicio de la secundaria: 58.680 l/h
- Separación entre ramales: 4,7 m de media
- Pérdida de carga admisible (25% del 3%) = $410 \times 0,03 \times 0,05 = 0,615 \text{ mca}$

1. Comprobación del régimen hidráulico de la tubería:

Hemos elegido una tubería de PVC con un diámetro exterior de 110 mm y un diámetro interior de 105,8 mm, con una presión de 6 atm.

Vamos a calcular el número de Reynolds, para conocer el régimen de la tubería:

$$Re = 352,64 \cdot \frac{q(l/hora)}{d(mm)} = 352,64 \cdot \frac{58.680}{105,8} = 195.318$$

Como el valor obtenido es mayor de 4.000, el régimen de la tubería es turbulento.

2. Cálculo de las pérdidas de carga unitarias:

Primero calculamos la longitud equivalente de una conexión tipo estándar con la siguiente fórmula:

$$f_e = 18,91 \cdot d^{-1,87} = 18,91 \cdot 105,8^{-1,87} = 0,0030$$

Las pérdidas de carga unitarias (J) mediante la fórmula de Blasius, son las siguientes:

$$J = 0,473 \cdot d^{-4,75} \cdot q^{1,75} = 0,473 \cdot 105,8^{-4,75} \cdot 58.680^{1,75} = 0,025 m/m$$

Las pérdidas de carga producidas por la conexión emisor-lateral son:

$$J' = J \cdot \frac{(Se + f_e)}{Se} = 0,025 \cdot \frac{(4,7 + 0,0030)}{4,7} = 0,025 m/100m$$

3. Cálculo de las pérdidas de carga totales en el lateral:

Para la longitud de la tubería tendremos en cuenta la longitud equivalente a los codos existentes en su trayecto. Son cuatro codos, cuatro de menos de 45°, lo que equivale cuatro veces la longitud equivalente de 0,7m, y uno de 90°.

$$hf = J' \cdot F \cdot L = 0,025 \cdot 0,378 \cdot 450 = 4,5 mca$$

La tubería elegida cumple con las condiciones requeridas y por tanto es válida.

Las tuberías secundarias serán de diámetro exterior de 110mm y diámetro interior de 105,8 de policloruro de vinilo (PVC), más baratas que las de PEBD a igual diámetro. Son ligeras y de fácil acoplamiento.

Estas tuberías irán enterradas en zanjas a una profundidad de 70 cm aproximadamente, sobre un lecho de arena o tierra cribada de 10cm, de espesor. Después se cubrirán los tubos hasta una altura de 20cm. Por encima de ellos, con tierra exenta de piedras y terrones, la compactación se realizará por capas de unos 10 cm de espesor.

Esta distancia desde el suelo será por seguridad y evitar el aplastamiento de estas debido al paso de la maquinaria.

4.2.3 Dimensionamiento de la tubería primaria

La tubería primaria es la que abastecerá a todo el sistema de riego, primero a las tuberías secundarias y a través de ellas, los ramales portagotosos.

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 para calcular las pérdidas de carga. Dado que, como se ha indicado, se va a regar sector por sector 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.

El régimen hidráulico es turbulento como en el anterior caso. Las pérdidas de carga unitarias son idénticas a las calculadas para la tubería secundaria así como las pérdidas de carga producidas por la conexión emisor-lateral. Lo que cambia son las pérdidas de carga totales en el lateral.

1. Cálculo de las pérdidas de carga totales en el lateral:

Para la longitud de la tubería, en este caso, tendremos en cuenta la longitud equivalente a los codos existentes en su trayecto. Son tres, a 90°, lo que equivale aproximadamente a 3 m más por cada uno de tubería.

$$hf = J \cdot F \cdot L = 0,036 \cdot 0,378 \cdot (200 + 3 \times 3) = 3m.c.a.$$

Vamos a mayorar un 20% las pérdidas de carga para así valorar las pérdidas de carga singulares y en las válvulas.

$$hf = 3 + 0,2 \cdot 3 = 4mca$$

La tubería primaria posee las mismas características que las secundarias, un diámetro exterior de 110mm y un diámetro interior de 105,8mm. También será de PVC y será enterrada de la misma forma que las secundarias.

4.2.4 Dimensionamiento de la tubería de aspiración

Esta tubería de aspiración deberá conducir 72.600 l/h, en el caso más desfavorable, que corresponde a la unidad 1. Para ello se utilizará una tubería del mismo diámetro que la primaria pero de acero galvanizado que impulsa el agua hacia las tuberías secundarias mediante la tubería primaria. Ésta tendrá una longitud de 3 m.

Las pérdidas de carga unitarias en esta tubería de aspiración son las mismas que en el caso de la tubería primaria, puesto que el caudal y diámetro de la tubería es el mismo en ambos casos ($J = 0,036$).

1. Cálculo de las pérdidas de carga totales en el lateral:

$$hf = J \cdot F \cdot L = 0,036 \cdot 1 \cdot 3 = 0,1 \text{ mca}$$

Estas pérdidas de carga se mayoran un 20% debido a la presencia de piezas especiales como puede ser el filtro de maya, también la pérdida debida a la válvula antirretorno de dicha bomba 1 mca

$$hf = 0,1 + 0,1 \cdot 0,2 + 1 = 1,12 \text{ mca}$$

Por último hay que tener en cuenta la altura entre la cota de la tubería y la bomba de riego, que es de 1 m.

$$hf = 1,12 + 1 = 2,12 \text{ mca}$$

La tubería de aspiración será de diámetro exterior 110mm y diámetro interior de 105,8mm.

4.3 Equipo de riego

A continuación, en los siguientes capítulos, se explican todos los componentes que se introducirán en el diseño del sistema de riego por goteo que van a formar parte de la instalación.

4.3.1 Diseño del cabezal de riego

El cabezal de riego 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 (bombas, manómetros, etc.), un sistema de pre filtrado, otro sistema de filtrado, y el contador del caudal, que permiten automatizar los riegos mediante un programador.

4.3.1.1 Válvulas

Válvulas reguladoras

Se colocarán válvulas reguladoras de presión al principio de cada tubería, de donde parten los ramales, con el fin de evitar que se produzcan daños en la instalación

Válvula de retención

Permite el paso del agua en un solo sentido.. Se coloca en el extremo inferior de la tubería de aspiración.

Válvula de alivio

Se coloca a la salida de la bomba. Su misión es evitar sobrepresiones, de forma que ante un aumento de presión por encima de un valor determinado, se abre provocando la caída de presión del sistema.

4.3.1.2 Pre filtrado y filtrado

Existen en el agua muchas partículas en suspensión, minerales o/y orgánicas, que pueden obturar los conductos o los emisores de riego.

Los filtros más comunes son:

- Filtros de malla, para partículas minerales (impurezas del agua, restos de abonos, etc.).
- Filtros de arena, para materia orgánica (acequias, balsas sin cubrir, etc.).

El pre filtrado se realiza con el fin de evitar la entrada de buena parte de partículas en suspensión antes de la entrada del agua en el cabezal de riego. En este caso se utiliza una malla de alambre de 8x8mm. Esta malla protectora es interesante en la captación de aguas de acequias, como en nuestro caso, ya que evita el taponamiento de malezas, cañas y demás restos vegetales.

El filtrado del agua consiste en retener partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de mallas).

4.3.1.2.1 Filtro de arena

El filtro de arena lo compone un depósito metálico o de poliéster, con forma cilíndrica, parcialmente lleno de un medio poroso (arena) que, por adherencia, se fija en él determinada cantidad de materia orgánica.

El agua entra por la parte superior del depósito y desciende atravesando la capa de arena reteniendo todas las impurezas. En la parte inferior existe una malla o disco perforado por donde pasa el agua filtrada hacia el resto del cabezal. Puede almacenar gran cantidad de contaminantes, y sus propiedades físicas dependerán de la sección y

longitud del lecho filtrante, es decir, de la arena, y las características granulométricas de ésta.

Se debe disponer de manómetros que nos indiquen la presión a la entrada y salida del filtro de arena. En el caso de producirse pérdidas de carga superiores a 4-6 mca., habrá que limpiar el filtro, invirtiendo el flujo mediante una válvula inversora y logrando la limpieza de la arena por arrastre de toda la materia que estaba retenida.

Mediante una válvula de drenaje se expulsará al exterior el agua sucia, por lo que se debe prever un desagüe para no tener humedades en el cabezal o caseta de riego. En el caso de superarse las pérdidas de carga de 6 mca, existe el riesgo de que en la capa de arena se formen canales o pasillos por donde pase el agua sin filtrar.

El contenedor del filtro de arena será metálico, y se coloca en el cabezal de riego antes que los contadores, válvulas volumétricas, etc. con el fin de que llegue a estos aparatos un menor número de impurezas.

4.3.1.2.2 Diseño de los filtros de arena

Debemos determinar el tipo de arena, espesor de la capa de arena y superficie filtrante:

- Tipo de arena:

Las arenas se definen por un parámetro que es el diámetro efectivo, que es la apertura del tamiz que retiene un 90% de la arena, permitiendo el paso al restante 10%. Para elegir la arena se sigue el criterio de que el diámetro efectivo de la misma sea igual al diámetro mínimo del gotero, que en nuestro caso es de 1mm. Así, se elige una arena de 1mm. de diámetro efectivo y de coeficiente de uniformidad 1,5 (El coeficiente de uniformidad es la relación entre las aperturas de los tamices que dejan pasar el 60% y el 10% de la arena. La arena de filtro para riego debe tener un coeficiente de uniformidad cercano a 1,50).

- Espesor de la capa de arena:

Se recomienda un espesor de 40-60cm. En este caso se elige un espesor de 50cm.

- Dimensionamiento:

Se aumenta el caudal en un 20% por motivos de seguridad y se aplica un valor de velocidad media del agua de 60m./h, para un correcto funcionamiento del filtro.

$$Q = 72600l / h.$$

$$Q = 72600 \cdot 1,20 = 87120l / h. = 87m^3 / h.$$

A continuación se calcula la superficie de filtrado:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{87}{60} = 1,45m^2.$$

Como la superficie del filtro nos sale de 1,45 y ésta es un poco grande, se usarán dos filtros, cada uno de ellos de la mitad de superficie. Es preferible instalar 2 filtros, con la siguiente superficie y diámetro:

$$s = \frac{S}{2} = \frac{1,45}{2} = 0,725 \text{ m}^2$$

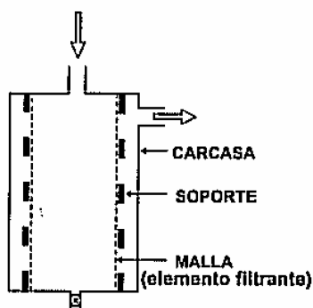
$$\phi > \sqrt{\frac{4 \times 0,725}{\pi}} = 0,96 \approx 1 \text{ m}$$

Se colocarán dos filtros de arena de 1 m de diámetro. La arena se caracterizará por poseer un 1mm de diámetro efectivo y un coeficiente de uniformidad de 1,5. El espesor de la arena será de 50cm.

4.3.1.2.3 Filtro de malla

El filtro de malla retiene solo partículas sólidas elásticas (inorgánicas), atrapa las partículas sólidas del sistema de abonado e impide que pasen a la instalación, donde podrías obturar los emisores.

Generalmente se compone de una carcasa exterior de metal o de 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 de malla 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.

4.3.1.2.4 Diseño de los filtros de malla

La calidad del filtrado viene en función de la apertura de la malla. Se llama *número de mesh* (o número de tamiz o número de malla) al número de orificios por pulgada lineal (2,54mm).

Para calcular el número de mesh usaremos la siguiente tabla en la que se relaciona el diámetro del gotero (mm) con el diámetro de orificio de la malla de acero inoxidable y mesh de la misma.

Tabla 4.1 Relación entre el diámetro del gotero, diámetro de la malla y número de mesh, según Pizarro.

Ø del gotero (mm)	Ø del orificio de malla (micras)	Nº de mesh
1.50	214	65
1.25	178	80
1.00	143	115
0.90	128	115
0.80	114	150
0.70	100	170
0.60	86	200

Se optará por una malla de 115 mesh.

Para dimensionar la malla se aumentará el caudal un 20% por motivos de seguridad y se aplicará un valor de la velocidad media del agua de 0,4m/s

$$Q = 72.600l / h.$$

$$Q = 72.600 \cdot 1,20 = 87.120l / h. = 87m^3 / h.$$

Una vez conocida la velocidad media del agua en el filtro, calculamos el caudal de filtrado en una malla metálica, según la siguiente tabla:

Tabla 4.2 Relación entre la velocidad media del agua, el caudal y el área de filtro de la malla, según Pizarro.

v (m/s)	m³/h por m² de área neta	m³/h por m² de área total
0.4	1440	446
0.6	2160	670
0.9	3240	1004

Por tanto, el caudal será de $446 \text{ m}^3/\text{hora}$ por cada m^2 de área de filtro. El filtro de malla debe tener una superficie:

$$S = \frac{87 \text{ m}^3 / \text{h}}{446 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{m}^2} = 0,19 \text{ m}^2 \approx 0,2 \text{ m}^2$$

Por tanto, se elige un filtro de malla con cuerpo de acero, elementos filtrantes de acero inoxidable, 4" de diámetro, $0,2 \text{ m}^2$ de superficie, longitud de $0,5 \text{ m}$, malla de 115 mesh y luz de malla menor de 143 micras.

4.3.2 Manómetros

Son aparatos que miden la presión de la instalación en un punto dado.

Se colocará un manómetro en la salida de la bomba, otro a la entrada de los filtros y otro a la salida, así como después de las válvulas de apertura de cada tubería secundaria.

4.3.3 Bomba de riego

Lo primero debemos conocer la altura de bombeo necesaria para que la instalación funcione correctamente.

La altura que necesitamos en el origen de la tubería primaria, es igual a la suma de la presión necesaria en el inicio de los ramales más las pérdidas de carga de las tuberías, tanto primaria como secundaria, es decir:

$$P = 3 + 4,5 + 4 + 2,12 = 14 \text{ mca}$$

A esta presión necesaria al inicio de la tubería primaria, hay que añadirle las pérdidas de carga producidas en el cabezal de riego, que son las siguientes:

- Pérdida de carga en el contador: 1 m.c.a.
- Pérdida de carga en el filtro de malla: 2 m.c.a.
- Pérdida de carga en filtros de arena: 3 m.c.a.
- Pérdidas de carga en la válvula reg. presión: 1 m.c.a.
- Pérdidas de carga por otros elementos: 3 m.c.a.

También se tendrá en cuenta que para que los sistemas funcionen adecuadamente es necesario que la presión en el punto más desfavorable de la instalación sea de 8 mca

En definitiva la altura de bombeo que necesitamos, teniendo en cuenta todos los datos anteriores, es de 32 mca.

Con estos datos, las necesidades del sistema de riego y los catálogos de bombas, se dimensiona la bomba:

- $Q = 72,6 \text{ m}^3/\text{hora}$ (se mayor en un 20%)
- $H = 32 \text{ m.c.a.}$
- Rendimiento(μ : 75%.)

$$Potencia (C.V.) = \frac{Q \left(\frac{l}{s} \right) \times H (m)}{75 \times \mu} = \frac{1,2 \times 72.600 \times 32}{75 \times 0,75 \times 3600} \approx 14 CV$$

Se elije una bomba de estas características para suministrar el caudal necesario.



Esquema de bomba de riego:



Tipos	Motor P2		Caudal en m ³ /hora														
	HP	Kw	Altura en metros														
			0	21	24	27	30	36	42	48	54	60	72	84	96		
ST2 50-13 / 30	3	2,2	16	15,1	15	14,7	14,3	14	13,2	13	11,9	10,7					
ST2 50-13 / 40	4	3	18,6	18,3	18,1	18	17,9	17,8	17,3	16,4	15,6	14,4	11,4				
ST2 50-13 / 55	5,5	4	23,2	22,9	22,8	22,7	22,6	22,5	22	21,3	20,9	20	18				
ST2 50-13 / 75	7,5	5,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26	25,6	24,9	24,4	23,5	22	19,4	16,8		
ST2 50-16 / 75	7,5	5,5	29	29	28,5	28	27,8	27,5	27	26	25	23					
ST2 50-16 / 100	10	7,5	38	37,1	36,9	36,7	36,5	36,1	35,4	34,9	33,9	32,5	29				
ST2 50-16 / 150	15	11	43	42,7	42,6	42,5	42,4	42	41,5	41	40	38	36,5	33			
ST2 50-20 / 150	15	11	53,5	53,4	53,2	53	52,5	52	50	48	46	44	35				
ST2 50-20 / 200	20	15	62	61,7	61,5	61	60,5	60	59	57	55	52,5	45				
ST2 50-20 / 250	25	18,5	65	65	64,5	64,2	64	63,5	62	60,5	58,5	57	50	40			
ST2 50-26 / 300	30	22	80	80	80	80	78,8	77,7	76,1	74,5	72,7	70,5	65,2				
ST2 50-26 / 400	40	30	101	101	101	101	101	100,8	100,7	100	99	98	90	78	70		

Según los datos de diseño se debería elegir el modelo ST2 50-16 / 150, que tendrá una potencia de 15 CV

4.3.4 Automatización del riego

La automatización es una solución que presenta el inconveniente del coste del equipo, pero que en una parcela de cierto tamaño como la de nuestro proyecto presenta unas ventajas y una comodidad enormes.

En esta explotación se han tratado de mecanizar todas las operaciones, por lo que el manejo del riego no podía ser una excepción.

La automatización se va a llevar a cabo por volúmenes mediante el empleo de válvulas volumétricas de funcionamiento hidráulico y programación electrónica.

Se utilizará un programador de riego, que permitirá regar la parcela en tres sectores diferentes. De este modo se consigue minimizar el caudal y, por lo tanto, las secciones de las conducciones, la potencia de bombeo y los costes de la instalación y de la operación.

Dicho programador está dotado de una batería eléctrica de pequeña capacidad, transmitirá las instrucciones programadas de apertura y cierre de la instalación de riego a un dispositivo hidráulico que mediante microtubos procede a abrir o cerrar la válvula hidráulicamente. Es decir, mediante un pequeño impulso eléctrico se provoca una acción hidráulica que acciona la válvula. Necesita una batería que es necesario recargar y/o cambiar periódicamente.

Serán necesarias cuatro válvulas volumétricas de funcionamiento hidráulico de 3''.

4.3.5 Consideraciones finales

- **Metros de tubería de 20 mm con goteros cada 1 metro**

Sector 2	14.445 metros
Sector 3	15.077 metros
Sector 4	9.854 metros

- **Metros de tubería de 20 mm con goteros cada 0,75 metros**

Sector 1	14.326 metros
-----------------	----------------------

- **Metros tuberías secundarias de 110mm exterior**

Sector 1	360 metros
Sector 2	410 metros
Sector 3	360 metros
Sector 4	256 metros

- **Metros tubería de 110mm para tuberías primarias**

350 metros

4.4 Limpieza de la instalación

Aún con un filtrado adecuado a las características del agua y del emisor, hay riesgo de obturaciones de origen químico y físico debido a precipitaciones y desarrollo de colonias bacterianas respectivamente.

Por ello, se recomienda hacer una limpieza anual de la instalación con objeto de eliminar precipitados, microorganismos y sedimentos sólidos que atraviesan los filtros.

El tratamiento consiste en mantener llena la instalación durante una hora con agua a pH 2 mediante la inyección de ácido nítrico. Transcurrido ese tiempo se somete la red a la mayor presión posible y se abre el extremo de la tubería primaria hasta que el agua salga limpia. Cerrándola se sigue con el mismo procedimiento con el resto de tuberías hasta llegar a las laterales.

5. CASETA DE RIEGO

El cabezal de riego estará ubicado dentro de una pequeña caseta situada al sur del sector 1 y al oeste del sector 2, cuyas dimensiones son de 5 x 5 m². La situación se indican en el plano correspondiente al riego así como en el correspondiente a la plantación. Los cálculos no se indican, debido a las pequeñas dimensiones de la construcción, ya que los materiales que se utilizarán se han sobredimensionado.

Estará construida de bloques prefabricados de hormigón, de las mismas características que los utilizados en la nave (40×20×20 cm) y se asentará sobre una solera de hormigón H-175 de 15 cm de espesor.

La cubierta será de plancha acero pre-lacada, a un agua y se apoyará sobre viguetas de perfil IPN-80.

Para acceder al interior de la construcción se colocará una puerta metálica de 0,8×2,10 m. También se colocará una ventana de aluminio de 1,5×0,8 m.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PRINCIPALES TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO.....	2
2.1	Suelo desnudo sin vegetación	2
2.1.1	Mantenimiento del suelo mediante labores de cultivo.....	2
2.1.2	Mantenimiento del suelo con herbicidas (no cultivo).....	3
2.1.3	Mantenimiento del suelo con cubierta inerte o “mulching”	4
2.2	Suelo cubierto con vegetación.....	6
2.3	Técnicas mixtas de mantenimiento del suelo	7
2.3.1	Técnicas mixtas simultáneas.....	7
2.3.2	Técnicas mixtas alternantes	7
2.4	Elección del sistema de mantenimiento	8
2.4.1	Mantenimiento de las líneas	8
2.4.2	Mantenimiento de las calles.....	8
3.	RESUMEN DE OPERACIONES	10

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Técnicas mixtas simultáneas más utilizadas.....	7
Tabla 3.1	Resumen de operaciones en mantenimiento de calles	10
Tabla 3.2	Resumen de operaciones en mantenimiento de filas.....	10

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto, de producción integrada, se basa en una agricultura sostenible. Las técnicas de mantenimiento del suelo son aquellas que engloban todas las operaciones de se realizan en una plantación a lo largo del año con la finalidad de cubrir los objetivos siguientes:

- Eliminar o mantener bajo control la vegetación espontánea que compite por el agua y los nutrientes con la plantación.
- Evitar la formación de costra superficial y grietas del terreno.
- Mejorar la calidad de almacenamiento de agua en el suelo así como la permeabilidad del mismo.
- Mantener y mejorar el nivel de materia orgánica y la fertilidad del terreno.
- Facilitar la incorporación, movilidad y absorción de nutrientes así como el desarrollo del sistema radicular.
- Posibilitar el acceso y circulación de maquinaria y elementos mecánicos en la plantación.
- Evitar los problemas de escorrentía y erosión.
- Favorecer la vida microbiana del suelo.
- Incrementar la biodiversidad funcional.

Los sistemas empleados para ello se pueden agrupar de la forma siguiente:

- Suelo desnudo sin vegetación.
 - Trabajado (laboreo)
 - No trabajado
 - Aplicación de herbicidas
 - Cubierta inerte (mulching)
- Suelo cubierto con vegetación.
 - Con cubierta vegetal permanente
 - Con cubierta vegetal temporal
- Técnicas mixtas.

2. PRINCIPALES TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO

2.1 Suelo desnudo sin vegetación

2.1.1 Mantenimiento del suelo mediante labores de cultivo.

Técnicas de laboreo son aquellas en las que el suelo recibe labores manuales o mecánicas de cultivo, sistemáticas a lo largo del año, con frecuencia variable según las condiciones ambientales, ecológicas y agronómicas. Así, el terreno se mantiene limpio de vegetación espontánea y es trabajado en superficie, con lo que se elimina la competencia y se disminuyen las pérdidas de agua por evaporación.

Es necesario señalar que la mayor parte de las raíces del nogal se encuentran en los primeros 40cm de suelo y que las labores demasiado profundas pueden provocar daños importantes en las mismas. Por eso es conveniente que la labor sea superficial. Es suficiente con un laboreo de 10 cm en las calles y de 5 cm en la proximidad de las plantas.

Por lo general se suelen dar unas labores prácticamente fijadas llamadas “labor de otoño” y “labor de primavera” y otras ocasionales y en número variable en función de las condiciones climáticas y edafológicas. En total el número de pases anuales oscila entre cuatro y seis.

Los aperos utilizados para este tipo de labores son las gradas de discos, los cultivadores ligeros y las fresadoras.

Las ventajas de esta técnica son las siguientes:

- Buen control de las malas hierbas.
- Se esponja la superficie del terreno, se elimina la costra superficial y se limitan los ascensos del agua por capilaridad; aumentan la porosidad y la circulación de aire en el suelo.
- Permite el enterrado de abonos químicos y enmiendas.
- En terrenos llanos y fáciles de trabajar es un sistema poco costoso.
- Obliga al sistema radicular a instalarse a más profundidad.
- Produce debilitamiento de rizomas de especies infectantes perennes y elimina ciertos estados invernantes de parásitos.

Por el contrario, los inconvenientes de esta técnica son:

- Destrucción de las raíces superficiales (mayor cuanto mayor sea la profundidad de trabajo)
- Se reduce con rapidez la tasa de materia orgánica.
- En suelos con estructura deficiente, degradación de la misma.

- Se favorece la formación de la suela de labor si no se emplean aperos de trabajo vertical.
- En terrenos con pendiente aumenta la erosión y la degradación del suelo debido a la lluvia y el riego.
- La entrada a la plantación se dificulta en el momento en que se producen lluvias o riegos.
- Puede aumentar el riesgo de heladas primaverales.

Esta técnica es muy recomendable en los primeros años de la plantación para conseguir una mayor penetración de las raíces y una mayor rusticidad de la plantación.

2.1.2 Mantenimiento del suelo con herbicidas (no cultivo)

No cultivo es la técnica de mantenimiento del suelo que consiste en la supresión del laboreo y su sustitución por el uso de herbicidas. Éstos pueden aplicarse sobre la superficie del terreno (pre-emergencia o pre-nascencia) o directamente sobre las plantas (post-emergencia). También pueden ser de contacto o sistémicos. Los primeros matan los órganos verdes con los que entran en contacto al ser pulverizados y los segundos son absorbidos por la planta y transportados por el sistema vascular, por lo que afectan a toda la planta.

Los herbicidas eficaces sobre un gran número de especies se denominan herbicidas polivalentes o totales. Aquellos que sólo afectan a un pequeño grupo de especies con características concretas se denominan específicos.

Con el uso de los herbicidas, a medida que pasa el tiempo, la vegetación espontánea se va debilitando progresivamente, de forma que el número de tratamientos con herbicidas sistémicos o de contacto, se puede reducir, al mismo tiempo que se puede reducir la dosis empleada en el tratamiento pre-emergencia. Generalmente cuando se trata ininterrumpidamente durante dos o tres años, el calendario suele quedar reducido a un único tratamiento de pre-emergencia, con una mínima dosis de producto activo, complementado con la pulverización localizada de productos específicos en el caso de tener rodales de malas hierbas concretas.

Es recomendable no utilizar siempre los mismos productos ya que ello puede provocar la resistencia de la especie que se está controlando o incluso la inversión de la flora, lo que significa que a falta de la especie predominante, podrían comenzar a proliferar especies secundarias.

Las ventajas de esta técnica son:

- Se produce una eliminación muy efectiva de las malas hierbas
- No hay apelmazamientos ni formación de suela de labor.
- No se produce destrucción de raíces superficiales y se favorece el enraizamiento superficial.

- La ausencia de labores disminuye la destrucción de materia orgánica.
- En zonas frías disminuye la incidencia de heladas primaverales.
- Es un método interesante cuando el suelo es pedregoso o tiene mucha pendiente y hay mayor riesgo de erosión.
- Menos degradación de la estructura del perfil que con el laboreo.
- Muy adecuado en sistemas de riego localizado.

Los inconvenientes de esta técnica son:

- No existe un herbicida ideal que sea capaz de acabar con todas las malas hierbas y en una sola aplicación, haciendo necesario el recurrir a varios productos con varias aplicaciones, lo que encarece el método. Además también puede provocar desequilibrios en la flora.
- Efectos acumulativos de los herbicidas en el suelo pudiendo producir toxicidad en el cultivo.
- Hay que considerar los riesgos de fitotoxicidad según la edad de la plantación y la especie.
- Poco adecuado para plantaciones jóvenes.
- No hay protección contra el deterioro del suelo debido a lluvias que puedan producir erosión. Aún así, la erosión es menor que en el laboreo.
- Dificulta la incorporación de enmiendas y fertilizantes.
- Al no haber tanta aireación hay disminución de la actividad microbiana.
- Requiere un mayor nivel de tecnificación.

2.1.3 Mantenimiento del suelo con cubierta inerte o “mulching”

Este método consiste en cubrir el suelo mediante el extendido en superficie de una cubierta o “mulch” para evitar el crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que pueda surgir entre las filas del cultivo. La cubierta puede ser orgánica (paja, heno viejo, cáscara de arroz, viruta de madera, corteza de pino, vainas de guisante, restos de poda, etc.) o inorgánica (cubiertas de plástico continuas o materiales inertes discontinuos como arena, grava, perlita, lava volcánica, etc.), con un espesor suficiente para conseguir que las malas hierbas no puedan atravesarla.

La aplicación del *mulching* comienza con la aplicación del material elegido disponiéndolo en una capa uniforme de 15 a 30 cm de espesor sobre el suelo limpio y liso. Para ello, se realiza una labor superficial de gradeo o cultivador antes de iniciar el reparto, el cual se hace con remolques basculantes, inicialmente en montones que luego se extienden y se igualan manualmente.

En la carga, descarga y reparto del mulch lo más frecuente es utilizar tractores equipados con palas cargadoras, remolques normales, basculantes o repartidores, y mano de obra para terminar y mejorar el trabajo.

La época de realización de esta técnica puede ser cualquiera, evitando los periodos lluviosos cuando el terreno está húmedo y pesado. El mejor momento suele ser después de la recolección o en invierno. Una vez establecido, el *mulching* no requiere más atención que evitar que otras operaciones de cultivo alteren la distribución realizada.

Las ventajas de esta técnica son:

- Disminuye el riesgo de heladas primaverales.
- Buen control de la vegetación espontánea.
- Se reducen las pérdidas de agua por evaporación.
- Con cubiertas orgánicas aumentará el nivel de materia orgánica del suelo.
- Menor degradación de la estructura perfil del suelo, sin erosión.
- Permite aprovechar suelos poco profundos.
- Adecuado para líneas de árboles.
- Muy adaptable a riegos localizados.
- Disminución de pérdidas de fruta por caídas de madurez.
- Desarrollo radicular superficial.
- Bajo coste de mantenimiento.

Los inconvenientes de esta técnica son:

- No es posible enterrar abonos y enmiendas.
- Retención de agua por los materiales orgánicos.
- Aumenta el riesgo de asfixia radicular.
- Aumenta el riesgo de incendios con mulching orgánico y la proliferación de roedores.
- Disminuye la resistencia a la sequía porque el sistema radicular será poco profundo, esto también es un problema también en el laboreo, que puede dañar las plantas.
- Muy alto coste de establecimiento, aunque dura mucho.

2.2 Suelo cubierto con vegetación

A diferencia de las técnicas descritas con anterioridad, con este método el suelo se mantiene completamente cubierto de vegetación que mediante siegas adopta una forma cespitosa. Estas siegas se realizan con el objetivo de que quede muy poca parte aérea de la vegetación y así disminuir su transpiración y competencia con el cultivo.

Las cubiertas de vegetación pueden ser permanentes (cuando duran varios años) o temporales (cuando sólo se mantienen unos meses). En ambos casos la cubierta puede proceder del desarrollo natural de la vegetación espontánea o bien de la siembra artificial de una o varias especies. En realidad las cubiertas temporales son siempre parte de una técnica mixta ya que entre el levantamiento de una cubierta y el desarrollo de la siguiente, se aplica otro sistema de mantenimiento.

Las cubiertas vegetales suponen un proceso con dos fases: establecimiento y conservación anual. El establecimiento consiste en la siembra de la pradera artificial y en la preparación previa del terreno, mientras que la conservación la realizaremos por medio de las siegas para mantener la cubierta en buen estado.

Las especies más cultivadas en este tipo de cubiertas suelen ser gramíneas, como son las del género *Festuca*, *Agrostis* o *Poa*.

Ventajas de esta técnica:

- Gran actividad biológica en el suelo.
- Mejora las características físicas y estructurales del suelo.
- Eleva la tasa de materia orgánica, mejora rápida e intensa del nivel de humus.
- Viable en zonas con pendientes y riesgo de erosión.
- Muy buena absorción de nutrientes.
- Instalación del sistema radicular en la superficie al no haber laboreo.
- Mantenimiento barato y buen aspecto.
- Reducción de pérdidas de fruta por caída en madurez.
- Facilita el tránsito de maquinaria y operarios tras las lluvias, con buena circulación.

Los inconvenientes de esta técnica son:

- Riesgo de aparición de topes o roedores.
- Competencia con el cultivo por agua y nutrientes; aunque la competencia por el agua es pasajera porque la cubierta aprovechará las lluvias invernales mientras el cultivo está en reposo.

- Riesgo de heladas primaverales.
- Costes de establecimiento altos.
- Exige maquinaria para la siega, requiere tecnificación y equipamiento.

2.3 Técnicas mixtas de mantenimiento del suelo

En algunas ocasiones, las ventajas e inconvenientes de las diferentes técnicas de mantenimiento del suelo pueden complementarse o compensarse combinándolas entre sí, bien de forma simultánea (por ejemplo usar calles y herbicidas en la línea de cultivo) o bien alternante (por ejemplo la cubierta vegetal que alterna suelo trabajado y suelo con cubierta vegetal). De este modo se originan las técnicas mixtas que suelen ser más operativas y permiten resolver algunos inconvenientes de las técnicas simples.

2.3.1 Técnicas mixtas simultáneas

Las técnicas mixtas simultáneas más utilizadas se resumen así:

Tabla 2.1 Técnicas mixtas simultáneas más utilizadas.

En la fila	En la calle
Suelo trabajado	Cubierta temporal
Empleo de herbicidas	Suelo desnudo trabajado
	Mulching
	Cubierta temporal
	Cubierta permanente
Mulching+herbicidas	Cubierta permanente

2.3.2 Técnicas mixtas alternantes

El empleo de técnicas alternativas a lo largo del año es otra posibilidad que se ofrece para mejorar los resultados obtenidos con las técnicas simples. Las diferentes combinaciones más frecuentemente utilizadas son la cubierta vegetal temporal y la combinación laboreo-herbicidas.

Los inconvenientes del uso continuados de herbicidas, como por ejemplo la imposibilidad de enterrar abonos y enmiendas, la formación de costra superficial, los efectos residuales o el coste económico que tienen hacen que en ocasiones se alternen con el laboreo. De este modo los herbicidas se aplican sólo en determinados momentos en los que su aplicación resulta más favorable.

2.4 Elección del sistema de mantenimiento

Teniendo en cuenta las ventajas e inconvenientes de las diferentes técnicas de mantenimiento del suelo y de acuerdo a una serie de condicionantes ecológicos, técnicos y económicos, se decide emplear una **técnica mixta simultánea de mantenimiento permanente**, que consta de una combinación del *mulching* colocado en las filas del cultivo junto con el establecimiento de una pradera artificial en las calles, es decir, sembrada, con un cubrimiento más rápido y homogéneo para que la zona no sea invadida por la flora natural.

2.4.1 Mantenimiento de las líneas

Para el mantenimiento de las líneas de cultivo se decide colocar *mulching* orgánico de **cortezas de pino** desde el inicio de la plantación, con un espesor de la capa aportada de unos 10 cm y que durará toda la vida útil de la plantación, es decir, 30 años. Necesitará una tarea de mantenimiento y reposición en su lugar adecuado a lo largo de los años, en caso de que se remueva por las labores.

La corteza de pino es un sustrato liviano, generalmente libre de patógenos, de buen drenaje, constituyendo un buen sustituto de la turba, por lo que es altamente utilizada como compostaje orgánico de los contenedores para la obtención de numerosas plantas leñosas y ornamentales (Kokalis y Rodriguez, 1994).

La corteza de árboles permite mantener mayores niveles de humedad en el suelo la cual está determinada por las características físicas del material, pudiéndose notar que partículas de corteza de pino menores a 25 mm retienen más humedad que las mayores a 75 mm, Robinson (1988).

De todos modos, si se presentara algún problema grave con las malas hierbas en la línea de cultivo, habrá que identificar las especies y diseñar un programa de manejo de las mismas con productos herbicidas específicos, siempre empleando técnicas de control adecuadas ya que el uso de herbicidas de forma sistemática no garantiza un control de las malas hierbas eficaz y racional.

2.4.2 Mantenimiento de las calles

A lo largo de los tres primeros años de plantación no es aconsejable la colocación de una cubierta viva, puesto que provocaría demasiada competencia con los árboles todavía jóvenes. Por otra parte se ha decidido evitar al máximo el uso de herbicidas, por lo tanto, se realizará laboreo mecánico con un cultivador ligero que trabaje a una profundidad superficial no superior a los 10 cm. Con este laboreo las raíces se desarrollarán en profundidad en las calles y se evitarán problemas por competencia mientras las plantas son jóvenes.

El cuarto año de plantación se dejará una cubierta vegetal permanente formada con la vegetación espontánea de la parcela. Esta decisión se debe a dos motivos:

- La cubierta vegetal facilitará el acceso a la parcela de la misma forma que facilitará el paso de la maquinaria con una consiguiente reducción del tiempo a realizar las diferentes labores a las que se someterá la explotación.

- Se mejoran las características físicas y estructurales del suelo evitándose (o al menos disminuyéndose al máximo) los efectos perjudiciales de la erosión, elevándose la tasa de materia orgánica así como aumentando su actividad biológica.

Además, y al tratarse de un tipo de plantación de alta densidad en la que se requiere una formación en seto, los restos de poda serán abundantes. La forma más cómoda y económica de eliminarlos con total seguridad es la de picarlos con una picadora y dejarlos sobre el suelo como cubierta inerte formando una especie de “mulch” en las calles de bajo espesor (debido al lento proceso de humificación que presentan por tener un elevado nivel de lignificación) y que permitirá, aunque en menor medida, el desarrollo de la cubierta espontánea.

A la cubierta no se le aplicará riego ni fertilizantes minerales por lo que el nivel de desarrollo de la misma estará condicionado únicamente por las precipitaciones anuales y el nivel de fertilidad que adquiera el suelo en el equilibrio al que llegue. No obstante, los análisis que se hagan del suelo y el propio estado del cultivo indicarán la necesidad de añadir o no al suelo algún tipo de fertilizante mineral en las calles.

El hecho de no cuidar la cubierta vegetal de la calle es posible porque se aplica el agua y los fertilizantes al cultivo mediante fertirrigación, de tal modo que las raíces del cultivo tienden a desarrollarse en su mayor parte en la zona del bulbo húmedo. De esta forma, la competencia por el agua y nutrientes disminuye siempre y cuando la línea de cultivo se mantenga de una forma correcta libre de malas hierbas.

Previa labor de poda se realizará una siega en la calle para rebajar la vegetación espontánea que se haya desarrollado en el periodo de reposo vegetativo del nogal.

Posteriormente y debido a que en el verano se producirá el periodo seco, es probable que la vegetación de las calles se seque por lo que es útil prever que su desarrollo durante esta estación será prácticamente nulo. Por ello es posible que no se tengan que hacer demasiadas siegas pero las que se realicen se harán mediante una segadora-picadora que troceará y picará el forraje dejando los residuos esparcidos homogéneamente sobre el terreno, sin sacarlos ni aprovecharlos para el ganado.

3. RESUMEN DE OPERACIONES

Mantenimiento de las calles con vegetación espontánea:

Tabla 3.1 Resumen de operaciones en mantenimiento de calles

Año	Época	Operación	Maquinaria
1-3	1 pase en invierno 2 pases al inicio y final de primavera 1 pase en verano	Laboreo: Pase de cultivador y escarda manual	Tractor + cultivador
4 y sucesivos	Abril-junio siegas una vez al mes	Siegas	Segadora-picadora
4 y sucesivos	Justo antes de la poda y de la recolección	Siegas	Segadora-picadora

Mantenimiento de las filas con *mulching* de corteza de pino:

Tabla 3.2 Resumen de operaciones en mantenimiento de filas

Año	Época	Operación	Maquinaria
1	Al inicio de la plantación	Establecimiento de las cortezas de pino	Tractor y remolque
2-30	permanente	Mantenimiento del <i>mulching</i>	Pala o azada

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PODA DE FORMACIÓN	2
2.1	Formación en vaso	3
2.2	Formación en eje estructurado	4
2.3	Formación en eje libre.....	5
2.4	Elección de sistema	6
3.	PODA DE PRODUCCIÓN	7
4.	PODA DE RENOVACIÓN O REJUVENECIMIENTO	9
5.	ÚTILES Y EQUIPOS DE PODA.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Consideraciones de la formación en seto y características de las variedades implantadas.....	7
---	----------

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por poda a la operación realizada de forma manual o mecánica que suprime mediante un corte cualquier parte del árbol.

La poda siempre se ha considerado una operación fundamental en fruticultura y, junto con los fundamentos técnicos de la misma, a veces se ha buscado un perfeccionismo innecesario de cara a la formación que se proporcionaba al árbol. En Europa el nogal se ha formado tradicionalmente en vaso clásico. La fruticultura americana, mucho más pragmática, en ocasiones ha puesto en evidencia estas prácticas, pues con unos criterios de poda menos estrictos al respecto proporcionaba unos resultados más espectaculares.

Las teorías americanas se basan en el principio de que ninguna operación de cultivo es necesaria si los beneficios que reporta no superan a sus costes. La poda es una operación que se ha realizado fundamentalmente de forma manual, aunque el nogal es una especie que tolera bien la poda mecánica. En la fruticultura europea, con unas técnicas muy depuradas y de gran meticulosidad, hacían que los costes de cultivo para la poda fueran altamente elevados. El coste de la poda sólo era superado por el de la recolección (Muncharaz Pou, M. 2012).

En el nogal, como a cualquier árbol frutal, se pueden realizar los siguientes tipos de poda:

- Poda de formación: Es el conjunto de operaciones de poda dadas al nogal durante todo el periodo juvenil, para formar la estructura adecuada del árbol. Con esta poda se forma el “esqueleto” del árbol: el tronco o eje con las ramas primarias.
- Poda de producción, fructificación o mantenimiento: es la poda que se da durante todo el periodo de fructificación del árbol, dirigido a proporcionar la máxima productividad al árbol, renovando los brotes fructíferos y eliminando la madera muerta o molesta para la productividad adecuada.
- Poda de renovación o rejuvenecimiento: es una poda que se realiza en algunos casos en los periodos de envejecimiento del árbol, al objeto de suprimir las partes debilitadas para su renovación con nuevas brotaciones. Es una técnica que en general hay que desechar en una moderna fruticultura, que aconseja realizar el arranque de la plantación cuando estudios de rentabilidad demuestran que los gastos de cultivo del arbolado superan los ingresos obtenidos por la venta de las cosechas.

Las podas en verde evidentemente se realizan en actividad vegetativa, generalmente aprovechando la parada del verano, mientras que las podas en seco generalmente se realizan en parada vegetativa, es decir, en invierno.

Una poda bien realizada permite un desarrollo y una entrada en producción más rápida, y posteriormente unos frutos de adecuado calibre y rendimiento. La poda también puede influir en el mayor o menor desarrollo de enfermedades: todo ello está relacionado directamente con los flujos de luz que recibe el árbol, lo cual se puede

favorecer con la poda. Mientras el árbol esté iluminado, su capacidad productiva será mayor y su estado sanitario mejor.

Esto es especialmente cierto en las variedades de fructificación terminal, que pueden mantener la capacidad productiva de los brotes durante muchos años, mientras que en las de fructificación lateral la capacidad productiva es de sólo 3 ó 4 años (Aletá, 1999), aunque en condiciones favorables puede mantener la capacidad de producción hasta 8-10 años (Ramos et al., 1998).

Las variedades de nogal tienen un comportamiento distinto según los hábitos de fructificación (lateral o apical), que a su vez está ligado con el vigor y la productividad. Esto hará que para cada grupo de variedades tengamos que adaptar el tipo de poda de formación y mantenimiento más adecuado conforme a sus características productivas.

2. PODA DE FORMACIÓN

Según Manuel Muncharaz Pou, para dar la forma adecuada al árbol, debemos plantearnos los siguientes objetivos:

- Proporcionar la estructura adecuada de acuerdo con las características de la variedad, que en el futuro tenga la suficiente consistencia como para soportar el peso de toda la cosecha.
- La estructura elegida debe permitir la penetrabilidad de la luz a todos los elementos productivos, ya que las zonas deficientemente iluminadas son poco productivas o improductivas.
- Desarrollar la madera productiva lo antes posible, sin detrimento de una adecuada formación del árbol, que es el objetivo primordial en la poda de formación.

Por otra parte, para tener elementos suficientes en la decisión del tipo de formación que se debe dar al arbolado, se deben considerar los siguientes aspectos (Hasey et al., 1998):

- En el nogal hay variedades con dos tipos de fructificación: lateral y apical.

-Las variedades de fructificación apical producen en yemas terminales en madera de un año.

-Las variedades de fructificación lateral producen en yemas terminales y laterales en madera de un año.

- Los árboles con fructificación lateral entran en producción antes que los de fructificación apical. La rápida entrada en producción reducirá el crecimiento vegetativo, lo que se corregirá con la poda, favoreciendo la formación de la estructura del árbol.
- Las variedades de fructificación apical generalmente requieren aclareo de ramas, mientras que los pinzamientos son generalmente innecesarios. Por el

contrario, en variedades de fructificación lateral, aunque necesiten aclareos, los despuntes son fundamentales debido a la tendencia de estas variedades a producir pronto a expensas del crecimiento vegetativo. De esta forma es necesario un despunte de la mitad o un cuarto de la rama en función de su productividad.

- Se debe formar un eje principal adecuado para que las ramas primarias se inserten debidamente alrededor del mismo, dispuestas de tal forma que intercepten la mayor cantidad de luz posible.

De acuerdo con estas consideraciones, los diferentes grupos de variedades tendrán preferentemente la siguiente formación (Charlot y Germain, 1988):

- Variedades de fructificación apical: se formarán preferentemente en vaso clásico con tres ramas primarias.
- Variedades de fructificación lateral: se formarán en eje estructurado, eje libre o seto.
- Variedades intermedias como Hartley: se pueden formar indistintamente en vaso o en eje.

Dado que las variedades presentes en el proyecto son Chandler y Howard, de tamaño medio y pequeño respectivamente, además de tener ambos un tipo de fructificación lateral, se elige una formación en seto la cual cumple todas las consideraciones que dicha formación requiere y que se describen a continuación.

2.1 Formación en vaso

Variedades más adecuadas: todas las de fructificación apical. Es la poda tradicional de los nogales.

Densidad de plantación: entre 80 y 180 árboles/ha.

Objetivos de formación: formar un tronco de 1,2 a 1,6 metros de altura con tres ramas principales, que se insertan en el eje a unas distancias de unos 50cm y formen entre sí unos 120°. Sobre las ramas principales se forman 4 ó 5 pisos con bifurcaciones sucesivas a 80 centímetro o 1 metro.

Poda del primer año: se realiza a la altura definitiva del árbol si la plantación es en regadío y la planta es de dos años, bien formada y equilibrada. La Altura de corte estará en torno a 1,2-1,5 metros, si el estado de la planta lo permite. Si la planta es de un año o el cultivo no será regado, la planta se rebajará a una altura de 40 centímetros por encima del injerto, de forma que al año siguiente se realizará el corte a la altura definitiva de la planta, es decir, próximo a 1,5 metros. De esta forma se atrasa la formación un año. Recordemos que los cortes en plantación se realizan para equilibrar la planta entre su parte aérea y subterránea. Este corte se protegerá adecuadamente con *mástic*, para evitar pudriciones y se aplicará un cicatrizante para favorecer el curado de la herida.

Una vez cortada la planta al nivel definitivo, se suprimirán las yemas principales hasta unos 50cm por debajo del corte. De esta forma se desarrollarán las yemas

secundarias. Las yemas principales producen ramas muy erguidas que proporcionan una débil unión con el tronco, de forma que se pueden romper con el viento o con una carga importante de cosecha. Por el contrario, las yemas secundarias desarrollan ramas más abiertas y por tanto mejor insertadas al tronco.

En verano se pueden realizar pinzamientos en verde de los brotes laterales y una primera selección de ramas, suprimiendo todas aquellas que estén mal situadas, de cara a favorecer el desarrollo del tallo principal.

Poda de años sucesivos: en el segundo año se seleccionan las tres ramas principales, eligiendo aquellas que cumplan mejor con los objetivos de formación. En verano se hará un pinzamiento en verde para evitar que las ramas se desarrollen en exceso.

En la siguiente parada vegetativa se realiza un corte de las tres ramas principales a unos 60-80 centímetros. En los siguientes años se efectúa la misma operación realizando los cortes de las ramas que forman el armazón principal a 80 centímetros o 1 metro, hasta llegar a la estructura de 4-5 pisos.

A partir del cuarto año se deja más ramificación lateral para que proporcionen las ramas fructíferas que al año siguiente puedan ofrecer los primeros frutos. En el caso de variedades de fructificación lateral que se podaran de esta forma, al tener una entrada en producción más rápida, esta operación se podría adelantar un año.

2.2 Formación en eje estructurado

Variedades más adecuadas: variedades de fructificación con portes abiertos (Sunland) y variedades intermedias como Hartley.

Densidad de plantación: entre 124 (9x9) y 208 (6x8) árboles/ha.

Objetivos de formación: Este sistema fue puesto a punto en California y pretende aprovechar lo más rápidamente posible el potencial productivo de las variedades que se someten a esta formación. El sistema facilita la poda y la renovación de las ramas fructíferas, disminuyendo los costes de esta operación.

Para ello se forma un eje central lo más alto y vertical posible, en donde se insertan 6 ó 7 ramas primarias que salen del tronco con unos espaciamientos de 40 a 50 centímetros, habiendo unos 120° entre ellas, es decir formando una espiral alrededor del eje. Durante la formación se eliminan las ramas fructíferas para no interferir al objetivo de conseguir una sólida estructura.

En lugar de una formación a todo viento, se puede buscar una estructura plana. En este caso, lo normal es que haya un piso o dos menos, por la dificultad que existe para la selección de las ramas bien situadas.

Poda del primer año: se realiza un descabezado de la planta a unos 40-60 centímetros del suelo, dejando unas 6 yemas por encima del punto de injerto, procurando que la más alta esté bien formada. Si se deja más madera se corre el riesgo de que el brote emergente sea débil. La planta así formada, se puede proteger con una malla.

Durante el verano se seleccionará el brote que formará el futuro eje. Se deja un segundo brote bien situado, que se despuntará y se eliminan todos los demás. Para la correcta guía del eje, antes de la plantación se habrá puesto un tutor.

Poda de años sucesivos: en un año, el brote principal habrá crecido entre 1,5 y 2 metros. En invierno lo despuntaremos entre 1/3 y la mitad de su longitud, para incrementar su vigor. Seguidamente se deben eliminar todas las yemas principales del mismo, a excepción de las dos o tres primeras. De esta forma, las yemas altas (principales) proporcionarán brotes erguidos que permitirán la continuación del desarrollo del eje, mientras que las yemas bajas (secundarias) proporcionarán unos brotes más horizontales y por tanto mejor insertados, lo que facilitará el desarrollo de las ramas principales.

En verano, para favorecer el crecimiento del eje, se pinzarán los brotes subyacentes. También se pinzarán los brotes laterales demasiado vigorosos.

En el tercer invierno se selecciona la primera rama primaria, aproximadamente a 1,5 metros de altura del suelo. Su inserción con el eje debe ser abierta. Se despunta nuevamente el eje a la misma altura proporcional que el año anterior y se realizan las mismas operaciones en verano.

En años sucesivos se siguen formando las ramas primarias conforme al criterio establecido, es decir, conseguir unas 6 ramas laterales perfectamente seleccionadas.

Durante todo el periodo de formación, los brotes fructíferos se eliminan para favorecer el desarrollo de la estructura. Ello va en detrimento de la entrada en producción.

Para favorecer una entrada en producción más rápida, se pueden respetar las primeras formaciones fructíferas del tercer año, para que proporcionen los primeros frutos al año siguiente. A esta variante formativa se la conoce como eje semiestructurado. La única diferencia en cuanto a la formación, radica que en el segundo año no se rebaja el eje si el crecimiento ha sido adecuado (superior a los 80 centímetros).

2.3 Formación en eje libre

Variedades más adecuadas: variedades de fructificación lateral con muy rápida entrada en producción, tal como Ashley, Serr, Payne, Vina, Chico, etc.

Densidad de plantación: similar a las del eje estructurado (entre 124 y 208 árboles/ha).

Objetivos de la formación: con este sistema se pretende acortar el período improductivo con referencia a la entrada en producción generado con la formación en eje estructurado y semiestructurado.

Es un sistema muy tecnificado e intensivo que solamente se puede aplicar si no existen limitaciones del medio ni de cultivo: Riegos, fertilización, tratamientos fitosanitarios, etc.

Se pretende conseguir un eje de gran altura en el que se insertan unas 15-20 ramas primarias que progresivamente se van eliminando para finalmente quedar solamente 8 ó 10, dispuestas en forma piramidal alrededor del eje central. No se eliminan las ramas fructíferas producidas durante la formación.

Poda del primer año: se rebaja la planta hasta unos 40 centímetros sobre el suelo. En el verano se realizan las mismas operaciones que para el eje estructurado, es decir, favorecer el desarrollo del eje central.

Poda de años sucesivos: el eje ya no se corta en todo el período de formación. En invierno se eliminan sólo los brotes más altos junto al brote terminal, para favorecer su desarrollo, los más bajos del eje central (a menos de 75 centímetros del suelo), así como los laterales muy vigorosos, los que tengan una inserción muy vertical o aquellos que estén en zonas muy densamente concurridas. El resto se deja libre, sin ninguna intervención.

Durante el segundo año se pueden pinzar los brotes adyacentes al brote terminal para favorecer el desarrollo del eje, pero en años sucesivos se suprimen, con lo que el desarrollo será mayor.

Con este sistema, al final del primer año el árbol habrá adquirido una altura cercana a los dos metros.

No hay supresión de ramas fructíferas, por lo que la entrada en producción es muy rápida.

2.4 Elección de sistema

Teniendo en cuenta que las variedades que se implantan en la explotación, son de fructificación lateral, la formación en vaso queda totalmente descartada. Por su parte, ensayos del IRTA demuestran que la formación en eje libre es más productiva en árboles de estas variedades. Además, el eje libre es un sistema que acorta el período improductivo con referencia a la entrada en producción generado con la formación en eje estructurado y semiestructurado. por lo tanto la elección es clara: **formación en eje libre.**

A pesar de que el eje libre está recomendado para ciertos marcos de plantación y ciertas variedades muy vigorosas, al implantar unas variedades de vigor medio o bajo, es posible además una disposición en seto de la plantación. Para ello, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Que la planta no sea muy vigorosa, para mantener un equilibrio con la producción.
- Que las filas se dispongan para recibir el máximo de luminosidad, es decir, orientadas de norte a sur.
- Que la distancia entre filas sea superior a la longitud de proyección de sombra realizada por la fila contigua, para un máximo aprovechamiento de la luz solar. En general, la distancia entre líneas debe ser igual a la altura prevista para el seto.

-Los rendimientos de estas plantaciones, que como se ha dicho son muy altos en los primeros años, tienden a igualarse con el tiempo con plantaciones realizadas con otro tipo de formación.

Como se ha comentado, las variedades que se implantarán en la explotación cumplen todas las consideraciones que se deben tener en cuenta en este tipo de formación. Éstas se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 2.1 Consideraciones de la formación en seto y características de las variedades implantadas.

	Chandler	Howard
Vigor/tamaño	Medio/medio	Bajo/pequeño
Tipo de fructificación	90% fructificación lateral	90% fructificación lateral
Producción	Altamente productiva	Muy productiva
Recolección/maduración	Medio tardía	Media (antes que Chandler)
Altura que alcanza de seto	7	7
Distancia entre filas	7	7
Orientación de las filas	NNO-SSE	NNO-SSE
Polinizadores	Franquette y Fernette	Chandler, Franquette y Fernette

En resumen: el **tipo de formación será eje libre y su disposición, en seto.**

Además, para no disminuir la calidad del fruto y además conseguir una correcta distribución de las ramas, se hará una poda anual bilateral.

3. PODA DE PRODUCCIÓN

La poda de producción se realiza después de formado el árbol e incluso en la fase final de formación y puede tener alguno/s de los siguientes objetivos:

- Controlar el tamaño y la forma de los árboles: si dejamos un árbol sin podar, las partes bajas mal iluminadas se secan en beneficio de las partes altas, que se irán poblando en exceso. Una poda de aclareo permitirá el paso de la luz a las partes inferiores del árbol corrigiendo esta tendencia a la brotación por arriba.
- Mantener un equilibrio entre el vigor y la productividad: un excesivo desarrollo vegetativo va en detrimento de la producción y viceversa, por los

fenómenos de competencia que existen entre los diversos órganos de la planta por los elementos nutritivos, principios activos y agua.

- Mantener el calibre, rendimiento y estado sanitario de los frutos: un exceso de desarrollo vegetativo va en detrimento de la calidad de los frutos, tanto por su menor tamaño como por la mayor incidencia de fisiopatías.
- Estimular el crecimiento de nueva madera productiva: las operaciones de despunte de grandes ramas favorecen el desarrollo de los brotes fructíferos, que tienen una vida limitada y por tanto requieren de una renovación regular.
- Eliminar ramas muertas, debilitadas o molestas: el material vegetal mal situado y en general todo aquel que no cumple ningún papel dentro de la estructura productiva del árbol, debe ser eliminado, pues de otra forma consumiría una energía que puede requerirse para otros procesos de la planta.

Hay que considerar que la poda de producción causa dos efectos en las plantas: por un lado la “enaniza”, es decir, disminuye su tamaño y aunque se suprime madera, también se pueden perder hojas (si se realiza en verde), lo que puede suponer una pérdida de captación de energía para la planta. Por otro lado, la vigoriza, ya que existe una cantidad relativa mayor de carbohidratos, hormonas, minerales y agua, aunque este efecto sólo dura un año (Ramos et al., 1998).

Sin embargo, la respuesta de la poda en lo que respecta al vigor proporcionado, depende de la época en que se efectúe. Realizada en parada vegetativa es más vigorizante pues no hay eliminación de hojas. Por el contrario, la época menos vigorizante e incluso contraria al vigor, coincide con el final de primavera y principios de verano, cuando se acaba de producir la mayor liberación de energía que necesita la planta para la brotación, fructificación y demás fenómenos de crecimiento de la planta. La mejor época para las podas secas corresponde a los meses de noviembre y diciembre y luego enero y febrero, siempre que las temperaturas del lugar no sean excesivamente bajas. Para las podas verdes, se debe esperar al agostamiento estival para su realización.

Además, ensayos realizados en California (Olson et al., 1994) demuestran que la falta de poda no afecta en gran medida a la producción (en un periodo de 8 años), aunque sí al tamaño y a la calidad de la nuez. Por el contrario, la poda bianual presenta una producción similar a la de los árboles podados durante el año que reciben poda e incluso mayor el año que no son podados, aunque también con menor calidad de los frutos. Esta menor calidad de la cosecha queda amortiguada por el incremento de beneficios que supone la supresión de la poda en años alternos.

En base a ello, en las plantaciones formadas por variedades de fructificación lateral, como es el caso, puede ser recomendable la poda bianual pero tal y como se ha dicho anteriormente, con el objetivo de que se cree una correcta distribución de las ramas, y de que no disminuya la calidad de la producción, la poda será anual.

La poda de producción generalmente se realiza con dos tipos de corte:

- Despuntes o pinzamientos: es la poda de los brotes terminales del año en un 20-50% de su longitud. Se suprimirá más brote cuanto menos vigorosa sea la variedad y la planta.

- Aclareos: es la supresión completa del brote.

En las variedades de fructificación lateral, a igualdad de masa vegetativa eliminada, el poder vigorizante de los despuntes es mayor que el de los aclareos, lo que se debe considerar a la hora de realizar una intervención de poda. De ello se encargará el personal cualificado que realizará dichos despuntes o aclareos bajo su criterio.

4. PODA DE RENOVACIÓN O REJUVENECIMIENTO

Como se ha indicado anteriormente, es una poda que se realiza en períodos de envejecimiento del árbol, con el objeto de eliminar partes debilitadas y renovarlas con otros nuevos brotes. No obstante, hay que tener en cuenta que este tipo de poda será cada vez más frecuente a medida que se acerca el final de la vida útil de la explotación, es decir, cuando los gastos del cultivo del arbolado son superiores a los ingresos obtenidos por la venta de la cosecha. Será en ese momento cuando se proceda al arranque de la plantación.

5. ÚTILES Y EQUIPOS DE PODA

Existe una gran variedad de herramientas utilizadas en las operaciones de poda, pudiéndose diferenciar entre útiles manuales, equipos mecánicos y material complementario para realizar los trabajos. Caben destacar:

Útiles manuales

- Tijeras de podar de una mano o “podaderas”: consta de un cuerpo de tijera con dos brazos unidos por un perno de giro, una boca de corte formada por dos piezas (uña y cuchilla) con un muelle que absorbe el esfuerzo y un mecanismo de cierre de seguridad. Realizan cortes de 2 cm de diámetro como máximo, para cortes de despunte y aclareo de ramos del año o, a veces, de ramas jóvenes.
- Tijeras de podar de dos manos: para dar cortes de mayor diámetro, hasta 3,5 cm.
- Serruchos de poda: para realizar cortes en ramas medias con diámetros entre 4 y 10 cm. Para igualar y alisar los cortes hechos a serrucho se utilizan frecuentemente unos cuchillos curvos llamados “serpetas” que constan de hojas muy afiladas.
- Motosierras
- Hachas de poda
- Pértigas

Equipos mecánicos

- Tijera eléctrica o neumática: se acciona por la toma de fuerza del tractor y se utiliza en plantaciones de cierta dimensión para conseguir reducir el tiempo de poda (hasta un 30%).
- Tijeras eléctricas con baterías recargables: son más pesadas y caras que las tijeras manuales, pero son rápidas, cómodas y potentes.

En el caso de la presente explotación, los operarios **utilizarán tijeras neumáticas** conectadas a un compresor a su vez conectado a través del cardan con el tractor. De ser necesario, harán uso de una escalera o los medios necesarios para poder alcanzar las ramas más altas.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ENMIENDAS	2
2.1	Enmienda caliza	2
2.2	Enmienda orgánica.....	2
2.2.1	Elección del tipo de mantenimiento del nivel de materia orgánica	3
2.2.2	Mantenimiento de la materia orgánica del suelo	4
2.3	Enmienda magnésica.....	10
3.	FERTILIZACIÓN MINERAL	11
4.	FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES	12
4.1	Según el tiempo de aplicación.....	12
4.2	Según la forma de aplicación	12
5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN.....	13
6.	PRINCIPALES ABONOS EN FERTIRRIGACIÓN	14
6.1	Abonos sólidos	14
6.1.1	Nitrato potásico (KNO_3)	14
6.1.2	Nitrato amónico (NH_4NO_3)	15
6.1.3	Fosfato monoamónico ($H_2NH_4PO_4$)	15
6.2	Abonos líquidos.....	16
7.	COMPORTAMIENTO DE LOS NUTRIENTES	16
7.1	Nitrógeno.....	16
7.2	Fósforo	16
7.3	Potasio	17
8.	PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN. DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DE LOS NUTRIENTES.....	18
8.1	Cálculo de las cantidades de nutrientes.....	18
8.1.1	Balance mineral	20
8.2	Agronomía de la fertirrigación en la explotación.....	22
8.3	Cálculo de las necesidades de fertilizantes	22
8.4	Instalaciones necesarias.....	23
8.4.1	Tanques de fertilizante.....	23
8.4.2	Inyectores.....	25
9.	RESUMEN DE FERTIRRIGACIÓN.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Efectos más destacados de la materia orgánica en suelos cultivados...	2
Tabla 2.2 Composición media de diversos estiércoles según Wolff.....	4
Tabla 2.3 Valores del coeficiente isohúmico (K_I), según Gros.	6
Tabla 2.4 Balance de pérdidas y ganancias de materia orgánica.....	8
Tabla 2.5 Aportes minerales del estiércol.....	9
Tabla 8.1 Necesidades anuales de nitrógeno, fósforo y potasio del nogal en etapa productiva por cada 1.000kg según cuatro fuentes	18
Tabla 8.2 Necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio del nogal en etapa productiva para cuatro niveles de rendimiento.	18
Tabla 8.3 Aportes minerales debidos al estiércol.....	19
Tabla 8.4 Balance mineral.....	21
Tabla 8.5 Cantidades de fertilizantes a aplicar por hectárea	22
Tabla 8.6 Litros de fertilizantes por hectárea en función de la producción.....	25
Tabla 9.1 Fertirrigación para año 10 y posteriores (plena producción).....	49
Tabla 9.2 Fertirrigación para año 3 (8,57% de producción).....	51
Tabla 9.3 Fertirrigación para año 4 (16% de producción).....	53
Tabla 9.4 Fertirrigación para año 5 (40% de producción).....	55
Tabla 9.5 Fertirrigación para año 6 (80% de producción).....	57
Tabla 9.6 Fertirrigación para año 7 (97,14% de producción).....	59

1. INTRODUCCIÓN

Con el anejo de fertilización y enmiendas se busca calcular la dosis de abono orgánico y mineral que se debe aportar al cultivo con el fin de satisfacer los requerimientos nutricionales de los nogales y conseguir así un alto rendimiento a la vez que una buena calidad de la producción. Estas sustancias se aplicarán en forma de enmiendas y de fertilización de fondo.

Las enmiendas y abonados de fondo necesarios, constituyen la segunda fase del proceso completo de plantación. Esta labor es una fase más de la preparación del terreno.

Esta fase incluye el cálculo de las aportaciones a realizar, la elección de materias primas y elementos a utilizar, así como la decisión sobre la forma operativa de aportarlas. Tiene como objetivos principales:

- Corregir las deficiencias del suelo, que en este caso no son muchas.
- Establecer un nivel apropiado de fertilidad para el desarrollo inicial.
- Crear una reserva de nutrientes que garantice ese nivel de fertilidad durante los primeros años de vida de la plantación.

Todos los factores limitantes del suelo cuestan en principio más energía que la que el árbol tiene que movilizar y reajustar dentro de su sistema. Por lo tanto, en un suelo con un poder nutritivo escaso el gasto de energía por molécula absorbida de nitrógeno o de potasio será mayor. Si algunos minerales están muy adheridos al terrón, los pelos radicales precisan más energía para absorber los nutrientes.

No es cuestión de tener los nutrientes en el suelo, se debe establecer un equilibrio entre los nutrientes, la textura, la estructura, la profundidad, el pH, etc., por lo tanto no es solo cuestión de abonar sino que también es una corrección de todos los factores y lograr dicho equilibrio en la medida en que lo necesite el cultivo.

Los principales problemas encontrados en la analítica del suelo son:

-Elevado nivel de N,P y K, sobre todo de fósforo.. Realmente no supondrá un problema. Simplemente se ahorrará la aplicación de estos elementos durante los primeros años de plantación.

-Bajos niveles de magnesio. Será conveniente realizar una enmienda de corrección.

-A pesar de que los niveles de materia orgánica son bastante elevados, resulta conveniente realizar enmiendas orgánicas de mantenimiento.

2. ENMIENDAS

2.1 Enmienda caliza

La enmienda caliza o encalado es fundamental para el cultivo de frutales cuando el suelo tiene una acidez excesiva. En el caso del presente proyecto, los análisis de suelo determinan que el pH es adecuado para el cultivo.

A pesar de que los niveles de calcio en los análisis son considerablemente pobres, hay que tener en cuenta que el nogal es un árbol calcífugo, por lo que en este caso **no es necesario realizar una enmienda caliza**. Aún así, es recomendable hacer un seguimiento de la evolución del pH del suelo y del contenido cálcico cada 2 ó 3 años.

2.2 Enmienda orgánica

El nivel de materia orgánica incide en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo tal y como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Efectos más destacados de la materia orgánica en suelos cultivados

Propiedades del suelo	Efectos de la materia orgánica humificada
Físicas	Aumento de la capacidad calorífica Suelos más calientes en primavera Reducción de las oscilaciones térmicas Agregación de partículas elementales Da soltura a los arcillosos y cohesionan los arenosos Aumenta la estabilidad estructural. Aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa Suelos menos encharcados Facilita el drenaje Reduce la erosión Aumenta la capacidad de retención hídrica Reduce la evaporación Mejora el balance hídrico
Químicas	Aumento del poder tampón Regula el pH Aumenta la capacidad de cambio catiónico Mantiene los cationes en forma cambiable Forma fosfohumatos Forma quelatos Mantiene las reservas de nitrógeno
Biológicas	Favorece la respiración radicular Favorece la germinación de las semillas Favorece el estado sanitario de órganos subterráneos Regula la actividad microbiana Es fuente de energía para los microorganismos heterótrofos El CO ₂ desprendido favorece la solubilización de compuestos minerales Contrarresta el efecto de algunas toxinas Modifica la actividad enzimática Activa la rizogénesis Mejora la nutrición mineral de los cultivos.

. Urbano Terrón, P. (2010) "Tratado de Fitotecnia General"

En comparación con la fertilización mineral, la fertilización orgánica no solamente aporta al suelo los elementos nutritivos que necesitan las plantas sino que además ejerce una triple función:

- Proveer de sustancias nutritivas (en baja producción y de lenta asimilación)
- Mejorar la estructura del suelo, aumentando el poder de retención de agua, disminuyendo las pérdidas de ésta y mejorando la aireación.
- Posibilitar el desarrollo y la acción de la flora microbiana responsable de las transformaciones biológicas.

El contenido del suelo de la parcela, según los análisis es 2,51%, un nivel bastante elevado pero a la vez muy adecuado para el cultivo del nogal en suelos franco-arcillo-arenosos, por lo que el objetivo será mantener este nivel de materia orgánica a lo largo del cultivo.

2.2.1 Elección del tipo de mantenimiento del nivel de materia orgánica

Las enmiendas o materiales orgánicos a aplicar son productos de origen animal o vegetal que se agregan al suelo para mejorar las propiedades físicas y aportar nutrientes, ya que generan humus y contribuyen a elevar el equilibrio húmico del suelo cultivado. Se distinguen tres grupos de fertilizantes orgánicos:

- Grupo de los estiércoles: estiércol natural o de cuadra, artificial, licuado, purín, gallinácea, sirle, etc.
- Grupo de residuos vegetales propios de la explotación: enterrado de pajas, abonos verdes, restos de cosecha/poda, etc.
- Grupo de residuos ajenos a la explotación: turbas, basuras frescas de población o compostizadas, fertilizantes orgánicos comerciales, etc.

Los fertilizantes orgánicos principales son estiércoles, formados por las deyecciones sólidas y líquidas del ganado mezcladas con los materiales que le sirven de cama, como la paja. El conjunto constituye un producto que empieza a descomponerse en el alojamiento del ganado y cuya fermentación continúa en el estercolero.

Este tipo de enmienda satisface completamente las necesidades de materia orgánica del suelo y además aporta cierta cantidad de nutrientes minerales principales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio así como oligoelementos tales como el manganeso, cinc, boro o cobre. El aporte de estiércol tiene como objetivo primario mantener un equilibrio del humus del suelo, pero aunque su contenido en elementos minerales se considere secundario, estos aportes extra deberán tenerse en cuenta en el planteamiento de la fertilización mineral.

Para el presente proyecto se utilizará el **estiércol de vacuno** como fertilizante orgánico, ya que tiene buena composición mineral y por lo general es fácil de conseguir. Es muy rico en nutrientes y materia orgánica, muy adecuado para la preparación del terreno como abono de liberación lenta. Además, lo recomienda la Norma Técnica.

Tabla 2.2 Composición media de diversos estiércoles según Wolff.

Estiércol	H ₂ O (‰)	N (‰)	P ₂ O ₅ (‰)	K ₂ 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
Valor medio	750	5	1,5	6	2,2

Urbano Terrón, P. (2010) "Tratado de Fitotecnia General"

El estiércol aporta los nutrientes minerales de forma progresiva: 50% el primer año, 35% el segundo año y un 15% el tercer año. Más adelante se comprobará si con la enmienda orgánica se satisfacen las necesidades naturales del nogal. De ser así, no será necesaria fertilización mineral.

2.2.2 Mantenimiento de la materia orgánica del suelo

Como se ha comentado previamente en varias ocasiones, los niveles de materia orgánica son adecuados pues con un 2,51% que determinan los análisis de suelo, se satisface el nivel óptimo que requiere el nogal (2-2,5%) por lo que no será necesaria una enmienda orgánica de corrección. No obstante, sí es conveniente aportar una enmienda orgánica de mantenimiento para que a lo largo de la vida del cultivo dicho porcentaje no disminuya de manera significativa.

Primeramente se calcula el contenido inicial de humus en el suelo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Contenido en humus} = 10^4 \frac{m^2}{ha} \cdot p \cdot da \cdot \%M.O$$

Donde:

p: profundidad de trabajo (m)

da: densidad aparente (t/m³)

% M.O. : porcentaje de materia orgánica (%)

Sustituyendo con los datos:

$$\text{Contenido en humus} = 10^4 \frac{m^2}{ha} \cdot 0,4 \cdot 1,40 \frac{t}{m^3} \cdot \frac{2,51}{100} = 140,56 \frac{t \text{ humus}}{ha}$$

Como lo que interesa es no bajar nunca del 2% de materia orgánica, se va a calcular cuánto “exceso” tiene la parcela por encima de ese umbral. Para ello, el contenido en humus con un 2% de materia orgánica en la parcela, sería:

$$\text{Contenido en humus} = 10^4 \frac{m^2}{ha} \cdot 0,4 \cdot 1,40 \frac{t}{m^3} \cdot \frac{2}{100} = 112 \frac{t \text{ humus}}{ha}$$

Por lo tanto el suelo presenta un “exceso” de humus de 28,56 toneladas por hectárea. Con este cálculo se comprueba que no es necesaria una enmienda orgánica de corrección.

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.

Estas pérdidas se calculan multiplicando el contenido del suelo por la velocidad de mineralización:

$$P = 10^4 \times p \times d_a \times mo \times V_m$$

Donde:

P: pérdidas por mineralización (t humus/ha)

p : profundidad de trabajo.

d_a : densidad aparente del suelo (t/m³).

mo : porcentaje de materia orgánica en el suelo.

V_m : velocidad de mineralización de la materia orgánica (%anual).

La velocidad de mineralización depende de factores climáticos, edáficos y bióticos. En consecuencia es un valor variable, por lo que se suele utilizar un valor medio para los cálculos. Según Barbier (1949) este valor suele variar entre el 1 y 3% anual. En este caso, se va a considerar que la velocidad de mineralización es de 1,5% anual, considerando que el cultivo no posee unas condiciones extremas sino más bien medias.

Ganancias de materia orgánica

Las ganancias de materia orgánica en el suelo cultivado corresponden a los residuos de las cosechas (RC) y a los posibles aportes que se hagan al suelo con enmiendas y fertilizantes de naturaleza orgánica (FO), en nuestro cultivo se incorporan los restos de la siega de la pradera artificial.

La cantidad de residuos de la cosecha (RC) aportados dependerá de la especie cultivada, del método de cultivo y de la evolución del año agrícola. También varía la capacidad de producción de humus, su valor húmico, en función de su constitución.

Se utiliza 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 serán extendidos (tras ser picados) 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 5t/ha, con un contenido en materia seca del 70%.

Se utilizará el coeficiente isohúmico (K_1) para expresar la cantidad de humus que puede formarse a partir de 1kg de materia seca. A continuación se indican los valores de K_1 , para diferentes residuos.

Tabla 2.3 Valores del coeficiente isohúmico (K_1), según Gros.

Residuos de cosecha	K_1
Estiércol bien descompuesto	0,4 a 0,5
Paja	0,1 a 0,2
Residuos secos de cosecha	0,1 a 0,2
Residuos verdes de cosecha	0,2 a 0,3

Urbano Terrón, P. (2001) "Tratado de Fitotecnia General"

En el cultivo de nogal, los restos de poda serán residuos secos y verdes, las ramas y las hojas, por lo que se elige un valor intermedio para el coeficiente isohúmico, $K_1 = 0,2$.

Por tanto:

$$H = RF \cdot \frac{ms}{100} \cdot K_1$$

Donde:

H : ganancias de materia orgánica (t/ha).

RF : residuos frescos dejados por las cosechas (t/ha).

ms : materia seca de los residuos (%).

K₁ : coeficiente isohúmico de los residuos de cosecha.

Sustituyendo con los datos:

$$H = 5 \frac{t}{ha} \cdot \frac{70}{100} \cdot 0,2 = 0,7 \frac{t \text{ humus}}{ha}$$

Además hay que tener en cuenta que estos aportes se ven complementados por los realizados por parte de las hojas que caen de los árboles y 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.

Conociendo que los residuos frescos dejados por la pradera serán de 6 t/ha, que poseen un coeficiente isohúmico de 0,25 y que el 15-20% de los restos están constituidos por materia seca, ya se puede calcular el aporte de materia orgánica que supondrán estos restos estimando un 18% de materia seca:

$$H = 6 \frac{t}{ha} \cdot \frac{18}{100} \cdot 0,25 = 0,27 \frac{t \text{ humus}}{ha}$$

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. En función del resultado se decidirá si hay que aportar además fertilizantes orgánicos (en este caso estiércol de vacuno) para mantener la materia orgánica en el nivel deseado.

- Balance positivo: FO+RF > PM → el nivel de materia orgánica aumenta
- Balance negativo: FO+RF < PM → el nivel de materia orgánica disminuye

FO : fertilizante orgánico

RF: humus aportado por restos frescos

PM: pérdidas por mineralización

Una vez realizado el balance se observa que todos los años se pierde materia orgánica en la explotación. A pesar de que estas pérdidas son pequeñas y que 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 en la misma parcela. Estas pérdidas son de alrededor de 1 tonelada de humus por hectárea al año.

Según Hebert (1957) el valor humígeno estimado para el estiércol descompuesto es del 10% por lo que se aportará, para abaratar costes de maquinaria, 1 tonelada de

humus por hectárea cada cinco años, es decir, **10 toneladas de estiércol por hectárea cada cinco años**.

Tabla 2.4 Balance de pérdidas y ganancias de materia orgánica

Año	%MO	Humus	PM	RF	FO	Balance
0	2,51	140,56	2,108	0	0	-2,108
1	2,47	138,45	2,077	0	0	-2,077
2	2,44	136,37	2,046	0,27	0	-1,776
3	2,40	134,60	2,019	0,27	0	-1,749
4	2,37	132,85	1,993	0,27	0	-1,723
5	2,34	131,13	1,967	0,27	1	-0,697
6	2,33	130,43	1,956	0,27	0	-1,686
7	2,30	128,74	1,931	0,27	0	-1,661
8	2,27	127,08	1,906	0,27	0	-1,636
9	2,24	125,45	1,882	0,27	0	-1,612
10	2,21	123,83	1,858	0,97	1	0,112
11	2,21	123,95	1,859	0,97	0	-0,889
12	2,20	123,06	1,846	0,97	0	-0,876
13	2,18	122,18	1,833	0,97	0	-0,863
14	2,17	121,32	1,820	0,97	0	-0,850
15	2,15	120,47	1,807	0,97	1	0,163
16	2,15	120,63	1,809	0,97	0	-0,839
17	2,14	119,79	1,797	0,97	0	-0,827
18	2,12	118,97	1,784	0,97	0	-0,814
19	2,11	118,15	1,772	0,97	0	-0,802
20	2,10	117,35	1,760	0,97	1	0,210
21	2,10	117,56	1,763	0,97	0	-0,793
22	2,09	116,77	1,751	0,97	0	-0,781
23	2,07	115,98	1,740	0,97	0	-0,770
24	2,06	115,21	1,728	0,97	0	-0,758
25	2,04	114,46	1,717	0,97	1	0,253
26	2,05	114,71	1,721	0,97	0	-0,751
27	2,03	113,96	1,709	0,97	0	-0,739
28	2,02	113,22	1,698	0,97	0	-0,728
29	2,01	112,49	1,687	0,97	0	-0,717
30	2,00	111,77	1,677	0,97	1	0,293

Dado que en la Comunidad Autónoma de La Rioja no existe ninguna Norma Técnica Específica sobre Producción Integrada de nogales, y a su vez, la única Norma Técnica en España referente al nogal, que es la de Cataluña y ésta tampoco especifica nada en cuanto a las dosis de fertilización orgánica, se aportarán las dosis indicadas (10 toneladas por hectárea cada cinco años).

Cada cinco años (comenzando por el quinto desde la plantación) se repartirá el estiércol en **noviembre** de manera uniforme con un remolque distribuidor que consta con un tablero delantero móvil y un equipo distribuidor de paletas que efectúa la distribución regular. Acto seguido, es necesario enterrar el estiércol para facilitar la acción microbiana.

Conviene saber que el estiércol aporta un buen número de oligoelementos que, en forma preventiva, pueden mantener un nivel de fertilidad adecuado cuando se utiliza estiércol de manera sistemática. Los principales oligoelementos contenidos en el estiércol son los siguientes (cifras orientativas según Urbano Terrón):

- Manganeso: 0,4 ‰
- Cinc: 0,19 ‰
- Boro: 0,08 ‰
- Cobre: 0,03 ‰
- Cobalto: 0,004 ‰

La acción del estiércol sobre la fertilidad mineral del suelo puede manifestarse durante tres años con el siguiente ritmo:

- Primer año: 50%
- Segundo año: 35%
- Tercer año: 15%

A continuación se muestran las tablas que reflejan los aportes de minerales en función del tipo de estiércol y su acción sobre la fertilidad

Tabla 2.5 Aportes minerales del estiércol

10t/ha estiércol	N (3,4‰)	P₂O₅ (1,6‰)	K₂O (4,0‰)	CaO (3‰)
50%	17 kg/ha	8 kg/ha	20 kg/ha	15 kg/ha
35%	11,9 kg/ha	5,6 kg/ha	14 kg/ha	10,5 kg/ha
15%	5,1 kg/ha	2,4 kg/ha	6 kg/ha	4,5 kg/ha
Total	34 kg/ha	16 kg/ha	40 kg/ha	30 kg/ha

2.3 Enmienda magnésica

El contenido de magnesio del suelo de la parcela es de 124,3 mgMg/kg.

Tal y como se indicaba en el anejo correspondiente a suelo, estos resultados corresponden a un suelo pobre en magnesio. Para aumentar el contenido en magnesio del suelo se debe realizar un aporte de magnesio mediante una enmienda magnésica en el año 0 de plantación, hasta alcanzar valores medios próximos a 500mgMg/kg suelo y llevarlo a nivel medio-alto.

Es decir, se deben aportar unos 376 mg de magnesio por cada kg de suelo, y como se calcula que el peso del suelo a una profundidad de 0,3 metros es 4200 t/ha:

$$10^4 m^2 / ha \times 0,3m \times 1,4t / m^3 \times 1000kg / t = 4200000kgsuelo / ha$$

Con estos datos ya se puede calcular la cantidad de magnesio a aportar por hectárea:

$$Aportede _ Mg = 4200tsuelo / ha \cdot 376 gMg / tsuelo = 1579,2 kgMg / ha$$

Entonces, se realizará una **enmienda magnésica** de unas **1,5 t de Mg/ha** para llevar el nivel del suelo inicial a un contenido medio-alto.

Esta enmienda magnésica se realizará aplicando **magnesita** (MgCO₃), que posee una riqueza del 60% de Mg. A continuación se calcula la cantidad de magnesita a aportar para alcanzar el nivel deseado de magnesio en el suelo:

$$Enmienda _ Mg = \frac{1,5 tMg / ha}{0,6 tMg / tsulfatomagnésico} = 2,5 t \text{ magnesita} / ha$$

Se aplicará, antes de realizar la plantación (año 0), **2.500 kg de magnesita/ha** con una abonadora para después enterrarlo con el arado de vertedera, alcanzando así el nivel de magnesio deseado, y un total de 48.400 kg de magnesita para todo el terreno.

Ahora es necesario recalcular la relación Ca²⁺/Mg²⁺ con el nivel de magnesio que se alcanzará para asegurar que será la correcta y prevenir carencias magnésicas en el cultivo.

$$Ca^{2+} / Mg^{2+} = \frac{1802,35 ppmCa^{2+}}{500 ppmMg^{2+}} = 3,60$$

La nueva relación Ca²⁺/Mg²⁺ es menor de 10, por lo que no habrá carencias magnésicas debido al antagonismo existente entre estos dos elementos.

Otro antagonismo importante es el existente entre K⁺ y Mg²⁺, en el que cuando la relación K⁺/Mg²⁺ es mayor a 3, según Urbano Terrón (2010), hay riesgo de que se produzca tetania en la hierba o deficiencias nutritivas en otros cultivos.

Se estudia a continuación:

$$\frac{K^+}{Mg^{2+}} = \frac{567,5 ppm K^+}{500 ppm Mg^{2+}} = 1,13$$

En este caso no existirán problemas por antagonismo entre K^+ y Mg^{2+} , ya que su relación es inferior a 3 y el aumento de magnesio no influye en esta relación.

3. FERTILIZACIÓN MINERAL

La fertilización mineral del suelo tiene como objetivo mantener en el suelo un contenido adecuado de elementos minerales, en condiciones de asimilabilidad, para que la planta pueda absorberlos en el momento preciso y en cantidades necesarias.

El 95% de la materia seca de los vegetales está compuesta por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. El otro 5% lo forman diversos elementos minerales de los cuales unos son imprescindibles para el desarrollo vegetal y otros son simplemente accesorios.

Salvo el carbono, el oxígeno y el hidrógeno, que la planta extrae del agua y del aire, el resto de elementos son extraídos del suelo.

Los elementos minerales necesarios para la nutrición vegetal suelen dividirse en cuatro categorías:

- Elementos principales en la fertilización: imprescindibles para el desarrollo vegetal y extraídos por las plantas en cantidades importantes.
 - Nitrógeno: Este elemento influye en el nacimiento y en el desarrollo de las cañas, la coloración de las hojas y la producción. Un follaje pálido y escaso de crecimiento de las ramas son claros síntomas de un déficit de nitrógeno, mientras que el exceso da lugar a una intensa coloración verde oscura, desarrollo excesivo del follaje, exceso cuajado, producción y calidad deficientes del fruto y un aumento de la sensibilidad a enfermedades (sobre todo aquellas cuyos vectores son insectos picadores)
 - Fósforo: Influye principalmente en el desarrollo de las raíces, en la floración y en la adecuada lignificación de las cañas. También tiene un efecto beneficioso en el momento de la maduración de los frutos aportando calidad, firmeza y mayor resistencia a enfermedades.
 - Potasio: Incide sobre todo en la buena calidad y firmeza del fruto y en la resistencia a enfermedades, tanto en la planta como en el fruto.
- Elementos secundarios en la fertilización: Calcio, magnesio y azufre. Imprescindibles y extraídos asimismo en cantidades tan importantes, y a veces incluso superiores, a las de los elementos principales.
- Oligoelementos, microelementos o elementos traza, esenciales: Hierro, manganeso, boro, cobre, cinc, molibdeno y cloro. Imprescindibles para el desarrollo vegetal pero absorbidos en cantidades muy pequeñas. Para que un

elemento tenga el carácter de esencial, ha de reunir las siguientes condiciones (Miller, 1967):

- La ausencia del elemento origina daño o desarrollo anormal, impide que complete el ciclo vital o causa la muerte de la planta.
- Ningún otro elemento puede sustituirle.
- Al realizar ensayos en gran número de plantas se comprueba en todas ellas que es indispensable.
- Oligoelementos no esenciales: Sodio, cobalto, yodo, selenio, fluor, silicio, aluminio, arsénico, cadmio, titanio, vanadio, etc. Estos elementos son absorbidos en cantidades variables, aunque generalmente bastante pequeñas. El carácter más significativo de estos elementos es que aún no se ha comprobado que reúnan las condiciones de esencialidad establecida anteriormente.

4. FORMAS DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

4.1 Según el tiempo de aplicación

- Fertirrigación continua: cuando el periodo de aplicación de los fertilizantes es el mismo que el del riego.
- Fertirrigación escalonada: cuando la aplicación de fertilizantes se realiza durante determinados ciclos de riego de forma discontinua.

4.2 Según la forma de aplicación

- Aplicación proporcional: cuando se suministra una cantidad homogénea de fertilizante por volumen de agua durante toda la duración del riego.
- Aplicación en tres fases: cuando no se mantiene la proporcionalidad entre el agua y el abonado, existiendo dos periodos de riego sin abonado, generalmente al final y al principio del mismo, dándose la secuencia: agua-agua más abonado-agua. Esta modalidad suele usarse en los riegos por goteo y microaspersión, en cultivos sobre suelo normal.

En el presente proyecto se realizará una fertirrigación en tres fases durante todo el periodo de riego.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN

Cuando se utilizan fertilizantes hay que tener en cuenta las características que pueden influir en el suelo del cultivo o en el manejo de la instalación. Se debe considerar:

- **Solubilidad:** todos los fertilizantes utilizados en fertirrigación deben tener un grado de solubilidad suficiente para impedir las obturaciones con partículas sólidas sin disolver. Para incorporar el fertilizante al sistema de riego por goteo hay que preparar previamente una disolución concentrada (disolución madre), que será la que se inyecte al sistema de riego. Es importante conocer el grado de solubilidad del fertilizante con el fin de saber la cantidad máxima del mismo que se puede añadir a una determinada cantidad de agua. La solubilidad también dependerá de la temperatura del agua: cuanto mayor sea, mayor solubilidad habrá.
- **Salinidad:** la concentración de sales solubles es uno de los factores más influyentes para juzgar la calidad de las aguas de riego, puesto que la mayor o menor concentración de la disolución del suelo afecta al esfuerzo de succión que la planta realiza para absorber el agua. Cuando el agua es de buena calidad se pueden utilizar, sin grave peligro, concentraciones altas en el abonado, no así cuando el agua es de mala calidad, en cuyo caso será imprescindible utilizar concentraciones bajas, lo que requerirá aplicaciones muy frecuentes. De cualquier forma, una aplicación del abonado con la mayor frecuencia posible es lo ideal.
- **Acidez:** interesa mantener una reacción ácida, lo que facilita la solubilización de los compuestos de calcio y evita las precipitaciones calcáreas en las conducciones.
- **Grado de pureza:** los fertilizantes utilizados en fertirrigación deben tener un alto grado de pureza para evitar sedimentos o precipitaciones que obstruyan la instalación de riego. Hay que evitar la incorporación de elementos tóxicos o no deseables como cloro, sodio o exceso de magnesio, que añadidos a los ya existentes en el agua de riego pueden llegar a dosis perjudiciales.
- **Compatibilidad de las mezclas:** se deben evitar las reacciones químicas en las que se originen productos sólidos insolubles. Por ejemplo, se deben evitar las mezclas de productos que contienen sulfatos (sulfato amónico, sulfato potásico, etc) o fosfatos (fosfato amónico, superfosfato, etc) con los que contienen nitrato cálcico, cloruro potásico, etc.

6. PRINCIPALES ABONOS EN FERTIRRIGACIÓN

Además de la solubilidad, los fertilizantes empleados en fertirrigación no deben aportar elementos indeseables (cloruros, sulfatos, sodio, etc), para determinados cultivos, no reaccionar con los componentes químicos del agua y ser agrónomicamente adecuados a las condiciones de suelo y clima donde se desarrolla la planta.

6.1 Abonos sólidos

En un principio los abonos sólo se presentaban en estado sólido. Los abonos para fertirrigación no son los mismos que los que se emplean para abonar en seco, por lo que en la etiqueta tiene que especificarse cual será su destino, ya que no tienen los mismos componentes. Estos abonos suelen ser más caros que los tradicionales.

Tienen que ser completamente solubles y no llevar materias extrañas que puedan obturar los goteros.

Algunos de los que pueden encontrarse en los comercios son: sulfato amónico, nitrato amónico, urea, fosfato monoamónico, fosfato de urea, nitrato potásico, sulfato potásico, nitrato de cal, nitrato de magnesio y otro tipo de abonos simples y complejos.

Todos ellos son de gran calidad y no presentan problemas de disolución pero tienen el inconveniente de que es necesario prepararlos previamente para su uso en la solución madre, que es una disolución muy concentrada que obliga a disponer de un depósito con agitador.

6.1.1 Nitrato potásico (KNO₃)

Sólido, cristalino de color blanco, inodoro, completamente soluble en agua (debe evitarse su exposición a la atmósfera para prevenir la absorción de humedad).

Riqueza, K₂O: 46% y N: 13%.

Es la fuente de potasio más usado en fertirrigación, estando su consumo muy generalizado en todo tipo de cultivos, tanto anuales como permanentes. El producto al ser aplicado no deja ningún residuo, aportando sólo elementos útiles, pues es soluble en su totalidad (100%). Por su composición y características, cuando se aporta en el agua de riego sube sensiblemente su pH y aumenta la C.E, lo cual hay que tener presente para su aplicación. Al aportar el nitrógeno en su forma nítrica, no retenida por el suelo, su reparto en el bulbo es muy homogéneo.

La dosis total puede variar en función de los cultivos, entre márgenes muy amplios, de acuerdo con sus necesidades y las producciones esperadas. Su concentración más idónea en el agua de riego debe oscilar entre 0,1 y 0,8 g/litro en base a su incidencia en la C.E del agua, pudiendo llegar a 1g/litro, siempre que las aguas sean de muy buena calidad.

6.1.2 Nitrato amónico (NH_4NO_3)

Sólido perlado de color blanco, inodoro, muy higroscópico (debe evitarse también su exposición a la atmósfera para prevenir la absorción de humedad)

Riqueza, N: 35%

El nitrato amónico 35% es la fuente de nitrógeno más utilizada en fertirrigación, estando su consumo muy generalizado en todo tipo de cultivos, tanto anuales como permanentes. El producto al ser aplicado no deja ningún residuo, aportando sólo elementos útiles, pues es soluble en su totalidad (100%). Por su composición y características, cuando se aporta en el agua de riego baja ligeramente su pH, lo que facilita su uso, y aumenta poco la conductividad eléctrica del agua en dosis bajas, lo que hay que tener presente para su aplicación. Al aportar el 50% de nitrógeno en forma nítrica, no retenida por el suelo, y el 50% en forma amoniacal, sí retenida, su reparto en el bulbo es muy homogéneo. Como consecuencia de la nitrificación, el ión amonio pasa inicialmente a nitrito y después a nitrato por la acción de las bacterias nitrificantes, de forma más o menos rápida, en función de la fauna del suelo, aireación, humedad, temperatura y pH. Suelos muy húmedos o muy secos, poco mullidos o con temperaturas frías son poco favorables a la nitrificación.

La dosis total puede variar en función de los cultivos, entre márgenes muy amplios, de acuerdo con sus necesidades y las producciones esperadas. Su concentración más idónea en el agua de riego debe oscilar entre 0,1 y 0,8 g/litro en base a su incidencia en la CE del agua, pudiendo llegar a 1g/litro, siempre que las aguas sean de muy buena calidad.

6.1.3 Fosfato monoamónico ($\text{H}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$)

Sólido cristalino, de color blanco, con ligera tonalidad verde o marrón, según el ácido fosfórico del que proceda.

Riqueza, P_2O_5 : 61% y N: 12%

El fosfato monoamónico cristalino es el fertilizante sólido más usado para aportar fósforo en fertirrigación, estando su consumo muy generalizado tanto en cultivos anuales como en permanentes. En su uso hay que tener presente que su solubilidad varía notablemente con la temperatura (227g/litro a 0°C y 434 g/litro a 27°C), que tiene un pH muy ácido, que baja el pH del agua cuando se aporta a ella reduciendo el riesgo de precipitaciones, que su índice de sal es muy bajo y que no debe mezclarse con compuestos cálcicos y magnésicos pues pueden producirse precipitaciones.

Su concentración en el agua de riego debe estar entre 0,1 y 0,4 g/litro, pudiendo llegar hasta 1g/litro en casos puntuales, ya que con esta concentración la conductividad eléctrica no alcanza 1mmho/cm.

6.2 Abonos líquidos

Resultan considerablemente más caros que los sólidos. Tienen que transportarse y guardarse en depósitos especiales, que no sean atacados por los ácidos. El uso de estos abonos reduce bastante el riesgo de que se produzcan precipitaciones y por lo tanto se reduce el riesgo de que se produzcan obturaciones en el sistema de riego.

En el comercio podemos encontrar: solución N-32, solución N-20, nitrato magnésico, nitrato de cal, ácido nítrico, ácido fosfórico, polifosfatos amónicos, solución potásica ácida, complejos varios, microelementos.

7. COMPORTAMIENTO DE LOS NUTRIENTES

7.1 Nitrógeno

Si se aplica en forma de nitrato es bastante probable que se lave en el suelo, por lo que hay que ser cuidadoso y asegurarse de que permanece en el bulbo del suelo.

El nitrógeno amoniacal se fija en el suelo cuando se aplica en forma de pequeñas dosis, pero se mueve fácilmente cuando se aplica en dosis más altas, ya que satura la capacidad de fijación del suelo.

Si se aplica en forma de urea, el suelo no es capaz de retenerlo y al igual que en el caso de los nitratos, se pierde.

Al aplicar un riego localizado se produce una mayor concentración de nitratos en la zona de las raíces. Si la aplicación un riego por surcos o por aspersión esa concentración obviamente sería menor.

Los productos nitrogenados en general no presentan problemas a excepción del amoniacal, ya que al aumentar el pH aumenta el riesgo de que se produzcan precipitados de sales que obturarían los goteros.

La eficacia de absorción de nitrógeno por parte de la planta cuando se aplica junto al riego por goteo es mucho mayor que cuando se aplica con otros sistemas. Esto es debido a que la aplicación se realiza con una frecuencia mayor.

7.2 Fósforo

Con el riego localizado, los elementos menos móviles como el fósforo y el potasio, se mueven con más facilidad dentro del suelo. El fósforo es fácilmente asimilable por el cultivo durante más tiempo.

Los abonos fosfatados pueden crear problemas de obturación, sobre todo si se usan aguas muy calizas. Esto se puede evitar usando fosfato monoamónico o añadiendo ácido nítrico a la mezcla.

Las pérdidas por lavado son menores y la necesidad de fraccionar la dosis no es en este caso tan importante como cuando se habla del nitrógeno.

7.3 Potasio

El potasio se encuentra fácilmente disponible en el bulbo de la planta. Al igual que el nitrógeno, también es desplazado hacia los bordes del bulbo y puede ser lavado.

El uso de sales potásicas no presenta problemas importantes de precipitación ni de obturación.

8. PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN. DOSIS Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DE LOS NUTRIENTES

8.1 Cálculo de las cantidades de 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 nogal 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:

$$\text{Balance} = \text{aportes} - \text{extracciones}$$

Las extracciones del nogal son las siguientes:

Tabla 8.1 Necesidades anuales de nitrógeno, fósforo y potasio del nogal en etapa productiva por cada 1.000kg según cuatro fuentes

	Charlot y Germain	INIA	IFA	Comunicación personal	Media
N	53,3	25,3	14,7	25,5	29,7
P	33,3	2,6	1,9	13	12,7
K	53,3	7,48	10,4	32	25,8

Para llegar a una conclusión coherente, se hace una media de las extracciones según las diferentes fuentes. Una vez sabida, y teniendo en cuenta que la explotación tendrá una producción de 5.000 kg/ha de nuez:

Tabla 8.2 Necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio del nogal en etapa productiva para cuatro niveles de rendimiento.

Producción (kg/ha)	Extracciones (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.000	29,7	12,7	25,8
1.500	44,5	19,05	38,7
3.500	104	44,45	90,3
5.000	148,5	63,5	129

Por su parte, los aportes debidos al estiércol, tal y como se ha comentado anteriormente, son los siguientes:

Tabla 8.3 Aportes minerales debidos al estiércol

Año	Estiércol (t/ha)	N (kg/ha)	P₂O₅ (kg/ha)	K₂O (kg/ha)	CaO (kg/ha)
0	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	10	-	-	-	-
6	-	17,0	8,0	20,0	15,0
7	-	11,9	5,6	14,0	10,5
8	-	5,1	2,4	6,0	4,5
9	-	-	-	-	-
10	10	-	-	-	-
11	-	17,0	8,0	20,0	15,0
12	-	11,9	5,6	14,0	10,5
13	-	5,1	2,4	6,0	4,5
14	-	-	-	-	-
15	10	-	-	-	-
16	-	17,0	8,0	20,0	15,0
17	-	11,9	5,6	14,0	10,5
18	-	5,1	2,4	6,0	4,5
19	-	-	-	-	-
20	10	-	-	-	-
21	-	17,0	8,0	20,0	15,0
22	-	11,9	5,6	14,0	10,5
23	-	5,1	2,4	6,0	4,5
24	-	-	-	-	-
25	10	-	-	-	-
26	-	17,0	8,0	20,0	15,0
27	-	11,9	5,6	14,0	10,5
28	-	5,1	2,4	6,0	4,5
29	-	-	-	-	-
30	10	-	-	-	-

Los aportes de la cubierta vegetal no se tendrán en cuenta ya 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. No aparecerán en el balance por ese mismo motivo.

8.1.1 Balance mineral

Dado que según los análisis de suelo indican que hay unos altos niveles de fósforo y de potasio (también de nitrógeno pero no se tiene en cuenta en el balance dado la alta movilidad de éste). Como se va a fertilizar en la zona del bulbo húmedo, se tendrán en cuenta sólo los niveles de fósforo y potasio en esa zona, es decir, $1,81\text{m}^2$ por emisor (tal y como se demuestra en el anejo correspondiente a riego). Por lo que, habiendo 6 emisores por árbol, se cubrirán $10,86\text{m}^2$ de cada 35m^2 (del marco de plantación), es decir el 31% , por lo que los niveles de fósforo y potasio se calcularán en proporción.

En el suelo, según los análisis, había $56,6\text{ mg/kg}$ de fósforo, por lo que se procede a calcular primero el contenido por hectárea:

$$10^4\text{ m}^2 / \text{ha} \times 0,4\text{m} \times 1,4\text{t} / \text{m}^3 \times 1000\text{kg} / \text{t} = 5.600.000\text{kgsuelo} / \text{ha}$$

Multiplicando por los miligramos de fósforo:

$$\frac{5.600.000\text{kgsuelo}}{\text{ha}} \times 5,6 \cdot 10^{-5}\text{ kg fósforo} = 316,96\text{ kg fósforo/hectárea}$$

De los cuales, el 31% están en la superficie de los bulbos, es decir $98,25\text{ kg}$ de fósforo por hectárea en los bulbos. Como según Olsen, los niveles correctos de fósforo son entre 15 y 30 ppm, no se va fertilizar en este aspecto hasta que los niveles de fósforo lleguen a los 30ppm, es decir, $52,08\text{ kg}$ de fósforo por hectárea en los bulbos. Se puede decir entonces que tenemos un exceso de $46,17\text{ kg}$ de fósforo por hectárea en los bulbos.

Respecto al potasio, y siguiendo la misma línea del anterior elemento, se multiplica el peso del suelo por los miligramos de potasio, de los cuales en los análisis de suelo se tenían $567,5\text{mg/kg}$:

$$\frac{5.600.000\text{kgsuelo}}{\text{ha}} \times 5,67 \cdot 10^{-4}\text{ kg fósforo} = 3.178\text{ kg fósforo/hectárea}$$

De los cuales, el 31% están en la superficie de los bulbos, es decir, $985,2\text{ kg}$ de potasio por hectárea en los bulbos. Como según el método del acetato amónico, los niveles correctos de potasio varían entre 0,50 y 0,75 meq de K/100g, es decir, $441,20\text{ kg}$ de potasio, no se va fertilizar en este aspecto hasta que los niveles bajen hasta esa cantidad. Se puede decir entonces que tenemos un exceso de 544 kg de potasio por hectárea en los bulbos.

Por tanto, los balances quedan de la siguiente manera;

Tabla 8.4 Balance mineral

Año	N (kg/ha)			P ₂ O ₅ (kg/ha)				K ₂ O (kg/ha)			
	Ex.	A.E	Balance	Ex	A.E	R	Balance	Ex	A.E	R	Balance
0											
1											
2											
3	12,72		-12,7	5,44		46,2	40,7	11,05		544,0	532,95
4	23,76		-23,8	10,16		40,7	30,6	20,64		533,0	512,31
5	59,40		-59,4	25,40		30,6	5,2	51,60		512,3	460,71
6	118,85	17,0	-101,9	50,80	8,0	5,2	-37,6	103,20	20,0	460,7	377,51
7	144,25	11,9	-132,4	61,68	5,6		-56,1	125,31	14,0	377,5	266,20
8	145,53	5,1	-140,4	62,23	2,4		-59,8	126,42	6,0	266,2	145,78
9	147,00		-147,0	62,86			-62,9	127,71		145,8	18,07
10	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00		18,1	-110,93
11	148,50	17,0	-131,5	63,50	8,0		-55,5	129,00	20,0		-109,00
12	148,50	11,9	-136,6	63,50	5,6		-57,9	129,00	14,0		-115,00
13	148,50	5,1	-143,4	63,50	2,4		-61,1	129,00	6,0		-123,00
14	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
15	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
16	148,50	17,0	-131,5	63,50	8,0		-55,5	129,00	20,0		-109,00
17	148,50	11,9	-136,6	63,50	5,6		-57,9	129,00	14,0		-115,00
18	148,50	5,1	-143,4	63,50	2,4		-61,1	129,00	6,0		-123,00
19	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
20	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
21	148,50	17,0	-131,5	63,50	8,0		-55,5	129,00	20,0		-109,00
22	148,50	11,9	-136,6	63,50	5,6		-57,9	129,00	14,0		-115,00
23	148,50	5,1	-143,4	63,50	2,4		-61,1	129,00	6,0		-123,00
24	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
25	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
26	148,50	17,0	-131,5	63,50	8,0		-55,5	129,00	20,0		-109,00
27	148,50	11,9	-136,6	63,50	5,6		-57,9	129,00	14,0		-115,00
28	148,50	5,1	-143,4	63,50	2,4		-61,1	129,00	6,0		-123,00
29	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00
30	148,50		-148,5	63,50			-63,5	129,00			-129,00

Donde:

Ex: extracción del cultivo

A.E: aportaciones debidas al estiércol

R: reserva del suelo (excesos por encima del nivel correcto)

No tiene sentido contar la reserva de nitrógeno ya que es un elemento sumamente móvil.

8.2 Agronomía de la fertirrigación en la explotación

Como se ha deducido, por el momento sólo se contempla la aplicación de abonado N-P-K. 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.

Al dimensionar el sistema de fertirrigación se van a utilizar en plena producción los datos de los años que requieren un mayor abonado. No es lo ideal porque hay más gasto y más impacto pero de esta forma se asegura que no haya déficits.

Después se realizarán los cálculos necesarios para conocer los aportes de fertilizantes y las estrategias a seguir durante toda la vida de la plantación.

De esta forma, teniendo en cuenta las extracciones del nogal y los nutrientes aportados por la materia orgánica, que no son muchos, las cantidades de fertilizantes a aplicar serán las siguientes:

Tabla 8.5 Cantidades de fertilizantes a aplicar por hectárea

Año	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
1 y 2	0	0	0
3	12,72	0	0
4	23,76	0	0
5	59,4	0	0
6	101,85	37,63	0
7	132,35	56,08	0
8	140,43	59,83	0
9	147	62,86	0
10	148,5	63,5	110,93
Siguietes (periodos de 5 años)	131,5	55,5	109
	136,6	57,9	115
	143,4	61,1	123
	148,5	63,5	129
	148,5	63,5	129

8.3 Cálculo de las necesidades de fertilizantes

Nitrato potásico (KNO₃)

- Riqueza: (K₂O: 46%) (N: 13%)
- Necesidad máxima de K₂O: 129 kg/ha

$$\frac{129,5}{0,46} = 281,52 \text{ kg de } KNO_3/\text{ha}$$

Se aportan al mismo tiempo:

$$281,52 \cdot 0,13 = 36,59 \text{ kg de N/ha}$$

Fosfato monoamónico ($H_3NH_4PO_3$)

- Riqueza: (P_2O_5 : 61%) (N: 12%)
- Necesidad máxima de P_2O_5 : 63,5 kg/ha.

$$\frac{63,5}{0,61} = 104,09 \text{ kg de } H_2NH_4PO_4/\text{ha}$$

Se aportan al mismo tiempo:

$$104,09 \cdot 0,12 = 12,49 \text{ kg de N/ha}$$

Nitrato amónico (NH_4NO_3)

- Riqueza: (N: 35%)
- Necesidad máxima de N: 148,5 kg/ha.

N aportado por el nitrato potásico y el fosfato amónico:

$$36,59 + 12,49 = 49,08 \text{ kg/ha}$$

Cantidad de nitrógeno a aportar::

$$148,5 - 49,08 = 99,41 \text{ kg N/ha}$$

$$\frac{99,41}{0,35} = 284,05 \text{ kg de } NH_4NO_3/\text{ha}$$

Este fertilizante se empezará a aplicar a partir del año 10.

8.4 Instalaciones necesarias

8.4.1 Tanques de fertilizante

Teniendo en cuenta que el nitrato potásico (KNO_3) y el fosfato monoamónico ($H_3NH_4PO_3$) son sales completamente compatibles, se utilizará un mismo tanque para ambos compuestos.

Se utilizará otro tanque exclusivamente para para aportar el nitrato amónico (NH_4NO_3). Se puede aportar junto con las dos sales anteriores en el mismo tanque, pero aunque es perfectamente soluble con el nitrato potásico, si se quiere mezclar con el fosfato monoamónico, se tiene que hacer en el momento de la aplicación. Esto no permitiría dejar preparada la mezcla de un día para otro y dificultaría la automatización del sistema, ya que un operario tendría que realizar la mezcla justo antes de cada periodo de fertirrigación.

Se ha pensado pues, que se colocará otro tanque únicamente para el nitrato amónico. Además, este tanque permite incorporar sales que se consideran necesarias conforme avance la vida del cultivo y que no son compatible con el fosfato monoamónico.

Se colocarán entonces dos tanques de riego. Los tanques se calcularán para que el sistema de fertirrigación tenga una autonomía de riego en función de las necesidades de riego y fertilización. Con esto se logrará una mayor uniformidad de la instalación de fertirriego, consiguiendo así almacenar los fertilizantes en tanques de capacidad similar, lo que influye positivamente a la hora de calcular los caudales de inyección.

- Tanque A

-Nitrato potásico (KNO_3): 281,52 kg de KNO_3 / ha

-Fosfato monoamónico ($\text{H}_3\text{NH}_4\text{PO}_3$) : 104,09 de $\text{H}_3\text{NH}_4\text{PO}_3$ / ha

-Total: 385,61 kg/ha

-Se realizarán 169 riegos de abril a octubre.

$$\frac{385,61 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \cdot 19,36}{169 \text{ fertirrigaciones}} = 44,17 \text{ kg/fertirrigación}$$

Dado que se quiere preparar solución suficiente para 15 riegos con sus correspondientes fertilizaciones:

$$44,17 \cdot 15 = 662,55 \text{ kg/preparación}$$

Con el objetivo de disminuir el riesgo de precipitados, se considera que la solubilidad de la solución madre coincide con la sal menos soluble, el nitrato potásico (257 g/l):

$$\frac{662,55 \text{ kg}}{0,257 \text{ kg/l}} = 2.578,01 \text{ litros}$$

Se recomienda no pasar del 75% del límite de solubilidad de los productos, por lo que el volumen final del tanque será:

$$\frac{2.578,01}{0,75} = 3.437,35 \text{ litros}$$

Se elige por tanto un Tanque A de 3.500 litros de capacidad.

- Tanque B

-Nitrato amónico (NH_4NO_3): 284,05 kg de NH_4NO_3 / ha

$$\frac{284,05 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \cdot 19,36 \text{ ha}}{169 \text{ fertirrigaciones}} = 32,53 \text{ kg/fertirrigación}$$

Como se quiere preparar solución para 15 riegos con sus respectivas fertilizaciones:

$$32,53 \cdot 15 = 488,09 \text{ kg/preparación}$$

Solubilidad del nitrato amónico a 15 °C: 2.400 g/l

$$\frac{488,09 \text{ kg}}{2,4 \text{ kg/l}} = 203,37 \text{ litros}$$

Se recomienda no pasar del 75% del límite de solubilidad del producto, por lo que el volumen del tanque será:

$$\frac{203,37}{0,75} = 271,16 \text{ litros}$$

Se colocará un tanque de 500 litros dadas las dimensiones de la parcela y previendo posibles aplicaciones de otros fertilizantes.

Concentraciones de fertilizantes en ambos tanques:

$$\text{Tanque A} = \frac{662,55 \text{ kg/preparación}}{3.500 \text{ litros}} = 0,189 \text{ kg/l}$$

$$\text{Tanque B} = \frac{488,09 \text{ kg/preparación}}{500} = 0,976 \text{ kg/l}$$

Dado que las necesidades varían con los años hasta alcanzar la plena producción, se hará además un seguimiento de las necesidades desde el año 3 (entrada en producción) hasta el 7, año en que ya se acercan mucho los valores a los de las necesidades en plena producción.

Tabla 8.6 Litros de fertilizantes por hectárea en función de la producción

Año	KNO ₃ + H ₃ NH ₄ PO ₃ (l)	NH ₄ NO ₃ (l)
3	294,58	23,24
4	549,98	43,39
5	1374,94	108,46
6	2749,88	216,93
7	3339,04	263,40

8.4.2 Inyectores

Para la explotación se ha escogido un inyector hidráulico. Se trata de una bomba que no produce pérdidas de carga en la tubería de agua de riego. Se instalará un inyector de 15-200 litros/hora para aportar P y K y otro de 0,6-50 litros/hora para aportar N.

A continuación se van a calcular los caudales de inyección para los diferentes meses, según el tiempo de fertirrigación. Se establece que por el sistema circule en cada riego: sólo agua durante media hora para humedecer + tiempo de fertirrigación + sólo agua durante media hora para lavado.

Como ya se ha comentado anteriormente, respecto al diseño hidráulico, se ha dividido la parcela en 4 sectores o subunidades de riego de distinta superficie y distinto número de árboles, por lo que se deberá calcular qué volumen del tanque hay que suministrar a cada una de ellas.

Dado que hay diferentes marcos de plantación y, por tanto, distinto número de árboles por hectárea en función de su marco, se va tener en cuenta el número de árboles de cada sector para poder inyectar fertilizantes de la forma más proporcional posible. La proporción se hará respecto al número total de árboles.

Sector 1 (1.815 árboles)

- Cantidad del tanque A ($\text{KNO}_3 + \text{H}_3\text{NH}_4\text{PO}_3$) por cada fertirrigación:

Son necesarios 44,17 kg de fertilizantes para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto para el Sector 1:

$$44,17 \cdot \frac{1.815}{5.923} = 13,53 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque A, que es de 0,189 kg/l, por tanto:

$$\frac{13,53 \text{ kg/fertirrigación}}{0,189} = 71,61 \text{ litros del tanque A}$$

- Cantidad del tanque B (NH_4NO_3) por cada fertirrigación:

Son necesarios 32,53 kg de fertilizante para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto, para el sector 1:

$$32,53 \cdot \frac{1.815}{5.923} = 9,96 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque B, que es de 0,976 kg/l

$$\frac{9,96 \text{ kg/fertirrigación}}{0,976 \text{ kg/l}} = 10,21 \text{ litros del tanque B}$$

Como se puede observar, el volumen a aportar de cada tanque es distinto dentro del mismo sector.

Sector 2 (1.467 árboles)

- Cantidad del tanque A ($\text{KNO}_3 + \text{H}_3\text{NH}_4\text{PO}_3$) por cada fertirrigación:

Son necesarios 44,17 kg de fertilizantes para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto para el Sector 1:

$$44,17 \cdot \frac{1.467}{5.923} = 10,93 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque A, que es de 0,189 kg/l, por tanto:

$$\frac{10,93 \text{ kg/fertirrigación}}{0,189} = 57,83 \text{ litros del tanque A}$$

- Cantidad del tanque B (NH₄NO₃) por cada fertirrigación:

Son necesarios 32,53 kg de fertilizante para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto, para el sector 1:

$$32,53 \cdot \frac{1.467}{5.923} = 8,05 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque B, que es de 0,976 kg/l

$$\frac{8,05 \text{ kg/fertirrigación}}{0,976 \text{ kg/l}} = 8,24 \text{ litros del tanque B}$$

Como se puede observar, el volumen a aportar de cada tanque es distinto dentro del mismo sector ya que los depósitos tienen capacidades diferentes.

Sector 3 (1.540 árboles)

- Cantidad del tanque A (KNO₃ + H₃NH₄PO₃) por cada fertirrigación:

Son necesarios 44,17 kg de fertilizantes para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto para el Sector 1:

$$44,17 \cdot \frac{1.540}{5.923} = 11,48 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque A, que es de 0,189 kg/l, por tanto:

$$\frac{1,48 \text{ kg/fertirrigación}}{0,189} = 60,76 \text{ litros del tanque A}$$

- Cantidad del tanque B (NH₄NO₃) por cada fertirrigación:

Son necesarios 32,53 kg de fertilizante para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto, para el sector 1:

$$32,53 \cdot \frac{1.540}{5.923} = 8,45 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque B, que es de 0,976 kg/l

$$\frac{8,45 \text{ kg/fertirrigación}}{0,976 \text{ kg/l}} = 8,65 \text{ litros del tanque B}$$

Como se puede observar, el volumen a aportar de cada tanque es distinto dentro del mismo sector ya que los depósitos tienen capacidades diferentes.

Sector 4 (1.101 árboles)

- Cantidad del tanque A ($\text{KNO}_3 + \text{H}_3\text{NH}_4\text{PO}_3$) por cada fertirrigación:

Son necesarios 44,17 kg de fertilizantes para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto para el Sector 1:

$$44,17 \cdot \frac{1.101}{5.923} = 8,21 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque A, que es de 0,189 kg/l, por tanto:

$$\frac{8,21 \text{ kg/fertirrigación}}{0,189} = 43,43 \text{ litros del tanque A}$$

- Cantidad del tanque B (NH_4NO_3) por cada fertirrigación:

Son necesarios 32,53 kg de fertilizante para fertirrigar 1 vez los 5.923 árboles, por tanto, para el sector 1:

$$32,53 \cdot \frac{1.101}{5.923} = 6,04 \text{ kg/fertirrigación}$$

También es conocida la concentración del tanque B, que es de 0,976 kg/l

$$\frac{6,04 \text{ kg/fertirrigación}}{0,976 \text{ kg/l}} = 6,18 \text{ litros del tanque B}$$

Como se puede observar, el volumen a aportar de cada tanque es distinto dentro del mismo sector ya que los depósitos tienen capacidades diferentes. Además, el caudal para uno de los inyectores variará según los meses y según el sector debido a que no se riego el mismo tiempo.

SECTOR 1:

Abril:

- Número de riegos: 10
- Tiempo de riego: 2,52 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,52-0,5-0,5= 1,52 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 71,61 l/h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{1,52 \text{ h}} = 47,11 \text{ l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{1,52 \text{ h}} = 6,71 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{1,52 \text{ h}} = 8,90 \text{ kg/h}$$

$$\frac{8,90 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,122 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{1,52 \text{ h}} = 6,55 \text{ kg/h}$$

$$\frac{6,55 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,090 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Mayo:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 1,68 horas
- Tiempo de fertirrigación= 1,68-0,5-0,5= 0,68 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 71,61 l/h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{0,68 \text{ h}} = 105,30 \text{ l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{0,68 \text{ h}} = 15,01 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{0,68 \text{ h}} = 19,89 \text{ kg/h}$$

$$\frac{19,89 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,27 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{0,68 \text{ h}} = 14,64 \text{ kg/h}$$

$$\frac{16,64 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,201 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Junio:

- Número de riegos: 30
- Tiempo de riego: 2,73 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,73-0,5-0,5= 1,73 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A:71,61 l/ h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{1,73 \text{ h}} = 41,39 \text{ l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{1,73 \text{ h}} = 5,90 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{1,73 \text{ h}} = 7,82 \text{ kg/h}$$

$$\frac{7,82 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,107 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{1,73 \text{ h}} = 5,75 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,75 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,079 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Julio:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 3,5 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,5-0,5-0,5= 2,5 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 71,61 l/h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{2,5 \text{ h}} = 28,64 \text{ l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{2,5 \text{ h}} = 4,08 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{2,5 \text{ h}} = 5,412 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,412 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,074 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{2,5 \text{ h}} = 3,984 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,984 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,054 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Agosto:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 3,15 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,15-0,5-0,5= 2,15 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 71,61 l/h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 33,30 \text{ l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 4,74 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{2,15 \text{ h}} = 6,29 \text{ kg/h}$$

$$\frac{6,29 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,086 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{2,15 \text{ h}} = 4,63 \text{ kg/h}$$
$$\frac{4,63 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,063 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Septiembre:

- Número de riegos: 30
- Tiempo de riego: 1,82 horas
- Tiempo de fertirrigación= 1,82-0,5-0,5= 0,82 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 71,61 l/h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{0,82 \text{ h}} = 87,32 \text{ l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{0,82 \text{ h}} = 12,45 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{0,82 \text{ h}} = 16,5 \text{ kg/h}$$
$$\frac{16,5 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,227 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{0,82 \text{ h}} = 12,14 \text{ kg/h}$$

$$\frac{12,14 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000\text{g}}{\text{kg}} = 0,167\text{g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Octubre:

- Número de riegos: 5
- Tiempo de riego: 2,94 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,94-0,5-0,5= 1,94 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 71,61 l/h

$$\frac{71,61 \text{ l/depósito}}{1,94\text{h}} = 36,91\text{l/h}$$

Tanque B: 10,21 l/h

$$\frac{10,21 \text{ l/depósito}}{1,94 \text{ h}} = 10,86\text{l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 1: 72.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{13,53 \text{ kg}}{1,94 \text{ h}} = 6,97 \text{ kg/h}$$

$$\frac{6,97 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot 1000\text{g/kg} = 0,096\text{g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{9,96 \text{ kg}}{1,94 \text{ h}} = 5,13 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,13 \text{ kg/h}}{72.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000\text{g}}{\text{kg}} = 0,070\text{g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

SECTOR 2:

Abril:

- Número de riegos: 10
- Tiempo de riego: 3,15 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,15-0,5-0,5= 2,15 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 26,89 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 3,83 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{2,15 \text{ h}} = 5,083 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,083 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,085 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{2,15 \text{ h}} = 3,744 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,744 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,063 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Mayo:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 2,1 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,1-0,5-0,5= 1,1 h.

- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{1,1 \text{ h}} = 52,572 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{1,1 \text{ h}} = 7,490 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{1,1 \text{ h}} = 9,936 \text{ kg/h}$$

$$\frac{9,936 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,169 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{1,1 \text{ h}} = 7,318 \text{ kg/h}$$

$$\frac{7,318 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,124 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Junio:

- Número de riegos: 30
- Tiempo de riego: 3,41 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,41-0,5-0,5= 2,41 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{2,41 \text{ h}} = 23,99 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{2,41 \text{ h}} = 3,419 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{2,41 \text{ h}} = 4,535 \text{ kg/h}$$

$$\frac{4,535 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,077 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{2,41 \text{ h}} = 3,340 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,340 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,056 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Julio:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 4,38 horas
- Tiempo de fertirrigación= 4,38-0,5-0,5= 3,38 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{3,38 \text{ h}} = 17,10 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{3,38 \text{ h}} = 2,43 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h

- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{3,38 \text{ h}} = 3,23 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,23 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,055 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{3,38 \text{ h}} = 2,381 \text{ kg/h}$$

$$\frac{2,381 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,040 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Agosto:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 3,94 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,94-0,5-0,5= 2,94 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{2,94 \text{ h}} = 19,67 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{2,94 \text{ h}} = 2,80 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{2,94 \text{ h}} = 3,717 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,717 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,063 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{2,94 \text{ h}} = 2,738 \text{ kg/h}$$

$$\frac{2,738 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,046 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Septiembre:

- Número de riegos: 30
- Tiempo de riego: 2,28 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,28-0,5-0,5= 1,28 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{1,28 \text{ h}} = 45,17 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{1,28 \text{ h}} = 6,43 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{1,28 \text{ h}} = 8,53 \text{ kg/h}$$

$$\frac{8,53 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,145 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{1,28 \text{ h}} = 6,28 \text{ kg/h}$$

$$\frac{2,381 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000\text{g}}{\text{kg}} = 0,107 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Octubre:

- Número de riegos: 6
- Tiempo de riego: 3,06 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,06-0,5-0,5= 2,06 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 57,83 l/h

$$\frac{57,83 \text{ l/depósito}}{2,06 \text{ h}} = 28,07 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,24 l/h

$$\frac{8,24 \text{ l/depósito}}{2,06 \text{ h}} = 4 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 2: 58.680 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{10,93 \text{ kg}}{2,06 \text{ h}} = 5,30 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,30 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot 1000\text{g/kg} = 0,09\text{g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,05 \text{ kg}}{2,06 \text{ h}} = 3,90 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,90 \text{ kg/h}}{58.680 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000\text{g}}{\text{kg}} = 0,066 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

SECTOR 3:

Abril:

- Número de riegos: 10
- Tiempo de riego: 3,15 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,15-0,5-0,5= 2,15 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,76 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 28,26 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 4,023 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{2,15 \text{ h}} = 5,33 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,33 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,086 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{2,15 \text{ h}} = 3,93 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,93 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,063 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Mayo:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 2,1 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,1-0,5-0,5= 1,1 h.

- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,76 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{1,1 \text{ h}} = 55,23 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{1,1 \text{ h}} = 7,863 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1 g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{1,1 \text{ h}} = 10,436 \text{ kg/h}$$

$$\frac{10,436 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,169 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{1,1 \text{ h}} = 7,68 \text{ kg/h}$$

$$\frac{7,68 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,124 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Junio:

- Número de riegos: 30
- Tiempo de riego: 3,41 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,41-0,5-0,5= 2,41 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,76 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{2,41 \text{ h}} = 25,21 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{2,41 \text{ h}} = 3,589 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{2,41 \text{ h}} = 4,763 \text{ kg/h}$$

$$\frac{4,763 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,077 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{2,41 \text{ h}} = 3,506 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,506 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,056 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Julio:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 4,38 horas
- Tiempo de fertirrigación= 4,38-0,5-0,5= 3,38 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,76 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{3,38 \text{ h}} = 17,97 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{3,38 \text{ h}} = 2,55 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h

- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{3,38 \text{ h}} = 3,396 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,396 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,055 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{3,38 \text{ h}} = 2,5 \text{ kg/h}$$

$$\frac{2,5 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,040 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Agosto:

- Número de riegos: 31
- Tiempo de riego: 3,94 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,94-0,5-0,5= 2,94 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,763 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{2,94 \text{ h}} = 20,66 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{2,94 \text{ h}} = 2,94 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{2,94 \text{ h}} = 3,904 \text{ kg/h}$$

$$\frac{3,904 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,063 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{2,94 \text{ h}} = 2,874 \text{ kg/h}$$

$$\frac{2,874 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,046 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Septiembre:

- Número de riegos: 30
- Tiempo de riego: 2,28 horas
- Tiempo de fertirrigación= 2,28-0,5-0,5= 1,28 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,76 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{1,28 \text{ h}} = 47,46 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{1,28 \text{ h}} = 6,75 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{1,28 \text{ h}} = 8,96 \text{ kg/h}$$

$$\frac{8,96 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,145 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{1,28 \text{ h}} = 6,60 \text{ kg/h}$$

$$\frac{6,60 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,107 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Octubre:

- Número de riegos: 6
- Tiempo de riego: 3,06 horas
- Tiempo de fertirrigación= 3,06-0,5-0,5= 2,06 h.
- El caudal de inyección será distinto para cada uno de los tanques:

Tanque A: 60,76 l/h

$$\frac{60,76 \text{ l/depósito}}{2,06 \text{ h}} = 29,49 \text{ l/h}$$

Tanque B: 8,65 l/h

$$\frac{8,65 \text{ l/depósito}}{2,06 \text{ h}} = 4,199 \text{ l/h}$$

Hay que comprobar que la concentración de sales a la salida de los emisores no es superior a 1g/l

- Caudal sector 3: 61.600 l/h
- Fertilización de P y K:

$$\frac{11,48 \text{ kg}}{2,06 \text{ h}} = 5,57 \text{ kg/h}$$

$$\frac{5,57 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,090 \text{ g/l}$$

- Fertilización de N:

$$\frac{8,45 \text{ kg}}{2,06 \text{ h}} = 4,10 \text{ kg/h}$$

$$\frac{4,10 \text{ kg/h}}{61.600 \text{ l/h}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{\text{kg}} = 0,066 \text{ g/l}$$

La concentración de sales está en niveles correctos.

Claramente el sector 4 llevará las mismas concentraciones que los sectores 2 y 3 en sus respectivos meses. No obstante, el sector 4 tiene otro caudal de inyectores en cada uno de sus meses:

SECTOR 4:

Abril

Tanque A:43,43 l/ h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 20,02/h$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{2,15 \text{ h}} = 2,87l/h$$

Mayo

Tanque A:43,43 l/ h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{1,1 \text{ h}} = 39,48l/h$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{1,1 \text{ h}} = 5,61l/h$$

Junio

Tanque A:43,43 l/ h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{2,41 \text{ h}} = 18,02l/h$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{2,41 \text{ h}} = 2,56l/h$$

Julio

Tanque A:43,43 l/ h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{3,38 \text{ h}} = 12,84 \text{ l/h}$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{3,38 \text{ h}} = 1,82 \text{ l/h}$$

Agosto

Tanque A: 43,43 l/h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{2,94 \text{ h}} = 14,77 \text{ l/h}$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{2,94 \text{ h}} = 2,10 \text{ l/h}$$

Septiembre

Tanque A: 43,43 l/h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{1,28 \text{ h}} = 33,92 \text{ l/h}$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{1,28 \text{ h}} = 4,82 \text{ l/h}$$

Octubre

Tanque A: 43,43 l/h

$$\frac{43,43 \text{ l/depósito}}{2,06 \text{ h}} = 21,08 \text{ l/h}$$

Tanque B: 6,18 l/h

$$\frac{6,18 \text{ l/depósito}}{2,06 \text{ h}} = 3 \text{ l/h}$$

9. RESUMEN DE FERTIRRIGACIÓN

Tabla 9.1 Fertirrigación para año 10 y posteriores (plena producción)

Mes	q inyección (l/h)	Tiempo fertirrigación	Tiempo riego	Número de riegos
Año 10 y posteriores (plena producción)				
Sector 1				
abril	47,11	1,52	2,52	10
	6,71			
mayo	105,3	0,68	1,68	31
	15,01			
junio	41,39	1,73	2,73	30
	5,9			
julio	28,64	2,5	3,5	31
	4,08			
agosto	33,3	2,15	3,15	31
	4,74			
septiembre	87,32	0,82	1,82	30
	12,45			
octubre	36,91	1,94	2,94	5
	10,86			
Sector 2				
abril	26,89	2,15	3,15	10
	3,83			
mayo	52,72	1,1	2,1	31
	7,49			
junio	23,99	2,41	3,41	30
	3,41			
julio	17,1	3,38	4,38	31
	2,43			
agosto	19,67	2,94	3,94	31
	2,8			
septiembre	45,17	1,28	2,28	30
	6,43			
octubre	28,07	2,06	3,06	6
	4			
Sector 3				
abril	28,26	2,15	3,15	10
	4,02			
mayo	55,23	1,1	2,1	31
	7,86			
junio	25,21	2,41	3,41	30
	3,589			

Anejo de fertilización y enmiendas

julio	17,97	3,38	4,38	31
	2,55			
agosto	20,66	2,94	3,94	31
	2,94			
septiembre	47,46	1,28	2,28	30
	6,75			
octubre	29,49	2,06	3,06	6
	4,19			
Sector 4				
abril	20,02	2,15	3,15	10
	2,87			
mayo	39,48	1,1	2,1	31
	5,61			
junio	18,02	2,41	3,41	30
	2,56			
julio	12,84	3,38	4,38	31
	1,82			
agosto	14,77	2,94	3,94	31
	2,1			
septiembre	33,92	1,28	2,28	30
	4,82			
octubre	21,08	2,06	3,06	6
	3			

Tabla 9.2 Fertirrigación para año 3 (8,57% de producción)

Mes	q inyección (l/h)	Tiempo fertirrigación	Tiempo riego	Número de riegos
Año 3 (8,57% producción)				
Sector 1				
abril	4,04	1,52	2,52	10
	0,58			
mayo	9,02	0,68	1,68	31
	1,29			
junio	3,55	1,73	2,73	30
	0,51			
julio	2,45	2,5	3,5	31
	0,35			
agosto	2,85	2,15	3,15	31
	0,41			
septiembre	7,48	0,82	1,82	30
	1,07			
octubre	3,16	1,94	2,94	5
	0,93			
Sector 2				
abril	2,30	2,15	3,15	10
	0,33			
mayo	4,52	1,1	2,1	31
	0,64			
junio	2,06	2,41	3,41	30
	0,29			
julio	1,47	3,38	4,38	31
	0,21			
agosto	1,69	2,94	3,94	31
	0,24			
septiembre	3,87	1,28	2,28	30
	0,55			
octubre	2,41	2,06	3,06	6
	0,34			
Sector 3				
abril	2,42	2,15	3,15	10
	0,34			
mayo	4,73	1,1	2,1	31
	0,67			
junio	2,16	2,41	3,41	30
	0,31			
julio	1,54	3,38	4,38	31
	0,22			

Anejo de fertilización y enmiendas

agosto	1,77	2,94	3,94	31
	0,25			
septiembre	4,07	1,28	2,28	30
	0,58			
octubre	2,53	2,06	3,06	6
	0,36			
Sector 4				
abril	1,72	2,15	3,15	10
	0,25			
mayo	3,38	1,1	2,1	31
	0,48			
junio	1,54	2,41	3,41	30
	0,22			
julio	1,10	3,38	4,38	31
	0,16			
agosto	1,27	2,94	3,94	31
	0,18			
septiembre	2,91	1,28	2,28	30
	0,41			
octubre	1,81	2,06	3,06	6
	0,26			

Tabla 9.3 Fertirrigación para año 4 (16% de producción)

Mes	q inyección (l/h)	Tiempo fertirrigación	Tiempo riego	Número de riegos
Año 4 (16% producción)				
Sector 1				
abril	7,54	1,52	2,52	10
	1,07			
mayo	16,85	0,68	1,68	31
	2,40			
junio	6,62	1,73	2,73	30
	0,94			
julio	4,58	2,5	3,5	31
	0,65			
agosto	5,33	2,15	3,15	31
	0,76			
septiembre	13,97	0,82	1,82	30
	1,99			
octubre	5,91	1,94	2,94	5
	1,74			
Sector 2				
abril	4,30	2,15	3,15	10
	0,61			
mayo	8,44	1,1	2,1	31
	1,20			
junio	3,84	2,41	3,41	30
	0,55			
julio	2,74	3,38	4,38	31
	0,39			
agosto	3,15	2,94	3,94	31
	0,45			
septiembre	7,23	1,28	2,28	30
	1,03			
octubre	4,49	2,06	3,06	6
	0,64			
Sector 3				
abril	4,52	2,15	3,15	10
	0,64			
mayo	8,84	1,1	2,1	31
	1,26			
junio	4,03	2,41	3,41	30
	0,57			
julio	2,88	3,38	4,38	31
	0,41			

Anejo de fertilización y enmiendas

agosto	3,31	2,94	3,94	31
	0,47			
septiembre	7,59	1,28	2,28	30
	1,08			
octubre	4,72	2,06	3,06	6
	0,67			
Sector 4				
abril	3,20	2,15	3,15	10
	0,46			
mayo	6,32	1,1	2,1	31
	0,90			
junio	2,88	2,41	3,41	30
	0,41			
julio	2,05	3,38	4,38	31
	0,29			
agosto	2,36	2,94	3,94	31
	0,34			
septiembre	5,43	1,28	2,28	30
	0,77			
octubre	3,37	2,06	3,06	6
	0,48			

Tabla 9.4 Fertirrigación para año 5 (40% de producción)

Mes	q inyección (l/h)	Tiempo fertirrigación	Tiempo riego	Número de riegos
Año 5 (40% producción)				
Sector 1				
abril	18,84	1,52	2,52	10
	2,68			
mayo	42,12	0,68	1,68	31
	6,00			
junio	16,56	1,73	2,73	30
	2,36			
julio	11,46	2,5	3,5	31
	1,63			
agosto	13,32	2,15	3,15	31
	1,90			
septiembre	34,93	0,82	1,82	30
	4,98			
octubre	14,76	1,94	2,94	5
	4,34			
Sector 2				
abril	10,76	2,15	3,15	10
	1,53			
mayo	21,09	1,1	2,1	31
	3,00			
junio	9,60	2,41	3,41	30
	1,36			
julio	6,84	3,38	4,38	31
	0,97			
agosto	7,87	2,94	3,94	31
	1,12			
septiembre	18,07	1,28	2,28	30
	2,57			
octubre	11,23	2,06	3,06	6
	1,60			
Sector 3				
abril	11,30	2,15	3,15	10
	1,61			
mayo	22,09	1,1	2,1	31
	3,14			
junio	10,08	2,41	3,41	30
	1,44			
julio	7,19	3,38	4,38	31
	1,02			

Anejo de fertilización y enmiendas

agosto	8,26	2,94	3,94	31
	1,18			
septiembre	18,98	1,28	2,28	30
	2,70			
octubre	11,80	2,06	3,06	6
	1,68			
Sector 4				
abril	8,01	2,15	3,15	10
	1,15			
mayo	15,79	1,1	2,1	31
	2,24			
junio	7,21	2,41	3,41	30
	1,02			
julio	5,14	3,38	4,38	31
	0,73			
agosto	5,91	2,94	3,94	31
	0,84			
septiembre	13,57	1,28	2,28	30
	1,93			
octubre	8,43	2,06	3,06	6
	1,20			

Tabla 9.5 Fertirrigación para año 6 (80% de producción)

Mes	q inyección (l/h)	Tiempo fertirrigación	Tiempo riego	Número de riegos
Año 6 (80% producción)				
Sector 1				
abril	37,69	1,52	2,52	10
	5,37			
mayo	84,24	0,68	1,68	31
	12,01			
junio	33,11	1,73	2,73	30
	4,72			
julio	22,91	2,5	3,5	31
	3,26			
agosto	26,64	2,15	3,15	31
	3,79			
septiembre	69,86	0,82	1,82	30
	9,96			
octubre	29,53	1,94	2,94	5
	8,69			
Sector 2				
abril	21,51	2,15	3,15	10
	3,06			
mayo	42,18	1,1	2,1	31
	5,99			
junio	19,19	2,41	3,41	30
	2,73			
julio	13,68	3,38	4,38	31
	1,94			
agosto	15,74	2,94	3,94	31
	2,24			
septiembre	36,14	1,28	2,28	30
	5,14			
octubre	22,46	2,06	3,06	6
	3,20			
Sector 3				
abril	22,61	2,15	3,15	10
	3,22			
mayo	44,18	1,1	2,1	31
	6,29			
junio	20,17	2,41	3,41	30
	2,87			
julio	14,38	3,38	4,38	31
	2,04			

Anejo de fertilización y enmiendas

agosto	16,53	2,94	3,94	31
	2,35			
septiembre	37,97	1,28	2,28	30
	5,40			
octubre	23,59	2,06	3,06	6
	3,35			
Sector 4				
abril	16,02	2,15	3,15	10
	2,30			
mayo	31,58	1,1	2,1	31
	4,49			
junio	14,42	2,41	3,41	30
	2,05			
julio	10,27	3,38	4,38	31
	1,46			
agosto	11,82	2,94	3,94	31
	1,68			
septiembre	27,14	1,28	2,28	30
	3,86			
octubre	16,86	2,06	3,06	6
	2,40			

Tabla 9.6 Fertirrigación para año 7 (97,14% de producción)

Mes	q inyección (l/h)	Tiempo fertirrigación	Tiempo riego	Número de riegos
Año 7 (97,14% producción)				
Sector 1				
abril	45,76	1,52	2,52	10
	6,52			
mayo	102,29	0,68	1,68	31
	14,58			
junio	40,21	1,73	2,73	30
	5,73			
julio	27,82	2,5	3,5	31
	3,96			
agosto	32,35	2,15	3,15	31
	4,60			
septiembre	84,82	0,82	1,82	30
	12,09			
octubre	35,85	1,94	2,94	5
	10,55			
Sector 2				
abril	26,12	2,15	3,15	10
	3,72			
mayo	51,21	1,1	2,1	31
	7,28			
junio	23,30	2,41	3,41	30
	3,31			
julio	16,61	3,38	4,38	31
	2,36			
agosto	19,11	2,94	3,94	31
	2,72			
septiembre	43,88	1,28	2,28	30
	6,25			
octubre	27,27	2,06	3,06	6
	3,89			
Sector 3				
abril	27,45	2,15	3,15	10
	3,91			
mayo	53,65	1,1	2,1	31
	7,64			
junio	24,49	2,41	3,41	30
	3,49			
julio	17,46	3,38	4,38	31
	2,48			

Anejo de fertilización y enmiendas

agosto	20,07	2,94	3,94	31
	2,86			
septiembre	46,10	1,28	2,28	30
	6,56			
octubre	28,65	2,06	3,06	6
	4,07			
Sector 4				
abril	19,45	2,15	3,15	10
	2,79			
mayo	38,35	1,1	2,1	31
	5,45			
junio	17,50	2,41	3,41	30
	2,49			
julio	12,47	3,38	4,38	31
	1,77			
agosto	14,35	2,94	3,94	31
	2,04			
septiembre	32,95	1,28	2,28	30
	4,68			
octubre	20,48	2,06	3,06	6
	2,91			

Habrán años, sobre todo los primeros, en los que el caudal es tan pequeño que habrá que considerar si realmente merece la pena realizar fertirrigación. Como ya se ha comentado, la **fertirrigación de K no debería realizarse hasta el año 10 y de P hasta el año 6.**

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PREPARACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN	2
2.1	Preparación del suelo	2
2.2	Edad de la plantación	4
2.3	Poda.....	4
2.4	Riegos.....	4
3.	VALOR NUTRICIONAL Y COMPONENTES DE LAS NUECES	4
4.	FRUCTIFICACIÓN Y MADURACIÓN DE LAS NUECES	7
5.	MÉTODO DE RECOLECCIÓN	8
6.	NORMAS DE CALIDAD PARA NUEZ DESTINADA A MERCADO	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Composición analítica de nueces europeas (100 g)	5
Tabla 3.2	Composición analítica de nueces americanas (100 g)	6
Tabla 4.1	Crecimiento y desarrollo del fruto	7

1. INTRODUCCIÓN

La recolección de la nuez se realiza recogiendo los frutos del suelo, a diferencia de otras especies frutales más selectas en que se recogen en el árbol.

La caída de los frutos se puede producir de tres formas:

- Espontánea: se espera a que se produzca la abscisión natural del fruto. Es el sistema utilizado para árboles aislados o plantaciones muy primitivas.
- Vareo o derribo manual: es el sistema más utilizado en pequeñas explotaciones. En esta modalidad se pueden utilizar plataformas de transporte para el vareo de árboles grandes. Los operarios realizan el vareo desde estas plataformas. Sin embargo, este sistema se utiliza principalmente en árboles jóvenes o en plantaciones muy pequeñas sin necesidad de plataformas de apoyo. En lugar de varas, que dañan sensiblemente los órganos vegetativos, se utilizan mazos de goma para el golpeo de las ramas.
- Derribo mecánico: es el sistema utilizado en plantaciones intensivas, donde se provoca la caída de los frutos por medio de vibradores que según el tamaño de los árboles serán de inercia (agarre al tronco y utilizable en árboles no muy grandes) o de siega (agarre a las ramas y utilizable en árboles más grandes). La lentitud de estos últimos vibradores por la necesidad de enganche manual les quita posibilidades de uso. De forma alternativa se utilizan vibradores telescópicos que son enormemente versátiles, lo que les permite el acceso tanto a ramas como a troncos. Su gran inconveniente en la actualidad es el elevado precio.

El vibrado mecánico se utiliza de forma mayoritaria en plantaciones modernas de nogal, bien sea con equipos en propiedad o alquiler.

Los frutos pueden caer directamente en el suelo o en toldos, al estilo del olivar y del almendro.

En cualquier caso no es conveniente que la nuez esté mucho tiempo en el suelo, sobre todo si hay humedad, ya que puede provocar el ennegrecimiento de la cáscara, o si las temperaturas son muy elevadas (+30°C), lo que provocará el ennegrecimiento prematuro del grano. Esta pérdida de calidad es particularmente importante en las 9 primeras horas de caída del fruto (Olson et al., 1998). Estos procesos degenerativos no se producen de forma tan rápida en el árbol.

Por lo general, cuanto antes se recoja la nuez del suelo, mejor. No se debe permitir que permanezca en el suelo más de dos o tres días. Por ello, no es recomendable el sistema de caída natural. Se debe proceder al forzado de la caída y aún así no caerá la totalidad de la cosecha, lo que obligará a la realización de sucesivos pases de recolección si se desean frutos de la máxima calidad.

La permanencia de la nuez en el suelo durante mucho tiempo favorece (Prunet, 1986):

- El desarrollo de mohos sobre la cáscara y en el interior de la nuez.
- El oscurecimiento de la cáscara y el grano.
- La separación de las valvas en ciertas variedades con la cáscara mal soldada.

En los sistemas manuales, se admite un rendimiento medio por operario de 100kg de nuez recogida por jornal, donde quedarían englobadas las operaciones de derribo, recogida, mondado y encajado.

La mejor opción para agrupar el fruto recogido es el encajado utilizando recipientes de madera o de plástico bien aireadas, prefiriendo esta opción al ensacado.

2. PREPARACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN

Sea cual sea el sistema de recolección, se deben considerar los siguientes aspectos generales, aunque algunas indicaciones sólo son de aplicación a los sistemas mecánicos:

2.1 Preparación del suelo

En el momento de la recolección, el suelo debe estar compacto y exento de malas hierbas. Su presencia haría más lento el movimiento de los equipos de recolección e imposibilitaría la recogida de parte de los frutos.

Es particularmente importante la eliminación de las malas hierbas en verano, para asegurar que la recolección se realice en un suelo compacto y libre de obstáculos. Para ello existen tres sistemas:

- Siega: es el sistema menos adecuado en esta época, puesto que sería necesario poner las cuchillas de la segadora a ras de suelo.
- Fuego: se ha eliminado la vegetación espontánea del suelo utilizando equipos especiales que aplican llamas procedentes de la quema de butano. Con el encarecimiento de este combustible se está utilizando propano. Es un sistema de gran eficacia y que no genera ningún problema de residuos en el huerto. Junto con el anterior, es un sistema adecuado para explotaciones ecológicas.
- Herbicidas de contacto, translocación y preemergencia: con los nuevos métodos de aplicación se utilizan cantidades mínimas de herbicidas utilizados a bajo volumen. Una variante de este sistema es aplicar el herbicida por medio del agua de riego. Este sistema recibe el nombre de quimigación o herbigación.

En el presente proyecto se opta por la primera técnica, a pesar de no ser la más habitual en España. En el caso de que el viento haga caer al suelo parte (aunque pequeña) de la producción, o incluso al realizar la recolección mecánica, haya nueces que caigan fuera del paraguas, se recogerá ese fruto manualmente con las “esferas”

para no pisar la cosecha, previa recolección mecánica. Tras ésta, se repasará también la parcela con dichas herramientas. De ahí la importancia de que el terreno haya sido segado previamente.



Recolección manual con “esferas”



2.2 Edad de la plantación

Un nogal puede proporcionar producto comercial a partir del cuarto año. Se tendrá que valorar si es conveniente vibrar el árbol mecánicamente en la primera cosecha, o si esta operación puede causar daños al joven arbolado.

Según la experiencia de agricultores de la zona, teniendo los cuidados oportunos, se puede mecanizar la recolección de la cosecha, que, en este caso, debido a las características de la explotación, comienza en el año 3.

2.3 Poda

En el momento de la poda y siempre que sea posible, se debe considerar el hecho de que, a mayor verticalidad del árbol, hay una mayor eficacia en el vibrado mecánico y menores daños en esta operación.

Por el tipo de formación, eje libre, y por las variedades utilizadas, Chandler y Howard, no habrá problema en este aspecto.

2.4 Riegos

Como mínimo deben transcurrir 2 semanas entre el último riego y la recolección al objeto de que los daños en la corteza por el vibrado sean mínimos. Si el riego es con bajo volumen, como es el caso, este intervalo se puede acortar. A medida que la humedad del suelo es menor, la corteza se junta más y es menos propensa a sufrir daños al realizarse el enganche del vibrador. Además, según va avanzando el año, la corteza se adhiere más al tronco. Si se realiza una recolección temprana, que no es el caso, se debe tener un cuidado adicional para evitar daños en la corteza.

El último riego favorece la dehiscencia del fruto y evita la caída prematura de hojas, por lo que es muy importante realizarlo.

3. VALOR NUTRICIONAL Y COMPONENTES DE LAS NUECES

Las características organolépticas de la nuez son muy bien aceptadas por el consumidor europeo, aunque se le atribuye un exceso de grasa en su composición, lo cual puede frenar su consumo por razones dietéticas.

Sin embargo, de conformidad con las investigaciones de la doctora Josette Alary de la Facultad de Farmacia de Grenoble (1996), el consumo de nuez puede reportar efectos beneficiosos sobre la salud.

Su contenido en lípidos es muy alto, en torno al 65%, aunque el principal componente de la fracción lipídica es el ácido linoleico, que por ser poliinsaturado, proporciona beneficios cardiovasculares notables: es bajo en colesterol y tiene propiedades antiarterioescleróticas.

La nuez tiene un alto porcentaje de ácidos insaturados en comparación con otros frutos secos.

En la composición de la nuez, un 13% son proteínas fácilmente digestibles. Hay un 8% de fibras, muy interesante para el buen funcionamiento intestinal.

La nuez contiene vitamina B, minerales y oligoelementos tales como el hierro, cinc, selenio, calcio, potasio y magnesio.

Además, la nuez tiene un gran poder antioxidante.

Tabla 3.1 Composición analítica de nueces europeas (100 g)

1. Composición y valor energético										
Agua g	Proteína G	Grasa g	Carbohidratos g	Fibra g	Minerales g	Energía				
						Kcal.	KJ			
6	13	63	7	6	2	660	2.763			
2. Composición de los ácidos grasos										
Palmítico C16:0	Esteárico C18:0	Arácido C20:0	Palmitoleico C16:1	Oleico C18:1	Linoleico C18:2	Linolénico C18:3				
4,40	1,30	0,42	0,20	9,60	34,10	6,80				
3. Composición vitamínica (mg)										
Caroteno	Tocoferol	Vitam. B1	Vitam. B2	Nicotinamida	Vitam. B6	Acido fólico				
48	46	0,34	0,12	1,0	0,87	77				
4. Contenido en minerales										
Na	K	Ca	Fe	P	Zn					
2	544	87	2	409	3					
5. Aminoácidos esenciales										
His	Iso	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Thr	Trp	Val
0,36	0,67	1,44	0,44	0,22	0,25	0,66	0,64	0,54	0,17	0,77

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición de Roma

Tabla 3.2 Composición analítica de nueces americanas (100 g)

Valor energético	630	Kcal
Composición		
Proteínas	14,10	g
Lípidos totales (grasa)	68,00	g
Carbohidratos totales	3,20	g
Fibra	9,70	g
Cenizas	1,80	g
Agua	3,20	g
Minerales		
Ca	89,00	mg
Cu	1,30	mg
Fe	2,40	mg
Mg	113,00	mg
Mn	2,10	mg
P	348,00	mg
K	391,00	mg
Na	10,00	mg
Zn	2,90	mg
Vitaminas		
Acido ascórbico	0,88	mg
Tiamina	0,30	mg
Riboflavina	0,10	mg
Niacina	0,82	mg
Acido pantoténico	0,45	mg
Vitamina B-6	0,44	mg
Folacina	56,00	mg
Vitamina A	146,00	IU (Unidad Internacional)

Fuente: Walnut Marketing Board

4. FRUCTIFICACIÓN Y MADURACIÓN DE LAS NUECES

Para el desarrollo completo del fruto, es decir, para que la flor fecundada llegue a la maduración, tienen que transcurrir entre 135 y 160 días desde el momento de la polinización (Germain, 1992). Las variedades de floración temprana maduran antes que las de floración tardía, siendo el periodo de maduración de 145 días (Rovira, 1999).

Una vez realizada la fecundación, se produce el cuajado o crecimiento y desarrollo del fruto, proceso del que se pueden distinguir las siguientes fases:

Tabla 4.1 Crecimiento y desarrollo del fruto

Fase	Duración (semanas)
Fecundación	1
Crecimiento rápido del fruto	8
Endurecimiento del hueso	7
Maduración	4-7

La recolección del nogal se debe realizar en el momento en que la parte comestible ha llegado a la madurez. La madurez del grano o madurez fisiológica, llega justo en el momento en que el tabique interno separa las dos mitades, cambia a color marrón (Olson et al., 1998). Además, se debe exigir que la envoltura exterior, el ruezno o pericarpio, haya adquirido la dehiscencia al objeto de que el fruto comercial (cáscara y grano) se pueda extraer sin dificultad.

Un problema importante relacionado con la maduración es que no es simultánea en todos los frutos, sino escalonada., lo que dificulta la recolección. La falta de uniformidad provoca que frecuentemente deban realizarse dos pasadas de recolección. En la primera se puede recoger cerca del 80% de la cosecha, y la segunda se hará o no, en función de la abundancia de la cosecha pendiente.

Desde el punto de vista económico, se considera que el momento óptimo de recolección es aquel en que el 80% de los frutos pueden caer con el vibrado y en que el 95% de ellos pueden despellejarse. Si se recolecta un porcentaje mayor, la calidad del fruto puede estar muy mermada. Como ya se ha dicho, se debe valorar si se considera rentable la realización de un segundo pase para recoger la cosecha pendiente.

La madurez no se alcanza al mismo tiempo en todas las variedades de nogal, por lo que se pueden distinguir tres grupos por su época de maduración. En condiciones mediterráneas, las épocas de maduración aproximadas serán:

- Maduración temprana: maduración fisiológica a finales de septiembre (variedades Amigo, Chico, Payne y Serr)
- **Maduración media: maduración a principios de octubre (variedades Chandler, Hartley, Howard, Tehama y Tulare).**

- Maduración tardía: maduración entre mediados y finales de octubre (muchas de las principales variedades francesas: Franquette, Parisienne y Fernor).

Respecto a la producción, como ya se ha hablado anteriormente, será alrededor de 5.000 kg de nuez por hectárea, es decir, en torno a los 17,5 kg por árbol, aunque en buenos años la producción puede ser mucho mayor. Por la zona de Badajoz los ingenieros aseguran una producción de 7.000 kg/ha en años buenos.

5. MÉTODO DE RECOLECCIÓN

Se debe considerar que la recolección puede generar en plantaciones tradicionales cerca del 50% de los gastos directos del cultivo. Si se realiza la recolección mecanizada parcial (sólo vibrado), los gastos pueden reducirse al 27%. En recolección mecanizada integral, sólo llegan al 5% de los gastos fijos (Ninot, 1999). Por tanto, la racionalización de estas técnicas de cultivo y su abaratamiento mediante la mecanización puede ser de gran interés en aquellas explotaciones que permitan absorber los costes de adquisición de maquinaria.

En España la producción se recoge mecánicamente en todas las grandes explotaciones. Según Aletá, 1999, a partir de 15 hectáreas se pueden rentabilizar las inversiones para la mecanización de la recolección.

En este caso se va a utilizar un vibrador multidireccional Topavi. Concretamente de tenaza de doble rotación.

Las nueces se recogen en paraguas y se repasa con cuadrilla las que caen fuera tal y como se ha indicado anteriormente. Igualmente, si el viento ha tirado fruta al suelo, se entra previamente con la cuadrilla y las "esferas".

Se calcula que el vibrador puede sacudir entre 60 y 80 árboles por hora. Los agricultores de la zona están recogiendo una media de 60 árboles por hora por lo que será éste valor el que se estime.

6. NORMAS DE CALIDAD PARA NUEZ DESTINADA A MERCADO

Actualmente no hay una normativa específica respecto a la comercialización de nuez. Anteriormente existía el Reglamento (CE) nº 175/2001 de la Comisión, de 26 de enero de 2001, por el que se establecían las normas de comercialización de las nueces comunes con cáscara, pero fue derogado por el Reglamento 1221/2008, de 5 de diciembre (Ref. DOUE-L-2008-82484).

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ENFERMEDADES	2
2.1	Enfermedades causadas por bacterias	2
2.1.1	Bacteriosis, necrosis o mal seco (<i>Xanthomonas juglandis</i>).....	2
2.2	Enfermedades causadas por hongos	4
2.2.1	Antracnosis (<i>Gnomonia leptostyla</i>).....	4
2.2.2	Tinta del nogal (<i>Phytophthora cinnamomi</i>).....	6
2.2.3	Armillaria (<i>Armillaria mellea</i>).....	7
2.3	Enfermedades causadas por virus	10
2.3.1	Línea negra del nogal (Cherry Leaf Roll Virus o CLRV)	10
3.	PLAGAS	11
3.1	Carpocapsa (<i>Cydia pomonella</i>).....	11
3.2	Zeuzera (<i>Zeuzera pyrina</i>)	14
3.3	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	16
4.	ESTRATEGIA DE CONTROL INTEGRADA	19

1. INTRODUCCIÓN

Para un buen estado de resistencia a enfermedades y plagas es fundamental que el nogal goce de un estado óptimo. Todos los árboles tienen fases en que se estresan, unos tienen esas fases más largas y otros más cortas que les requieren altos niveles de energía, lo cual debilita su condición. Las variedades implantadas en la explotación son de altas productividades por lo que atraviesan una fase especialmente estresante que dura unos dos o tres meses al año.

Por otro lado, los daños que se puedan producir en el cultivo pueden resultar muy importantes ya que no sólo puede peligrar la cosecha de ese año sino también la de temporadas posteriores. Y no sólo eso, también pueden hacer peligrar la viabilidad de los propios árboles.

Las plagas y enfermedades de los árboles no sólo dependen del peligro que representan en sí mismas, sino que influye mucho la climatología, sobre todo la pluviometría, la temperatura y la humedad relativa. Igualmente también influye la variedad del árbol, que determinará muchas veces la sensibilidad a una plaga o enfermedad.

La protección del cultivo deberá cumplir con las recomendaciones de la Producción Integrada. Sólo cuando los niveles de población de las plagas superen los umbrales de intervención y/o cuando la estimación del riesgo lo indique en el caso de las enfermedades, se aplicarán medidas directas para su control, dando prioridad a los métodos biológicos, biotécnicos, culturales, genéticos y físicos frente a los métodos químicos. La estimación del riesgo en cada parcela se hará mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de las plagas y fauna útil, fenología del cultivo y condiciones climáticas.

De ser necesaria una intervención química, las materias activas a utilizar serán seleccionadas de acuerdo con los criterios de menor peligro para humanos, ganado y medioambiental, y que proporcione un control efectivo de la plaga, el patógeno o la mala hierba. En todo caso, sólo podrán utilizarse productos fitosanitarios inscritos en el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario.

A continuación se hará una descripción de los posibles y más frecuentes problemas sanitarios que adolecen la salud del nogal y su fruto.

2. ENFERMEDADES

2.1 Enfermedades causadas por bacterias

2.1.1 Bacteriosis, necrosis o mal seco (*Xanthomonas juglandis*)

Descripción:

Recibe también el nombre de “tizón” bacterial del nogal. Es una enfermedad bacteriana muy difundida en Europa, América y Oceanía, de importancia considerable.

Esta enfermedad es provocada por la bacteria *Xanthomonas juglandis*, de 0,5-0,7 por 1,1-3,8 micras, móvil, con un flagelo polar, gran negativa, temperatura óptima 28-32°C.

Esta bacteria penetra en la planta a través de los estomas de las hojas y las flores, y principalmente a través de las heridas producidas por los insectos, el hombre o los agentes atmosféricos (viento, helada y granizo).

Entre los insectos, el taladro (Cossus o Zeuzera) es el más peligroso, pues las galerías que practica su gruesa larva, además de las heridas por esta razón provocadas, debilita las ramas, que son más fácilmente quebradas por el viento.

El hombre es causa directa con la perniciosa costumbre de la recogida del fruto por vareo, que es motivo de la rotura de numerosas ramas.

Debido al ciclo de desarrollo de la enfermedad, presentan una mayor sensibilidad las variedades de floración temprana.

Síntomas y daños:

El ataque puede realizarse en las ramas, las hojas y los frutos.

En las ramas de dos o tres años, el ataque se manifiesta por unas manchas oscuras longitudinales y hundidas. La rama queda raquítica y, al continuar el curso de la enfermedad, se forma un chancro, la corteza se agrieta y la parte leñosa de la rama queda también fuertemente dañada. En las ramas más jóvenes, los ataques son más importantes aún, ya que la lesión alcanza toda la sección y las seca.

En las hojas, el ataque puede afectar al limbo, y en este caso aparecen manchas irregulares, angulosas, negruzcas, que crecen y llegan a juntarse en ocasiones. Si la mancha alcanza suficiente extensión, la hoja se seca y cae.

Otras veces el ataque lo sufren las nervaduras, las hojas presentan un desarrollo anormal, se repliegan y caen.

Los ataques más importantes son los del fruto, que se producen en cualquier momento de su desarrollo. Si los frutos son pequeños, se invade la parte apical, ennegreciendo el pericarpio y extendiéndose a veces a todo el fruto, el cual se seca, momifica y cae. Si el fruto está más desarrollado, se forman manchas ennegrecidas y hundidas, aisladas o confluentes, con una separación neta entre la parte sana y la enferma. Es frecuente que el ataque afecte no sólo al pericarpio, sino que penetre en el fruto y llegue hasta los cotiledones de la semilla, perpetuando así la enfermedad.

Control:

Para el control de esta enfermedad se aconseja:

- Combatir los insectos.
- Eliminar las partes atacadas por medio de podas.
- Destruir las hojas y los frutos caídos al suelo.
- Evitar la recolección por vareo.

-El control químico de esta enfermedad se realizará aplicando tratamientos con productos derivados del cobre en el momento de la apertura de las yemas e inmediatamente después de la cosecha y la poda.

-Consultada la página web del Magrama (Registro de Productos Fitosanitarios), las materias activas son:

- Oxiclورو de cobre
- Oxido cuproso
- Sulfato cuprocalcico



Fuente imágenes: archivo del CIDA

2.2 Enfermedades causadas por hongos

2.2.1 Antracnosis (*Gnomonia leptostyla*)

Descripción:

La enfermedad la produce el hongo ascomiceto *Gnomonia leptostyla* y su desarrollo es favorecido por un tiempo húmedo y fresco.

En el envés de las hojas aparecen los acérvulos, que se manifiestan como puntitos negros. En su interior aparecen conidióforos provistos de conidios falciformes y bicelulares, si bien en ocasiones pueden ser bacilares y unicelulares.

En las hojas caídas al suelo aparecen en invierno las peritecas, globosas, con un pico rojizo saliente. El patógeno se conserva, durante el invierno, sobre las hojas caídas y se difunde, en primavera y verano, por medio de esporas conídicas.

El hongo puede invernar en forma conídica cuando ataca a los ramos.

Síntomas y daños:

En el haz de las hojas aparecen manchas circulares parduscas que después evolucionan hacia el blanco sucio. En el envés se manifiestan por un color más oscuro y aparecen rodeadas de un halo claro. Las manchas van creciendo hasta invadir todo el limbo, provocando el secado y la caída de la hoja.

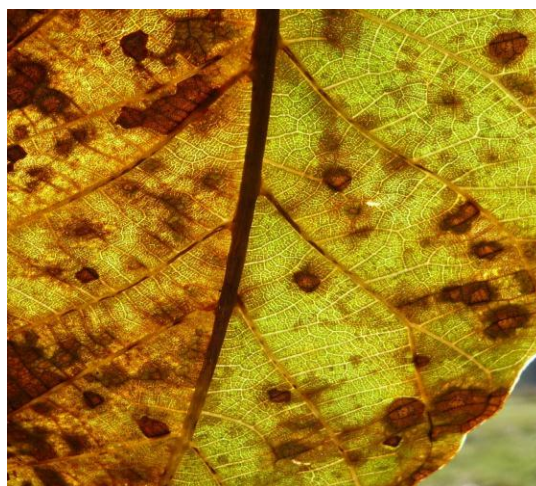
En las ramas jóvenes, aunque es poco frecuente, es posible el ataque, que una vez iniciado se conserva en sus tejidos hasta el año siguiente. En los frutos, en cambio, los ataques son más frecuentes, quedando la superficie como corroída con manchas ahuecadas negruzcas, que determinan la caída del fruto. En la corteza del árbol produce unas manchas de color intenso que sólo afectan a la superficie.

La pérdida de hojas puede ser muy intensa, y ocasiona una debilitación al árbol que impide el normal desarrollo de los frutos.

Control:

Para el control de esta enfermedad se aconseja:

- Eliminar las partes atacadas por medio de podas.
- Destruir las hojas y los frutos caídos al suelo.
- El control químico de esta enfermedad (consultada la página web del Magrama, Registro de Productos Fitosanitarios), se realizará con las materias activas autorizadas siguientes: Mancozeb, Miclobutanil (uso protegido) o Ziram.



Fuente imágenes: Archivo del CIDA

2.2.2 Tinta del nogal (*Phytophthora cinnamomi*)

Descripción:

Provocada por el hongo ficomiceto *Phytophthora cinnamomi*, se presenta en suelos ácidos. El micelio del hongo puede permanecer saprófito en el suelo sobre materia orgánica y ser transportado con el mismo a otras zonas. Si las condiciones, de humedad sobre todo, le son favorables (*Phytophthora cinnamomi* necesita agua líquida en el suelo para desarrollarse) germina y produce esporangios que liberan zoosporas móviles con dos flagelos que son atraídas hacia las raíces donde penetran directamente o por zonas lesionadas.

El patógeno invade progresivamente el sistema radicular hasta que alcanza el cuello de la planta produciendo finalmente la muerte del árbol.

El hongo produce oosporas y clamidosporas cuando las condiciones del entorno son desfavorables para su crecimiento vegetativo. Las oosporas y clamidosporas junto con el micelio saprófito pueden ser transportados por el agua, en la tierra donde se encuentran, por el hombre en las labores agrícolas, animales, etc dispersando la enfermedad hacia otras zonas.

Cuando las condiciones de humedad y temperatura del suelo son favorables (15-30 °C) las oosporas y clamidosporas germinan, produciendo zoosporas que continúan el ciclo.

Este hongo provoca un ennegrecimiento y posterior pudrición de las raíces absorbentes confiriendo una coloración negro-azulada a las zonas afectadas.

La temperatura ideal para el desarrollo del hongo es de 25-26°C

Síntomas y daños:

Los síntomas en la parte aérea son poco claros y pueden confundirse con los causados por una deficiencia nutricional o estrés hídrico (puntas de las ramas secas, amarilleamiento y caída prematura de hojas, aborto de frutos, etc). Si las plantas están muy afectadas la pudrición puede alcanzar el cuello de la raíz agrietándose la corteza en la base del tronco y desprendiéndose con facilidad, observándose la exudación de una sustancia gomosa de color negro característico (tinta).

Los frutos pueden deteriorarse y, a menudo, quedan pequeños y deformados.



Control:

El control de este patógeno es complicado al igual que ocurre generalmente con las enfermedades de suelo y en este caso las medidas más importantes para su control deben ser fundamentalmente indirectas y preventivas tales como: químicas.

-Evitar el exceso de agua y procurar mantener el suelo bien drenado.

-Mantener las plantas bien equilibradas nutricionalmente.

-Destruir las plantas afectadas y evitar el movimiento del suelo infectado con el calzado, herramientas, maquinaria.

2.2.3 Armillaria (*Armillaria mellea*)

Descripción:

Armillaria mellea es un basidiomiceto muy polífago que ataca a numerosas especies vegetales, principalmente leñosas y semileñosas.

Provoca la enfermedad conocida con el nombre de “podredumbre blanca de la raíz”, encontrándose, de manera generalizada, formando parte de la micoflora natural de todos los suelos españoles, especialmente en zonas húmedas.

Constituye un problema muy importante, debido a su fuerte carácter saprófito que le permite mantenerse en el terreno durante mucho tiempo, entre 30 años o más, sobre tocones o restos vegetales. Presenta además unas estructuras especiales, de apariencia muy semejante a las raíces, llamadas rizomorfos, que extienden la infección por el suelo afectando a las plantas sanas próximas.

En otoño, siempre que las condiciones ambientales lo permitan, aparecen, al pie de árboles o tocones infectados, los cuerpos fructíferos o basidiocarpos. Su sombrero o píleo es carnoso, de tonalidad variable: amarillo-marrón o amarillo-verdoso, la superficie es glabra, costrosa, con pequeñas escamas que presentan un matiz más oscuro que el resto del sombrero.

El pie o estipe es central, carnoso, fibroso, en ocasiones más o menos anillado por una membrana que procede de restos del velo; en la parte inferior se observa un micelio blanco o rizomorfos negros, bien diferenciados, asociados a placas delgadas y negras del tejido. Las láminas son moderadamente delgadas, decurrentes o no, onduladas, de color blanco o marfil al principio, pero luego, con la edad, adquieren una coloración púrpura. La carne del sombrero es pálida y la del pie blanca, aunque, con el paso del tiempo se oscurece. Los basidios son hialinos y contienen 4 esporas, algunas veces dos. Las basidiosporas son elipsoides, hialinas, de tonalidad amarillo-cremosa, con pared lisa o ligeramente rugosa, y normalmente presentan un prominente apículo. El micelio, en la naturaleza, se presenta como un fieltro, en forma de dedos o de abanico, de color blanco o blanco-amarillento.

Los rizomorfos (agregaciones miceliales filamentosas) son adaptaciones morfológicas especiales de algunos hongos del suelo, que se caracterizan por ser altamente diferenciados, totalmente autónomos y de crecimiento apical. La capacidad de

producir rizomorfos proporciona algunas ventajas, como son la protección contra agentes dañinos externos y una mejor adaptación al entorno. Estas estructuras provocan la extensión del hongo por el terreno y son importantes en la infección, dispersión y persistencia de la enfermedad. Se conocen dos tipos de rizomorfos en *Armillaria*:

-subterráneos, de color marrón o negro y cilíndricos, son los que se encuentran en el suelo y extienden la infección por el terreno, afectando a cualquier huésped sensible que permita su penetración.

-subcorticales, de color marrón rojizo y ligeramente aplastados, que aparecen debajo de la corteza embebidos en las placas de micelio expandiendo la enfermedad por las raíces y el cuello de la planta.

Síntomas y daños:

La parte aérea de las plantas afectadas muestra diversos síntomas de enfermedad, que no son específicos de *Armillaria mellea*. Como síntomas generales más característicos de las plantas infectadas son: reducción del crecimiento, clorosis en las hojas, marchitamiento del ápice, producción anticipada. El desarrollo de los síntomas en la parte aérea de la planta va a depender del grado de invasión del sistema radicular del hospedador.

Los síntomas específicos se sitúan en el sistema radicular y cuello de la planta. Debajo de la corteza aparece un micelio blanco-cremoso en forma de abanico que va en sentido ascendente de las raíces hacia el cuello. En la última fase de colonización, la madera está completamente degradada y se desprende un fuerte olor a moho. A veces se observan rizomorfos que se localizan en el suelo o entre las masas del micelio. En determinadas épocas del año y si la cantidad de inóculo es suficiente aparecen los cuerpos de fructificación o setas de color amarillo miel.




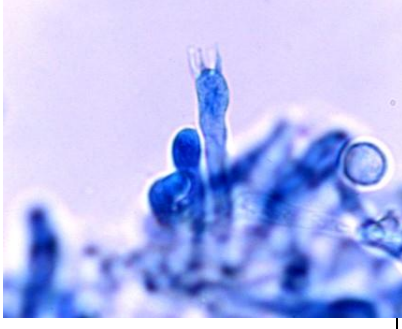


Control:

-Como control químico, se debe saber que no hay ningún producto autorizado para el control de esta enfermedad.

-En los últimos años se están ensayando como forma de control biológico hongos del género *Trichoderma* y hongos formadores de micorrizas arbusculares.

-Como medidas culturales, hay eliminar cuidadosamente todo resto vegetal existente en el terreno (tocones y raíces infectadas) que pueda servir de reservorio al hongo y así reducir el inóculo del patógeno; elegir un lugar adecuado para el cultivo, evitando terrenos húmedos o zonas de fácil encharcamiento, procurando siempre un buen drenaje; no plantar en lugares previamente infectados, realizando ensayos a pequeña escala para evaluar el potencial de la enfermedad; comprobar que la planta que se va a utilizar esté sana, y mantener la salud general de la plantación previniendo el daño por otros agentes, evitando lugares adversos y la acción destructiva del hombre.

También se pueden emplear patrones resistentes a estas enfermedades como *J. regia* o *J. nigra*, pero no otorgan una protección completa.

		
Micelio en planta	Rizomorfos subcorticales	Rizomorfos subterráneos
		
Basidio	Aislado de <i>Armillaria mellea</i> en cultivo	Basidiocarpos de <i>Armillaria mellea</i>

2.3 Enfermedades causadas por virus

2.3.1 Línea negra del nogal (Cherry Leaf Roll Virus o CLRV)

Descripción:

La línea negra es una enfermedad causada por el virus CLRV (Cherry Leaf Roll Virus o virus del enrollado de las hojas del cerezo), que sólo se manifiesta en nogal común injertado sobre otra especie de *Juglans* que no sea *regia*. En principio se pensaba que era un problema de incompatibilidad entre patrón e injerto.

La enfermedad es una limitación importante al uso de otros patrones distintos a *Juglans regia*.

El virus se transmite principalmente por medio del polen desde los árboles infectados a los sanos. Una vez infectado un nogal, el virus se transmite lentamente a través del árbol y cuando llega al punto de unión con el injerto, si este no es *Juglans regia*., las células del patrón mueren, formando estas células muertas una línea negra que da nombre a la enfermedad. La línea progresa en el punto de unión formando un anillo que rodea totalmente la superficie de contacto entre patrón e injerto, provocando así la muerte del árbol. Si el patrón es *Juglans regia* no se produce la línea negra.

Síntomas:

El síntoma más significativo de la enfermedad es la aparición de la citada línea negra en el punto de injerto, lo que se puede apreciar levantando la corteza del árbol.

También se puede observar una reducción del crecimiento de la planta, acompañado de un amarilleamiento y caída de hojas, particularmente en las partes altas del árbol. Luego pueden morir los brotes terminales, lo que se produce generalmente acompañado de una gran profusión de chupones del patrón.



Fuente imagen: <http://www.ohmyfungi.com/viruses/>

Para un mejor diagnóstico de la enfermedad, se puede realizar un test ELISA, particularmente en árboles que no presentan síntomas.

Control:

El control de esta enfermedad debe ser preventivo. Lo más fácil es utilizar el patrón *Juglans regia*. En caso de que no sea posible, se tomarán precauciones como no plantar cerca de huertos infectados, utilizar plantas libres de virus, etc.

Debido a la lentitud del movimiento del virus, que puede estar presente en el árbol sin síntomas aparentes, se pueden minimizar los efectos si se realiza un cultivo adecuado del árbol.

3. PLAGAS

3.1 Carpocapsa (Cydia pomonella)

Descripción:

Es un lepidóptero que ataca al nogal, entre otros muchos frutales como manzano, peral, membrillero, albaricoquero, melocotonero y ciruelo. En caso de no proteger adecuadamente la plantación, los daños pueden alcanzar porcentajes muy altos. Los tratamientos aplicados contra ella influyen decisivamente en el comportamiento de otras plagas.

El adulto es una mariposa que con las alas plegadas adopta una forma típica de teja. Sus alas anteriores son de color gris con una mancha de forma ovalada y color oscuro situada en su extremo que le confiere un aspecto inconfundible. Alcanza una longitud de entre 15-22 mm, siendo generalmente más pequeño el macho que la hembra.

Los huevos son depositados aislados o en pequeños grupos sobre las hojas o los frutos. Son muy pequeños, de 1,3 mm aproximadamente, ovalados, aplanados, inicialmente de color blanco y hacia el final con tonalidades naranja.

Las larvas neonatas son de color blanco con la cabeza negra y miden 1-2 mm; cuando alcanzan el máximo desarrollo llegan a medir 2 cm, son de color blanco-rosáceo salvo la cabeza que es parda.

Pasa el invierno en estado de larva completamente desarrollada y alojada en grietas del tronco o de las ramas. Crisalida al llegar la primavera y comienza el primer vuelo a partir de mediados de abril. Las condiciones idóneas para el acoplamiento son atardeceres tranquilos con temperaturas superiores a 15 °C y humedad relativa mayor del 60%.

El desarrollo embrionario dura entre 7 y 14 días, según la época del año en que se produzca.

A lo largo de todo el ciclo vegetativo del árbol se completarán 2-3 generaciones.

Síntomas y daños:

Solamente los frutos se ven atacados por las penetraciones de carpocapsa, realizando galerías en el interior de los mismos, y en el caso de poblaciones altas, las pérdidas de cosecha producidas pueden ser muy importantes o incluso totales.

Las larvas han de buscarse penetrando en el fruto, especialmente en los puntos de contacto de un fruto con otro, o de él con una hoja, rama, etc. Se observan restos de excrementos de color rojo oscuro.

Cuando la larva encuentra un lugar idóneo para la penetración inicia el camino desde la epidermis hacia el interior. Mientras tanto se alimenta mordisqueando el limbo de la hoja o la epidermis del fruto. Cuando completa su desarrollo abandona el fruto iniciando una nueva crisalidación.

Los frutos afectados pierden todo su valor, ya sea por estar la corteza roída o por existir galerías en su interior.

Los daños de la primera generación suelen empezar a observarse hacia mediados del mes de mayo; los daños más importantes de la segunda generación se dan en la primera quincena del mes de julio. La tercera generación (si tiene lugar) produce daños en los meses de agosto y septiembre.

Sin duda la observación de 1.000 frutos/ha, elegidos a razón de 20 en 50 árboles, determinando el porcentaje de frutos afectados por *C. pomonella* es un magnífico método para determinar la existencia de la plaga y valorar su importancia.

Los umbrales son:

-Primera generación: 0,5% de frutos con daños recientes.

-Segunda y tercera generación: 1% de frutos con daños recientes.

Control:

Respecto al control químico, es importante que, en caso de superarse los umbrales establecidos, se actúe adecuadamente contra la primera generación; de esta manera pueden atenuarse los problemas en momentos posteriores. En este caso se aplicarán productos ovo-larvicidas.

La mayor sensibilidad a los plaguicidas la presentan la fase de huevo y los primeros estadios larvarios, cuando las orugas acaban de salir del huevo. El momento crítico para el cultivo es a partir del cuajado del fruto.

El primer tratamiento posible es sobre huevos y se aplica cuando los adultos inician el vuelo.

Cuando empiezan a aumentar las capturas de adultos, se aplica un tratamiento con objeto de destruir a las orugas en sus primeras fases, repitiéndose la aplicación a las dos semanas.

En las generaciones posteriores si se justifican los tratamientos, estos se aplicarán 6-8 días después de superarse los umbrales.

Consultada la página web del Magrama (Registro de Productos Fitosanitarios), las materias activas son deltametrín y fosmet.

En cuanto al control biológico, los depredadores y parasitoides que afectan a esta plaga, han mostrado poca eficacia. No obstante, conviene respetar a estos enemigos naturales: Himenópteros parásitos, depredadores de huevos (*Trichogramma* spp.), chinches, tijeretas, etc. Por ello, tratar químicamente cuando sea absolutamente necesario y en el momento idóneo para obtener los mejores resultados.

El virus de la granulosis de la carpocapsa tiene un notable efecto contra las larvas jóvenes de la plaga, de cara a la progresiva reducción de las poblaciones.

Otro tipo de control, el tecnológico, es por ejemplo el método de la confusión sexual, que ha mostrado muy buena eficacia en el control de carpocapsa. Consiste en crear una

nube de feromona femenina específica de la carpocapsa en toda la parcela que provoca que los machos no puedan encontrar las hembras y evitar así el apareamiento y, por tanto, la puesta. Este modo de lucha es más eficaz cuando se aplica en parcelas de notables dimensiones o en aplicaciones colectivas; es indispensable que esté instalada antes del inicio del vuelo, y es preciso vigilar especialmente los bordes de la parcela porque allí el riesgo de que se produzcan daños es más elevado.



Fuente imágenes: Archivo del CIDA

3.2 Zeuzera (Zeuzera pyrina)

Descripción:

El taladro amarillo o zeuzera es un lepidóptero que se alimenta de la madera de los árboles. Es una plaga muy polífaga, causando daños en numerosos frutales.

Esta plaga adquiere mayor importancia en árboles en formación; inicialmente suele aparecer en rodales y a veces su proliferación está relacionada con la reducción de los tratamientos contra otras plagas.

El adulto es una mariposa vistosa y grande, de 5-6 cm de longitud las hembras y 2-3 cm los machos. Las alas anteriores, mucho más largas que las posteriores, son blancas, con numerosos puntos azul oscuro; el tórax, también blanco y peludo, lleva otras seis manchas azules; el abdomen es oscuro, y las antenas, filiformes en la hembra y plumosa en el macho.

Las larvas son de color amarillo con puntos negros, su cabeza también es negra, el tamaño aumenta con su grado de desarrollo desde unos pocos milímetros hasta los 4-5 centímetros.

Los primeros adultos aparecen a finales de mayo en las zonas más tempranas. Las mariposas son de vida nocturna, permaneciendo inmóviles a la luz del día; la puesta la hacen bajo las cortezas; la incubación dura una semana.

Las larvas neonatas alcanzan la parte terminal de los brotes para penetrar en ellos por la axila de las hojas y hacer la primera galería. La misma larva y durante el mismo año perforará 2 ó 3 galerías más hasta concluir en el tronco o en una rama gruesa. Al llegar el invierno paralizan su acción.

Con el final del invierno, las larvas que han pasado esta estación en reposo, refugiadas en galerías perforadas en ramas principales o el tronco, reinician su actividad y tienden a situarse en las proximidades del punto de entrada; pocas semanas después cesan su actividad e inician la crisalidación.

Sintomas y daños:

Los daños consisten en la destrucción de ramas o en la pérdida de vigor del árbol o una parte de él como consecuencia de las galerías abiertas. Indirectamente el ataque de *Zeuzera* predispone al árbol para sufrir también daños de otras plagas como sesia (*Synanthedon myopaeformis* Borkhause).

Inicialmente se observan en los brotes terminales algunas hojas marchitas y en la base del peciolo un montoncito de serrín; al abrir el brote se observa la larva en su interior. Algún tiempo después ésta penetra en una rama de mayor calibre y por el orificio de entrada aparece un exudado característico junto a los restos de su alimentación de color anaranjado, síntoma este último muy visible durante la parada invernal.

Aunque el vuelo de los adultos (y por tanto la aparición de daños recientes) puede ir desde mayo a septiembre, es durante los meses de junio y julio cuando se produce la mayoría de las nuevas penetraciones en brotes jóvenes.

Es muy importante detectar los primeros árboles afectados que aparezcan en la plantación. La época de la poda es un buen momento para revisar minuciosamente el porcentaje de árboles que presentan daños.

Para conocer el momento de la emergencia de los primeros adultos existen feromonas sexuales de monitoreo, aunque no tienen una aplicación práctica.

La presencia de las primeras larvas solo se detecta observando los brotes terminales en crecimiento activo durante los meses de junio y julio.

El umbral de tolerancia se supera cuando en el control invernal están afectados al menos el 2% de los árboles observados, debiéndose revisar al menos un centenar de los árboles de la parcela.

Control:

En cuanto al control químico, la defensa frente a esta plaga es muy dificultosa debido al periodo tan largo de vuelo y, por tanto, el periodo de ovoposición y eclosión de los huevos.

Tiene buena eficacia la aplicación localizada de un insecticida y un aceite de parafina en los orificios de entrada a las galerías, a condición de que este tratamiento se lleve a cabo en los meses de marzo o abril.

Los tratamientos químicos a toda la masa foliar pueden implicar un importante incremento de las poblaciones de ácaros, por tanto solo son recomendables en plantaciones en formación cuando se supere el umbral establecido.

Respecto al control biológico, varios autores citan algunos depredadores y parasitoides que afectan a esta plaga, sin embargo su grado de control es insuficiente. Tampoco las aplicaciones con nemátodos entomopatógenos han mostrado eficacia.

En cuanto al control tecnológico, el uso de feromonas de confusión sexual colocadas en la parcela poco antes del inicio del vuelo de la plaga ha mostrado muy buena eficacia en el control de zeuzera.

También es recomendable en medida de lo posible la eliminación manual de larvas mediante su localización en las galerías y la poda de las partes donde se instalan las larvas. Son dos métodos que contribuyen a disminuir la población.



3.3 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Descripción:

La araña roja es un ácaro que afecta a numerosos cultivos frutales. Posee una elevada capacidad de multiplicación. Es estimulada por la aplicación de tratamientos indiscriminados y puede ser controlada con la aplicación de la Gestión Integrada de Plagas. Cuando las condiciones del medio son favorables, en veranos secos y calurosos, los daños pueden ser importantes.

Los huevos son casi esféricos, con forma de cebolla, estriados y terminados en una especie de pelo, su color es amarillento aunque los de verano recién puestos son blancos y poco más tarde amarillentos.

Las larvas jóvenes tienen tres pares de patas, son de forma globosa y de color rojo, miden 0,3-0,4 mm.

Las ninfas son de tamaño algo mayor que las larvas y tienen ya cuatro pares de patas.

Los adultos presentan un dimorfismo sexual notable. Las hembras son de forma globosa, son de color rojo anaranjado y su longitud mayor alcanza los 0,6-0,7 mm. Los machos de color rojo amarillento son algo más pequeños, piriformes y mayor movilidad. Tienen ocho patas robustas no muy largas. Presentan 2 manchas dorsales laterales oscuras en el interior del cuerpo, que se observan mejor en los individuos de color claro.

Desde el mes de agosto hasta el de octubre, las hembras colocan los huevos sobre la corteza del árbol para que allí pasen el invierno; hacia finales del mes de marzo comienza la eclosión de esos huevos que se prolongará durante 3 o 4 semanas y que darán lugar a la generación procedente de los huevos de invierno; a finales del mes de abril, comienzan a verse huevos sobre las hojas con lo que se ha completado la primera generación. Durante el resto de la primavera y verano se suceden varias generaciones, reduciéndose el tiempo necesario para completar las mismas a medida que las temperaturas se incrementan.

En verano completa una generación en poco más de una semana, necesitando más tiempo cuando las temperaturas son menores. Pueden estar sucediéndose las generaciones ininterrumpidamente durante todo el año en zonas donde el invierno es suave (aunque de una forma más lenta), o bien, invernar como adulto hasta la próxima primavera en las regiones más frías. Pueden tener 6-8 generaciones anuales.

Síntomas y daños:

A simple vista, se observan como pequeños puntos rojizos localizados en el envés de las hojas, formando colonias protegidas por hilos de seda.

Fruto de las picaduras que el ácaro realiza para alimentarse en las células epidérmicas de las hojas, se produce una decoloración del follaje que pasa del verde intenso típico a verde apagado, plomizo e incluso pardo.

Tras un ataque intenso de araña roja se produce una reducción notable de la actividad foliar que puede ocasionar una caída anticipada de las hojas, una reducción de la inducción floral y puede tener influencia en el calibre de los frutos.

Los daños revisten especial virulencia en dos épocas diferentes: la primera durante los meses de marzo-abril en el que gran cantidad de individuos procedentes de los huevos de invierno se concentran en unas pocas hojas en desarrollo; la segunda en julio y la primera quincena de agosto puesto que en esos momentos la prolificidad es máxima.

Conocer la importancia de la puesta de invierno es importante para valorar adecuadamente la eficacia de la lucha del año precedente, para determinar el riesgo de ataque del año siguiente, así como para establecer tratamientos primaverales que limiten la extensión de la plaga. Para estimar la población invernal se toman durante la época de reposo entre 50 y 100 obstáculos de madera (dardos y yemas fundamentalmente) y mediante binocular se cuentan los huevos presentes en la totalidad de la muestra.

Durante la época de vegetación, el muestreo consiste en la observación de al menos 100 hojas recogidas a razón de 2 por árbol y en las que se determina la ocupación o no de la misma por cualquier estadio de la plaga. Hasta finales de mayo deben muestrearse las hojas que rodean al corimbo en la base del tallo; desde el mes de junio deben elegirse hojas del tercio medio del brote del año.

Al observar el nivel de ocupación de araña roja en una plantación es necesario cuantificar también la presencia de ácaros depredadores (fitoseidos principalmente) que pueden contribuir decisivamente a limitar la expansión de la plaga. Para detectar la presencia de estos ácaros en las hojas deben de observarse principalmente hojas de la zona sombreada, revisando cuidadosamente el envés de las mismas y fundamentalmente las proximidades del nervio central.

En la época invernal el umbral de tolerancia se supera cuando del control se deduce una densidad mayor de 5 huevos por obstáculo; un solo control es suficiente para determinar la situación de la plaga en esta época.

Durante el periodo de la vegetación el umbral queda superado cuando se observa más de un 7% de hojas ocupadas por cualquier estado de la plaga y el porcentaje de hojas ocupadas por fitoseidos no alcanza el 20%.

Control:

En cuanto al control químico, es importante limitar la aparición de formas móviles de la primera generación de verano. Por ello se recomienda efectuar un control en la segunda quincena de abril, para, en caso de superar el umbral establecido, proceder a efectuar un tratamiento fitosanitario.

Debe intentarse no repetir en el mismo ciclo de cultivo materias activas de idéntico modo de acción; se pretende con esta práctica limitar la aparición de resistencias. Circunstancia que es frecuente y tiene graves consecuencias en esta plaga.

Para el nogal, los formulados existentes autorizados tienen como materia activa azufre en diferentes concentraciones.

Respecto al control biológico, la preservación de los ácaros depredadores, principalmente *Amblyseius andersoni*, existentes en la parcela constituye el mejor método de control de la araña roja. Entre los otros insectos que ejercen un control biológico de la araña roja destacan el coleóptero *Stethorus punctillum* y el neuróptero *Chrysoperla carnea*. Para lograr este objetivo es fundamental vigilar que los insecticidas utilizados contra otras plagas tengan la mínima repercusión negativa sobre los depredadores.

Todos estos organismos contribuyen a reducir las poblaciones de ácaros, pero no acaban de ejercer un control total, especialmente cuando dichas poblaciones experimentan un incremento elevado en poco tiempo, como ocurre en verano.

En cuanto al control tecnológico, no existe ningún método aplicable en el control de esta plaga pero sin embargo hay ciertas medidas culturales que se recomiendan, como la de ajustar las cantidades de fertilizantes nitrogenados a las necesidades de la planta.



Fuente de las imágenes: Archivo del CIDA

4. ESTRATEGIA DE CONTROL INTEGRADA

Plagas y enfermedades principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Umbral de intervención ¹	Medidas de control ²			
			Medios biológicos	Medios biotecnológicos	Medios culturales ³	Medios químicos
						Indicaciones/restricciones ⁴
1.- Carpocapsa (<i>Cydia pomonella</i>)	Utilización de trampas delta cebadas con feromonas sexuales para monitorear la presencia de la plaga y cuantificar población. (finales de marzo o principios de abril) Observación de 1.000 frutos/ha en 50 árboles.	1ª <u>generación</u> : 0,5% de frutos con daños recientes. 2ª y 3ª <u>generación</u> : 1% de frutos con daños recientes. En las capturas en trampas sexuales (colocar 4 trampas/ha): 1ª <u>generación</u> : 2-3 capturas/trampa y semana. 2ª y 3ª <u>generación</u> : 1-2 capturas/trampa y semana	Conviene respetar a los enemigos naturales: Himenópteros parásitos, depredadores de huevos (<i>Trichogramma spp.</i>), chinches, tijeretas, etc. También están autorizados otros productos como <i>Bacillus thuringiensis</i> y <i>Beaveria bassiana</i> .	El método de la confusión sexual ha mostrado muy buena eficacia en el control de carpocapsa.	Reducir el número de individuos de próxima generación eliminando frutos atacados caídos al suelo y así evitar que la oruga salga del fruto y pupa.	Es importante que, en caso de superarse los umbrales establecidos, se actúe adecuadamente contra la 1ª generación; se aplicarán productos ovo-larvicidas. La mayor sensibilidad a los plaguicidas la presentan la fase de huevo y los primeros estadios larvarios, cuando las orugas acaban de salir del huevo. El primer tratamiento posible es sobre huevos y se aplica cuando los adultos inician el vuelo. Cuando empiezan a aumentar las capturas de adultos, se aplica un tratamiento con objeto de destruir a las orugas en sus primeras fases, repitiéndose la aplicación a las dos semanas. En las generaciones posteriores si se justifican los tratamientos, estos se aplicarán 6-8 días después de superarse los umbrales.

Plagas y enfermedades principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Umbral de intervención ¹	Medidas de control ²			
			Medios biológicos	Medios biotecnológicos	Medios culturales ³	Medios químicos
						Indicaciones/restricciones ⁴
2.- Zeuzera (<i>Zeuzera pyrina</i>)	<p>Es muy importante detectar los primeros árboles afectados que aparezcan en la plantación.</p> <p>La presencia de las primeras larvas solo se detecta observando los brotes terminales en crecimiento activo durante los meses de junio y julio.</p>	<p>El umbral de tolerancia se supera cuando en el control invernal están afectados al menos el 2% de los árboles observados, debiéndose revisar al menos un centenar de los árboles de la parcela.</p>	<p>Existen algunos depredadores y parasitoides que afectan a esta plaga; sin embargo su grado de control es insuficiente.</p>	<p>El uso de feromonas de confusión sexual colocadas en la parcela poco antes del inicio del vuelo de la plaga ha mostrado muy buena eficacia en el control de zeuzera.</p>	<p>Eliminación manual de larvas mediante su localización en las galerías y la poda de las partes donde se instalan las larvas.</p>	<p>La defensa frente a esta plaga es muy dificultosa debido al periodo tan largo de vuelo y, por tanto, el periodo de ovoposición y eclosión de los huevos.</p> <p>Tiene buena eficacia la aplicación localizada de un insecticida y un aceite de parafina en los orificios de entrada a las galerías, en los meses de marzo o abril.</p>

Plagas y enfermedades principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Umbral de intervención ¹	Medidas de control ²			
			Medios biológicos	Medios biotecnológicos	Medios culturales ³	Medios químicos
						Indicaciones/restricciones ⁴
3- Antracnosis (<i>Gnomonia leptostyla</i>)	<p>Observación visual de un debilitamiento general del árbol y detección de síntomas en hojas, madera y frutos para conocer la incidencia de la enfermedad en el cultivo.</p>	<p>Presencia</p>			<p>Eliminar las partes atacadas por medio de podas. Destruir las hojas y los frutos caídos al suelo.</p>	<p>El control químico de esta enfermedad se realizará con las materias activas autorizadas siguientes: Mancozeb, Miclobutalil (uso protegido) o Ziram.</p>

Plagas y enfermedades principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Umbral de intervención ¹	Medidas de control ²			
			Medios biológicos	Medios biotecnológicos	Medios culturales ³	Medios químicos
						Indicaciones/restricciones ⁴
4.- Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Durante la época de vegetación, el muestreo consiste en la observación de al menos 100 hojas recogidas a razón de 2 por árbol y en las que se determina la ocupación o no de la misma por cualquier estadio de la plaga.	Durante el periodo de la vegetación el umbral queda superado cuando se observa más de un 7% de hojas ocupadas por cualquier estado de la plaga y el porcentaje de hojas ocupadas por fitoseidos no alcanza el 20%.	Preservación de los ácaros depredadores, principalmente <i>Amblyseius andersoni</i> . Entre los otros insectos que ejercen un control biológico de la araña roja destacan el coleóptero <i>Stethorus punctillum</i> y el neuróptero <i>Chrysoperla carnea</i> .		Ajustar las cantidades de fertilizantes nitrogenados a las necesidades de la planta.	Es importante limitar la aparición de formas móviles de la primera generación de verano. Por ello se recomienda efectuar un control en la segunda quincena de abril, para, en caso de superar el umbral establecido, proceder a efectuar un tratamiento fitosanitario. Para el nogal, los formulados existentes autorizados tienen como materia activa azufre en diferentes concentraciones.

Plagas y enfermedades principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Umbral de intervención ¹	Medidas de control ²			
			Medios biológicos	Medios biotecnológicos	Medios culturales ³	Medios químicos
						Indicaciones/restricciones ⁴
5.- Tinta del nogal (<i>Phytophthora cinnamomi</i>)	Observación visual de un debilitamiento general del árbol y detección de síntomas en cuello y raíces.	Presencia.			Medidas culturales encaminadas a evitar la dispersión del patógeno como evitar el exceso de agua y procurar mantener el suelo bien drenado, así como mantener las plantas bien equilibradas nutricionalmente. Destruir las plantas afectadas y evitar el movimiento del suelo infectado con el calzado, herramientas o maquinaria.	

Plagas y enfermedades principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Umbral de intervención ¹	Medidas de control ²			
			Medios biológicos	Medios biotecnológicos	Medios culturales ³	Medios químicos
						Indicaciones/restricciones ⁴
6.- Bacteriosis (<i>Xanthomonas juglandis</i>)	Detección de síntomas en hojas, madera y frutos.	Presencia.			Combatir los insectos que producen heridas y galerías en hojas y ramas del árbol. Eliminar las partes atacadas por medio de podas. Recoger las nueces a mano en vez de hacerlo por vareo.	El control químico de esta enfermedad se realizará aplicando tratamientos con productos derivados del cobre en el momento de la apertura de las yemas e inmediatamente después de la cosecha y la poda.

Aclaraciones: Particularidades en el caso de zonas sensibles y espacios naturales

¹ Podrán ser diferentes según las zonas geográficas y, cuando sean sobrepasados, indicarán la necesidad de ejecutar medidas de control.

² Relación de medidas de control que pueden llevarse a cabo, dando prioridad a los métodos no químicos (biológicos, biotecnológicos, culturales, físicos) y dentro de los químicos, aquellos que supongan un menor impacto sobre la salud humana, los organismos no objetivo y el medio ambiente en general.

³ Técnicas culturales que permitan minimizar la incidencia de plagas, tales como rotación de cultivos, selvicultura preventiva y profiláctica, métodos de siembra o plantación, fertilizaciones y riegos equilibrados, utilización de material vegetal con garantías fitosanitarias, medidas profilácticas, etc.

⁴ Cuando proceda, limitaciones del número de aplicaciones a realizar por cada ciclo de cultivo de la misma sustancia, para de este modo limitar la aparición de fenómenos de resistencias.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MAQUINARIA NECESARIA	2
2.1	Fase de preparación del terreno	2
2.2	Plantación	2
2.3	Mantenimiento y explotación del cultivo	2
2.4	Maquinaria propia	2
2.5	Maquinaria alquilada	3
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA PROPIA	4
3.1	Tractor 88 CV	4
3.2	Remolque 4.000 kg	4
3.3	Compresor con tijeras neumáticas	5
3.4	Segadora-picadora	5
3.5	Atomizador	5
3.6	Vibrador	5
4.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA ALQUILADA ..	6
4.1	Subsolador	6
4.2	Pase de cultivador superficial	6
4.3	Remolque esparcidor de estiércol	6
4.4	Abonadora	6
4.5	Arado de vertedera	6
4.6	Cultivador con rodillo	7
4.7	Retroexcavadora	7
4.8	Ahoyador	7
4.9	Vibrador	7
5.	CÁLCULO DE LOS COSTES HORARIOS DE MAQUINARIA POR EL MÉTODO ASAE	8
5.1	Introducción	8
5.2	Cálculos de maquinaria propia	10
5.2.1	Tractor 88 CV	10
5.2.2	Remolque de 4.000 kg	11
5.2.3	Compresor y tijeras neumáticas	12
5.2.4	Segadora-picadora	13
5.2.5	Atomizador	14
5.3	Cálculo de la maquinaria alquilada	15
5.4	Resumen de los costes de maquinaria empleada	16
		I

6. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA. CÁLCULO DE COSTES DE LABORES	16
6.1 Introducción	16
6.2 Labores de preparación del terreno	18
6.2.1 Subsulado	18
6.2.2 Pase de cultivador	19
6.2.3 Enmienda magnésica	20
6.2.4 Labor de volteo y enterrado	20
6.2.5 Pase de cultivador y rulo	21
6.2.6 Instalación del sistema de riego	22
6.3 Labores de plantación.....	22
6.3.1 Replanteo	22
6.3.2 Apertura de hoyos de plantación.....	22
6.3.3 Plantación y colocación de plásticos protectores.....	22
6.3.4 Riego de asentamiento	23
6.3.5 Implantación de mulching	23
6.4 Labores de mantenimiento y explotación del cultivo.....	23
6.4.1 Poda	24
6.4.2 Triturado de los restos de poda	24
6.4.3 Mantenimiento de la calle 3 primeros años. Pase de cultivador	24
6.4.4 Mantenimiento de la calle años posteriores: siega de la cubierta	25
6.4.5 Enmienda orgánica de mantenimiento.....	25
6.4.6 Tratamientos fitosanitarios	26
6.4.7 Recolección.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Costes de maquinaria empleada	16
Tabla 6.1 Caudal de recolección	27
Tabla 6.2 Caudal de recolección de nuez en peso fresco	28
Tabla 6.3 Coste €/h de recolección	29

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias en el laboreo del terreno, con la inclusión de equipos para laboreo de conservación, y los avances tecnológicos en la mecanización, unidos a la general obsolescencia que se observa en el parque de maquinaria en España, aconsejan el desarrollo de una metodología que conduzca a realizar una evaluación racional de la maquinaria agrícola en las explotaciones agrarias y a dimensionar la maquinaria necesaria utilizando criterios técnico-económicos de selección.

Es recomendable llevar a cabo una racionalización de la elección de maquinaria que permita tratar a la explotación agrícola como una empresa moderna, en la que se valoren tanto los costes de producción como el beneficio de la venta de los productos, y con una política de reemplazo que atienda más al conjunto de los costes de la máquina que al precio de adquisición.

La mecanización de la parcela supone un aumento de la productividad al realizar las labores y operaciones culturales en menos tiempo aunque esto no siempre supone una reducción de los costes. Por esto, debemos asegurarnos de seleccionar y gestionar la maquinaria agrícola de acuerdo a la capacidad de trabajo necesaria, los costes y otros factores propios de la finca como son: el tamaño, el marco, la orografía, tipo de suelo, clima, disponibilidad de mano de obra, etc. que afectan a la efectividad de las máquinas.

El objetivo principal de este anejo es conocer los costes que derivan de la compra o el alquiler de la maquinaria agrícola necesaria para realizar las labores de nuestro cultivo de cerezos, así como las características técnicas de cada una.

Los costes horarios de la maquinaria agrícola utilizada en la explotación a lo largo de los años se calculan mediante el método ASAE, del sistema americano.

2. MAQUINARIA NECESARIA

2.1 Fase de preparación del terreno

- Subsulado: Tractor + Subsolador
- Pase de cultivador: Tractor + Cultivador
- Enmiendas minerales (magnésica): Tractor + Abonadora
- Labor de volteo y enterrado: Tractor + Arado de vertedera
- Labor superficial: Tractor + Cultivador + Rulo
- Instalación del sistema de riego, apertura de zanjas: Retroexcavadora

2.2 Plantación

- Replanteo: Rayo láser + cintas métricas
- Apertura de hoyos de plantación: Tractor + Ahoyador con tornillo sinfin
- Plantación y colocación de protectores de plástico: Tractor + Remolque
- Primer riego de asentamiento: Tractor + Atomizador

2.3 Mantenimiento y explotación del cultivo

- Poda: Tractor + Tijeras neumáticas
- Triturado de restos de poda: Tractor + Picadora
- Laboreo de mantenimiento de primeros años: Tractor + Cultivador
- Mantenimiento de la cubierta vegetal: Tractor + Segadora
- Fertilización orgánica: Tractor + Remolque esparcidor de estiércol
- Tratamientos fitosanitarios: Tractor + Atomizador
- Recolección: Vibrador multidireccional + Remolque

2.4 Maquinaria propia

Hay que valorar si es necesaria la compra de maquinaria propia o por el contrario alquilarla. La maquinaria propia de la plantación será aquella cuya utilización justifica su coste económico, es decir, que resulta más rentable la compra que el alquiler porque se utiliza más todos los años del cultivo. Por ejemplo, no se comprará aquella

maquinaria que sólo se utiliza una vez en toda la vida de la explotación (como el subsolador)

Plantación:

- Plantación y colocación de protectores de plástico: Tractor + Remolque

Mantenimiento y explotación del cultivo:

- Poda: Tractor + Tijeras neumáticas + Escalera
- Mantenimiento de la cubierta vegetal y restos poda: Tractor + Segadora-picadora
- Tratamientos fitosanitarios: Tractor + Atomizador

2.5 Maquinaria alquilada

La maquinaria alquilada es aquella cuyo nivel de utilización no justifica económicamente la compra, se usa de forma ocasional, y por tanto va a resultar más rentable el alquiler de ésta.

Esta maquinaria 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.

Preparación del terreno

- Subsulado: Tractor + Subsolador
- Pase de cultivador: Tractor + Cultivador
- Enmiendas minerales (magnésica): Tractor + Abonadora
- Labor de volteo y enterrado: Tractor + Arado de vertedera
- Labor superficial: Tractor + Cultivador + Rulo
- Instalación del sistema de riego, apertura de zanjas: Retroexcavadora

Plantación

- Replanteo: Rayo láser + cintas métricas
- Apertura de hoyos de plantación: Tractor + Ahoyador con tornillo sinfin

Mantenimiento y explotación del cultivo

- Laboreo de mantenimiento de los primeros años: Tractor + Cultivador
- Fertilización orgánica: Tractor + Remolque esparcidor de estiércol
- Recolección: Tractor + Vibrador

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA PROPIA

3.1 Tractor 88 CV

- Potencia nominal: 88 CV/54,5kW, ideal para frutales
- N° cilindros: 4
- Cilindrada: 3769 cm³
- Tracción: 4RM
- Aspiración: turbo
- Embrague: hidráulico multidisco húmedo
- Altura (con cabina): 3680 mm
- Longitud (con enganche): 3680 mm
- Distancia entre ejes: 2050 mm
- Ángulo de giro: 3,5 m
- Ancho de vía delantero: 1140-1155 mm
- Despeje: 360 mm
- Ancho de vía trasero: 1060-1348 mm
- Sistema hidráulico con capacidad de elevación: 2300 kg
- Depósito de combustible: 78 l
- Almacenamiento =10 m²

3.2 Remolque 4.000 kg

- Capacidad: 4000 kg
- Basculante a los dos lados y hacia atrás
- Trampillas desmontables
- Doble sistema de apertura de puerta trasera
- Medidas: 2 x 4 m
- Almacenamiento = 8 m²

3.3 Compresor con tijeras neumáticas

- Compresor con motor de gasolina
- Capacidad del depósito de gasolina del motor: 1,4 l
- Capacidad del depósito de gasolina del compresor de aire: 35 l
- Capacidad del tanque de aceite: 0,35 l
- Presión de funcionamiento: 0,6-1 Mpa
- 5 tijeras neumáticas, diámetro de corte: 20-30 mm
- Almacenamiento = 4 m²

3.4 Segadora-picadora

- Anchura de trabajo: 1,8 m
- Altura de corte: 0,05-0,2 m
- Dispositivos de corte: cuchillas
- Velocidad de la toma de fuerza: 540 r.p.m.
- Sistema de elevación: hidráulico
- Almacenamiento = 5 m²

3.5 Atomizador

- Arrastrado y accionado por la toma de fuerza, con anchura de trabajo de 3 m
- Capacidad: 1.500 l
- Caudal: 150 l/min
- Almacenamiento = 7 m²

3.6 Vibrador

- Tenaza doble rotación
- Apertura máxima de pinza: 550 mm
- Acoplamiento parte posterior de tractor
- Almacenamiento = 7m²

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA ALQUILADA

4.1 Subsolador

- Tractor de 80 CV + tractorista
- Anchura de trabajo: 1,5 m
- N° de brazos: 2
- Profundidad de trabajo de 40 cm hasta 60 cm

4.2 Pase de cultivador superficial

- Tractor de 120 CV + tractorista
- Anchura de trabajo de ambos: 3 m
- Enganche suspendido en ambos
- Diámetro de rulo: 0,5 m

4.3 Remolque esparcidor de estiércol

- Anchura de esparcido: 3 m
- Acoplamiento arrastrado
- Accionamiento: toma de fuerza
- Capacidad de carga 10.000 kg, con fondo móvil

4.4 Abonadora

- Tractor de 80 CV + tractorista
- Abonadora de discos, con una anchura de trabajo de 15 m
- Capacidad de carga: 1.800 kg
- Peso: 250 kg

4.5 Arado de vertedera

- Tractor de 120 CV + tractorista
- Anchura de trabajo: 3 m

- Vertedera de 4 cuerpos

4.6 Cultivador con rodillo

- Tractor de 80 CV + tractorista
- Anchura de trabajo de ambos: 3 m
- Enganche suspendido en ambos
- Diámetro de rulo: 0,5 m

4.7 Retroexcavadora

- Potencia: 117 CV
- Rendimiento aproximado: 40 m/h

4.8 Ahoyador

- Tractor de 60 CV + tractorista
- Ahoyador con tornillo sinfín

4.9 Vibrador

- Tractor 88 CV + tractorista
- Vibrador pelador con kit de cepillos de nylon quitahojas y rueznos.
- Tenaza de doble rotación.
- 60 árboles/hora
- Capacidad de la tolva: 350 kg de nuez

-Será fundamental con el objetivo de no dañar los troncos de los árboles, que las mordazas se cubran con fieltro grueso (2cm) y que se moje bien antes de comenzar la jornada. Los árboles de tres años no se dañan y el fieltro tampoco.

5. CÁLCULO DE LOS COSTES HORARIOS DE MAQUINARIA POR EL MÉTODO ASAE

5.1 Introducción

El método empleado para el cálculo del coste horario es el método ASAE. Se distinguirá entre la maquinaria propia y la alquilada.

Las fórmulas utilizadas para los cálculos de costes de cada máquina o apero son las siguientes:

Valor residual:

$$V_R = V_a \cdot a \cdot b^N$$

Donde:

a y b : coeficientes definidos gracias al grupo residual al que pertenecen.

V_a : Valor de adquisición.

N : Número de años que está en la explotación.

Amortización:

- por obsolescencia = $a = \frac{V_a - V_R}{N \cdot h}$

- por uso = $a = \frac{V_a - V_R}{H}$

Donde:

h : Horas de utilización de la maquinaria a lo largo del año.

H : Horas de vida máxima.

Intereses:

$$I = \frac{(V_a + V_R)}{2 \cdot h} \cdot \frac{i}{100}$$

Donde:

i : Intereses y serán del 6%.

Alojamientos, seguros e impuestos:

$$ASI = \frac{V_a \cdot 0,017}{h}$$

Combustible:

$$W \cdot CM \cdot \eta \text{ combustible} \cdot \text{precio combustible}$$

Donde:

W : Potencia del tractor.

CM : Carga del motor, para nuestros cálculos 50% y 80%.

η : Eficiencia del combustible

Precio de combustible : 0,995 €/l

La eficiencia del combustible se calcula con la siguiente expresión:

$$2,64 \cdot CM + 3,91 - 0,2 \cdot \sqrt{738 \cdot CM + 173} .$$

Lubricante:

Para calcular el lubricante tendremos en cuenta la potencia del tractor y el tipo de combustible con que funciona la máquina (gasóleo o gasolina).

El precio del lubricante hoy en día está a 2,80 €/l.

Reparación y mantenimiento:

$$RM = \frac{V_a}{100} \cdot a \cdot x^b$$

$$x = \frac{h \cdot N}{H} \cdot 100 \text{ y } C_{RM} = \frac{RM}{h \cdot N}$$

Siendo:

H = Horas de vida máxima probable.

5.2 Cálculos de maquinaria propia

Se van a aplicar las fórmulas descritas en el apartado anterior para cada una de las máquinas. De esta forma se obtendrán sus costes totales.

5.2.1 Tractor 88 CV

- Valor de adquisición: 30.000€
- Grupo de valor residual: 1
- Grupo de reparaciones y mantenimiento: 1
- H = Horas de vida útil: 12.000
- N = Años de vida útil: 12
- h = horas de utilización al año: 500

Valor residual:

$$V_R = 30.000 \cdot 0,68 \cdot 0,92^{12} = 7.500€$$

Amortización:

$$a = \frac{30.000 - 7.500}{12 \cdot 500} = 3,75€/\text{h}$$

Intereses:

$$I = \frac{(30.000 + 7.500) \cdot 0,06}{2 \cdot 500} = 2,25€/\text{h}$$

Alojamientos, seguros e impuestos:

$$ASI = \frac{30.000 \cdot 0,017}{500} = 1,02€/\text{h}$$

Combustible:

el agrícola se encuentra a 0,995 €/l.

Carga del 50%

$$\eta_{\text{combustible}}: 2,64 \cdot 0,50 + 3,91 - 0,2 \cdot \sqrt{738 \cdot 0,50 + 173} = 0,5731 / \text{Kw} \cdot \text{h}.$$

$$1 \text{ CV} = 735 \text{ w} \rightarrow 88 \text{ CV} = 64.680 \text{ w} = 64,7 \text{ Kw}$$

$$\text{Combustible} = 64,70 \cdot 0,50 \cdot 0,573 \cdot 0,995 = 18,47 €/\text{h}$$

Carga del 80%

$$\eta \text{ combustible: } 2,64 \cdot 0,80 + 3,91 - 0,2 \cdot \sqrt{738 \cdot 0,80 + 173} = 0,501 / \text{Kw} \cdot \text{h}$$

$$\text{Combustible} = 64,70 \cdot 0,80 \cdot 0,50 \cdot 0,995 = 24,58 \text{€}/\text{h}$$

Lubricante:

Para una potencia nominal de 64,7 kw, con el consumo de aceite aproximado para motores diesel, el coste de lubricante es:

$$\text{Lubricante} = 64,7 \text{Kw} \cdot 0,00059 \text{l} / \text{Kw} \cdot \text{h} + 0,02169 \cdot 2,80 \text{euros} / \text{l} = 0,16 \text{€}/\text{h}$$

Coste de reparación y mantenimiento:

$$x = \frac{500 \cdot 12}{1.000} = 6$$

$$RM = \frac{30.000}{100} \cdot 2,4 \cdot 6^{1,5} = 10.582 \text{€}.$$

$$C_{RM} = \frac{10.582}{500 \cdot 12} = 1,76 \text{€}/\text{h}.$$

Coste horario total para CM del 50%: **27,41 €/h**

Coste horario total para CM del 80%: **33,52 €/h**

5.2.2 Remolque de 4.000 kg

- Valor de adquisición: 3.000€
- Grupo valor residual: 4
- Grupo reparación y mantenimiento: 5
- H = Horas de vida útil: 5.000
- N = Años de vida útil: 15
- h = Horas de utilización al año: 250

Valor residual:

$$V_R = 3.000 \cdot 0,60 \cdot 0,885^{15} = 288 \text{€}$$

Amortización:

$$a = \frac{3.000 - 288}{15 \cdot 250} = 0,72 \text{€}/\text{h}$$

Intereses:

$$I = \frac{(3.000 + 288) \cdot 0,06}{2 \cdot 250} = 0,39 \text{ €/h}$$

Alojamientos, seguros e impuestos:

$$ASI = \frac{3.000 \cdot 0,017}{250} = 0,2 \text{ €/h}$$

Coste de reparación y mantenimiento:

$$x = \frac{250 \cdot 15}{5.000} \cdot 100 = 75$$

$$RM = \frac{3.000}{100} \cdot 0,159 \cdot 75^{1,4} = 2011,8 \text{ €}$$

$$C_{RM} = \frac{2011,8}{250 \cdot 15} = 0,54 \text{ €/h}$$

Coste horario total: **1,85€/h**

5.2.3 Compresor y tijeras neumáticas

- Valor de adquisición: 2.800€
- Grupo valor residual: 4
- Grupo reparación y mantenimiento: 4
- H = Horas de vida útil: 2.500
- N = Años de vida útil: 10
- h = Horas de utilización al año: 100

Valor residual:

$$V_R = 2.800 \cdot 0,60 \cdot 0,885^{10} = 495,1 \text{ €}$$

Amortización:

$$a = \frac{2.800 - 495,1}{10 \cdot 100} = 2,3 \text{ €/h}$$

Intereses:

$$I = \frac{(2.800 + 495,1) \cdot 0,06}{2 \cdot 100} = 0,98 \text{ €/h}$$

Alojamientos, seguros e impuestos:

$$ASI = \frac{2.800 \cdot 0,017}{100} = 0,47 \text{ €/h}$$

Coste de reparación y mantenimiento:

$$x = \frac{100 \cdot 10}{2.500} \cdot 100 = 40$$

$$RM = \frac{2.800}{100} \cdot 0,127 \cdot 40^{1,3} = 430,16 \text{ €}$$

$$C_{RM} = \frac{430,16}{100 \cdot 10} = 0,43 \text{ €/h}$$

Coste horario total: **4,18€/h**

5.2.4 Segadora-picadora

- Valor de adquisición: 3.000€
- Grupo valor residual: 3
- Grupo reparación y mantenimiento: 7
- H = Horas de vida útil: 2.000
- N = Años de vida útil: 10
- h = Horas de utilización al año: 200

Valor residual:

$$V_R = 3.000 \cdot 0,56 \cdot 0,885^{10} = 495 \text{ €}$$

Amortización:

$$a = \frac{3.000 - 495}{10 \cdot 200} = 1,25 \text{ €/h}$$

Intereses:

$$I = \frac{(3.000 + 495) \cdot 0,06}{2 \cdot 200} = 0,52 \text{ €/h}$$

Alojamientos, seguros e impuestos:

$$ASI = \frac{3.000 \cdot 0,017}{200} = 0,25 \text{ €/h}$$

Coste de reparación y mantenimiento:

$$x = \frac{200 \cdot 10}{2.000} \cdot 100 = 100$$

$$RM = \frac{3.000}{100} \cdot 0,301 \cdot 100^{1,3} = 3.594,9 \text{ €}$$

$$C_{RM} = \frac{3.594,9}{200 \cdot 10} = 1,79 \text{ €/h}$$

Coste horario total: **3,81€/h**

5.2.5 Atomizador

- Valor de adquisición: 7.000€
- Grupo valor residual: 4
- Grupo reparación y mantenimiento: 5
- H = Horas de vida útil: 1.500
- N = Años de vida útil: 10
- h = Horas de utilización al año: 100

Valor residual:

$$V_R = 7.000 \cdot 0,60 \cdot 0,885^{10} = 1.238 \text{ €}$$

Amortización:

$$a = \frac{7.000 - 1238}{10 \cdot 100} = 5,76 \text{ €/h}$$

Intereses:

$$I = \frac{(7.000 + 1.238) \cdot 0,06}{2 \cdot 100} = 2,47 \text{ €/h}$$

Alojamientos, seguros e impuestos:

$$ASI = \frac{7.000 \cdot 0,017}{100} = 1,19 \text{ €/h}$$

Coste de reparación y mantenimiento:

$$x = \frac{100 \cdot 10}{2.500} \cdot 100 = 40$$

$$RM = \frac{7.000}{100} \cdot 0,159 \cdot 40^{1,4} = 1.947 \text{ €}$$

$$C_{RM} = \frac{1.947}{100 \cdot 10} = 1,95 \text{ €/h}$$

Coste horario total: **11,37 €/h**

5.3 Cálculo de la maquinaria alquilada

- Subsolador + Tractor 120 CV (incluye tractorista): 40 €/h
- Cultivador + Tractor 120 CV (incluye tractorista): 40 €/h
- Remolque esparcidor de estiércol (capacidad de 10.000 kg) + Tractor 100 CV (no incluye tractorista): 25 €/h
- Abonadora + Tractor 88 CV (incluye tractorista) : 30 €/h
- Arado de vertedera + Tractor 120 CV (incluye tractorista): 40 €/h
- Cultivador con rodillo + Tractor 88 CV (incluye tractorista): 40 €/h
- Retroexcavadora: 41,20 €/h
- Ahoyador + Tractor 60 CV (incluye tractorista) : 35 €/h
- Vibrador multidireccional tenaza doble rotación : 265 € / ha = 51,82 €/h

5.4 Resumen de los costes de maquinaria empleada

Tabla 5.1 Costes de maquinaria empleada

		Maquinaria empleada	Coste (€/h)
Miq. Propia	Tractor	50%	27,41
		80%	33
	Remolque		1,85
	Compresor + tijeras		4,18
	Segadora picadora		3,81
	Atomizador		11,37
Miq. Alquilada	Subsolador + Tractor		40
	Cultivador + Tractor		40
	Remolque esparcidor+ Tractor		25
	Abonadora+tractor		30
	Arado de vertedera		40
	Cultivador + Tractor		40
	Retroexcavadora		41,2
	Ahoyador + Tractor		35
	Vibrador + Tractor		51,82

6. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA. CÁLCULO DE COSTES DE LABORES

6.1 Introducción

La capacidad de trabajo teórica (C_{TT}), es el trabajo que realizaría la maquinaria si trabajase sin interrupciones, a velocidad normal de trabajo, cubriendo siempre la totalidad de la anchura de trabajo teórico. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C_{TT} = A_t \cdot V_a \cdot \frac{1000m}{1Km} \cdot \frac{1ha}{10^4 m^2}$$

Donde:

C_{TT} : Capacidad de trabajo teórica (ha/h)

A_t : Anchura de trabajo (m)

V_a : Velocidad de avance (Km/h)

La capacidad de trabajo real (C_{TR}), es la capacidad de trabajo teórica corregida por un coeficiente de eficiencia en parcela, teniendo en cuenta los tiempos muertos perdidos. Se calcula de la siguiente forma:

$$C_{TR} = CTT \cdot \eta_e$$

Donde:

C_{TR} : Capacidad de trabajo real (ha / h)

η_e : Rendimiento

El tiempo de operación (T_0), es la inversa de la capacidad de trabajo real. Se expresa en h / ha mediante la fórmula:

$$T_0 = \frac{1}{C_{TR}}$$

La necesidad de potencia de una máquina es la potencia necesaria para realizar las operaciones. Se calcula mediante la expresión:

$$P = K \cdot A_t \cdot p \cdot V_a \cdot \frac{1}{75}$$

Donde::

P : Potencia necesaria (CV)

K : Resistencia específica del terreno (Kg/cm²)

A_t : Anchura de trabajo (cm)

P : Profundidad del trabajo realizado (cm)

V_a : Velocidad de avance (m / s)

La potencia del motor (P_m), se calculará dividiendo la potencia entre el rendimiento de la barra:

$$P_m = \frac{P}{\eta_b}$$

Donde:

P_m : Potencia del motor en CV

P : Potencia necesaria para realizar la operación en CV

η_b : rendimiento de la barra

6.2 Labores de preparación del terreno

- Subsolado: Tractor + Subsolador
- Pase de cultivador: Tractor + Cultivador
- Enmiendas minerales (magnésica): Tractor + Abonadora
- Labor de volteo y enterrado: Tractor + Arado de vertedera
- Labor superficial: Tractor + Cultivador + Rulo
- Instalación del sistema de riego, apertura de zanjas: Retroexcavadora

6.2.1 Subsolado

Se darán dos pases de subsolador cruzados, en el año 0, a una profundidad de 60 cm.

Datos:

$$A_t = 1,5 \text{ m}$$

$$V_a = 4 \text{ Km / h} = 1,11 \text{ m/s}$$

$$\eta_e = 85 \%$$

$$K = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = 60 \text{ cm}$$

$$\eta_b = 60 \%$$

Y ahora ya podemos calcular:

$$C_{TT} = A_t(m) \cdot V_a(Km/h) \cdot \frac{1000m}{1Km} \cdot \frac{1ha}{10^4 m^2}$$

$$C_{TR} = C_{TT} \cdot \eta_e$$

$$T_0 = \frac{1}{C_{TR}}$$

$$P = K(Kg/cm^2) \cdot A_t(cm) \cdot p(cm) \cdot V_a(m/s) \cdot \frac{1}{75}$$

$$P_m = \frac{P(CV)}{\eta_b}$$

Sustituyendo:

$$C_{TT} = 1,5 \cdot 4 \cdot \frac{1}{10} = 0,6 \text{ ha/h}$$

$$C_{TR} = 1,5 \cdot 4 \cdot 0,85 \cdot \frac{1}{10} = 0,51 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,51} = 1,96 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 37,94 \text{ h} \Rightarrow T_0(2 \text{ pases}) = 37,94 \cdot 2 = 75,89 \text{ h}$$

$$P = 0,5 \cdot 150 \cdot 60 \cdot 1,11 \cdot \frac{1}{75} = 66,66 \text{ CV}$$

$$P_m = \frac{66,66}{0,60} = 111 \text{ CV}$$

Por tanto, para esta operación se usará un tractor de 120 CV y un subsolador con las características más similares posibles.

6.2.2 Pase de cultivador

Se darán dos pases de cultivador cruzados a una profundidad de 25 cm.

Datos:

$$At = 3 \text{ m}$$

$$Va = 5 \text{ Km/h} = 1,38 \text{ m/s}$$

$$he = 80 \%$$

$$K = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = 25 \text{ cm}$$

$$hb = 60 \%$$

$$C_{TR} = 3 \cdot 5 \cdot 0,80 \cdot \frac{1}{10} = 1,20 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{1,20} = 0,83 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 16,06$$

$$P = 0,5 \cdot 300 \cdot 25 \cdot 1,38 \cdot \frac{1}{75} = 69 \text{ CV}$$

$$P_m = \frac{69}{0,60} = 115 CV$$

Para esta operación se utilizará un cultivador y un tractor de 120CV.

6.2.3 Enmienda magnésica

La enmienda magnésica consiste en la aplicación de 2,5 t/ha de magnesita, para ello se utiliza una abonadora con capacidad de 1.800 kg para hacerlo en dos veces, llenándola unos 1.250 kg para cada aplicación.

$$A_t = 11 \text{ m}$$

$$\text{Capacidad de carga} = 1.800 \text{ kg}$$

$$V_a = 7 \text{ km/h}$$

$$\eta_e = 50 \%$$

$$C_{TR} = 11 \cdot 7 \cdot 0,50 \cdot \frac{1}{10} = 3,85 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{3,85} = 0,26 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(2,5t) = 0,65 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(19,36) = 12,58 \text{ h}$$

Este tipo de abonadoras requieren una potencia mínima recomendada de 80 CV, inferior a la que posee el tractor propio de la explotación, que es de 88 CV, por lo tanto se utilizará éste para dicha labor.

6.2.4 Labor de volteo y enterrado

Datos de la vertedera:

$$A_t = 3 \text{ m}$$

$$V_a = 5 \text{ Km/h} = 1,38 \text{ m/s}$$

$$\eta_e = 85 \%$$

$$K = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = 25 \text{ cm}$$

$$\eta_b = 60 \%$$

$$C_{TR} = 3 \cdot 5 \cdot 0,85 \cdot \frac{1}{10} = 1,27 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{1,27} = 0,79 h / ha \Rightarrow T_0(19,36 ha) = 15,29$$

$$P = 0,5 \cdot 300 \cdot 25 \cdot 1,38 \cdot \frac{1}{75} = 69 CV$$

$$P_m = \frac{69}{0,60} = 115 CV$$

Por tanto, para esta operación alquilará, al igual que en otras operaciones, un tractor de 120 CV y un arado de vertedera de cuatro cuerpos con las características más similares posibles.

6.2.5 Pase de cultivador y rulo

Se dará un pase de cultivador con rulo a una profundidad de 15 cm.

Datos:

$$A_t = 3 \text{ m}$$

$$V_a = 5 \text{ Km / h} = 1,38 \text{ m/s}$$

$$\eta_e = 80 \%$$

$$K = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = 15 \text{ cm}$$

$$\eta_b = 60 \%$$

$$C_{TR} = 3 \cdot 5 \cdot 0,80 \cdot \frac{1}{10} = 1,20 \text{ ha / h}$$

$$T_0 = \frac{1}{1,20} = 0,83 h / ha \Rightarrow T_0(19,36 ha) = 16,06$$

$$P = 0,5 \cdot 300 \cdot 15 \cdot 1,38 \cdot \frac{1}{75} = 41,4 CV$$

$$P_m = \frac{41,4}{0,60} = 69 CV$$

Para esta operación servirá un cultivador con rulo y el tractor propio de la explotación de 88 CV.

6.2.6 Instalación del sistema de riego

Se realizará con una retroexcavadora. Se abrirán zanjas de $0,5\text{ m} \cdot 0,7\text{ m}$ de profundidad, incluyendo posteriormente el cierre de éstas.

$$T_o = 100\text{ m} / \text{h}$$

$$T_o (1.300\text{ m de tuberías enterradas}) = 13\text{ h}$$

6.3 Labores de plantación

- Replanteo: Rayo láser + jalones + cintas métricas
- Apertura de hoyos de plantación: Tractor + Ahoyador con tornillo sinfín
- Plantación y colocación de protectores de plástico: Tractor + Remolque
- Primer riego de asentamiento

6.3.1 Replanteo

Para el marcaje se utilizará el emisor de rayo láser que posee un rendimiento aproximado de 4 h/ha, por lo que el tiempo de la operación para toda la finca será:

$$T_o (19,36\text{ ha}) = 77,44\text{ h}$$

6.3.2 Apertura de hoyos de plantación

Para realizar los hoyos se empleará un ahoyador con tornillo sinfín enganchado a un tractor. La potencia recomendada para un ahoyador que realice hoyos a una profundidad de 40 cm, ronda los 50 CV, por ello se alquilará un tractor de 60 CV. Se tendrán en cuenta los hoyos incluyendo los de los árboles destinados a reposición de marras, que también se plantarán en una esquina de la parcela. En total suman 6.041 hoyos.

Este sistema posee un rendimiento medio de 170 hoyos/h.

$$T_o = \frac{6.041\text{hoyos}}{170\text{hoyos} / \text{h}} = 35,53\text{h para las } 19,36\text{ ha .}$$

6.3.3 Plantación y colocación de plásticos protectores

Esta operación llevará un tiempo aproximado de 2min/planta. Para realizarla se emplea el remolque y el tractor propio de la explotación. Además habrá operarios que tapen los agujeros y coloquen el protector de plástico.

$$T_o = 2\text{ min} / \text{planta} \cdot 6.041\text{plantas} / 60\text{ min} / \text{h} = 201,3\text{horas}$$

6.3.4 Riego de asentamiento

Para realizar el primer riego, justo después de realizar la plantación, se utilizará el atomizador propio de la explotación arrastrado por el tractor propio de 88 CV.

$$A_t = 3 \text{ m}$$

$$V_a = 4 \text{ km/h} = 1,11 \text{ m/s}$$

$$\eta_e = 60 \%$$

$$C_{TR} = 3 \cdot 4 \cdot 0,60 \cdot \frac{1}{10} = 0,72 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,72} = 1,39 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 26,91 \text{ h}$$

6.3.5 Implantación de mulching

Tras realizar el primer riego de asentamiento se procede a colocar las cortezas de pino a lo largo de las líneas de cultivo y con una anchura de 1,8 m. Esta anchura representa aproximadamente el 25% del terreno total.

$$V_a = 6 \text{ Km/h}$$

$$\eta_e = 65 \%$$

$$C_{TR} = 2 \cdot 6 \cdot 0,65 \cdot \frac{1}{10} = 0,78 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,78} = 1,28 \text{ h/ha} \cdot 19,36 \text{ ha} \cdot 25\% = 6,19 \text{ h}$$

Se utilizarán el tractor de 88 CV y el remolque propios de la explotación.

6.4 Labores de mantenimiento y explotación del cultivo

- Poda: Tractor + Tijeras neumáticas
- Triturado de restos de poda: Tractor + Picadora
- Laboreo de mantenimiento: Tractor + Cultivador
- Mantenimiento de la cubierta vegetal: Tractor + Segadora
- Fertilización orgánica: Tractor + Remolque esparcidor de estiércol
- Tratamientos fitosanitarios: Tractor + Atomizador
- Recolección: Tractor + Toro + Remolque + Palots + cubos y cajas

6.4.1 Poda

Para realizar la labor de poda cada año, se estima un tiempo aproximado de 2 min/árbol y año.

$$T_0 = 5.923 \text{árboles} \cdot \frac{2 \text{min/ árbol}}{60 \text{min/ h}} = 197,43h$$

Esta labor la realizarán 5 operarios al disponerse de ese mismo número de tijeras neumáticas.

6.4.2 Triturado de los restos de poda

Para esta operación se emplea la segadora-picadora propiedad de la explotación una vez terminada la labor de poda, de igual manera que para el mantenimiento de la cubierta vegetal.

Datos:

$$A_t = 1,8 \text{ m}$$

$$V_a = 5 \text{ Km / h}$$

$$\eta_e = 85 \%$$

$$C_{TR} = 1,8 \cdot 5 \cdot 0,85 \cdot \frac{1}{10} = 0,76 \text{ ha / h}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,76} = 1,31 \text{ h / ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 25,36h$$

6.4.3 Mantenimiento de la calle 3 primeros años. Pase de cultivador

Para esta operación se utilizará un cultivador a una profundidad de 20 cm. Esta labor se realizará los tres primeros años en las calles de la plantación hasta el establecimiento de cubierta vegetal espontánea.

Datos:

$$A_t = 3 \text{ m}$$

$$V_a = 5 \text{ Km / h} = 1,38 \text{ m/s}$$

$$\eta_e = 85 \%$$

$$K = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = 20 \text{ cm}$$

$$\eta_b = 60 \%$$

Calculamos:

$$C_{TR} = 3 \cdot 5 \cdot 0,85 \cdot \frac{1}{10} = 1,27 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{1,27} = 0,78 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 15,10 \text{ h}$$

$$P = 0,5 \cdot 300 \cdot 20 \cdot 1,38 \cdot \frac{1}{75} = 55,2 \text{ CV}$$

$$P_m = \frac{55,20}{0,60} = 92 \text{ CV}$$

Se alquilará un tractor de 100CV.

6.4.4 Mantenimiento de la calle años posteriores: siega de la cubierta

Para esta operación se emplea la segadora-picadora propia. Dado que aproximadamente el 25% de la superficie está cubierto por el mulching, se considera que habrá que segar el 75% del terreno.

Datos:

$$A_t = 1,8 \text{ m}$$

$$V_a = 5 \text{ Km/h}$$

$$\eta_e = 85 \%$$

$$C_{TR} = 1,8 \cdot 5 \cdot 0,85 \cdot \frac{1}{10} = 0,76 \text{ ha/h}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,76} = 1,31 \text{ h/ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha} \cdot 0,75) = 19,02 \text{ h}$$

En todo el año se realizarán unas 8 siegas, según lo requiera la vegetación espontánea presente. Obligatoria la siega justo antes de la recolección y de la poda.

$$T_0 = 19,02 \text{ h} \times 8 \text{ siegas} = 152,16 \text{ h/año}$$

6.4.5 Enmienda orgánica de mantenimiento

Como el nivel de materia orgánica previo del suelo es bastante adecuado, sólo se precisarán 10t/ha de estiércol cada 5 años.

Datos:

$$A_t = 3 \text{ m}$$

Capacidad de carga: 10t

$$V_a = 6 \text{ Km / h}$$

$$\eta_e = 65 \%$$

$$C_{TR} = 3 \cdot 6 \cdot 0,65 \cdot \frac{1}{10} = 1,17 \text{ ha / h}$$

$$T_0 = \frac{1}{1,17} = 0,85 \text{ h / ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 16,54 \text{ h}$$

Se estima una potencia nominal del tractor de 10 CV por tonelada, con 10t de estiércol, es adecuado un tractor de 100CV.

6.4.6 Tratamientos fitosanitarios

Para realizar esta labor, en caso de enfermedad o plaga, se utilizará el atomizador propio de la explotación. Será arrastrado igualmente por el tractor de 88 CV de la propiedad.

$$A_t = 3 \text{ m}$$

$$V_a = 4 \text{ km/h} = 1,11 \text{ m/s}$$

$$\eta_e = 60 \%$$

$$C_{TR} = 3 \cdot 4 \cdot 0,60 \cdot \frac{1}{10} = 0,72 \text{ ha / h}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,72} = 1,39 \text{ h / ha} \Rightarrow T_0(19,36 \text{ ha}) = 26,91 \text{ h}$$

6.4.7 Recolección

Según las explotaciones ya existentes de las mismas características, se pueden recolectar unos 60 árboles/hora. Teniendo en cuenta que no hay el mismo número de árboles de una variedad que de otra, (70% árboles Chandler y 30 % árboles Howard) y además, tampoco su densidad por hectárea es la misma debido a sus sendos marcos de plantación, se hará una estimación de las horas por hectárea.

$$\text{-Árboles Chandler/ha} = 285 \rightarrow 285/60 = 4,75 \text{ h/ha}$$

-Árboles Howard/ha = 357 → 357/60 = 5,95 h/ha

Como hay una proporción de 70% y 30%:

$$\frac{4,75 \times 70 + 5,95 \times 30}{100} = 5,11 \text{ h/ha}$$

Este caudal de recolección se asume para todos los años de producción. Precisamente esta es la característica de la mecanización; se tarda el mismo tiempo en recolectar mínimas que máximas producciones.

El número de horas por jornada debería ser de 10 ya que es muy importante que la labor se haga cuanto antes y más teniendo en cuenta que se realizará en tan pocos días: “*El campo manda*”. Para entrar en el marco legal, se alquilarán pues **dos equipos completos formados cada uno por 1 tractorista con tractor y vibrador, 1 ayudante y 3 peones** de tal forma que cumplan una jornada de 8 horas cada equipo. También se reducirán entonces los tiempos de recolección por hectárea a la mitad, por lo que quedará de la siguiente forma:

$$\frac{5,11 \text{ h/ha}}{2} = 2,55 \text{ h/ha}$$

Tabla 6.1 Caudal de recolección

Año	Caudal de recolección (h/ha)	Nº de ha	Tiempo invertido	Nº de h/jornada	Días de duración	Días necesarios
3	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
4	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
5	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
6	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
7	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
8	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
9	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7
10 - 30	2,55	19,36	49,37	8	6,2	7

Cálculo del transporte. Este factor está directamente relacionado con el caudal de recolección.

Se buscará siempre, un equilibrio entre el caudal y el transporte, para no detener la recolección.

Realmente la recogida de la nuez se realiza obviamente en fresco. Se calcula que aproximadamente pierde un 20% de su peso cuando se seca, por lo que:

Tabla 6.2 Caudal de recolección de nuez en peso fresco

Año	Producción (kg/ha)	Producción nuez fresca (kg/ha)	Caudal h/ha	Kg/h	Kg/jornada	Nº de remolques llenados por jornada*	Nº de viajes
3	428,5	535,63	2,55	210,05	1.680,39	0,42	1
4	800	1.000,00	2,55	392,16	3.137,25	0,78	1
5	2.000	2.500,00	2,55	980,39	7843,14	1,96	2
6	4.000	5.000,00	2,55	1.960,78	15.686,27	3,92	4
7	4.857	6.071,25	2,55	2.380,88	19.047,06	4,76	5
8	4.900	6.125,00	2,55	2.401,96	19.215,69	4,80	5
9	4.950	6.187,50	2,55	2.426,47	19.411,76	4,85	5
10-30	5.000	6.250,00	2,55	2.450,98	19.607,84	4,90	5

* Capacidad máxima del remolque: 4t

Se realizará la siguiente organización:

Se estima que cuesta 10 minutos realizar el viaje de ida y vuelta a la nave (hay 1,5 km aprox. de distancia).

Años 3 y 4 se realiza un solo viaje al final de la jornada.

Año 5: se realizarán los dos viajes en el momento que se estime más oportuno dada la cercanía de la nave. No hace falta utilizar más tractores ni más remolques.

Año 6: se realizarán los dos viajes en el momento que se estime más oportuno dada la cercanía de la nave. No hace falta utilizar más tractores ni más remolques.

Año 7 y sucesivos: se realizarán los cinco viajes en el momento que se estime más oportuno dada la cercanía de la nave. No hace falta utilizar más tractores ni más remolques.

Cada uno de los años se necesitarán 5 personas en la recolección: tractorista, ayudante y 3 operarios.

- Tractorista:

Se ocupará en todo momento del manejo del tractor con su vibrador: Teniendo en cuenta que el vibrador con tractorista se alquila por 265 €/ha, saldrá, a 99 horas de trabajo en la recolección;

Vibrador + tractorista = 51,96 €/h cada uno

- Ayudante:

Será el encargado del transporte del remolque, observará si caen ramas en el vibrador (con el objeto de que no se atasque), supervisará en general toda la operación. Si algún árbol resulta dañado, le aplicará fungicida, etc.

12 €/h

- Operarios:

Recogerán las nueces con los recogedores esféricos (“esferas”, vistos en el anejo correspondiente a recolección y calidad). Además ayudarán en el llenado del remolque (traspaso de las nueces de la tolva del vibrador al remolque) y en las demás labores en puedan ser requeridos.

$$10\text{€/h operario} \rightarrow 10\text{€} \times 3 \text{ operarios} = 30 \text{ €/h}$$

Teniendo en cuenta que habrá dos equipos completos, el coste total se multiplicará por dos, de tal forma que:

Tabla 6.3 Coste €/h de recolección

Equipo	Labor	€/h
Equipo 1	Vibrador + tractorista	52
	Ayudante	12
	3 peones	30
Equipo 2	Vibrador + tractorista	52
	Ayudante	12
	3 peones	30
Transporte	Remolque + tractor	34,85
Total €/h		222,85

Si se tiene en cuenta que el tiempo total de recolección será de 49,37 horas, saldrá un total de **11.002,10 €**

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	III
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DIMENSIONAMIENTO DE LA NAVE	1
3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	2
3.1 Predimensionamiento de la cercha	3
4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	4
4.1 Cabios	4
4.2 Correas	5
4.2.1 Valoración de cargas	5
4.2.2 Cálculo de correas	9
4.3 Cálculo de la cercha	11
4.3.1 Método de nudos	11
4.3.2 Diseño de las barras	15
4.4 Cálculo de los pilares	18
4.4.1 Hipótesis de carga	19
4.4.2 Ecuaciones de equilibrio	20
4.4.3 Diseño resistente	21
4.4.4 Comprobación a rigidez	22
4.5 Vigas	23
4.6 Muros hastiales o fachadas laterales	23
4.6.1 Cálculo del dintel	25
4.6.2 Pilares centrales	26
4.6.3 Pilares laterales	27
4.6.4 Vigas de atado y arriostramientos	29
5. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN	30
5.1 Cálculo de la placa base	31
5.2 Cálculo de unión tornillo	37
5.2.1 Elección de tornillos	37
5.2.2 Condiciones dimensionales de la unión	38
5.2.3 Cálculo resistente de la unión	38
5.3 Cálculo de la zapata	39
5.3.1 Comprobación de hundimiento	40
5.3.2 Comprobación de vuelco	40
5.3.3 Comprobación a deslizamiento	40

5.3.4	Verificación de la excentricidad	41
5.4	Cálculo de la armadura.....	41
5.4.1	Cuantía resistente mínima.....	42
5.4.2	Colocación de la armadura	44
5.4.3	Comprobación de adherencia.....	45
5.4.4	Cálculo de la cortante y punzamiento	45
6.	SOLERA	47
7.	ALBAÑILERÍA.....	47
7.1	Revestimiento.....	47
7.2	Tabiquería.....	47
7.3	Techos interiores	48
8.	CARPINTERÍA	48
8.1	Puertas	48
8.2	Ventanas	48
9.	CUBIERTA	49
10.	SANEAMIENTO.....	49
10.1	Bajantes	49
10.2	Canalones	49
11.	ILUMINACIÓN	50
11.1	Flujo luminoso.....	50
11.2	Factor de utilización	50
11.3	Índice local	51
11.4	Coefficientes de reflexión.....	51
11.5	Factor de utilización (η).....	51
11.6	Factor de depreciación.....	51
11.7	Flujo luminoso real.....	51
11.8	Número de lámparas necesarias	52
11.9	Cálculo de la sección del conductor	52
11.10	Cálculo de la sección del conductor en el circuito del alumbrado	53
11.11	Cálculo de la sección del conductor en el circuito de enchufes	54
11.12	Elementos de la instalación eléctrica.....	55
12.	FONTANERÍA	55
12.1	Cálculo del diámetro de la tubería.....	55
12.2	Cálculo de llaves y contadores	56
12.3	Colocación del contador general	56
12.4	Cálculo de la llave reductora	56

12.5 Desagüe 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Dimensionamiento de la nave en función de la superficie a utilizar. 1
Tabla 4.1 Coeficientes de ponderación. 8
Tabla 4.2 Resumen de las longitudes de las barras. 12
Tabla 4.3 Esfuerzos que soportan las barras y el estado en que se encuentran. 15
Tabla 4.4 Características de las barras..... 18
Tabla 5.1 Esfuerzos que soporta el pilar..... 31

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es la construcción de una nave agrícola, que será necesaria para el almacenamiento de la maquinaria y aperos que usaremos para llevar correctamente la explotación, además de constar con aseo, mesa de herramientas y espacio para las cajas que usaremos en la recolección de las cerezas.

Las dimensiones de la nave se calcularán en función del espacio que necesitemos para el almacenaje de estos materiales y maquinaria además del espacio necesario para la maniobrabilidad de éstas.

La construcción de la nave se realizará en el término municipal de Arnedo, a aproximadamente 1,5 km de distancia de la explotación. La nave se encontrará en el pol. 5 parcela 201, un lugar cercano a la parcela con abastecimiento de luz, agua corriente y con red de aguas residuales

2. DIMENSIONAMIENTO DE LA NAVE

Las dimensiones de la nave las determinamos teniendo en cuenta la superficie que ocupan aproximadamente los elementos que vamos a almacenar y considerando que deberemos sobredimensionarla, es decir, mayorarla para tener una buena maniobrabilidad y distribución del espacio dentro de la misma.

Tabla 2.1 Dimensionamiento de la nave en función de la superficie a utilizar.

MAQUINARIA	SUPERFICIE
Tractor	10 m2
Remolque	8 m2
Compresor + tijeras neumáticas	4 m2
Segadora-picadora	5 m2
Atomizador	7 m2
Lubricantes y gasóleo	2 m2
Sacos	1 m2
Fitosanitarios y fertilizantes	20 m2
Mesa de herramientas	3 m2
Aseo	12 m2
Almacenamiento	15m²
TOTAL	87m2

Sobredimensionando la superficie estimada como superficie imprescindible útil, decidimos que la nave tendrá una superficie de 150 m².

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La nave será a dos aguas formada por una cercha simétrica tipo Inglesa con diagonales a tracción, ángulo de inclinación de 19,8°, que se apoya sobre los pilares y cerrada en los frontales por muros hastiales resistentes, para soportar los empujes horizontales.

La estructura metálica corresponde a una nave sin huecos de 10x15 m con una altura a aleros de $H = 4$ m y una distancia entre cerchas de $s = 5$ m.

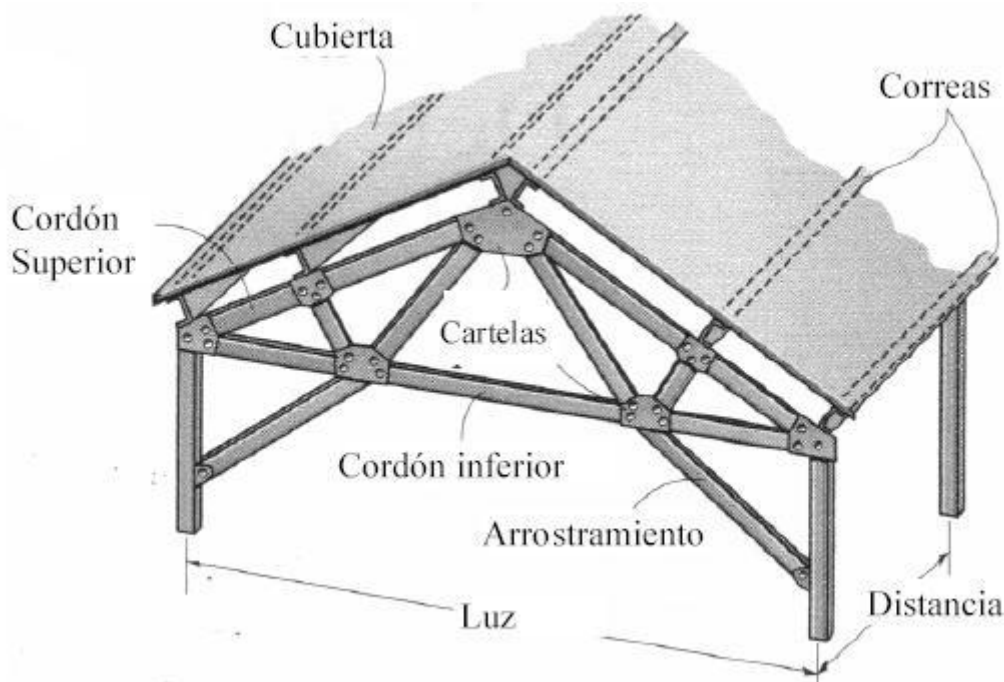
No se considerarán acciones geológicas, térmicas ni sísmicas.

Para la cubierta se utilizarán planchas onduladas de fibrocemento de 2,5 metros de longitud, lo que la separación entre correas no será más de 2 m.

Se supondrá simetría de carga para la nave respecto al plano longitudinal de la misma.

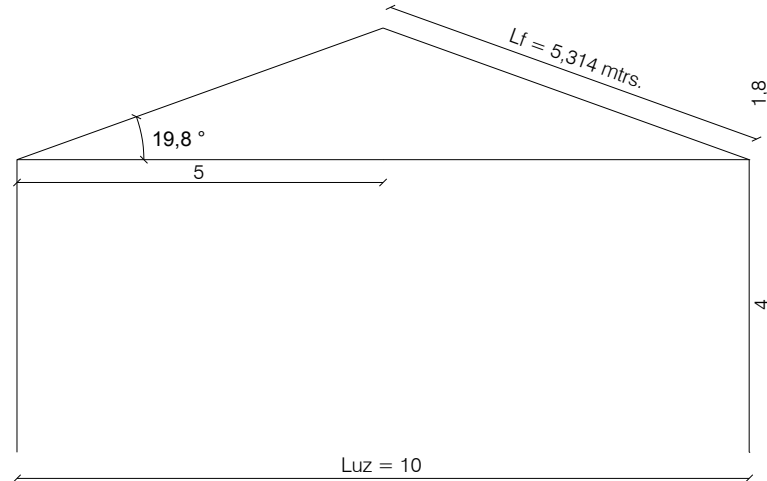
La estructura está formada por dos cerchas centrales que apoyan en pilares situados en cada extremo y por dos muros hastiales, uno en cada frontal sobre los que se apoyará la cubierta.

El diseño se realizará según la NBE EA-95 y en acero A-42.



3.1 Predimensionamiento de la cercha

La nave tiene una altura $H=5,8$ m, y los pilares de 4 m, así la cercha tiene una altura de 1,8 m de altura y de luz $L=10$ m.



Con estos datos ya podemos calcular el ángulo de inclinación de la cercha (ϑ) y la longitud del faldón (L_f):

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{1,8}{5} = 0,36 \Rightarrow \vartheta = \operatorname{arctg} 0,36 = 19,8^\circ$$

$$L_f = \sqrt{(1,8)^2 + 5^2} = 5,314 \text{ m}$$

La cercha tiene un ángulo de inclinación de $19,8^\circ$ y la longitud del faldón es de $5,314$ m. Sobre ella se apoyarán las correas, que son vigas que se apoyan sobre el faldón y forman el entramado de la cubierta. En las correas se sujetan los materiales de cobertura.

Las correas se dispondrán a una distancia aproximada de $a = 2$ m sobre el faldón de forma que el número de correas por faldón será:

$$n = \frac{L_f}{a} + 1 = \frac{5,314}{2} + 1 = 3,657$$

Siendo:

a = distancia entre correas

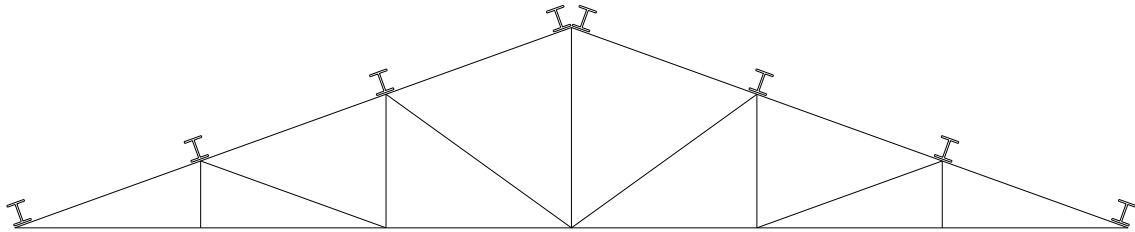
L = longitud del faldón

Se debe optar por 4 correas, ya que se aproxima más a la separación de 2 m.

La separación real entre correas será:

$$a = \frac{L_f}{n-1} = \frac{5,314}{3} = 1,77 m$$

Para calcular la forma que tendrá la cercha contamos con que es una cercha inglesa con diagonales a tracción y que sobre cada faldón apoyan 4 correas dispuestas desde el nudo inferior apoyando una en cada nudo.



4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

4.1 Cabios

Los cabios o tirandillas son perfiles que se colocan perpendicularmente a las correas y cuya misión es servir de sujeción y apoyo a los elementos de cobertura, también absorben empujes horizontales.

En nuestro caso se dispondrán, ya que son necesarios para reducir el peso de las correas al actuar como apoyos en la dirección del faldón. Son capaces de absorber los empujes en la dirección del faldón, prácticamente horizontales.

El material de cobertura serán planchas de fibrocemento, serán redondos e irán soldados en medio del alma de la correa, una distancia de la mitad de cada plancha de la separación entre pórticos, a 1,25 metros.

A efectos de cálculo, se desprecia su peso para el cálculo de la cubierta.

4.2 Correas

Se considerará un peso inicial de 15 Kp/m y serán tipo IPN según la normativa EHE-99. Se diseñarán como vigas continuas apoyadas sobre el faldón, dado a que es flexión desviada, se reduce considerablemente el perfil elegido si se disponen cabios a la mitad de separación entre pórticos.

4.2.1 Valoración de cargas

Se tendrán en cuenta tres cargas, la concarga, la carga de nieve y la carga de viento, y el resto no se considerarán. Para su valoración se tendrá en cuenta la NBE AE-88.

4.2.1.1 Concarga

Peso propio de las correas:

El peso de las correas lo calculamos mediante el método de Argüelles, en el que en peso en Kp/m² de cerchas con materiales ligeros se estima entorno a L/2 según la proyección horizontal. Por lo tanto la carga de peso de la cercha será:

$$q_{CE} = \frac{10}{2} = 5 \text{ Kp/m}^2$$

Como la carga del peso de la cercha (q_{CE}) está calculada según la proyección horizontal, para proyectar la carga sobre el faldón se multiplica la carga calculada por el $\cos \vartheta$, siendo ϑ el ángulo de inclinación de la cercha. Para simplificar, dada la poca inclinación de la cubierta y apoyándonos en el lado de la seguridad se considera la carga distribuida igual:

$$q'_{CE} = q_{CE} = 5 \text{ Kp/m}^2$$

Ahora ya podemos calcular el peso total de la cercha:

$$Q_{CE} = 5 \cdot 10 \cdot 5 = 250 \text{ Kp}$$

Esta carga se distribuye como una carga lineal sobre el faldón:

$$p_{CE} = s \cdot q_{CE} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ Kp/m}$$

Carga permanente:

La carga permanente está constituida por el peso del material de cobertura y por el de las correas.

Peso del material de cobertura:

Según la NBE-AE-88 el peso de la plancha ondulada de fibrocemento es de 15 Kp/m². Y el peso como carga lineal distribuida por el faldón será:

$$p_{MC} = s \cdot q_{MC} = 5 \cdot 15 = 75 \text{ Kp/m}$$

Peso de las correas:

El peso estimado es $p_{CO}' = 15 \text{ Kp/m}$. Esta carga se distribuye sobre el área del faldón. Para las correas que nosotros tenemos la carga total es:

$$p_{CO}'' = 4 \cdot 15 = 60 \text{ Kp/m}$$

Si la carga se distribuye por la superficie del faldón:

$$q_{CO} = \frac{p_{CO}''}{L_F} = \frac{60}{5,314} = 11,29 \text{ kp/m}^2$$

La carga distribuida longitudinalmente por todo el faldón es:

$$p_{CO} = s \cdot q_{CO} = 5 \cdot 11,29 = 56,45 \text{ Kp/m}$$

Con estos datos ya podemos calcular la carga permanente que será:

$$\sum \text{Carga permanente} \Rightarrow p_p = p_{MC} + p_{CO} = 75 + 56,45 = 131,45 \text{ Kp/m}$$

Y por último ya calculamos la concarga, que será el sumatorio de las anteriores:

$$\sum \text{CONCARGA} \Rightarrow P_c = P_p + P_{ce} = 131,45 + 25 = 156,45 \text{ Kp/m}$$

4.2.1.2 Sobrecargas

No se tendrá en cuenta en este apartado la carga de uso por mantenimiento (de una o dos persona sobre el tejado en situación desfavorable) dado que se considera la carga de nieve.

Según la normativa todas las vigas se han de comprobar para soportar una carga aislada de uso de 100 Kp en la situación más desfavorable. No se hace esta comprobación ya que al combinar las cargas que actúan sobre los elementos tienen un efecto mayor que el provocado por dicha carga.

4.2.1.3 Climáticas

Nieve:

Según la norma NBE-AE-95, como el municipio de Arnedo se encuentra a 523 m sobre el nivel del mar, la sobrecarga de nieve horizontal es de 50 Kp/m^2 . Considerando que la superficie del faldón es lisa y proyectando, se obtiene:

$$q_{NI} = p_{NI} \cdot \cos^2 \vartheta = 5 \cdot 50 \cdot \cos^2 19,8^\circ = 221,31 \text{ Kp/m}^2$$

Acción del viento:

El estudio del viento se considera de izquierda a derecha, obviando el de derecha a izquierda por ser la estructura simétrica, y de forma que solo combine en las hipótesis una situación de viento. Bastará con que diseñemos las vigas con la situación más crítica. Se aplicará la norma NBE-AE-88.

El viento produce sobre cada elemento superficial de una construcción una sobrecarga unitaria de valor dado por la siguiente expresión:

$$q = c \cdot w$$

Siendo “w” la presión dinámica del viento y “c” el coeficiente eólico que depende de la configuración de la construcción, de la posición del elemento y del ángulo de incidencia del viento en la superficie, en nuestro caso es $w = 50 \text{ Kp/m}^2$.

Por lo tanto el coeficiente eólico, c, para nuestra nave es:

A barlovento:

$$\text{En el pilar 1: } c_1 = 0,8 \Rightarrow P_1 = s \cdot c \cdot w = 5 \cdot 0,8 \cdot 50 = 200 \text{ Kp/m}$$

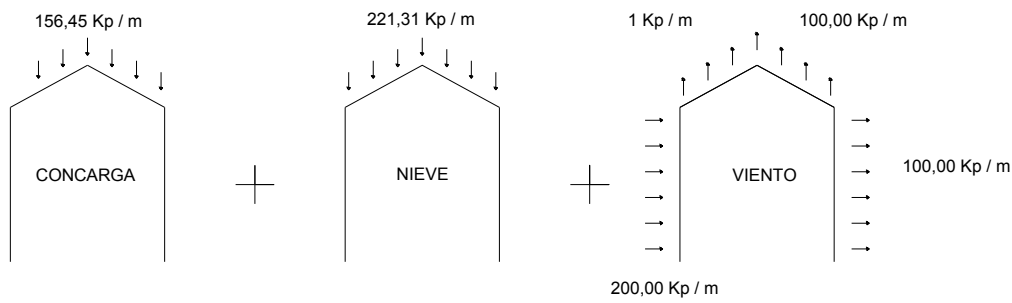
En la cubierta 1, dado que el ángulo de incidencia es de $19,8^\circ$:

$$c_2 = -0,04 \rightarrow P_1 = s \cdot c \cdot w = 5 \cdot (-0,004) \cdot 50 = -1 \text{ Kp/m}$$

A sotavento:

En el pilar 2, como en la cubierta 2, el valor del coeficiente es:

$$c_2 = -0,4 \rightarrow P_2 = s \times c \times w = 5 \times (-0,4) \times 50 = -100 \text{ Kp/m}$$



4.2.1.4 Hipótesis de carga

Según el estado de cargas y según la norma EHE-99, la hipótesis a considerar es la I_C , para hallarla necesitamos los coeficientes de ponderación, que son:

Tabla 4.1 Coeficientes de ponderación.

	HIPÓTESIS DESFAVORABLES	HIPÓTESIS FAVORABLES
CARGAS PERMANENTES	1,35	1
CARGAS VARIABLES	1,5	0

Para evaluar las correas se usarán los siguientes coeficientes de ponderación:

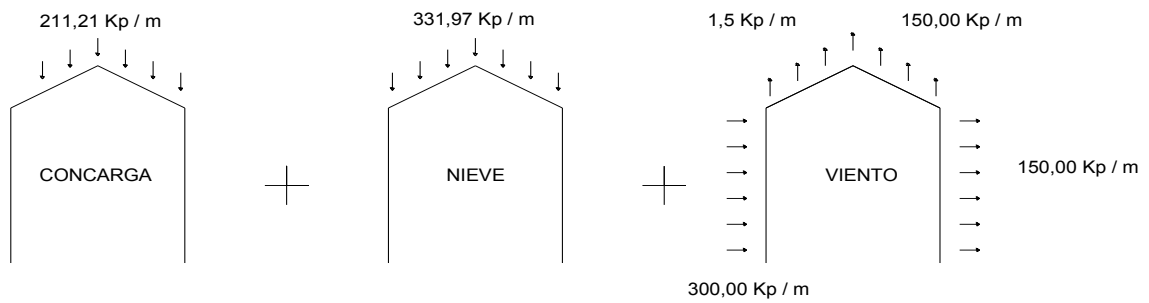
$$C_p = 1,35$$

$$C_{vi} = 0$$

$$C_{ni} = 1,5$$

Por ser las cargas permanentes, la nieve es desfavorable y el viento favorable.

A continuación se muestran las cargas ponderadas cuando son desfavorables.



4.2.2 Cálculo de correas

Para el cálculo de las correas se debe descontar el peso de esta que es:

$$p_{cer} = 30 \text{ Kp} / m$$

Y que ponderado es:

$$p_{cer}^* = 1,33 \cdot 30 = 39,9 \text{ Kp} / m$$

Así se descuenta el peso que soportan las correas que por longitud de faldón será:

$$p_{corr}^* = q^* - p_{cer}^* = 543,18 - 39,9 = 503,28 \text{ Kp} / m$$

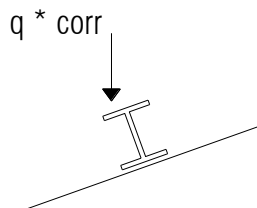
La carga neta será:

$$P_{corr}^* = 503,28 \cdot 5,314 = 2674,34299 \text{ Kp}$$

El reparto es de P para las dos correas centrales y P/2 para las laterales de forma que $3 \cdot P = 2674,4299 \text{ Kp} \Rightarrow P = 891,4766 \text{ Kp}$ lo que soporta una correa central.

Si la distribuimos $q_{corr}^* = \frac{891,4766}{4} = 222,8692 \text{ Kp} / m$

Para el cálculo, la carga q_{corr}^* se proyectará, según la norma, al faldón y según la dirección del faldón. Así se tienen dos proyecciones:



$$q_n^* = q^* \cdot \cos 19,8 = 222,8692 \cdot \cos 19,8 = 209,6933 \text{ Kp/m}$$

$$q_t^* = q^* \cdot \text{sen} 19,8 = 222,8692 \cdot \text{sen} 19,8 = 75,4942 \text{ Kp/m}$$

Las correas son vigas continuas cuyos momentos más desfavorables se producen en el segundo apoyo y valen $M^* = 0,107 \cdot p^* \cdot l^2$.

Así los momentos según cada dirección son:

$$M_t^* = 0,107 \cdot q_n^* \cdot s^2 = 0,107 \cdot 209,6933 \cdot 5^2 = 560,9296 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

$$M_n^* = 0,107 \cdot q_t^* \cdot s^2 = 0,107 \cdot 75,4942 \cdot 5^2 = 201,9470 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

Y despreciando fuerzas cortantes, la tensión de comprobación es:

$$\sigma^* = \frac{M_t^*}{W_t} + \frac{M_n^*}{W_n} \leq 2600 \text{ Kp/cm}^2 \text{ para el acero A-42}$$

El perfil IPN-140 tiene $W_t = 81,9 \text{ cm}^3$ y $W_n = 10,70 \text{ cm}^3$. El valor de

$$\sigma^* = \frac{M_t^*}{W_t} + \frac{M_n^*}{W_n} = \frac{56092,96}{81,9} + \frac{20194,70}{10,70} = 2572,2509 \leq \sigma_{ADM}$$

Verificamos la rigidez: $f = 0,415 \cdot f_{BA}$

Siendo f_{BA} la flecha de una viga biapoyada de luz L $\rightarrow f_{BA} = \frac{-5 \cdot p \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$.

Se comprueba si son dos flexiones simples por separado:

$$f_t^* = \frac{-5 \cdot q_n \cdot s^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{-5 \cdot 2,0969 \cdot 500^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 573} = 1,2 \text{ cm}$$

$f_{ADM} = L/250$ para elementos de cubierta = $f_{ADM} = s/250 = 500/250 = 2 \text{ cm}$, por lo queda comprobado.

$$f_n^* = \frac{-5 \cdot q_t \cdot s^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{-5 \cdot 0,7549 \cdot 500^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 573} = 0,41 \text{ cm}$$

y la $f_{ADM} = L/250$ para elementos de cubierta: $f_{ADM} = \frac{(s/2)}{250} = \frac{250}{250} = 1 \text{ cm}$, por lo queda comprobado.

La flecha real es inferior a los valores admisibles ya que para la carga ponderada vale.

NOTA: Todo elemento sometido a cargas que produzcan compresiones locales deben ser comprobados a PANDEO LOCAL. En el caso de las correas calculadas se puede producir abolladura del alma. Según la EHE-99 no es necesario si la relación $e/h > 0,014$. Para el IPN-140 $e/h = 5,7/14 = 0,41$, luego no es necesario comprobarlo.

4.3 Cálculo de la cercha

La cercha se calculará como una estructura articulada perfecta, dado que las cargas de la cubierta se transmiten a través de las correas directamente a los nudos.

La carga total vertical es:

$$Q^* = 2 \cdot L_f \cdot q^* = 2 \cdot 5,314 \cdot 543,18 = 5772,92 \text{ Kp/m} = 5,77 \text{ t/m}$$

La carga al ser repartida por los nudos, quedará:

$$6 \cdot P^* = Q^* \Rightarrow P^* = \frac{5,77}{6} = 0,96 \text{ t}$$

Esta carga corresponde a los nudos centrales, y los nudos laterales se quedarán con la mitad.

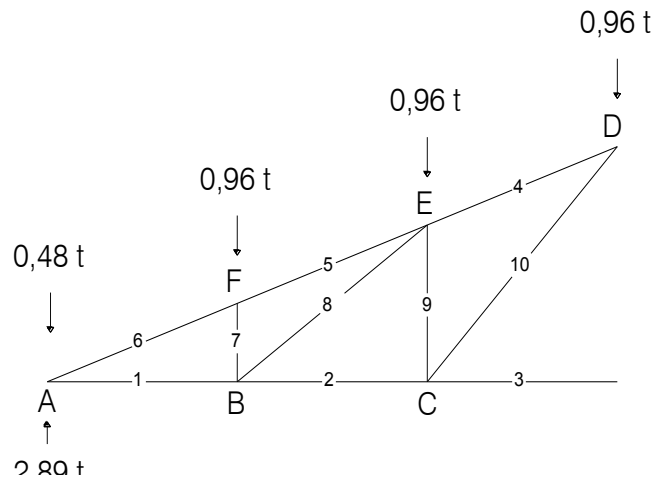
Establecida la carga y determinadas las reacciones verticales:

$$V = \frac{Q^*}{2} = \frac{5,77}{2} = 2,89 \text{ t}$$

4.3.1 Método de nudos

Antes de aplicar el método de nudos, se obtendrán los ángulos de la cercha y las longitudes de las barras. Sólo se tendrá en cuenta los ángulos y barras de la parte derecha debido a que la cercha tiene una estructura simétrica respecto al plano medio.

En el siguiente esquema observamos la nomenclatura de nudos (LETRA) y barras (NÚMERO).



Los ángulos de la cercha son: $\vartheta = 19,80^\circ$ $\alpha = 35,75^\circ$ $\beta = 47,20^\circ$

Las longitudes de las barras se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.2 Resumen de las longitudes de las barras.

TIRANTES		PARES	
BARRA	LONGITUD (m)	BARRA	LONGITUD (m)
1-3	1,67	4-6	1,3285
MONTANTES		DIAGONALES	
BARRA	LONGITUD (m)	BARRA	LONGITUD (m)
7	0,45	8	2,0567
9	1,20	10	2,4556

Se ha ido aislando cada nudo por separado y se han proyectado las fuerzas sobre los ejes, para luego poder despejar los esfuerzos.

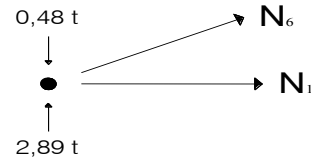
NUDO A:

$$x) N_1 + N_6 \cdot \cos 19,8 = 0$$

$$y) 0,48 - 2,89 - N_6 \cdot \sen 19,8 = 0$$

$$N_6 = -7,1146 t$$

$$N_1 = 6,6940 t$$



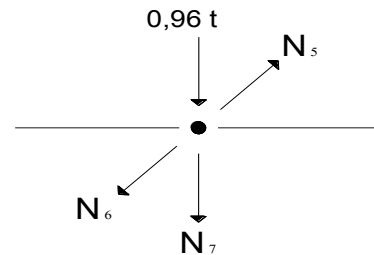
NUDO F:

$$x) N_5 \cdot \cos 19,8 - N_6 \cdot \cos 19,8 = 0$$

$$y) 0,96 + N_7 + N_6 \cdot \sen 19,8 - N_9 \cdot \sen 19,8 = 0$$

$$N_5 = -7,1146 t$$

$$N_7 = -0,96 t$$



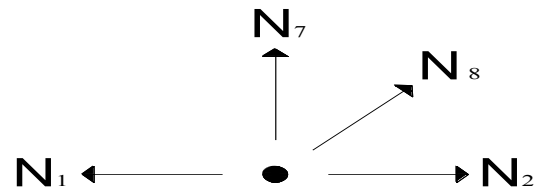
NUDO B:

$$x) N_2 + N_8 \cdot \cos 35,75 - N_1 = 0$$

$$y) N_7 + N_8 \cdot \sen 35,75 = 0$$

$$N_2 = -5,3605 t$$

$$N_8 = 1,6431 t$$



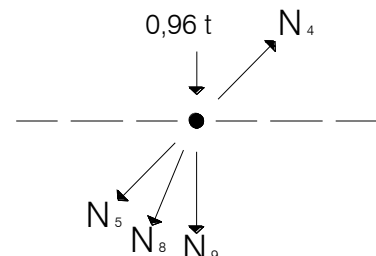
NUDO E:

$$x) N_4 \cdot \cos 19,8 - N_5 \cdot \cos 19,8 - N_8 \times \cos 35,75 = 0$$

$$y) 0,96 + N_9 + N_5 \times \sen 19,8 + N_8 \times \sen 35,75 - N_4 \times \sen 19,8 = 0$$

$$N_4 = -5,6973 t$$

$$N_9 = -1,4400 t$$



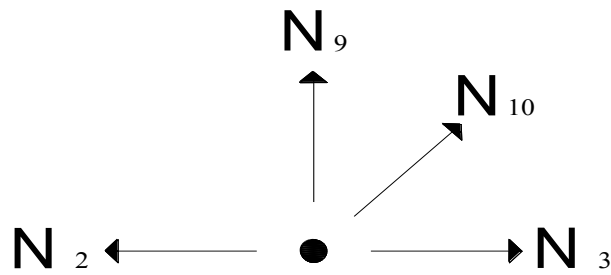
NUDO C:

$$x) N_3 + N_{10} \cdot \cos 47,20 - N_2 = 0$$

$$y) N_9 + N_{10} \cdot \sen 47,20 = 0$$

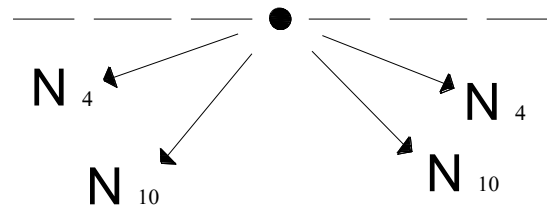
$$N_3 = 1,9624 \text{ t}$$

$$N_{10} = 4,0271 \text{ t}$$



NUDO D (COMPROBACIÓN):

$$y) 2 \times N_4 \cdot \sen 19,8 + 2 \times N_{10} \times \sen 47,20 \approx 0$$



En la siguiente tabla se muestran los resultados hallados.

Tabla 4.3 Esfuerzos que soportan las barras y el estado en que se encuentran.

PARES			TIRANTES		
BAR RA	CARGA(t)	ESTADO	BARR A	CARG A(t)	ESTADO
4	- 5,6973	COMPRESIÓN	1	6,6940	TRACCIÓN
5	-7,1146	COMPRESIÓN	2	5,3605	TRACCIÓN
6	- 7,1146	COMPRESIÓN	3	4,0271	TRACCIÓN
DIAGONALES			MONTANTES		
BAR RA	CARGA(t)	ESTADO	BARR A	CARG A(t)	ESTADO
8	1,6431	TRACCIÓN	7	- 0,96	COMPRESIÓN
10	1,9624	TRACCIÓN	9	- 1,4400	COMPRESIÓN

4.3.2 Diseño de las barras

Para el diseño de las barras seguiremos los siguientes apuntes:

Para las barras externas (pares y tirantes) se utilizarán perfiles en 2-L y para las barras internas (diagonales y montantes) se utilizarán perfiles en L. Usaremos acero A-42b para el diseño. No tiene coeficiente de seguridad porque es un acero comercial y por tanto se asume que está fabricado para que sea seguro.

La tensión admisible del acero es de 2600 Kg/cm^2 .

Las uniones serán soldadas, aunque se haya calculado como una celosía articulada, el cálculo será correcto; ya que en este tipo de estructuras trianguladas los momentos en los nudos son pequeños, y aún más cuando las cargas están aplicadas en los nudos.

Los pares serán una sola barra, lo mismo que los tirantes. Las barras interiores se diseñarán distintas, procurando utilizar el menor número distinto de perfiles siempre que no suponga un coste por sobredimensionamiento.

4.3.2.1 Pares

La longitud de los pares es de 1,3285 m. Trabajan a compresión, por lo que se usará un perfil único para todos. El valor crítico es el de $N_5 = N_6 = -5,6979t = -5697,6Kg$.

Se considera que la situación de pandeo tiene $\beta = 1$ en ambas direcciones, por lo que la situación crítica será para el radio de giro mínimo que es i_x . Se tantearon perfiles 2L obteniéndose como válido el 2L 40.5

$$\sigma^* = \frac{N^* \cdot \omega}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = 2600 Kp/cm^2 \text{ (tensión de límite del acero A-42)}$$

$$i_x = 1,20cm$$

$$\lambda_x = \frac{\beta \cdot L}{i_x} = \frac{132,85}{1,20} \approx 111 \Rightarrow \omega(111) = 2,35$$

El área de este perfil es Ω y su peso es 2,97 Kp/m.

$$\Omega = 3,79 \cdot 2 = 7,58 cm^2$$

Comprobando para el par más desfavorable, ya que todas los pares serán de igual tipo se obtiene:

$$\sigma^* = \frac{7114,6 \cdot 2,35}{7,58} = 2205,7 Kp/cm^2 \leq 2600 Kp/cm^2$$

4.3.2.2 Tirantes

El diseño es inmediato porque trabajan a tracción, al poner un perfil único, el valor crítico es:

$$N_1 = 6,6940t = 6694,0Kg$$

La longitud de los tirantes es de 1,67 m.

$$\sigma^* = 1,25 \cdot \frac{N^*}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = 2600 Kp/cm^2$$

$$\Omega \geq 1,25 \cdot \frac{N^*}{\sigma_{ADM}} = 1,25 \cdot \frac{6694,0}{2600} = 3,22 cm^2$$

El valor del área calculado es el menor que puede tener el perfil.

El valor de 1.25 lo exige la norma en los casos de perfiles L y \perp por tracción excéntrica, al unirse en el ala, aunque en este caso se puede omitir, por disponerse dos simétricos a modo de \perp y unirse en el alma, se incluye un margen de seguridad.

El perfil que se elige es el 2 L 40.4 con $\Omega = 3,08 \cdot 2 = 6,16 \text{ cm}^2$.

4.3.2.3 Diagonales

Primero calculamos el valor de las diagonales:

$$H_1 = \sqrt{1,2^2 + 1,67^2} = 2,0567 \text{ m}$$

$$H_2 = \sqrt{1,67^2 + 1,8^2} = 2,4556 \text{ m}$$

El diseño es inmediato porque trabajan a tracción, al poner un perfil único, el valor crítico es:

$$N_{10} = 1,9624t = 1962,4 \text{ Kg}$$

$$\sigma^* = 1,25 \frac{N^*}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp / cm}^2$$

$$\Omega \geq 1,25 \frac{N^*}{\sigma_{ADM}} = 1,25 \frac{1962,4}{2600} = 0,94 \text{ cm}^2$$

El valor del área calculado es el menor que puede tener el perfil.

El valor de 1.25 lo exige la norma en los casos de perfiles L y \perp por tracción excéntrica al unirse en el ala, aunque en este caso se puede omitir por disponerse dos simétricos a modo de \perp y unirse en el alma, se incluye un margen de seguridad.

El perfil que se elige es el L 40.4 con $\Omega = 3,08 \text{ cm}^2$

4.3.2.4 Montantes

La longitud de los montantes es de 0,45 y 1,20 m respectivamente. Trabajan a compresión, por lo que se usará un perfil único para todos. El valor crítico es el de $N_9 = -1,4400t = -1440,0 \text{ Kg}$. Se considera que la situación de pandeo tiene $\beta = 1$ en ambas direcciones, por lo que la situación crítica será para el radio de giro mínimo que es i_x . Se tantearon perfiles L obteniéndose como válido el L 40.4.

$$\sigma^* = \frac{N^* \cdot \omega}{\Omega} \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp/cm}^2 \text{ (tensión del límite del acero A-42)}$$

$$i_x = 1,21 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{\beta \cdot L}{i_x} = \frac{45}{1,21} \approx 37 \Rightarrow \omega(37) = 1,06$$

El área de este perfil es Ω y su peso es 2,42 Kp/m.

$$\Omega = 3,08 \text{ cm}^2$$

Comprobando para el par más desfavorable, ya que todas los pares serán de igual tipo se obtiene:

$$\sigma^* = \frac{1440,0 \cdot 1,06}{3,08} = 495,55 \text{ Kp/cm}^2 \leq 2600 \text{ Kp/cm}^2$$

En la siguiente tabla resumimos los perfiles, la longitud y peso de las barras que hemos definido en este apartado.

Tabla 4.4 Características de las barras.

BARRAS	PERFIL	LONGITU D	PESO (kp/m)	PESO (kp)
PARES	2 L40.5	2x10,63	2,97	63,1422
TIRANTES	2 L40.4	2x10	2,42	48,4
DIAGONAL ES	L 40.4	9,02	2,42	21,8284
MONTANT ES	L 40.4	3,3	2,42	7,986
<u>TOTAL</u>				129,663
6				

4.4 Cálculo de los pilares

El cálculo va a realizarse teniendo en cuenta el efecto de los empujes que hay entre cercha y pilares, representado en el diagrama anterior.

Para calcular los pilares se han tenido en cuenta las siguientes hipótesis de cálculo: la unión de la cercha-pilar se considera articulada, al asumir que los momentos transmitidos por la unión son muy pequeños, considerándose nulos.

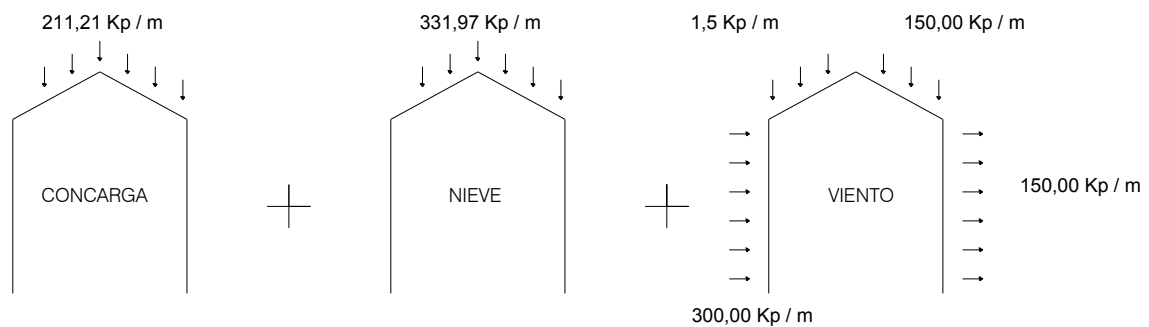
Según el diagrama del cuerpo libre de las partes quedan perfectamente establecidas las acciones sobre los pilares.

De los análisis que se detallarán a continuación, el pórtico así considerado es un sistema hiperestático de grado 1. Para su resolución se añadirá una ecuación obtenida a partir de las condiciones de compatibilidad y comportamiento y se aplicará el principio de superposición de efectos para una rápida resolución.

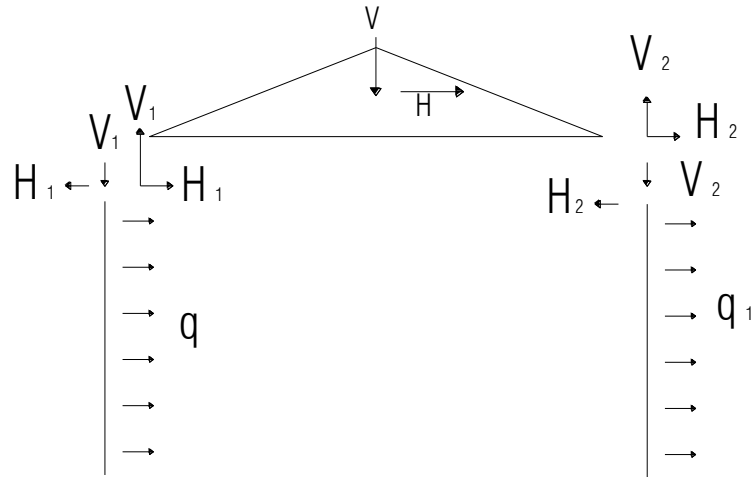
Las condiciones de compatibilidad y comportamiento se obtienen al considerar que la cercha es un sólido-rígido, es decir; indeformable. Esta hipótesis es válida ya que la cercha está sometida a pequeñas deformaciones, por lo que el desplazamiento relativo entre sus nudos de apoyo de la cercha será muy pequeño frente al desplazamiento absoluto sufrido por los extremos de los pilares. Con estas consideraciones, se puede asegurar que el desplazamiento horizontal de los nudos extremos de los pilares es igual.

4.4.1 Hipótesis de carga

Los esfuerzos que van a provocar una situación crítica serán los momentos flectores y los normales que producen compresión. Al asumir que la cercha no transmite momento a los pilares, la hipótesis crítica será la que incluya al viento desfavorable, que será la carga que produzca momentos flectores mayores en los pilares. Si además, se tiene en cuenta al esfuerzo normal, está claro que la hipótesis crítica es la H1 dado que es la suma de todas las desfavorables como muestra la figura:



El cálculo se va a realizar teniendo en cuenta el esfuerzo de los empujes que hay entre cercha y pilares, que representa el diagrama del cuerpo libre del pórtico.



4.4.2 Ecuaciones de equilibrio

$$X) H_1 + H_2 + H = 0$$

$$L_f = 5,314 \text{ m}$$

$$H = -1,5 \cdot \text{sen}19,8 \cdot L_f + 150 \cdot \text{sen}19,8 \cdot L_f = 267,3 \text{ Kp}$$

$$H_1 = \frac{3}{16}(q - q')h - \frac{H}{2} =$$

$$H_1 = \frac{3}{16}(300 - 150)4 - \frac{267,3}{2} = -21,15 \text{ Kp}$$

$$H_2 = -\frac{3}{16}(q - q')h - \frac{H}{2} =$$

$$H_2 = -\frac{3}{16}(300 - 150)5 - \frac{267,3}{2} = -246,15 \text{ Kp}$$

Ahora se pueden determinar todas las acciones para el diseño de los pilares. Al aplicar el equilibrio estático para la cercha se tiene:

$$Y) V_1 + V_2 = (211,21 + 331,97) \cdot 2 \cdot L_f - 1,5 \cdot \cos 19,8 \cdot L_f - 150 \cdot \cos 19,8 \cdot L_f$$

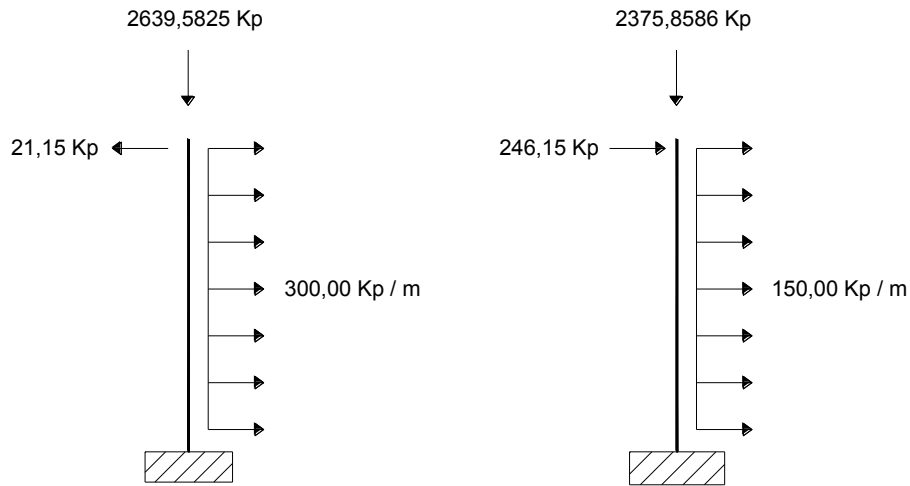
$$V_1 + V_2 = 5015,4411 \text{ Kp}$$

Del equilibrio de momentos:

$$Z) (211,21 + 331,97) \cdot 2 \cdot \frac{L}{2} \cdot L_f - 1,5 \cdot \frac{L_f^2}{2} - 150 \cdot \cos 19,8 \cdot L_f \cdot \frac{3}{4} + 300 \cdot \text{sen} 19,8 \cdot L_f - V_2 \cdot L = 0$$

$$V_2 = 2375,8586 \text{ Kp}$$

$$V_1 + V_2 = 5015,4411 \text{ Kp} \Rightarrow V_1 = 2639,5825 \text{ Kp}$$



La sección crítica corresponde al empotramiento donde está el momento máximo que es el esfuerzo predominante.

Los momentos máximos correspondientes a la sección crítica son:

$$M_{1MAX} = 300 \cdot \frac{4^2}{2} + 21,15 \cdot 4 = 2484,6 \text{ Kp} / \text{m} \text{ (pilar izquierdo)}$$

$$M_{2MAX} = 150 \cdot \frac{4^2}{2} + 266,15 \cdot 4 = 2184,6 \text{ Kp} / \text{m} \text{ (pilar derecho)}$$

El pilar más crítico es el de la izquierda al tener mayor momento.

4.4.3 Diseño resistente

Podemos despreciar los cortantes frente a las tensiones producidas por el momento flector.

$$\sigma^* = \frac{N^* \cdot \omega}{\Omega} + \frac{M_Z}{W_Z} \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp} / \text{cm}^2$$

Puesto que tenemos tres variables realizamos un tanteo que nos permita encontrar el perfil adecuado.

$$\sigma^* \approx \frac{M_Z}{W_Z} \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp} / \text{cm}^2$$

$$W_z \geq \frac{M_Z}{\sigma_{ADM}} = \frac{M_{\max}}{2600} = \frac{24840}{2600} = 95,5615 \text{ cm}^2$$

El perfil IPE 180 tiene las siguientes características:

$$W_z = 146 \text{ cm}^3; \quad i_z = 7,42 \text{ cm}; \quad i_y = 2,05 \text{ cm}; \quad \Omega = 23,90 \text{ cm}^2; \quad I_x = 1320 \text{ cm}^4.$$

Se asume que en el plano el extremo superior no tiene impedido el desplazamiento comportándose como un voladizo con coeficiente de pandeo $\beta = 2$. En la dirección perpendicular (según la dirección de la nave) se asume que está apoyado, es decir: $\beta = 0,7$.

$$\lambda_z = \frac{L_p}{i_z} = \frac{\beta \cdot h}{i_z} = \frac{2 \cdot 400}{7,42} = 107,82$$

$$\lambda_y = \frac{L_p}{i_y} = \frac{\beta \cdot h}{i_y} = \frac{0,7 \cdot 400}{2,05} = 136,59$$

La dirección es la crítica, no coincidiendo con el momento flector.

Para el acero A-42: $w(137) = 3,36$.

A continuación comprobamos el perfil elegido:

$$\sigma^* = \frac{N^* \cdot \omega}{\Omega} + \frac{M_z}{W_z} \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\sigma^* = \frac{2639,5825 \cdot 3,36}{23,9} + \frac{248460}{146} = 2072,8685 \text{ Kp/cm}^2 \leq \sigma_{ADM} \quad (\text{Es válido})$$

4.4.4 Comprobación a rigidez

Se debe verificar el desplazamiento, o por lo menos controlarlo. La flecha está en el extremo superior, para cuyo desplazamiento se obtuvo:

$$\delta_{1x} = \frac{q \cdot h^4}{8EI} - \frac{H_1 \cdot h^3}{3EI} = \delta_{2x} = \frac{q \cdot h^4}{8EI} - \frac{H_2 \cdot h^3}{3EI}$$

Sustituyendo los datos, obtenemos:

$$\delta_{1x} = \frac{3 \cdot 400^4}{8 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 1320} - \frac{21,15 \cdot 400^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 1320} = 3,3004 \text{ cm}$$

Este desplazamiento está ponderado y la comprobación a rigidez se hace sin ponderar, como marca la normativa. Se divide por un coeficiente promedio entre los empleados en las hipótesis que son 1,33 y 1,5.

$$c = \frac{1,5 \cdot 2 + 1,33}{3} = 1,4$$

Se toma el valor de

$$\delta = \frac{3,3004}{1,4} = 2,3574 \text{ cm}$$

El desplazamiento efectivo es:

Por lo general, se exige una flecha admisible: $f_{ADM} = L / k$. Siendo k una constante que depende del tipo de viga, sustentación, carga, etc. que marca la normativa.

$$k = \frac{400}{2,3574} = 169,6785$$

Los valores de k en estructura metálica van de 250 al más crítico que es 500. En este caso está más cerca de 250, por lo que el desplazamiento es bueno, al realizar el diseño como plano, sin tener en cuenta la rigidez que le dan otros elementos unidos a él. Así, se acepta el diseño.

4.5 Vigas

Para formar el entramado de la fachada, se dispondrán vigas uniendo la cabeza de los pilares. Sirven de atado superior de los mismos y, eventualmente, de dinteles de puertas o ventanas en caso de que existan.

Cuando los pilares se forman con perfiles separados y unidos por presillas, esas vigas pueden situarse entre dichos perfiles, lo que facilita su continuidad, aunque en este caso no es posible dicha disposición, por lo que la viga superior se montará por tramos. Para el cálculo de la viga de “atado” se tendrán en cuenta las solicitaciones que en ella existen.

Si, como en este caso, no se consideran acciones sísmicas y tampoco hay cargas sobre la viga, su dimensionado no obedecerá a cálculo alguno. Puede servir el mismo perfil que el utilizado en correas, en este caso es el IPN-100.

4.6 Muros hastiales o fachadas laterales

Para la configuración de los muros hastiales se deben disponer pilares. Además se dispondrán perfiles que unan las cabezas de los pilares (dinteles) y luego otros perfiles que unan los pilares a la altura de la fachada.

Cargas sobre la estructura

La fachada lateral recibirá una carga en el plano que será aproximadamente la mitad de la que soporta el pórtico central.

Además, la fachada lateral puede soportar viento frontal que desde el punto de vista de cálculo asumirán los pilares y se considerará que se la reparten entre todos ellos. La carga neta se considerará como si actuase sobre una superficie real de base la luz L y altura de cumbrera 5,8 metros.

Al tomar dicha superficie se considerará una carga superior a la real, por ser mayor la superficie, lo que está del lado de la seguridad.

Hipótesis de carga

Las hipótesis críticas son las consideradas para el pórtico central sólo que dividiendo el valor de la carga a la mitad. Además se tendrá en cuenta el viento frontal sobre la fachada. Este viento se calculará con coeficiente de ponderación 1,5 (caso desfavorable) y con coeficiente eólico 1,35 correspondiente al caso.

Cargas e hipótesis sobre los elementos

Para el diseño del dintel se considera la hipótesis en la cual la carga permanente y la nieve son desfavorables y la carga de viento favorable, dividido por 2. Así tendrá una carga repartida uniformemente es:

$$q^* = \frac{543,18}{2} = 271,59 \text{ Kp/m}$$

Se diseñará como viga continua de dos vanos (1 faldón, el otro igual) y para dicha carga, lo que da un margen de seguridad, dado que el dintel estará soldado al pilar intermedio.

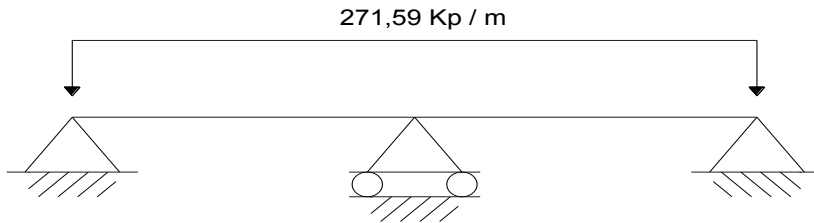
El diseño de los pilares se hará con un cierto margen de seguridad, distinguiéndose entre los pilares centrales del muro hastial y los laterales. Los pilares centrales se diseñarán iguales y tomando el pilar central como el crítico. Se considera que el momento que reciben del dintel es despreciable y por tanto el estado de carga será de una carga de compresión proveniente de la cubierta, y una carga distribuida de flexión debida al viento frontal. La sustentación se asume empotrado en la base, y con apoyo en las vigas de atado a los pilares a la altura de aleros para el pandeo en el plano y apoyo articulado para el pandeo transversal y altura de cumbrera para el pilar crítico.

No se considera el efecto de las vigas de atado en la cabecera de pilares (salvo que el diseño sea excesivamente sobredimensionado) lo que da cierto margen de seguridad.

Vigas a la altura de fachada o aleros. Se valorarán para un esfuerzo compresivo equivalente a la reacción obtenida de considerar que los pilares apoyan sobre las mismas. Se asume que pueden soportar cargas del peso propio, de tabiquería dado que el muro y los materiales son suficientemente rígidos como para soportar estas pequeñas cargas sin flechas.

4.6.1 Cálculo del dintel

Se toma como si fuese una viga continua y que toda la carga es vertical, despreciando la inclinación que da una ligera carga según la dirección de la viga y que produce esfuerzos normales despreciables.



El momento de cálculo es:

$$M_{\max}^* = 0,1 \cdot q^* \cdot \left(\frac{L_f}{2} \right)^2 = 0,1 \cdot 271,59 \cdot \left(\frac{5,314}{2} \right)^2 = 191,733 \text{ Kp} / \text{m}$$

Si se diseña a resistencia, despreciando los cortantes.

$$\sigma^* = \frac{M_z^*}{W_z^*} \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp} / \text{cm}^2 \Rightarrow W_z \geq \frac{M_z^*}{\sigma_{ADM}} = \frac{19173,30}{2600} = 7,37 \text{ cm}^3$$

El perfil IPE 80 con $W_z=20 \text{ cm}^3$ e $I_z=80,1 \text{ cm}^4$.

Se comprobará la rigidez a partir de la equivalencia con una viga biapoyada. Una

viga biapoyada con carga uniforme tiene una flecha $f_{BA} = \frac{-5 \cdot p \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$ y la viga continua con carga uniforme con separación entre vanos la longitud L tiene una flecha $f = 0,415 \cdot f_{BA}$.

Como la carga está ponderada, se deshace la ponderación al dividir por un

coeficiente promedio $\bar{c} = \frac{1,33 + 1,5}{2} = 1,415$

$$q = \frac{271,59}{1,415} = 191,9364$$

$$L = \frac{5,314}{2} = 2,657 \text{ m}$$

$$f_{BA} = \frac{-5 \cdot 1,919364 \cdot (2,657)^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 80,1} = 0,74 \text{ cm} \Rightarrow f = 0,415 \cdot f_{BA} = 0,415 \cdot 0,74 = 0,3071 \text{ cm}$$

La flecha admisible es $\frac{L}{250} = \frac{256,7}{250} = 1,0268$. Por tanto, el perfil es válido.

4.6.2 Pilares centrales

Si se reparte la carga vertical del dintel entre los pilares, asumiendo un reparto igual, a los pilares centrales les corresponde una carga vertical V , y a los laterales $V / 2$, de forma que:

$$4 \cdot V = 271,52 \cdot 2 \cdot 5,314 = 2886,4585 \rightarrow V = 721,6115 \approx 722 \text{ Kp}$$

La carga de viento con las condiciones establecidas:

$$q_{VI} = w \cdot c_{VI} = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ Kp} / \text{m}^2 \Rightarrow q_{VI}^* = c \cdot q_{VI} = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ Kp} / \text{m}^2$$

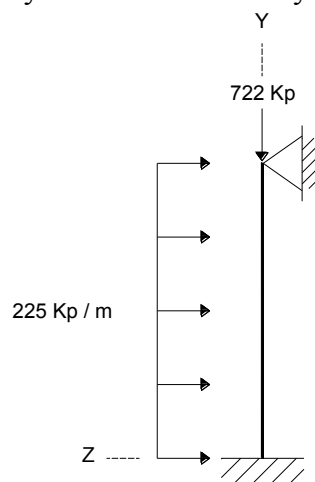
Si se considera la superficie expuesta al viento un rectángulo de base la luz y altura de la nave $S = 10 \cdot 5,8 = 58 \text{m}^2$

La carga total es de $V_I = q_{VI}^* \cdot S = 90 \cdot 58 = 5220 \text{ Kp}$, que repartida a los pilares se tendrá 1305 Kp en los centrales y 652,5 Kp en los laterales.

Así, para el diseño se toma el pilar central que está sometido a una carga de compresión vertical de 722 Kp y de viento frontal repartido de $1305/5,8=225 \text{ Kp} / \text{m}$.

En la figura se muestran las cargas asumidas en el diseño.

Nota: Se ha tomado el plano xy el del muro siendo yz ortogonal al mismo.



Desde el punto de vista del diseño resistente se debe verificar:

$$\sigma^* = \frac{N \cdot \omega}{A} + \frac{M_X}{W_X} + \frac{M_Z}{W_Z} \leq \sigma_{ADM}$$

En este caso $M_Z = 0$; $N = -722 \text{ Kp}$ y el momento máximo $M_{Xmáx} = 0,32 \cdot p \cdot H^2$ situado a $5L/8$ de la base del pilar.

El momento de la base vale $M_X = 0,125 \cdot p \cdot H^2$

Las reacciones según z son $5 \cdot p \cdot H/8$ en la base y $p \cdot 3 \cdot H/8$ en la cumbrera.

El momento de cálculo es:

$$M_{Xmáx} = 0,32 \cdot p \cdot H^2 = 0,32 \cdot 225 \cdot 6^2 = 2592 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

$$\sigma^* \approx \frac{M_X}{W_X} \leq \sigma_{ADM} \Rightarrow W_Z = \frac{M_X}{\sigma_{ADM}} = \frac{259200}{2600} \approx 100 \text{ cm}^3$$

El perfil IPE 160 tiene $W_x = 109 \text{ cm}^3$; $i_x = 6,58 \text{ cm}$; $i_z = 1,84 \text{ cm}$; $I_x = 869 \text{ cm}^4$; $\Omega = 20,1 \text{ cm}^2$

Se tomará $\beta = 0,7$ por sustentación empotrada-articulada.

$$L_{PX} = \beta_X \cdot H = 0,7 \cdot 580 = 406 \text{ cm} \quad L_{PZ} = \beta_Z \cdot H = 0,7 \cdot 400 = 280 \text{ cm}$$

$$\lambda_X = \frac{L_{PX}}{i_X} = \frac{420}{6,58} = 64$$

$$\lambda_Z = \frac{L_{PZ}}{i_Z} = \frac{280}{1,84} = 152 \rightarrow \omega(152) = 4,05$$

$$\sigma^* = \frac{722 \cdot 4,05}{20,1} + \frac{259200}{109} = 2523,4593 \leq 2600 \text{ Kp/cm}^2$$

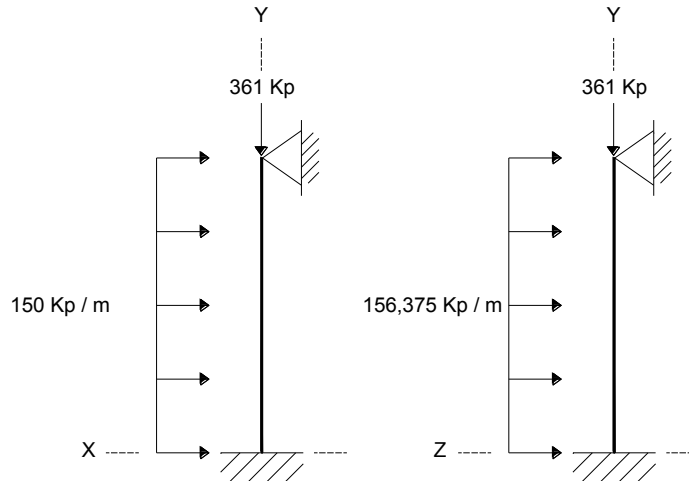
. Por tanto, el perfil es válido.

4.6.3 Pilares laterales

De la situación de carga el crítico es el de la izquierda, pero se debe recordar que el viento puede soplar del otro lado estando la carga invertida y el pilar derecho tendría esa misma situación, por lo que ambos pilares se diseñan iguales.

Por reparto la carga vertical que le corresponde es $V/2$ y vale 361 Kp, la carga de viento frontal se vio que eran 652,5 que repartida $652,5/4 = 156,375$ Kp/m. La carga lateral de viento en el plano es de 150 Kp/m. En los pilares laterales se tiene por tanto, una compensación de 361 Kp y dos cargas uniformes repartidas, una según x de 150 Kp/m y otra según de 156,375 Kp/m que se entiende que no actúan simultáneamente.

El viento se considera que sopla de cara según los cuatro puntos cardinales de la nave, y como es lógico en una sola dirección.



Para la primera situación de carga se tiene:

$$M_{Xmáx} = 0,32 \cdot p \cdot H^2 = 0,32 \cdot 150 \cdot 4^2 = 768 \text{ Kp} \cdot \text{m}, N = -361 \text{ Kp}$$

Y para la segunda:

$$M_{Xmáx} = 0,32 \cdot p \cdot H^2 = 0,32 \cdot 156,375 \cdot 4^2 = 800,64 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

Los momentos en la base serán:

$$M_{Zmáx} = 0,125 \cdot p \cdot H^2 = 0,125 \cdot 150 \cdot 4^2 = 300 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

$$M_{Xmáx} = 0,125 \cdot p \cdot H^2 = 0,125 \cdot 156,375 \cdot 4^2 = 312,75 \text{ Kp} \cdot \text{m}$$

Ya que el estado de carga es similar, para que el pilar tenga mejor comportamiento se elegirá un perfil HEB, donde las diferencias geométricas en ambas direcciones no son tan notables.

$$\sigma^* \approx \frac{M_X^*}{W_X} \leq \sigma_{ADM} \Rightarrow W_Z = \frac{M_X^*}{\sigma_{ADM}} = \frac{80064}{2600} \approx 31 \text{ cm}^3$$

El perfil IPN 100, el más pequeño de la serie, tiene: $W_x = 90 \text{ cm}^3$; $W_z = 33 \text{ cm}^3$; $i_x = 4,16 \text{ cm}$; $i_z = 2,53 \text{ cm}$; $I_x = 450 \text{ cm}^4$; $I_z = 167 \text{ cm}^4$; $\Omega = 26 \text{ cm}^2$

Se tomará $\beta = 0,7$ por sustentación empotrada-articulada.

$$L_{PX} = \beta_X \cdot H = 0,7 \cdot 400 = 280 \text{ cm} \quad L_{PZ} = \beta_Z \cdot H = 0,7 \cdot 400 = 280 \text{ cm}$$

$$\lambda_X = \frac{L_{PX}}{i_X} = \frac{280}{4,16} = 68$$

$$\lambda_Z = \frac{L_{PZ}}{i_Z} = \frac{280}{2,53} = 111 \rightarrow \omega(111) = 2,53$$

$$\text{Para la dirección x: } \sigma^* = \frac{361 \cdot 2,35}{26} + \frac{80064}{33} = 2458,8106 \leq 2600 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\text{Para la dirección z: } \sigma^* = \frac{361 \cdot 2,35}{26} + \frac{80064}{90} = 922,2288 \leq 2600 \text{ Kp/cm}^2$$

La condición de pandeo es igual en ambos, ya que aunque la flexión se produzca en un plano, el pandeo puede aparecer preferentemente en la dirección más crítica.

En los pilares del hastial se desprecian las flechas dada la rigidez del sistema, con lo que el diseño resistente se asume que el cálculo es válido.

4.6.4 Vigas de atado y arriostramientos

Se consideraron que hacían de apoyo de las cabezas de los pilares y por ello deben absorber una carga $p \cdot 3 \cdot H / 8$, siendo H la altura del pilar. El caso más crítico es el de la viga de cumbrera con $p = 225 \text{ Kp/m}$; $H = 5,8$ metros y una longitud $s = 5$ metros. Así, la carga que debe absorber es de $N^* = 489,375 \text{ Kp}$.

Como el problema principal es de pandeo se diseñará con 2 UPN 120 soldado a tope lo que da un $i_{\min} = 3,1 \text{ cm}$; $\Omega = 22 \text{ cm}^2$.

$$L_p = \beta \cdot s = 1 \cdot 500 = 500 \text{ cm}; \text{ tomándose } \beta = 1 \text{ del lado de seguridad ya que irán}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{500}{3,1} \approx 162 \Rightarrow \omega(162) = 4,56$$

soldadas en los extremos. Así

$$\sigma^* = \frac{N \cdot \omega}{A} \leq \sigma_{ADM} \Rightarrow \sigma^* = \frac{489,375 \cdot 4,56}{22} = 101,4341 \leq \sigma_{ADM}$$

Por tanto, el perfil es válido.

5. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

Diseñada la estructura metálica, se va a diseñar la cimentación con zapatas aisladas y centradas que se arriostrarán con vigas centradoras. El asiento se hará con una placa base de acero que se rigidizará con cartelas en ambas direcciones aunque sólo sea necesario en una sola. El principal criterio de diseño será la seguridad, dada la importancia de la cimentación.

Se diseñará para los pilares del pórtico central para la situación crítica, poniendo el mismo diseño al resto, dado que el pilar central es el de mayores dimensiones y de mayor carga, se asume que el diseño vale para el resto.

La situación real de diseño de la cimentación es menos crítica, ya que las condiciones de diseño la hacemos sin tener en cuenta todo el conjunto de la estructura y cimentación, por lo que la damos válida para la seguridad.

Los esfuerzos que soporta la base del pilar son:

$$N^* = 2639,58 \text{ Kp} = 2,64 \text{ t} \text{ y } M^* = 2484,6 \text{ kp} \cdot \text{m} = 2,48 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Para el cálculo de la cimentación se deben hacer comprobaciones con las cargas sin ponderar. El esfuerzo es el resultado de la combinación de las cargas permanentes con coeficiente $C_p = 1,33$, la carga de nieve $C_{ni} = 1,5$ y la carga de viento $C_{vi} = 1,5$. Se toma el coeficiente promedio para deshacer la ponderación.

$$c = \frac{(c_p + c_{ni} + c_{vi})}{3} = \frac{1,33 + 1,5 + 1,5}{3} = 1,443$$

Los esfuerzos sin ponderar son:

$$N = \frac{N^*}{c} = \frac{2,64}{1,45} = 1,82 \text{ t}; \quad M = \frac{M^*}{c} = \frac{2,48}{1,45} = 1,71 \text{ t} \cdot \text{m}$$

También es necesario el cortante; $M = \frac{5 \cdot p \cdot l^2}{16}$ que corresponde al más desfavorable de los momentos de los pilares que soportan la cercha y considerando E el empuje de ésta.

Planteando las ecuaciones de equilibrio:

$$\Sigma F = 0 \quad V + E = p \cdot l$$

$$\Sigma M = 0 \quad M + E \cdot l - \frac{p \cdot l^2}{2} = 0$$

$$E = \frac{p \cdot l}{2} - M \cdot l$$

$$V + E = p \cdot l$$

$$V = (p \cdot l) - \left(\frac{p \cdot l}{2} \right) + \frac{M}{l}$$

$$p = \frac{p^*}{C_{vi}} = \frac{480}{1,5} = 300 \text{ Kg/m} = 0,32 t$$

$$V = (0,32 \cdot 2) + \left(\frac{1,71}{4} \right) = 1,07 t$$

$$V^* = C_{vi} \cdot V = 1,5 \cdot 1,07 = 1,6 t$$

Resumimos los esfuerzos que soporta el pilar en la siguiente tabla:

Tabla 5.1 Esfuerzos que soporta el pilar.

$N = 1,82 t$	$M = 1,71 t \cdot m$	$V = 1,07 t$
$N^* = 2,64 t$	$M^* = 2,48 t \cdot m$	$V^* = 1,6 t$

5.1 Cálculo de la placa base

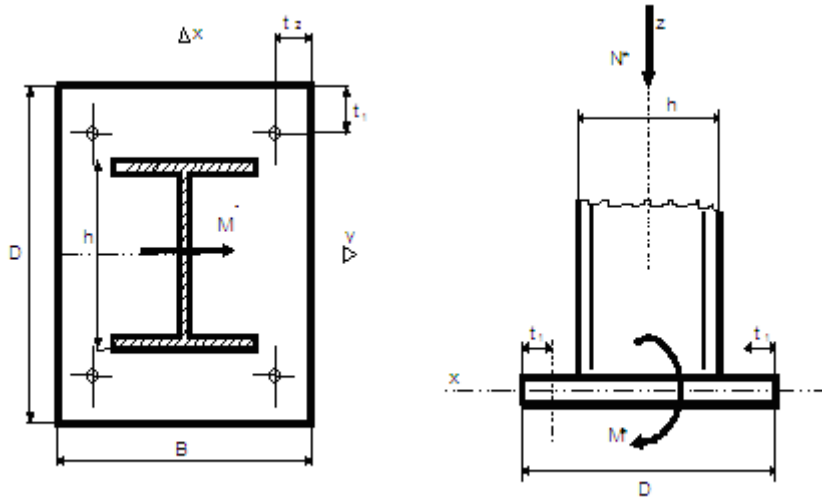
En primer lugar se calcula la excentricidad (distancia entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro):

$$e = \frac{M^*}{N^*} = \frac{1,71}{1,82} = 0,94 \text{ m} = 94 \text{ cm}$$

El diseño de la placa está fijado por las dimensiones y elementos de sujeción, siendo a veces éstos últimos determinantes del mismo. En sí, la base del pilar es una placa sobre la que va soldado el pilar y que está sujeta por tornillos al cimiento que suele ser de hormigón. Para el diseño de la unión se utilizan los criterios que da la normativa española vigente, en la actualidad NBE EA-95 de estructura de acero y la de hormigón EHE-99.

Para poder plantear el cálculo se debe establecer un pre-diseño de la placa. En ésta es importante la posición que van a ocupar los tornillos. La norma establece que las

distancias a los centros de los agujeros de los tornillos extremos deben verificar $t_1 \geq 2a$ y $t_2 \geq 1,5a$; siendo "a" el diámetro del tornillo, que suele ser 1 mm mayor que el del tornillo. Además se tiene que cumplir: $t \leq 3a$ y $t \leq 6y$; siendo "y" el espesor de la unión.



La norma estima que para uniones con tornillos es un valor orientativo:

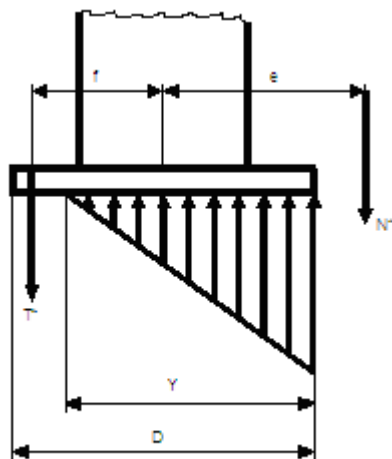
$\varnothing = \sqrt{5 \cdot y - 0,2}$; siendo y el espesor de la unión en cm. Se aconsejan espesores de 1,5 y 1,8 cm para evitar grandes pesos de las placas que luego den problemas de manejo en la obra.

Tomaremos $y = 1,5$ cm. $\varnothing = 2,54$ cm. Así que lo tomaremos de diámetro 3 cm, lo que supone un diámetro del agujero del tornillo: $a = 31$ mm

Para el borde según la dirección longitudinal de la nave:

$t_1 \geq 62$ mm y $t_2 \geq 46,5$ mm; $t \leq 93$ mm y $t \leq 90$ mm.

Para que se cumplan estas normas tomamos: $t_1 = t_2 = 65$ mm = 6,5 cm.



Analizando las necesidades de la placa:

Se considera cuadrada para simplificar, dado que se pretende sirva para todos los pilares de la nave.

El vuelco mínimo de placa “v”, que es la distancia entre el pilar y el extremo de la placa base, se estima $v_{\min} = t_1 + r_c$, donde r_c es el radio de la cabeza del tornillo que según la NBE AE-95, tabla 2.5.3.A en el caso de nuestro tornillo es de 5,31 cm.

Así, $v_{\min} = 6,5 + 5,31 = 11,81$ cm. El valor de $D > 2 v_{\min} + h = 236,2 + 200 = 436,2$ mm, por ser $h = 200$ que es el canto del perfil. Ya que estas dimensiones son ajustadas, se redondea y se considera una chapa de $45 \times 45 \text{ cm}^2$ siendo $D = B = 45$ cm.

Para el diseño de la placa base se comprueba que $e = 80 \text{ cm} \geq D/2 - d/3$; donde:
 $d = D - t_1 = 45 - 6,5 = 38,5 \text{ cm}$.

$$e = 94 \text{ cm} \geq \frac{45}{2} - \frac{38,5}{3} = 9,67 \text{ cm}$$

La tensión máxima de cálculo vale: $\sigma_{ADM} = \frac{2 \cdot (N^* + T^*)}{x \cdot B}$ donde el valor de x se obtiene resolviendo numéricamente la ecuación: $x^3 + K_1 x^2 + K_2 x + K_3 = 0$ y las constantes son:

$$K_1 = 3 \cdot \left(e - \frac{D}{2} \right); K_2 = \frac{6 \cdot n \cdot A_A \cdot (f + e)}{B}; K_3 = -K_2 \cdot \left(f + \frac{D}{2} \right)$$

Donde $n = \frac{E_A}{E_C}$; siendo $E_C = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm}}$ según la EHE, y $f_{cm} = f_{ck} + 3$ en N/mm^2 . Así para un hormigón de HA 25 y $E_A = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2 \rightarrow n = 8$.

Así se obtiene:

$$K_1 = 3 \cdot \left(94 - \frac{45}{2} \right) = 214,5$$

$$K_2 = \frac{6 \cdot 8 \cdot 14,14 \cdot (16 + 94)}{5} = 1659,09$$

Siendo el área de los tornillos $A_A = N_t \cdot \pi \cdot \frac{\phi^2}{4}$ con N_t el número de tornillos que en éste caso es 2, ya que sólo un lado resiste la carga. Así $A_A = 14,14 \text{ cm}^2$.

$$K_3 = -1659,09 \cdot \left(16 + \frac{45}{2}\right) = -63874,97$$

Se resuelve la ecuación: $f(y) = x^3 + 214,5 \cdot x^2 + 165909 \cdot x + 63874,97 = 0$ cuya raíz válida es aproximadamente $x = 16,4$ cm.

Para calcular la tensión máxima debe calcularse el valor de la fuerza T^* que viene dado por la fórmula:

$$T^* = -N^* \cdot \frac{3D - 2x - 6e}{3D - 2x + 6f} = -2,64 \frac{3 \cdot 45 - 2 \cdot 16,4 - 6 \cdot 94}{3 \cdot 45 - 2 \cdot 16,4 + 6 \cdot 16} = 4,62 \text{ t}$$

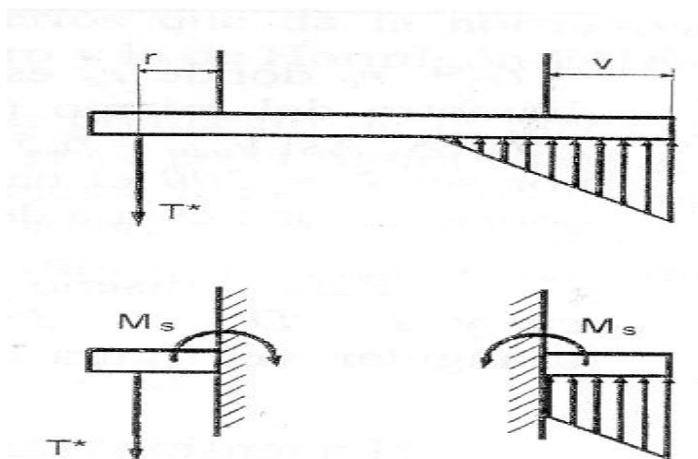
Se calcula el valor de la tensión máxima:

$$\sigma_M = \frac{2(N^* + T^*)}{x \cdot B} = \frac{2(2,64 + 4,62)}{0,164 \cdot 0,45} = 196,75 \text{ t/m}^2 = 19,7 \text{ Kp/cm}^2 < 250 \text{ Kp/cm}^2$$

Dado que la tensión máxima es menor que la tensión del hormigón quiere decir que resiste el hormigón y que es válido este predimensionamiento.

La comprobación en la placa se hace en las secciones extremas del pilar considerando éstas las más desfavorables. Se calcula como si fuese una ménsula.

La situación es la de la figura siguiente, que da dos situaciones de cálculo, una la sección izquierda y otra la de la sección derecha.



Para calcular la placa se hace a flexión y por tanto para cada caso se tiene:

$$a) M_s^+ = T^* \cdot r = T^* \cdot (V - t_1) = 4,62(12,5 - 6,5) = 27,72 \text{ t} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_s = \sigma_M \cdot \left(\frac{x-V}{x} \right) = \frac{29(16,4-12,5)}{16,4} = 6,90 \text{ Kp/cm}^2$$

$$b) M_s = \frac{1}{2} \cdot \sigma_s \cdot B \cdot V^2 + \frac{1}{2} \cdot (\sigma_M - \sigma_s) \cdot B \cdot V^2 \cdot \frac{2}{3} = 76054,69 \text{ Kp} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma^* = \frac{M^*}{W} = \frac{M^*}{W_s};$$

El caso más desfavorable está en la sección a. Así, la tensión será ya que en éste caso el momento ponderado en la sección es $M^* = M^*_s$; y $W = W_s$ es el módulo resistente de la unión en la sección S.

Se debe verificar: $\sigma^* \leq \sigma_{ADM} = 2600 \text{ Kp/cm}^2$

En el caso de que no hubiera cartelas el espesor de la chapa necesario sería:

$$y_{MIN} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_s}{B \cdot \sigma^*}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 76054,69}{45 \cdot 2600}} = 1,97 \approx 2 \text{ cm}$$

Dado que se va a rigidizar con cartelas de 10 cm de altura y espesor de la placa, y por lo que éste diseño será seguro con bastante margen, se prueba con un espesor de 1,5 cm, y se diseña dicha unión. Ahora se calculará la unión para que tengamos un espesor de chapa y cartelas válido.

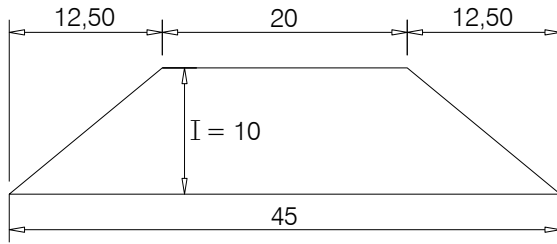
La unión se sobredimensionará, dada la importancia que tiene la cimentación en toda edificación, y a que es habitual encontrarse sobredimensionamientos en éste tipo de elementos.

Se determinarán las características de la reacción de cálculo para comprobar el diseño de la base. Como el cálculo es a flexión es necesario calcular el módulo resistente W_G y por tanto el momento de inercia I_G de la sección.

En primer lugar es necesario calcular la posición del centro de masas G, que al haber simetría está sobre el eje Z y bastará dar su posición Z_G . Para ello se consideran los tres triángulos con centro de masa G_1 , G_2 y G_3 . Si A_1 , A_2 y A_3 son las áreas de dichos rectángulos, el centro de gravedad respecto al valor $Z = 0$ que está en la base del rectángulo que representa la placa base será:

$$y_G = \frac{y_{G1} \cdot A_1 + y_{G2} \cdot A_2 + y_{G3} \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

Las dimensiones básicas consideradas se muestran en l siguiente figura:



$$y_{G1} = \frac{y}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ cm}$$

$$y_{G2} = y_{G3} = y + \frac{l}{2} = 1,5 + \frac{10}{2} = 6,5 \text{ cm}$$

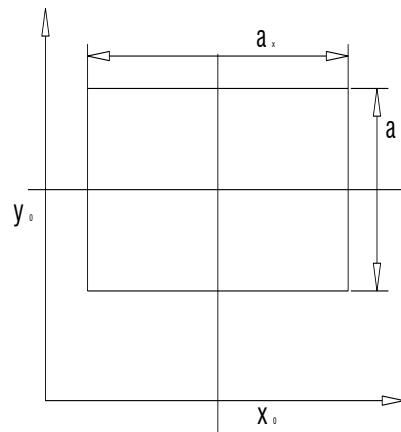
$$A_1 = y \cdot B = 1,5 \cdot 45 = 67,5 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = A_3 = y \cdot l = 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ cm}^2$$

Donde se obtiene:

$$y_G = \frac{y_1 \cdot A_1 + 2 \cdot y_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2 + A_3} = 2,52$$

Por otro lado, el rectángulo tiene como centro de gravedad G_0 respecto a los ejes x e y , y coordenadas (x_0, y_0) . Para dicha sección rectangular el momento de inercia respecto al eje x vale:



$$I_{x_i} = \frac{a \cdot x}{3} \left[\left(y_0 + \frac{a \cdot y}{2} \right)^3 - \left(y_0 - \frac{a \cdot y}{2} \right)^3 \right]$$

En esta caso el eje es el x , por tanto el momento de inercia respecto al centro de gravedad vale: $I_{xG} = I_{x_{G1}} + I_{x_{G2}} + I_{x_{G3}} = I_{x_{G1}} + 2 \cdot I_{x_{G2}}$

$$I_{x_{G1}} = \frac{B}{3} \cdot \left[\left\{ (y_G - y_{G1}) + \frac{y}{2} \right\}^3 - \left\{ (y_G - y_{G1}) - \frac{y}{2} \right\}^3 \right] = 224,13 \text{ cm}^4$$

$$I_{x_{G2}} = I_{x_{G3}} = \frac{y}{3} \cdot \left[\left\{ (y_{G2} - y_G) + \frac{l}{2} \right\}^3 - \left\{ (y_{G2} - y_G) - \frac{l}{2} \right\}^3 \right] = 426,06 \text{ cm}^4$$

$$I_{x_G} = I_{x_{G1}} + 2 \cdot I_{x_{G2}} = 224,13 + 2 \cdot 426,06 = 1076 \text{ cm}^4$$

Con esto podemos calcular $W_G = \frac{I_G}{y_{MAX}}$ donde $y_{MAX} = l + y - y_G = 8,98 \text{ cm}$

$$W_G = \frac{I_G}{y_{MAX}} = \frac{1076}{8,98} = 119,82 \text{ cm}^3$$

Finalmente: $\sigma^* = \frac{M^*}{W_G} = \frac{M_s}{W_s} = \frac{76054,69}{119,82} = 634,74 \text{ Kp/cm}^2 \leq \sigma_{ADM}$ que se cumple con bastante seguridad.

5.2 Cálculo de unión tornillo

5.2.1 Elección de tornillos

Se tomarán tornillos ordinarios. Las características del tornillo las calculamos al calcular la placa base, que según la normativa es T30 X L, A4t NBE AE-95, donde la X no indica nada y L es la longitud. Para estimar la longitud de anclaje se aplica:

$$L_{MIN} = \frac{T^*}{n \cdot \pi \cdot \phi \cdot \tau_{bd}}$$

Siendo n el número de tornillos para un lado.

Para tornillos o espárragos con caña lisa:

$$\tau_{bd} = \frac{1,2}{\gamma_c} \cdot \sqrt{f_{ck}} = \frac{1,2}{1,5} \sqrt{250} = 12,65 \text{ Kp/cm}^2$$

Así, la longitud mínima es:

$$L_{MIN} = \frac{4620}{2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 12,65} = 19,4 \text{ cm}$$

Esta longitud no es excesiva ya que el canto de zapata de hormigón suele ser mayor de 0,5 m en adelante.

5.2.2 Condiciones dimensionales de la unión

La separación s entre tornillos debe ser $\geq 3,5 \cdot a$, siendo “ a ” el diámetro de agujero. Con dos tornillos $s = 21,85$ cm entre centros y por tanto, verifica la ecuación $3,5 \cdot a = 10,85$ cm.

Además $s \leq 15 \cdot a = 15 \cdot 31 = 465$ cm que se verifica.

También deben cumplir los valores de las bandas de separación a los bordes, $t_1 \geq 2 \cdot a; t_2 \geq 1,5 \cdot a; t \leq 3 \cdot a; t \leq 6 \cdot y$ ya verificadas en el cálculo de la placa base.

Por otro lado el espesor de las piezas metálicas de la unión no debe ser mayor de $4,5 \cdot \phi$ que en este caso son 13,5 cm y que se verifica al ser $z = 1,5$ cm.

5.2.3 Cálculo resistente de la unión

La normativa establece que se deben hacer en este caso los siguientes cálculos:

Cálculo al aplastamiento

El cortante máximo que soporta la chapa por tornillo será:

$$V_{MAX} = 2 \cdot \sigma_e \cdot A_a$$

Siendo σ_e el límite elástico de la chapa y $A_a = y \cdot a$, el área efectiva que soporta el cortante. En este caso se debe verificar para un número n de tornillos que $\frac{V^*}{n} \leq V_{MAX}$, por tanto:

$$V^* \leq n \cdot V_{MAX} = 2 \cdot 2600 \cdot 1,5 \cdot 31 = 24180 \text{ Kp} = 24,18 \text{ t}$$

Que se verifica al ser $V^* = 1,6 \text{ t}$.

Cálculo del tornillo

En este caso en que el tornillo soporta tracción y cortadura se debe verificar:

$$\text{La fuerza de tracción } T^* \leq 0,8 \cdot \sigma_t \cdot A_r$$

Siendo σ_t la tensión límite para éstos tornillos A4t cuyo valor es 2400 Kp/cm² y A_r

el área resistente a tracción que vale $A_r = n \cdot \pi \cdot \frac{\phi^2}{4}$.

$$T^* \leq 0,8 \cdot \sigma_t \cdot A_r = 0,8 \cdot 2400 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{3^2}{4} = 27143,5 \text{ Kp} = 27,143 \text{ t}$$

Así

Se verifica al ser $T^* = 4,62 \text{ t}$.

La tensión de Von Mises.

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma^{*2} + 3 \cdot \tau^{*2}} \leq \sigma_t = 2400 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\text{Donde } \sigma^* = \frac{4 \cdot T^*}{n \cdot \pi \cdot \phi^2} = \frac{4 \cdot 4620}{2 \cdot \pi \cdot 3^2} = 326,8 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\text{y el cortante medio } \tau^* = \frac{4 \cdot V^*}{n \cdot \pi \cdot \phi^2} = \frac{4 \cdot 1600}{2 \cdot \pi \cdot 3^2} = 113,18 \text{ Kp/cm}^2$$

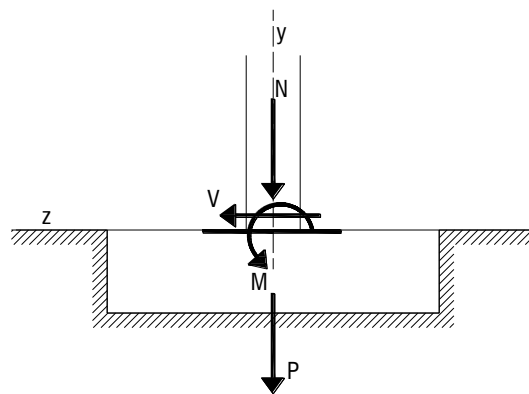
Así $\sigma_{co} = \sqrt{326,8^2 + 3 \cdot 113,18^2} = 381,09 \text{ Kp/cm}^2 \leq \sigma_t$ verifica las condiciones e indica que los tornillos son aceptables.

5.3 Cálculo de la zapata

Las características básicas de la zapata son su material, hormigón HA 25/P/40/IIa, lo que supone un valor de $r = 35 \text{ mm}$ considerando control normal en todo.

Los esfuerzos que va a soportar la zapata sin mayorar son:

$$N = 1,82 \text{ t}; M = 1,71 \text{ t m}; V = 1,07 \text{ t}$$



5.3.1 Comprobación de hundimiento

Se tiene que cumplir: $\sigma = \frac{N + P}{A} < \sigma_{t,ADM}$ = Tensión admisible del terreno. Al ser una nave de luz pequeña, se prueba con una profundidad de zapata $h = 0,5$ m.

Para esta comprobación probamos $a = b = 1$ m, con $h = 0,5$ m. La zapata se dispone a ras de suelo y sólo se considera el peso de la misma.

$$P = \gamma \cdot a \cdot b \cdot h = 2,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ t}$$

$$\sigma = 5,95 \text{ t/m}^2 < \sigma_{t,ADM} = 20 \text{ t/m}^2, \text{ luego sirven estas dimensiones.}$$

5.3.2 Comprobación de vuelco

Se tiene que cumplir $(N + P) \cdot \frac{a}{2} \geq \rho_1 \cdot (M + V \cdot h)$; $\rho_1 = 1,5$, coeficiente de seguridad a vuelco.

$$(N + P) \cdot \frac{a}{2} = (1,82 + 1,25) \cdot 2 = 1,53$$

$$\rho_1 \cdot (M + V \cdot h) = 1,5 \cdot (1,71 + 1,07 \cdot 0,5) = 3,75 > 1,53 \text{ NO VALE}$$

Se disminuirán las dimensiones, principalmente a para contrarrestar el vuelco. Haciendo varias pruebas se toma: $a = 1,3$ m.

$$P = \gamma \cdot a \cdot b \cdot h = 2,5 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,5 = 1,625 \text{ t}$$

$$(N + P) \cdot \frac{a}{2} = (1,82 + 1,625) \cdot (1,3/2) = 2,27 < 3,75 \text{ VÁLIDO}$$

5.3.3 Comprobación a deslizamiento

Se tiene que confirmar:

$$(N + P) \times \text{tg } \gamma \geq \rho \times V$$

Para terrenos no cohesivos:

$$-\rho = 1,5 \qquad -\text{tg } \gamma = \text{tg} \left(40 \cdot \frac{2}{3} \right)$$

$$(1,82 + 1,625) \cdot \text{tg} \left(40 \cdot \frac{2}{3} \right) \geq 1,5 \cdot 1,07$$

$$1,73 \geq 1,61$$

Se verifica la ecuación, por lo que las dimensiones son correctas.

5.3.4 Verificación de la excentricidad

$$e = \frac{M + V \cdot h}{N + P} = \frac{1,71 + 1,07 \cdot 0,5}{1,82 + 1,25} = 0,73 \text{ m}$$

Se tiene que cumplir:

$$e > \frac{a}{6} = \frac{1,3}{6} = 0,22$$

$$\sigma = \frac{3}{4} \cdot \frac{N + P}{b \cdot (a - 2e)} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1,82 + 1,25}{41(1,5 - 2 \cdot 0,46)} = 3,97 \text{ t/m}^2 < 1,25 \cdot \sigma_{ADM} = 1,25 \cdot 45 = 56,25 \text{ t/m}^2$$

Por tanto, es válido. La carga es triangular y es soportada por el terreno con holgura.

5.4 Cálculo de la armadura

Necesitamos armadura a tracción con un valor de $U_d \geq \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} \cdot (x_1 - 0,25 \cdot a_0)$ y con un pilar metálico $U_d \geq \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} \cdot \left(x_1 - \frac{x_a}{2}\right)$. La formulación es $R_{1d} = \frac{N_d}{4} \cdot \left(2 + \frac{6 \cdot e}{a}\right)$ con recubrimiento $r=5$ cm. El recubrimiento mínimo es de 3,5 cm, pero si se quiere se puede llevar a 5 cm. Para no tener que recalcular la formulación, se admite y luego se dispondrá el recubrimiento que se desee siempre que cumpla el mínimo.

$$N_d = \gamma_d \cdot N = 1,7 \cdot 1,82 = 3,094 \text{ t} \quad \text{La excentricidad} \quad e = \frac{M}{N} = \frac{1,71}{1,82} = 0,94 \text{ m}$$

$$R_{1d} = \frac{N_d}{4} \cdot \left(2 + \frac{6 \cdot e}{a}\right) = \frac{3,094}{4} \cdot \left(2 + \frac{6 \cdot 0,94}{1,3}\right) = 4,9028 \text{ t}$$

$$x_1 = \frac{a}{6} \cdot \frac{3a + 12e}{2a + 6e} = \frac{1,3}{6} \cdot \frac{3 \cdot 1,3 + 12 \cdot 0,94}{2 \cdot 1,3 + 6 \cdot 0,94} = 0,41 \text{ m}$$

$$d = h - r = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$$

$$U_d \geq \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} \cdot \left(x_1 - \frac{x_a}{2}\right) = \frac{4,9028}{0,85 \cdot 0,45} \cdot \left(0,41 - \frac{0,125}{2}\right) = 4,45 \text{ t} = 43,61 \text{ KN}$$

Siendo x_a el vuelo del pilar de la placa metálica.

La carga no es muy grande, por lo que se analizan las armaduras mínimas, caso de losas.

5.4.1 Cuantía resistente mínima

Armatura en paralelo a “a”:

$$U_d < 0,04 \cdot U_c \Rightarrow U_c = f_{cd} \cdot b \cdot h = \left(\frac{f_{ck}}{\gamma_c} \right) \cdot b \cdot h$$

Se aplica el método del momento tope cuyo valor es $M_{tope} = 0,35 \cdot U_c \cdot d$

Siendo U_c la resistencia del hormigón y el canto útil de la viga a flexión, d la distancia del parámetro o fibra más comprimida al centro de la armadura de tracción o menos comprimida.

Para los cálculos, dado que todavía se desconoce la armadura y por tanto su posición, se considera $d = h - r$, siendo r el recubrimiento.

$$U_c = f_{cd} \cdot b \cdot d = \left(\frac{f_{ck}}{\gamma_c} \right) \cdot b \cdot (h - r) = \left(\frac{175}{1,5} \right) \cdot 100 \cdot (50 - 6) = 733.333,3 \text{ Kp} = 733,3 \text{ t}$$

$$M_{tope} = 0,35 \cdot 733,3 \cdot 44 = 11292,82 \text{ Kp} \cdot \text{cm} \approx 112,93 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$M_d \ll M_{tope}$, luego no es necesaria la armadura de compresión, normal en zapatas.

La armadura de tracción vale para S_1 (y), sección en la dirección de la fachada:

$$U_{s1} = U_c \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{S1}}{U_c \cdot d}} \right] = 733,3 \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 280}{733,3 \cdot 44}} \right] = 6,39 \text{ t}$$

El área necesaria para soportar V_{S1} es $A_s = \frac{U_{s1}}{f_{yd}}; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$

Utilizando barras de acero AEH – 400 $\Rightarrow f_y = 4.100 \text{ Kp/cm}^2$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4.100}{1,15} = 3565 \text{ Kp/cm}^2 \Rightarrow A_s = \frac{6.390}{3.565} = 1,79 \text{ cm}^2$$

Por otro lado $U_{s1} > 0,04 \cdot U_c = 0,04 \cdot 733,3 = 29,33 \text{ t}$

$$U_{s1} \ll 0,04 \cdot U_c$$

Por tanto, la zapata puede aguantar los esfuerzos a tracción sin armadura, es decir, se podría calcular como zapata de hormigón en masa, si bien, no cumple la condición

$$U_{s1} > 0,04 \cdot U_c$$

Independientemente de lo anterior, la norma exige que la armadura tenga un valor y según el artículo 38.3:

$$A_{s1} = \frac{w \cdot b \cdot h}{1000} = \frac{1,8 \cdot 100 \cdot 50}{1000} = 12,6 \text{ cm}^2, \text{ necesitaremos este valor.}$$

La separación entre barras debe ser (S): $S < 30 \text{ cm}$, $S > 20 \text{ mm}$ y $S > \phi_{MAX}$ (diámetro máximo de las barras). Se prueba con barras de un ϕ no muy grande, $\phi = 16 \text{ mm}$.

$$A = \frac{n \cdot \pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{n \cdot \pi \cdot 1,6^2}{4} = 12,6 \text{ cm}^2 \Rightarrow n = \frac{9 \cdot 4}{\pi \cdot 1,6^2} = 4,47 \text{ barras}$$

Se tomarán 5 barras de $\phi = 16 \text{ mm}$.

$$\text{Se verifica } S = \frac{b - 2 \cdot r - n \cdot \phi}{n - 1} = \frac{100 - 2 \cdot 5 - 5 \cdot 1,6}{5 - 1} = 20,5 \text{ cm}$$

Se verifica todas las condiciones de separación, así, se acepta para S_1 (y) una armadura de $7\phi 16$.

Para la sección S_1 (x):

$$U_{s1} = U_c \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d(x)}{U_c \cdot d'}} \right]$$

$$U_c = f_{cd} \cdot a \cdot d'$$

Siendo $d' = d - \phi = 44 - 1,6 = 42,4 \text{ cm}$, ya que las barras de S_1 (x) se disponen sobre las anteriores.

$$U_c = f_{cd} \cdot a \cdot d = \left(\frac{175}{1,5} \right) \cdot 170 \cdot 42,4 = 1.201.333 \text{ Kp} = 1.201,3 \text{ t}$$

$$U_{s1} = 1.201,3 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,2}{1.201,3 \cdot 42,4}} \right] = 0,358 \text{ t}$$

$$A_s = \frac{U_{S1}}{f_{yd}} = \frac{358}{3565} = 0,100 \text{ cm}^2$$

Según el artículo 38.3:

$$A_{S1} = \frac{w \cdot b \cdot h}{1000} = \frac{1,8 \cdot 170 \cdot 50}{1000} = 15,3 \text{ cm}^2$$

Se prueba también con $\phi = 16 \text{ mm}$

$$A = \frac{n \cdot \pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{n \cdot \pi \cdot 1,6^2}{4} = 18,6 \text{ cm}^2 \Rightarrow n = \frac{15,3 \cdot 4}{\pi \cdot 1,6^2} = 7,6 \text{ barras}$$

Por tanto, se toman 8 barras.

$$S = \frac{a - 2 \cdot r - n \cdot \phi}{n - 1} = \frac{170 - 2 \cdot 6 - 8 \cdot 1,6}{8 - 1} = 20,74 \text{ cm}$$

Se cumple: $S < 30 \text{ cm}$, $S > 20 \text{ mm}$ y $S > \text{diámetro máximo}$. Damos como válido 10 barras de $\phi 16$.

5.4.2 Colocación de la armadura

Se dispondrán uniformemente manteniendo las separaciones calculadas.

Para S_1 (y) según la dirección Y de la nave son 5 barras de $7 \phi 16$ con $S = 20,5 \text{ cm}$.
 Para S_1 (x) según la dirección X de la nave son 8 barras $10 \phi 16$ con $S = 20,74 \text{ cm}$.
 Además las barras según S_1 (y) o paralelas a la dimensión a , se separan o disponen uniformemente, es decir, manteniendo $s = 20 \text{ cm}$. Las barras S_1 (x) o paralelas al ancho b se disponen según el valor máximo de c , dado por $c = b = 1 \text{ m}$.

$c = a_0 + 2 \cdot h = 0,12 + 2 \cdot 0,7 = 1,12 \text{ m}$, con una cantidad de área de $\frac{(2 \cdot c)}{a + c}$, y el resto se distribuye por los laterales.

Hay otra opción que es disponer una armadura con área mayor a la necesaria llamada área ficticia:

$$A_{S, fic} = \frac{(2 \cdot A_s \cdot a)}{a + c} = \frac{2 \cdot 15,3 \cdot 1,7}{1,7 + 1,12} = 18,44 \text{ cm}^2$$

, esta área es menor que la que se tiene lo que demuestra que la distribución es adecuada.

NOTA: las armaduras escogidas, son de esperar que superen todas las comprobaciones debido al exceso de armadura, de hecho, el hormigón en masa aguantaría bien, de todas formas, siempre se trabaja del lado de la seguridad.

5.4.3 Comprobación de adherencia

Se comprueba el cortante en S_1 (y), que vale:

$$U_{S1} = \frac{\sigma_{S1}^a \cdot y_{S1} \cdot (b+l)}{2 \cdot (\sigma_1 - \sigma_{S1}^a) \cdot b} = \frac{3,96 \cdot 0,61 \cdot (1+l)}{2 \cdot (6,18 - 3,96) \cdot 1} = 3,09 t$$

$$\tau_b = \frac{\gamma_f \cdot U_{S1}}{n \cdot \pi \cdot \phi \cdot 0,9 \cdot d} = \frac{1,6 \cdot 3580}{5 \cdot \pi \cdot 1,6 \cdot 0,9 \cdot 44} = 5,76 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\tau_{bd} = 0,95 \cdot \left(\frac{250}{1,5} \right)^{2/3} = 28,77 \text{ Kp/cm}^2 \Rightarrow \tau_b \ll \tau_{bd}$$

Por tanto, queda comprobado.

Para S_1 (x), al ser $\bar{\sigma}_1 \approx 3,09 t/m^2$

$U_{S1}(x) = \bar{\sigma}_1 \cdot a \cdot X_{S1}(X) = 3,09 \cdot 1,7 \cdot 0,19 = 0,99 < U_{S1}(y)$. Luego se cumple, ya que son iguales los valores de diámetro pero más barras D' son prácticamente d.

5.4.4 Cálculo de la cortante y punzamiento

$$A = 1,7 < 2 \cdot b = 2m \Rightarrow \text{Es la zapata corta.}$$

La sección S_2 (y) en el caso de soporte metálico coincide con el S_1 (y) anterior. Se considera el caso general, en el que no es necesario una nueva armadura para absorber los cortantes. La sección resistente es:

$$A_s = b_2 \cdot d_2$$

$$b_2 = b_0 + d = 12 + 44 = 56 \text{ cm} < b = 100 \text{ cm} \Rightarrow \text{Es el ancho de la zapata}$$

$$d_2 < 1,7 \cdot v_1$$

Siendo v_1 el vuelco medio desde la sección de referencia.

En este caso $v_1 = Y_{S1} = 0,61 \text{ m}$, $d = 44 \text{ cm}$; $y_{S1} = 61 \text{ cm}$.

$$1,5 \cdot v_1 = 1,5 \cdot 61 = 91,5 \text{ cm}$$

$$d_2 < 1,7 \cdot v_1 \Rightarrow d_2 = d \text{ . Es válido.}$$

$$A_2 = b_2 \cdot d_2 = 56 \cdot 44 = 2.464 \text{ cm}^2$$

El cortante es el mismo que se calculó:

$$U_{S2}(y) = U_{S1}(y) = 3,09 \text{ t}$$

$$U_{dS2}(y) = \gamma f \cdot U_{S1}(y) = 1,6 \cdot 3,09 = 4,94 \text{ t}$$

$$\tau > f_p = 2 \cdot f_{cv} = \frac{\sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} = \frac{\sqrt{250}}{1,5} = 12,90 \text{ Kp/cm}^2$$

La tensión cortante es

$$\tau = 0,895 < f_p = 12,90 \text{ . Por tanto, queda comprobado.}$$

Para la sección $S_2(x)$: $A_2 = b_2 \cdot d_2 = a + d' = 12 + 42,4 = 54,4 \text{ cm}$. Ahora el canto útil de d' porque se colocan las armaduras sobre las anteriores.

$$d_2 = d' = 42,4 > 1,5 \cdot v_2 = 1,5 \cdot X_{S1} = 1,5 \cdot 0,19 = 0,285 \text{ cm}$$

$$A_2 = 54,4 \cdot 28,5 = 1.550 \text{ cm}^2$$

El cortante vale:

$$\tau = \frac{U_{dS1}(x)}{A_2} = \frac{\gamma_c \cdot U_{S1}(x)}{A_2} = \frac{1,9 \cdot 990}{1.150} = 1,37 < f_p \Rightarrow \text{VÁLIDO}$$

6. SOLERA

La solera de la nave se realizará mediante una capa de hormigón con una resistencia característica 250 Kg/cm^2 . La superficie se terminará mediante reglado, quedando vista sin ningún recubrimiento. La solera tendrá un espesor de 16 cm y llevará una malla de $20 \times 30 \text{ cm}$ y de $\phi = 5 \text{ mm}$. De la igual forma, se realizará la solera de la caseta de riego.

La solera se ejecutará de la siguiente manera:

Primero, en la superficie ocupada por el pabellón, se eliminará la capa de tierra vegetal y se compactará el terreno.

En segundo lugar, se echa una capa fina de arena y un film de polipropileno con el fin de evitar humedades.

Posteriormente, se extenderá la solera de hormigón de 16 cm de espesor, colocándose la malla bajo esta.

Por último, cuando el hormigón haya endurecido se pasará la cuchilla con la que abrirán las juntas de dilatación, quedando el suelo dividido en rectángulos de $5 \times 3,83 \text{ m}$.

7. ALBAÑILERÍA

7.1 Revestimiento

Las paredes del pabellón se construirán con bloques de fibrocemento de dimensiones $40 \cdot 20 \cdot 20 \text{ cm}$.

La superficie exterior quedará a la vista, mientras que la superficie interior será revocada de cemento. Los perfiles metálicos serán así mismo recubiertos con bloque por la parte exterior y con cemento en la interior.

Como medida de seguridad, se soldaran dos barras de acero de 160 mm, a diferentes alturas, entre los pilares de manera que queden entre dos filas de bloques, y más o menos en la mitad del muro, por el hueco que dejan los bloques se insertará otra barra de acero y se inyectará hormigón a modo de pilar. De esta manera quedan los bloques más atados ya que por si solos son un poco inestables.

7.2 Tabiquería

En la parte interior y con el fin de separar la zona de almacén de materiales y de la maquinaria se dispondrán tabiques separadores. Estos serán de ladrillo de fábrica hueco sencillo y se enfoscarán.

Los enfoscados se ejecutan con mortero de cemento y arena, tendrá 1 cm de espesor. Éstos irán fratasados, de modo que su superficie quede lisa y apta para pintar.

7.3 Techos interiores

Se colocarán en la zona de almacenaje, no siendo necesarios colocarlos por toda la nave, se colocan para evitar el exceso de calor en verano o el frío en invierno, creando una cámara de aire aislante, para evitar esto. El motivo de estos cuidados son las condiciones de conservación de los fitosanitarios y abonos.

Se colocarán paneles rígidos de fibra de vidrio, de $60 \cdot 60 \text{ cm}$ y de 20 cm de espesor.

Se instalará gracias a unas tirantas metálicas, soldadas a las correas, que sujetarán una perfilera vista lacada blanca en la que se colocan los paneles, dichos paneles van recubiertos a la vista de una película de Cloruro de Polivinilo impermeable al vapor de agua.

8. CARPINTERÍA

8.1 Puertas

La puerta exterior de acceso al pabellón será metálica y se colocará entre los dos pilares centrales de la panza de la nave. Estará constituida por dos hojas abatibles con perfiles de acero laminado A-37 de 40 mm con una puerta de paso de 2 m de alto y 1 m de ancho. La puerta será de $4 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}$.

Las puertas de paso interior serán de madera de 1,2 m y 0,72 m de anchura y 2 m de altura.

8.2 Ventanas

Las ventanas serán de aluminio de 1 m de alto y 2 m de ancho, se dispondrán dos en cada una de las fachadas laterales del pabellón.

Todas ellas se situarán a 1,7 m del suelo.

9. CUBIERTA

La cubierta se realizará con planchas de fibrocemento onduladas gran onda de $2,5m \cdot 1m$. Irán sujetas a las correas con los accesorios correspondientes.

10. SANEAMIENTO

Consiste en la colocación de todos los elementos necesarios para la evacuación de las aguas de lluvia.

10.1 Bajantes

Las bajantes tendrán un diámetro constante en toda su longitud, éste contendrá el mayor caudal obtenido.

En nuestro caso, se colocarán cuatro bajantes, una en cada una de las esquinas de la nave.

El diámetro de las bajantes será determinado mediante las normas tecnológicas de la edificación (NTE), se utilizará una de las tablas contenidas en ellas pero a partir de los siguientes datos:

Zona pluviométrica: y.

Superficie de la cubierta: $150 m^2$.

Superficie de la cubierta por bajante: $75 m^2 / 2 = 35 m^2$.

Pendiente de la tubería en dicho tramo: $> 100 \%$, debido a que la tubería es vertical.

La tabla indica que el diámetro de la bajante, deberá tener como mínimo 80 mm.

Las bajantes serán de PVC rígido terminadas en copa en uno de sus extremos, con un espesor uniforme y superficie interior lisa según la norma UNE 53-114, y con un diámetro exterior 80 mm y espesor mínimo 1,6 mm.

El agua descenderá por gravedad hacia la cuneta donde hay un sumidero a 1 m.

10.2 Canalones

Los canalones se colocarán en ambos laterales de la nave. Se instalarán dos de la misma longitud, desembocando cada uno en su correspondiente bajante.

Los datos iniciales que tenemos son:

Zona pluviométrica: y.

Superficie de cubierta por canalón: $75 m^2$.

Pendiente de la tubería en dicho tramo: 1,5 %.

La tabla indica que el diámetro del canalón deberá ser como mínimo de 150 mm.

Colocaremos dos canalones de PVC de 150 mm de diámetro y 2,6 mm de espesor.

11. ILUMINACIÓN

Para la iluminación de la nave, disponemos de toma de luz subterránea en la entrada de la parcela. La instalación eléctrica se realizará con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

La intensidad luminosa necesaria no nos preocupa demasiado, ya que en la nave no se requiere luz artificial, debido a que no es una zona de trabajo. La luz es requerida para ver en el interior y para el funcionamiento de alguna máquina.

La instalación eléctrica de la nave constará de la iluminación necesaria más dos tomas de fuerza (enchufes).

11.1 Flujo luminoso

El nivel de iluminación necesario para una nave agrícola es de 150 lux.

El flujo luminoso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Phi = E \cdot S$$

Donde:

Φ , es el flujo luminoso, en lúmenes.

E, es el nivel de iluminación, en lux.

S, es la superficie a iluminar, en m².

$$\Phi = E \cdot S = 150 \text{ m}^2 \cdot 150 \text{ lux} = 22.500 \text{ lumenes}$$

11.2 Factor de utilización

Es la relación entre el flujo luminoso útil y el flujo total emitido por las lámparas.

Depende de las dimensiones del local y los factores de reflexión en paredes y techo.

11.3 Índice local

Se calcula mediante la expresión:

$$K = \frac{(l \cdot a)}{[h \cdot (l + a)]}$$

Siendo:

l = es la longitud del local, en m.

a = es la anchura del local, en m.

h = en iluminación directa es la distancia entre el alumbrado y la superficie útil de trabajo. En nuestro caso será igual a la altura del local.

$$K = \frac{(10 \cdot 15)}{[4 \cdot (10 + 15)]} = 1,5$$

11.4 Coeficientes de reflexión

Los coeficientes de reflexión en la nave son:

Para las paredes: 0,5

Para el techo: 0,7 y el friso: 0,7.

Para el suelo: 0,3.

11.5 Factor de utilización (η)

Según las tablas, el factor de utilización es: $\eta = 0,51$.

11.6 Factor de depreciación

Su valor depende del grado de mantenimiento y limpieza de la instalación, envejecimiento, etc.

Se trata de fluorescentes en regletas con ensuciamiento normal y limpieza cada 2 años. Por tanto, el factor de depreciación es $d = 1,55$.

11.7 Flujo luminoso real

Lo calculamos:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot d}{\eta} = \frac{150 \cdot 150 \cdot 1,55}{0,51} = 68.383 \text{ lumenes}$$

11.8 Número de lámparas necesarias

Se calcula con la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ lámparas} = \frac{\Phi_0}{\Phi_U}$$

Siendo:

Φ_0 = flujo luminoso real necesario.

Φ_U = flujo unitario de la lámpara elegida.

Hemos elegido unos tubos fluorescentes con las siguientes características:

Flujo luminoso unitario: 18.000 lumens

Potencia: 250 W

Por lo tanto ya podemos calcular el número de lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lámparas} = \frac{68.383}{18.000} = 3,79 \approx 4 \text{ lámparas}$$

Colocaremos 4 lámparas que irán colocadas: una en el almacén fitosanitario y las otras 3, distribuidas de forma uniforme en la zona almacén de la maquinaria.

11.9 Cálculo de la sección del conductor

La potencia teórica de esta instalación corresponde a multiplicar el número de lámparas por la potencia unitaria de cada una de ellas.

$$S' = 4 \text{ lámparas} \cdot 250 \text{ W} / \text{lámpara} = 1.000 \text{ W}$$

Se sobredimensiona la potencia teórica, multiplicándola por 1,8:

$$S = S' \cdot 1,8 = 1.000 \cdot 1,8 = 1.800 \text{ W}$$

A esta potencia le añadimos la necesaria para instalar dos enchufes (5000 W), el total es:

$$S_T = 5.000 + 1.800 = 6.800 \text{ W}$$

$$P = S_T \cdot \cos \varphi = 6.800 \cdot 0,8 = 5.440 \text{ W}$$

Según las tablas, la línea trifásica con cable tripolar de conductores de cobre instalado al aire con aislamiento de policloruro de vinilo deberá ser de 4 mm^2 de sección.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{5.440}{380} = 14,31 \text{ A}$$

La caída de tensión no debe superar el 5%: $R = \delta \cdot \frac{L}{S}$

δ , es el coeficiente del conductor de cobre ($0,0187 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$).

L, es la longitud que recorre la corriente (5 m).

S, es la sección del cable (4 mm^2).

$$R = 0,0187 \cdot \frac{5}{4} = 0,023 \Omega$$

$$V = I \cdot R = 14,31 \cdot 0,023 = 0,33 \text{ V}$$

$$\frac{0,33}{380} \cdot 100 = 0,09\% < 5\% \Rightarrow \text{La sección es válida.}$$

11.10 Cálculo de la sección del conductor en el circuito del alumbrado

En el circuito de alumbrado la corriente es monofásica:

$$S = 1.800 \text{ W}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 1.800 \cdot 0,8 = 1.440 \text{ W.}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1.440}{220} = 6,54 \text{ A.}$$

Le corresponde una sección de $1,5 \text{ mm}^2$. Vamos a comprobar que la caída de tensión no supera el 5%:

δ , es el coeficiente del conductor de cobre ($0,0187 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$).

L, es la longitud que recorre la corriente (85 m).

S, es la sección del cable (1,5 mm²).

$$R = 0,0187 \cdot \frac{85}{1,5} = 1,06 \Omega$$

$$V = I \cdot R = 3,30 \cdot 1,06 = 3,5 V$$

$$\frac{3,5}{220} \cdot 100 = 1,6\% < 5\% \Rightarrow \text{La sección es válida.}$$

La sección del circuito de alumbrado será de 1,5 mm².

11.11 Cálculo de la sección del conductor en el circuito de enchufes

En el circuito de enchufes la corriente también será monofásica:

$$S = 5000 \text{ w.}$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 5000 \cdot 0,8 = 4000 W.$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4000}{220} = 18,18 A.$$

Le corresponde una sección de 2,5 mm².

La caída de tensión no debe superar el 5 %.

δ , es el coeficiente del conductor de cobre ($0,0187 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

L, es la longitud que recorre la corriente (35 m)

S, es la sección del cable (2,5 mm²).

$$R = 0,0187 \cdot \frac{35}{2,5} = 0,26 \Omega$$

$$V = I \cdot R = 18,18 \cdot 0,26 = 4,73 V$$

$$\frac{4,73}{220} \cdot 100 = 2,15\% < 5\% \Rightarrow \text{La sección es válida.}$$

La sección del circuito de enchufes será de 2,5 mm².

11.12 Elementos de la instalación eléctrica

La energía eléctrica se tomará de la red de Iberdrola instalada en las cercanías del pabellón y se realizará a 380 / 220 V y neutro a tierra. Constará de:

Armario de medida: se encontrará en la fachada exterior de la nave y estará habilitado para poder alojar el contador de energía eléctrica trifásico. Será de poliéster y normalizado por la compañía suministradora.

Línea repartidora: realizada con conductor RV 0,6/1 Kv, unirá el armario de medida con el cuadro de protección y mando.

Cuadro de protección y mando: albergará los dispositivos de mando, así como los automáticos tanto por sobrecargas como por derivaciones.

Alumbrado: hemos optado por 4 luminarias de 250 W. Se encontrarán en la parte inferior de la estructura metálica.

12. FONTANERÍA

El abastecimiento de agua a la nave se realiza mediante una acometida a la red de aguas que pasa por la zona, y que suministra a otras naves. Dicha acometida la realiza la empresa suministradora, en este caso el Ayuntamiento de Arnedo.

Estas obras se realizan cumpliendo la normativa vigente.

Se asegura la continuidad y la presión de servicio. La separación entre conductores de fontanería y cualquier conducción eléctrica será de 30 cm. La red será estanca doble presión de la prevista.

Una tubería unirá la toma de agua con el grifo y otra tubería, irá desde el desagüe del pabellón hasta la red de alcantarillado.

Habrà un punto de agua dentro de la nave, junto a la puerta, en la misma línea por donde viene la acometida, se colocará también un desagüe en el punto de consumo para parar a la red de aguas sucias. Se instalará un grifo, un inodoro y un lavabo de 60 cm x 40 cm, a una altura de 1 m del suelo.

12.1 Cálculo del diámetro de la tubería

Tenemos los siguientes datos:

Uso de edificio: privado

Número de grifos: uno

Tipo de tubería: PVC

Entonces la tubería a colocar es de PVC de 25 mm de diámetro.

12.2 Cálculo de llaves y contadores

El diámetro del tramo de tubería de PVC es de 25 mm.

Según este dato, le corresponde una llave de paso de 15 mm de diámetro, y un contador de 10 mm de diámetro.

12.3 Colocación del contador general

Quedará alojado en un armario o cámara impermeabilizados y con desagüe. En el interior del armario o cámara se dispondrá la llave general. Como el diámetro de la conducción es inferior a 40 mm colocamos un armario. Las dimensiones del armario son:

Largo: 600 mm

Ancho: 500 mm

Alto: 200 mm

Tipo de red: red de grifos.

12.4 Cálculo de la llave reductora

Los datos iniciales son:

Posición de la planta más alta servida por la válvula reductora: 1ª planta.

Tipo de red: red de grifos.

Entonces la presión máxima admisible en la acometida es de 39 m.c.a.

12.5 Desagüe

La instalación dispondrá de un desagüe de lavabos, con sifón individual de 35 mm de diámetro.

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL ETUDIO BÁSICO	1
2.	AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO	1
3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	2
3.1	Descripción de las obras y situación	2
3.2	Presupuesto de la obra	3
3.3	Plazo de ejecución	3
3.4	Personal previsto	3
3.5	Maquinaria prevista	3
3.6	Medios auxiliares	4
4.	PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	4
5.	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LAS FASES DE PROYECTO Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	5
5.1	Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra	5
5.2	Obligaciones de promotor	6
5.3	Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra	6
5.4	Obligaciones de contratistas y subcontratistas	7
5.5	Obligaciones de los trabajadores	7
5.6	Libro de incidencias	8
5.7	Paralización de los trabajos	9
6.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES	9
7.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS	9
7.1	Lucha contra incendios	9
7.2	Primeros auxilios	10
7.3	Servicios higiénicos	10
7.4	Disposiciones varias	10
7.5	Caídas de objetos	11
7.6	Caídas de altura	11
7.7	Factores atmosféricos	11
7.8	Andamios y escaleras	11
7.9	Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales	11
7.10	Instalaciones, máquinas y equipos	12
7.11	Movimientos de tierras y excavaciones	13

7.12	Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas	13
7.13	Otros trabajos específicos.....	13
8.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL EN LOS LUGARES DE TRABAJO.....	14
8.1	Obligación general del empresario.....	14
8.2	Condiciones constructivas.....	14
8.3	Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.....	14
8.4	Iluminación.....	15
8.5	Servicios higiénicos y locales de descanso	15
8.6	Material y locales de primeros auxilios.....	15
8.7	Información de los trabajadores	15
8.8	Consulta y participación de los trabajadores.....	15
9.	PRESUPUESTO.....	16

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO

Para realizar el Estudio Básico de Seguridad y Salud hay que basarse en 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 (BOE nº 256 25-10-1997) y, también, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10-11-1995), modificada por la Ley 54/2003.

La Ley de Prevención y de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de responsabilidades y garantías preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Contempla las normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores, y están destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

El Real Decreto presenta algunas particularidades en relación con otras normas reglamentarias aprobadas recientemente en materia de prevención de riesgos laborales. Se ocupa de las obligaciones de cada uno de los agentes que intervienen en las obras e introduce la figura de coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y asimismo incluye un estudio de seguridad e higiene.

En este anejo se valorarán los distintos riesgos posibles que se pueden ocasionar en el lugar de trabajo y en las obras de construcción, así como sus medidas preventivas o correctoras, y las protecciones que en su caso anulen o reduzcan estos riesgos y situaciones de posible peligro. Se describen las condiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y durante la ejecución de las obras objeto del proyecto, las precauciones y normas higiénico-sanitarias, así como la utilización de equipos de trabajo y de protección del personal.

2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es redactado por el alumno de Ingeniería Técnica Agrícola, con especialidad en Hortofruticultura y Jardinería, Jorge Iriarte Muro

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

3.1 Descripción de las obras y situación

La obra será ejecutada en el término municipal de Arnedo, situado en la Comunidad de La Rioja, en la zona llamada popularmente como aguasmalas, cercano igualmente a la zona de S. Pedro Mártir.

Siendo las principales características de esta obra:

- Acceso al tráfico rodado: SI
- Acceso peatonal: SI
- Entorno: RURAL
- Topografía: LLANO
- Servidumbres y condicionantes: RETRANQUEOS

Durante la ejecución de este proyecto, se llevarán a cabo los siguientes procesos:

- Albañilería
- Carpintería de madera y aluminio
- Cimentaciones
- Cubiertas
- Desbroce de vegetación
- Encofrado y desencofrado
- Enfoscados, guarnecidos y enlucidos
- Estructuras de acero
- Excavación
- Instalación eléctrica
- Instalación de fontanería y saneamiento
- Losa armada de cimentación
- Puesta de obra de hormigón
- Puesta de obra de riego
- Trabajos de tabaquería

- Zapatas

3.2 Presupuesto de la obra

El presupuesto de la obra de ejecución material de las obras es de 197.924,83 € y el de ejecución por contrata asciende a 284.932,58 €.

3.3 Plazo de ejecución

Sin determinar.

3.4 Personal previsto

Para la ejecución de las obras se prevé un número máximo de 3 personas en el periodo de mayor concentración de trabajo. Durante la ejecución se estima un promedio de 2.

3.5 Maquinaria prevista

La maquinaria que se empleara en la ejecución de las obras será:

- Maquinaria general
- Buldózer
- Camión basculante
- Carretilla elevadora
- Desbrozadora
- Hormigonera
- Camión hormigonera
- Retroexcavadora
- Taladro portátil
- Tractor oruga o neumático

3.6 Medios auxiliares

Los medios auxiliares que se utilizaran en las obras serán:

- Andamios tubulares
- Escalera de mano
- Herramientas manuales
- Herramientas manuales eléctricas

4. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Artículo 15 de la Ley 31/1995

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención, con arreglo a los siguientes principios generales:
 - a. Evitar los riesgos.
 - b. Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
 - c. Combatir los riesgos en su origen.
 - d. Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - e. Tener en cuenta la evolución de la técnica
 - f. Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g. Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - h. Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - i. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.
3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea substancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LAS FASES DE PROYECTO Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

En la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (LOE), se establecen las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en la construcción, es decir, todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación.

Y en el Artículo 10 del RD 1627/1997 se dice lo siguiente:

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular en las siguientes tareas o actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza
- b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá que dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

5.2 Obligaciones de promotor

Si durante la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa más trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, es obligación del promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designar un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona, y no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

5.3 Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto.
3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
4. Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

5.4 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

Según el Artículo 11 del RD 1627/1997, el contratista y subcontratista están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el estudio básico de seguridad y salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el estudio básico de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el estudio básico.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

5.5 Obligaciones de los trabajadores

Artículo 12 del RD 1627/1997

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el estudio básico de seguridad y salud.

5.6 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias (Artículo 13 del RD 1627/1997) con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Este libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

El libro de incidencias, se mantendrá siempre en la obra, en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

5.7 Paralización de los trabajos

Artículo 14 del RD 1627/1997

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

6. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

En el Capítulo III del RD se definen los artículos (15, 16, 17, 18, 19) referentes a la información, la consulta y participación de los trabajadores, a todo lo relativo al visado del proyecto e información a la Auditoría Laboral.

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del estudio básico de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

7. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS

Anexo IV del Real Decreto 1627/1997

7.1 Lucha contra incendios

Se preverán un número suficiente de dispositivos apropiados para la lucha contra incendios, que estarán señalizados conforme al RD sobre seguridad y salud en el trabajo, de fácil acceso y manipulación.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios deberán verificarse y mantenerse con regularidad, realizándose a intervalos regulares pruebas y ejercicios adecuados.

7.2 Primeros auxilios

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Se dispondrá de un material de primeros auxilios debidamente señalado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

7.3 Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

Deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

7.4 Disposiciones varias

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

7.5 Caídas de objetos

Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.

Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

7.6 Caídas de altura

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

7.7 Factores atmosféricos

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

7.8 Andamios y escaleras

Los andamios, así como sus plataformas, pasarelas y escaleras, deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.

Las escaleras de mano de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.

7.9 Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales

deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 1. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 3. Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

7.10 Instalaciones, máquinas y equipos

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
3. Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
4. Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

7.11 Movimientos de tierras y excavaciones

Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

En las excavaciones deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1. Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.
2. Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.
3. Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

7.12 Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas

Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

7.13 Otros trabajos específicos

Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados. En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

8. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL EN LOS LUGARES DE TRABAJO

En el R.D 486/1997, de 14 de abril, se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

8.1 Obligación general del empresario

Artículo 3

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

8.2 Condiciones constructivas

Artículo 4

1. El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores.
2. El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.
3. Los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, los requisitos mínimos de seguridad indicados en el Anexo I.

8.3 Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización

Artículo 5

El orden, la limpieza y el mantenimiento de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en el Anexo II.

Igualmente, la señalización de los lugares de trabajo deberá cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

8.4 Iluminación

Artículo 8

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, en particular, las disposiciones del Anexo IV.

8.5 Servicios higiénicos y locales de descanso

Artículo 9

Los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones del Anexo V en cuanto a servicios higiénicos y locales de descanso.

8.6 Material y locales de primeros auxilios

Artículo 10

Los lugares de trabajo dispondrán del material y, en su caso, de los locales necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores accidentados, ajustándose a lo establecido en el Anexo VI.

8.7 Información de los trabajadores

Artículo 11

De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una información adecuada sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

8.8 Consulta y participación de los trabajadores

Artículo 12

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este Real Decreto se realizarán de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

9. PRESUPUESTO

Instalaciones provisionales de la obra:

- Alquiler de una caseta almacén con aseo de 14,65 m² incluido transporte, carga y descarga: 459,78 €

Mobiliario de equipamiento:

- Botiquín homologado de obra = 80,88 €
- 2 extintores homologados = 42,75 €
- 3 taquillas metálicas individuales = 76,98 €
- 1 banco de madera para 5 personas = 46,03 €

Protecciones:

- 4 cascos de seguridad homologados = 8,60 €
- 4 pares de guantes de goma = 13,20 €
- 4 pares de botas de seguridad = 118 €

Señalizaciones:

- 3 placas indicativas de riesgo = 21,90 €
- Señal metálica triangular de peligro con soporte = 88,91 €
- 200 m de cinta de balizamiento bicolor = 14,64 €

En total el presupuesto de seguridad y salud asciende a MIL CATORCE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Arnedo, mayo de 2014

El alumno,

Fdo. Jorge Iriarte Muro

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	COSTES DE PRODUCCIÓN	1
2.1	Costes fijos	1
2.1.1	Costes fijos de la maquinaria	1
2.1.2	Amortización e interés del capital invertido en las instalaciones	1
2.2	Costes variables	3
2.3	Costes totales	6
3.	INGRESOS	7
4.	RENTABILIDAD	7
4.1	Financiación de la inversión	7
4.2	Balances de caja actualizados y acumulados	8
4.3	Análisis de sensibilidad	11
4.3.1	Situación pesimista: precio más bajo	11
4.3.2	Situación normal: precio medio	16
4.3.3	Situación optimista: precio alto	21
4.4	Conclusión	26

1. INTRODUCCIÓN

Con el presente anejo de rentabilidad se pretende averiguar si el proyecto es viable desde el punto de vista económico, es decir, si va a resultar rentable. En función de los costes de la explotación se realizará el estudio, aplicando para ellos los correspondientes indicadores de rentabilidad.

Se considera la vida útil del proyecto de 30 años, que es el tiempo que transcurre desde la plantación hasta el declive de la misma.

Se van a considerar las siguientes hipótesis para la realización del estudio financiero:

- Cobros y pagos se producen simultáneamente al final de cada ejercicio.
- Los precios de las materias primas y de la maquinaria no están sometidas a corrientes inflacionistas ni deflacionistas.
- Se va a evaluar la rentabilidad de la explotación utilizando una serie de indicadores económicos, calculados a partir de los flujos de caja, como son el V.A.N, T.I.R, etc.

Se estima una producción anual de 6.250 kg de nuez fresca/ha en años de plena producción con un precio medio para las dos variedades empleadas, de 2,34€/kg de nuez fresca.

2. COSTES DE PRODUCCIÓN

2.1 Costes fijos

2.1.1 Costes fijos de la maquinaria

Corresponden al coste de amortización y al interés del capital invertido, pero éstos ya se han incluido en el coste horario de la maquinaria, dentro de los costes de funcionamiento de la explotación, que son costes variables.

2.1.2 Amortización e interés del capital invertido en las instalaciones

Como se ha señalado, la vida útil del proyecto es de 30 años, adecuada para la construcción, para el sistema de riego y para la plantación. En estos 30 años se hará la amortización. El tipo de interés para estimar el coste de oportunidad del dinero invertido es del 6%. El valor residual se considera el 20% del valor de adquisición. Las fórmulas para calcular los costes de amortización e interés son las siguientes:

$$CA = \frac{V_a - V_r}{n}$$

$$CI = \frac{V_a + V_r}{2} \cdot i$$

- Nave y caseta de riego:

Nave y caseta de riego					
Va(€)	Vr (20%)	n (años)	i (%)	CA	CI
43.244,13	8.648,83	30	0,06	1.153,18	1.556,79

- Sistema de riego:

Sistema de riego					
Va(€)	Vr (20%)	n (años)	i (%)	CA	CI
10.7092,82	21.418,56	30	0,06	2.855,81	3.855,34

- Plantación:

Plantación					
Va (€)	Vr (20%)	n (años)	i (%)	CA	CI
11.0009,24	22.001,85	30	0,06	2.933,58	3.960,33

- Seguridad y salud:

Seguridad y salud					
Va (€)	Vr (20%)	n (años)	i (%)	CA	CI
1.014,42	202,88	30	0,06	27,05	36,52

- Seguros:

Se contrata un seguro anual contra granizo, helada sequía...y otros eventos climáticos no controlables por el agricultor. (Se detalla todo en el anejo correspondiente al seguro agrícola).

El seguro asciende a la cantidad total de **2.042,80 €/año impuestos incluidos (6,13 %)**

- Mantenimiento de la infraestructura:

Se tienen en cuenta unos gastos de mantenimiento para cualquier reparación que haya que realizar en las diferentes infraestructuras estimándolos en **250€/año.**

- Contribución rústica:
La contribución rústica supone **240 €/año**.
- Consumo energético:
El consumo energético asciende a **250 €/año**.

TOTAL COSTES FIJOS: **19.161,4 €**

2.2 Costes variables

Cada año se tienen unos costes variables que dependen de las operaciones que se tengan que realizar. Éstos vienen reflejados en los cuadros siguientes.

Año 1				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	5,19	368,52	19,36	7.134,55
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Mantenimiento calles	0,78	31,2	19,36	604,03
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		0	0	0,00
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				21.043,69

Año 2				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	7,19	510,53	19,36	9.883,86
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Mantenimiento calles	0,78	31,2	19,36	604,03
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		0	0	0,00
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				23.793,00

Año 3				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	8,19	581,53	19,36	11.258,42
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Mantenimiento calles	0,78	31,2	19,36	604,03
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		11,43	19,36	221,28
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				25.388,85

Año 4				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	9,19	652,53	19,36	12.632,98
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Siegas	10,48	593,35	19,36	11.487,26
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		21,36	19,36	413,53
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				37.838,88

Año 5				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	19,36	3.315,40
Poda	10,19	723,53	19,36	14.007,54
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Siegas	10,48	593,35	19,36	11.487,26
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		53,4	19,36	1.033,82
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				43.149,13

Año 6				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	10,19	723,53	19,36	14.007,54
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Siegas	10,48	593,35	19,36	11.487,26
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		206,72	19,36	4.002,10
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				42.802,01

Años 7,8 y 9				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	10,19	723,53	19,36	14.007,54
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Siegas	10,48	593,35	19,36	11.487,26
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		251,01	19,36	4.859,55
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				43.659,46

Años 10,15,20,25,30				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	19,36	3.315,40
Poda	10,19	723,53	19,36	14.007,54
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Siegas	10,48	593,35	19,36	11.487,26
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		527,19	19,36	10.206,40
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				52.321,71

Años 11,12,13,14,16,17,18,19,21,22,23,24,26,27,28,29				
Operación	Tiempo (h/ha)	Coste (€/ha)	Nº de unidades	Coste (€/parcela)
Enmienda orgánica	0,85	171,25	0	0,00
Poda	10,19	723,53	19,36	14.007,54
Triturado restos de poda	1,31	56,61	19,36	1.095,97
Siegas	10,48	593,35	19,36	11.487,26
Mantenimiento mulching	1	10	19,36	193,60
Fertirrigación		527,19	19,36	10.206,40
Tratamientos fitosanitarios	1,39	52,37	19,36	1.013,88
Recolección	2,55	568,2675	19,36	11.001,66
Total				49.006,31

Los costes de funcionamiento se escogerán los del año más desfavorable económicamente.

Además, habrá que incluir en dicho año los costes de los productos fitosanitarios, que ascienden a 8.000 €/año

TOTAL COSTES VARIABLES: 60.321,71 €/año

2.3 Costes totales

Son la suma de los costes fijos y los variables.

$$C.T. = C.F. + C.V. = 19.161,4 + 60.321,71 = \mathbf{79.483,11 \text{ €/año}}$$

Coste unitario por hectárea:

$$\text{Coste (€/ha)} = \frac{79.483,11}{19,36} = 4.105,53 \text{ €/año}$$

Coste unitario por kilogramo de nuez:

$$\text{Coste (€/kg)} = \frac{79.483,11}{121.000} = 0,65 \text{ €/kg nuez}$$

3. INGRESOS

Los ingresos que se producen en la explotación son los ocasionados por la entrega de la producción obtenida.

En este caso la producción media se estima en 6.250 t de nuez fresca /ha, y como ya se ha analizado en el anejo correspondiente al estudio de mercado los precios no son constantes, por lo que se ha decidido comprobar la rentabilidad de la explotación considerando el precio medio estimado en dicho anejo.

A la hora de decidir si la inversión es rentable se tiene en cuenta que pueden existir periodos durante los cuales los ingresos de la explotación son menores de lo que se podría esperar en un principio. Por ello, se realizará más adelante un análisis de sensibilidad.

	Precio medio (€/kg)
Variedades de nuez	2,34

Como los ingresos vienen dados por el precio de venta de la nuez, que es de 2,34 €/kg, en años de plena producción, los ingresos producidos serán de:

$$6.250 \text{ kg/ha} \times 2,34 \text{ €/kg} = 14.625 \text{ €/ha}$$

4. RENTABILIDAD

4.1 Financiación de la inversión

La ejecución del proyecto supondrá unos gastos muy elevados, que ascienden a 376.333,14 €, por lo que será necesario recurrir a la petición de un crédito a una entidad bancaria, que ofrece las siguientes características básicas: interés del 5% efectivo anual, pagos anuales, con carencia de tres años en los cuales se acumulan los intereses, y a pagar en trece años.

El aval necesario es del 4% sobre el valor nominal, cantidad que será retenida por dicha entidad financiera en el momento de la concesión del préstamo y que será devuelta al finalizar el período de amortización del mismo.

Préstamo: **376.333,14 €**

Aval: $376.333,14 \cdot 4\% = 15.053,32 \text{ €}$

Dinero recibido: $376.333,14 - 15.053,32 = 361.279,81 \text{ €}$

Debido a que el crédito se concede a 13 años, con tres de carencia, no se empezará a pagar hasta el tercer año, lo que hace un total de 10 años de pago.

Cuadro de amortización del préstamo:

Año	Pagos financieros	Interés	Capital amortizado	Cap. Amort. Acumulado	Capital pendiente
0					361.279,81
1	0,00	18.063,99	-18.063,99	-18.063,99	379.343,80
2	0,00	18.967,19	-18.967,19	-37.031,18	398.310,99
3	0,00	19.915,55	-19.915,55	-56.946,73	418.226,54
4	54.162,25	20.911,33	33.250,92	-23.695,81	384.975,62
5	54.162,25	19.248,78	34.913,47	11.217,66	350.062,15
6	54.162,25	17.503,11	36.659,14	47.876,81	313.403,00
7	54.162,25	15.670,15	38.492,10	86.368,91	274.910,90
8	54.162,25	13.745,55	40.416,71	126.785,61	234.494,20
9	54.162,25	11.724,71	42.437,54	169.223,15	192.056,66
10	54.162,25	9.602,83	44.559,42	213.782,57	147.497,24
11	54.162,25	7.374,86	46.787,39	260.569,96	100.709,85
12	54.162,25	5.035,49	49.126,76	309.696,71	51.583,10
13	54.162,25	2.579,15	51.583,10	361.279,81	0,00

4.2 Balances de caja actualizados y acumulados

En este punto se estudia la posibilidad de acogerse a una de las subvenciones ofrecidas por la Consejería de Agricultura, ganadería y Desarrollo Rural del Gobierno de La Rioja: “Ayudas a Programas Operativos de las Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas”. Sus condiciones son las siguientes:

Beneficiarios

Toda persona jurídica constituida a iniciativa de los productores de las siguientes categorías que haya obtenido alguno de los reconocimientos establecidos en el R(CE) 1234/2007:

- frutas y hortalizas
- frutas
- hortalizas
- productos destinados a la transformación
- frutos de cáscara
- setas

Requisitos

Para las Organizaciones de Productores reconocidas al amparo R(CE) 1234/2007: presentar un programa operativo y haber constituido un fondo operativo.

Subvención:

La ayuda ascenderá a 253,32 €/ha, es decir 4.904,08 €/año

Por otro lado, se ha concedido al promotor del proyecto otra ayuda, de nombre: “**subvenciones del coste de los seguros agrarios concertados**” y sus condiciones son las siguientes:

Objeto

El objeto de esta ayuda es subvencionar el coste de los seguros agrarios concertados, lo que permitirá compensar la pérdida económica de renta debida a circunstancias climáticas adversas.

Beneficiarios

Toda persona física o jurídica de la producción agrícola o ganadera que se asegure contra los daños ocasionados en las producciones agrarias a causa de variaciones anormales de agentes naturales: pedrisco, incendio, sequía, heladas, inundación, viento huracanado, plagas y enfermedades.

Subvención

Tal y como se indica en el anejo correspondiente al seguro agrícola, según el tipo de módulo (en este caso, módulo 2), la cuantía de ayuda asciende al 34 % del precio sin IVA del seguro contratado, en este caso:

$$1.924,81\text{€} / \text{año} \cdot \frac{34}{100} = 654,43\text{€} / \text{año}$$

El total de las **ayudas concedidas asciende a 5.558,51 €/año**

Por último, cuando llegue el momento de sustituir el tractor por obsoleto, se solicitará la “**ayuda para la renovación del parque regional de maquinaria agrícola**”, cumpliendo con los siguientes requisitos:

Objeto

Fomentar la renovación del parque de tractores y máquinas automotrices agrícolas, mediante el achatarramiento de las unidades más antiguas de estas máquinas y su sustitución por nuevos tractores y nuevas máquinas que, al estar equipados con modernas tecnologías, mejoran las condiciones de trabajo, tienen una mayor eficiencia energética y producen un menor impacto medioambiental.

Beneficiarios

Podrán ser beneficiarios de las ayudas:

- Los titulares de explotaciones agrarias inscritas en el Registro de Explotaciones Agrarias de La Rioja (REA).

- Las cooperativas agrarias, las cooperativas de explotación comunitarias de la tierra, las cooperativas de trabajo asociado cuya actividad principal sea la agraria y las Sociedades Agrarias de Transformación (SAT), con la inscripción actualizada en los registros oficiales correspondientes.
- Otras personas jurídicas cuya actividad principal sea la producción agraria, así como otras personas físicas o jurídicas cuya actividad principal sea la prestación de servicios agrarios.
- El ámbito de aplicación de la presente convocatoria es el territorio de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Subvención

El valor de la subvención asciende a 9.500 € que serán recibidos el año en el que deba sustituirse el tractor, y deberán ser utilizados en la compra de uno nuevo.

GASTOS EXTRAORDINARIOS

Además se deberá tener en cuenta que, aparte del desembolso inicial para implantar el proyecto, se deben llevar a cabo una serie de inversiones a lo largo de la vida útil del proyecto en la maquinaria:

El atomizador, la segadora-picadora y las tijeras neumáticas junto con el compresor deberán reponerse en los años 10 y 20, como consecuencia de su obsolescencia. Esto supone una inversión de 16.700 €.

El tractor deberá reponerse en el año 12 y 24, con un desembolso de 35.500 €.

El remolque se cambiará a los 15 años y su coste será de 6.450 €.

Gastos extraordinarios (€)	
Año 10	16.700
Año 12	35.500
Año 15	6.450
Año 20	16.700
Año 24	35.500

4.3 Análisis de sensibilidad

La producción de la explotación irá aumentando paulatinamente hasta llegar a la plena producción. Éste análisis se basa en el parámetro más volátil de todos: el precio del producto.

El cuadro siguiente intenta reflejar la evolución en los rendimientos de la producción, considerando que los primeros años no se produce un rendimiento del 100%.

4.3.1 Situación pesimista: precio más bajo

Bajada de precio del kg de nuez de aproximadamente un 25%: 1,75€/kg nuez fresca.

Año	Producción (Kg/ha)	Producción (Kg/parcela)	Ingresos (€/parcela)
0	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00
3	535,63	10.369,80	18.147,14
4	1.000,00	19.360,00	33.880,00
5	2.500,00	48.400,00	84.700,00
6	5.000,00	96.800,00	169.400,00
7	6.071,25	117.539,40	205.693,95
8	6.125,00	118.580,00	207.515,00
9	6.187,00	119.780,32	209.615,56
10 y sucesivos	6.250,00	121.000,00	211.750,00

Año	Pago inversión	Cobros financieros	Pagos financieros	Subvención	Cobros funcionamiento	Pagos funcionamiento	Ingresos extraord.	Gastos extraord	Flujos de caja
0	-376.333,14	361.279,81			0,00				-15.053,33
1				5.558,51	0,00	48.205,09			-42.646,58
2				5.558,51	0,00	50.954,40			-45.395,89
3				5.558,51	18.147,14	52.550,25			-28.844,60
4			54.162,25	5.558,51	33.880,00	65.000,28			-79.724,02
5			54.162,25	5.558,51	84.700,00	70.310,53			-34.214,27
6			54.162,25	5.558,51	169.400,00	69.963,50			50.832,76
7			54.162,25	5.558,51	205.693,95	70.820,86			86.269,35
8			54.162,25	5.558,51	207.515,00	70.820,86			88.090,40
9			54.162,25	5.558,51	209.615,56	70.820,86			90.190,96
10			54.162,25	5.558,51	211.750,00	79.483,11		16.700,00	66.963,15
11			54.162,25	5.558,51	211.750,00	76.167,71			86.978,55
12			54.162,25	5.558,51	211.750,00	76.167,71	9.500,00	35.500,00	60.978,55
13		15.053,33	54.162,25	5.558,51	211.750,00	76.167,71			102.031,88
14				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
15				5.558,51	211.750,00	79.483,11		6.450,00	131.375,40
16				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
17				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
18				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
19				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
20				5.558,51	211.750,00	79.483,11		16.700,00	121.125,40
21				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
22				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
23				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80

Año	Pago inversión	Cobros financieros	Pagos financieros	Subvención	Cobros funcionamiento	Pagos funcionamiento	Ingresos extraord.	Gastos extraord	Flujos de caja
24				5.558,51	211.750,00	76.167,71	9.500,00	35.500,00	115.140,80
25				5.558,51	211.750,00	79.483,11			137.825,40
26				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
27				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
28				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
29				5.558,51	211.750,00	76.167,71			141.140,80
30				5.558,51	211.750,00	79.483,11			137.825,40

CUADRO DE FLUJOS DE CAJA ACTUALIZADOS Y ACUMULADOS

Año	Flujos de caja	Flujo de caja actualizado (FC)	Flujo de caja actualizado acumulado (FC)
0	-15.053,33	-15.053,33	-15.053,33
1	-42.646,58	-40.615,79	-55.669,12
2	-45.395,89	-41.175,41	-96.844,53
3	-28.844,60	-24.917,05	-121.761,58
4	-79.724,02	-65.589,15	-187.350,73
5	-34.214,27	-26.807,78	-214.158,50
6	50.832,76	37.932,19	-176.226,31
7	86.269,35	61.310,02	-114.916,30
8	88.090,40	59.623,05	-55.293,25
9	90.190,96	58.137,90	2.844,65
10	66.963,15	41.109,57	43.954,21
11	86.978,55	50.854,56	94.808,77
12	60.978,55	33.955,14	128.763,91
13	102.031,88	54.109,68	182.873,59
14	141.140,80	71.285,69	254.159,29
15	131.375,40	63.193,81	317.353,10
16	141.140,80	64.658,23	382.011,33
17	141.140,80	61.579,26	443.590,59
18	141.140,80	58.646,92	502.237,51
19	141.140,80	55.854,21	558.091,72
20	121.125,40	45.650,89	603.742,61
21	141.140,80	50.661,41	654.404,02
22	141.140,80	48.248,96	702.652,98
23	141.140,80	45.951,39	748.604,38
24	115.140,80	35.701,47	784.305,84
25	137.825,40	40.700,22	825.006,07
26	141.140,80	39.694,54	864.700,61
27	141.140,80	37.804,33	902.504,94
28	141.140,80	36.004,12	938.509,06
29	141.140,80	34.289,64	972.798,69
30	137.825,40	31.889,69	1.004.688,38

INDICADORES DE LA RENTABILIDAD

Para realizar una inversión, necesariamente se tiene que exigir a ésta que sea rentable, y para este cálculo, existen métodos de valoración de proyectos o de inversiones entre los que destacan los siguientes:

- **Valor actual neto, V.A.N.**

Es el valor actualizado neto. Este método calcula el valor actual de un proyecto de inversión y, por lo tanto, indica el incremento de riqueza que experimentará la supuesta empresa si efectuase la mencionada inversión.

Así pues, se descartarán todos aquellos proyectos que ofrezcan un VAN negativo:

Si $VAN < 0 \rightarrow$ salidas $>$ entradas

Si $VAN > 0 \rightarrow$ salidas $<$ entradas

La fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Siendo:

FC: Flujo de caja anual

j: número del año

i: tasa de interés (5,0 %)

En este caso, el valor del VAN, para 30 años de vida útil del proyecto es de **1.004.688,38 €**, cifra muy superior a cero, por lo que el proyecto sin duda se considera viable.

- **Pay-back o plazo de recuperación**

Es el plazo de recuperación, es decir, cuándo se recupera la inversión realizada en la explotación. Esta circunstancia se produce cuando el VAN es cero.

En el cuadro de flujos de caja se observa que la inversión se recupera en el **año 9**.

- **Tasa interna de rentabilidad, T.I.R.**

Se trata de la tasa interna de rendimiento, que indica el tipo de interés de la inversión, es decir, es el tipo de interés que hace que el VAN sea cero, y se calcula con la siguiente expresión:

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j}$$

- Si $TIR > i$ significa que el dinero que se ha invertido, rinde más que el precio del dinero.
- Si $TIR < i$ el negocio no va bien.

Este dato se ha obtenido a partir de una hoja de cálculo. La TIR resultante es del **22,24%**, muy superior al interés ofrecido por cualquier entidad bancaria.

- **Beneficio por euro invertido**

Mide la rentabilidad absoluta de una inversión, es decir, la ganancia neta generada por cada euro invertido. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\frac{VAN}{INVERSIÓN} = \frac{1.004.688,38}{376.333,14} = 2,67€$$

4.3.2 Situación normal: precio medio

Precio de 2,34€/kg de nuez fresca

Año	Producción (Kg/ha)	Producción (Kg/parcela)	Ingresos (€/parcela)
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	535,63	10.369,80	18.147,14
4	1.000,00	19.360,00	33.880,00
5	2.500,00	48.400,00	84.700,00
6	5.000,00	96.800,00	169.400,00
7	6.071,25	117.539,40	205.693,95
8	6.125,00	118.580,00	207.515,00
9	6.187,00	119.780,32	209.615,56
10 y sucesivos	6.250,00	121.000,00	211.750,00

Año	Pago inversión	Cobros financieros	Pagos financieros	Subvención	Cobros funcionamiento	Pagos funcionamiento	Ingresos extraord.	Gastos extraord	Flujos de caja
0	-376.333,14	361.279,81			0,00				-15.053,33
1				5.558,51	0,00	48.205,09			-42.646,58
2				5.558,51	0,00	50.954,40			-45.395,89
3				5.558,51	24.265,32	52.550,25			-22.726,42
4			54.162,25	5.558,51	45.302,40	65.000,28			-68.301,62
5			54.162,25	5.558,51	113.256,00	70.310,53			-5.658,27
6			54.162,25	5.558,51	226.512,00	69.963,50			107.944,76
7			54.162,25	5.558,51	275.042,20	70.820,86			155.617,60
8			54.162,25	5.558,51	277.477,20	70.820,86			158.052,60
9			54.162,25	5.558,51	280.285,95	70.820,86			160.861,35
10			54.162,25	5.558,51	283.140,00	79.483,11		16.700,00	138.353,15
11			54.162,25	5.558,51	283.140,00	76.167,71			158.368,55
12			54.162,25	5.558,51	283.140,00	76.167,71	9.500,00	35.500,00	132.368,55
13		15.053,33	54.162,25	5.558,51	283.140,00	76.167,71			173.421,88
14				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
15				5.558,51	283.140,00	79.483,11		6.450,00	202.765,40
16				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
17				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
18				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
19				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
20				5.558,51	283.140,00	79.483,11		16.700,00	192.515,40
21				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
22				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
23				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80

Año	Pago inversión	Cobros financieros	Pagos financieros	Subvención	Cobros funcionamiento	Pagos funcionamiento	Ingresos extraord.	Gastos extraord	Flujos de caja
24				5.558,51	283.140,00	76.167,71	9.500,00	35.500,00	186.530,80
25				5.558,51	283.140,00	79.483,11			209.215,40
26				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
27				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
28				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
29				5.558,51	283.140,00	76.167,71			212.530,80
30				5.558,51	283.140,00	79.483,11			209.215,40

CUADRO DE FLUJOS DE CAJA ACTUALIZADOS Y ACUMULADOS

Año	Flujos de caja	Flujo de caja actualizado (FC)	Flujo de caja actualizado acumulado (FC)
0	-15.053,33	-15.053,33	-15.053,33
1	-42.646,58	-40.615,79	-55.669,12
2	-45.395,89	-41.175,41	-96.844,53
3	-22.726,42	-19.631,93	-116.476,46
4	-68.301,62	-56.191,91	-172.668,38
5	-5.658,27	-4.433,40	-177.101,78
6	107.944,76	80.550,04	-96.551,74
7	155.617,60	110.594,52	14.042,78
8	158.052,60	106.976,22	121.019,00
9	160.861,35	103.692,66	224.711,66
10	138.353,15	84.936,83	309.648,50
11	158.368,55	92.594,81	402.243,31
12	132.368,55	73.707,76	475.951,07
13	173.421,88	91.969,33	567.920,39
14	212.530,80	107.342,50	675.262,89
15	202.765,40	97.533,62	772.796,51
16	212.530,80	97.362,81	870.159,32
17	212.530,80	92.726,48	962.885,81
18	212.530,80	88.310,94	1.051.196,74
19	212.530,80	84.105,65	1.135.302,40
20	192.515,40	72.557,03	1.207.859,43
21	212.530,80	76.286,31	1.284.145,74
22	212.530,80	72.653,63	1.356.799,36
23	212.530,80	69.193,93	1.425.993,29
24	186.530,80	57.837,22	1.483.830,51
25	209.215,40	61.781,89	1.545.612,40
26	212.530,80	59.772,32	1.605.384,71
27	212.530,80	56.926,02	1.662.310,73
28	212.530,80	54.215,25	1.716.525,99
29	212.530,80	51.633,58	1.768.159,56
30	209.215,40	48.407,73	1.816.567,29

INDICADORES DE LA RENTABILIDAD

Para realizar una inversión, necesariamente se tiene que exigir a ésta que sea rentable, y para este cálculo, existen métodos de valoración de proyectos o de inversiones entre los que destacan los siguientes:

- **Valor actual neto, V.A.N.**

Es el valor actualizado neto. Este método calcula el valor actual de un proyecto de inversión y, por lo tanto, indica el incremento de riqueza que experimentará la supuesta empresa si efectuase la mencionada inversión.

Así pues, se descartarán todos aquellos proyectos que ofrezcan un VAN negativo:

Si $VAN < 0 \rightarrow$ salidas $>$ entradas

Si $VAN > 0 \rightarrow$ salidas $<$ entradas

La fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Siendo:

FC: Flujo de caja anual

j: número del año

i: tasa de interés (5,0 %)

En este caso, el valor del VAN, para 30 años de vida útil del proyecto es de **1.816.567,29 €**, cifra muy superior a cero, por lo que el proyecto sin duda se considera viable.

- **Pay-back o plazo de recuperación**

Es el plazo de recuperación, es decir, cuándo se recupera la inversión realizada en la explotación. Esta circunstancia se produce cuando el VAN es cero.

En el cuadro de flujos de caja se observa que la inversión se recupera en el **año 7**.

- **Tasa interna de rentabilidad, T.I.R.**

Se trata de la tasa interna de rendimiento, que indica el tipo de interés de la inversión, es decir, es el tipo de interés que hace que el VAN sea cero, y se calcula con la siguiente expresión:

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j}$$

- Si $TIR > i$ significa que el dinero que se ha invertido, rinde más que el precio del dinero.
- Si $TIR < i$ el negocio no va bien.

Este dato se ha obtenido a partir de una hoja de cálculo. La TIR resultante es del **33,40 %**, muy superior al interés ofrecido por cualquier entidad bancaria.

- **Beneficio por euro invertido**

Mide la rentabilidad absoluta de una inversión, es decir, la ganancia neta generada por cada euro invertido. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\frac{VAN}{INVERSIÓN} = \frac{1.816.567,29}{376.333,14} = 4,82 \text{ €}$$

4.3.3 Situación optimista: precio alto

Subida de precio del kg de nuez de aproximadamente un 25%: 2,92 €/kg nuez fresca.

Año	Producción (Kg/ha)	Producción (Kg/parcela)	Ingresos (€/parcela)
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	535,63	10.369,80	30.590,90
4	1.000,00	19.360,00	57.112,00
5	2.500,00	48.400,00	142.780,00
6	5.000,00	96.800,00	285.560,00
7	6.071,25	117.539,40	346.741,23
8	6.125,00	118.580,00	349.811,00
9	6.187,00	119.780,32	353.351,94
10 y sucesivos	6.250,00	121.000,00	356.950,00

Año	Pago inversión	Cobros financieros	Pagos financieros	Subvención	Cobros funcionamiento	Pagos funcionamiento	Ingresos extraord.	Gastos extraord	Flujos de caja
0	-376.333,14	361.279,81			0,00				-15.053,33
1				5.558,51	0,00	48.205,09			-42.646,58
2				5.558,51	0,00	50.954,40			-45.395,89
3				5.558,51	30.590,90	52.550,25			-16.400,84
4			54.162,25	5.558,51	57.112,00	65.000,28			-56.492,02
5			54.162,25	5.558,51	142.780,00	70.310,53			23.865,73
6			54.162,25	5.558,51	285.560,00	69.963,50			166.992,76
7			54.162,25	5.558,51	346.741,23	70.820,86			227.316,63
8			54.162,25	5.558,51	349.811,00	70.820,86			230.386,40
9			54.162,25	5.558,51	353.351,94	70.820,86			233.927,34
10			54.162,25	5.558,51	356.950,00	79.483,11		16.700,00	212.163,15
11			54.162,25	5.558,51	356.950,00	76.167,71			232.178,55
12			54.162,25	5.558,51	356.950,00	76.167,71	9.500,00	35.500,00	206.178,55
13		15.053,33	54.162,25	5.558,51	356.950,00	76.167,71			247.231,88
14				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
15				5.558,51	356.950,00	79.483,11		6.450,00	276.575,40
16				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
17				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
18				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
19				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
20				5.558,51	356.950,00	79.483,11		16.700,00	266.325,40
21				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
22				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
23				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80

Año	Pago inversión	Cobros financieros	Pagos financieros	Subvención	Cobros funcionamiento	Pagos funcionamiento	Ingresos extraord.	Gastos extraord	Flujos de caja
24				5.558,51	356.950,00	76.167,71	9.500,00	35.500,00	260.340,80
25				5.558,51	356.950,00	79.483,11			283.025,40
26				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
27				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
28				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
29				5.558,51	356.950,00	76.167,71			286.340,80
30				5.558,51	356.950,00	79.483,11			283.025,40

CUADRO DE FLUJOS DE CAJA ACTUALIZADOS Y ACUMULADOS

Año	Flujos de caja	Flujo de caja actualizado (FC)	Flujo de caja actualizado acumulado (FC)
0	-15.053,33	-15.053,33	-15.053,33
1	-42.646,58	-40.615,79	-55.669,12
2	-45.395,89	-41.175,41	-96.844,53
3	-16.400,84	-14.167,66	-111.012,19
4	-56.492,02	-46.476,12	-157.488,32
5	23.865,73	18.699,42	-138.788,89
6	166.992,76	124.612,57	-14.176,33
7	227.316,63	161.549,68	147.373,36
8	230.386,40	155.934,58	303.307,94
9	233.927,34	150.791,65	454.099,59
10	212.163,15	130.249,77	584.349,36
11	232.178,55	135.749,99	720.099,35
12	206.178,55	114.807,93	834.907,28
13	247.231,88	131.112,34	966.019,63
14	286.340,80	144.621,56	1.110.641,19
15	276.575,40	133.037,50	1.243.678,69
16	286.340,80	131.176,02	1.374.854,71
17	286.340,80	124.929,54	1.499.784,25
18	286.340,80	118.980,52	1.618.764,77
19	286.340,80	113.314,78	1.732.079,54
20	266.325,40	100.375,24	1.832.454,79
21	286.340,80	102.779,84	1.935.234,63
22	286.340,80	97.885,57	2.033.120,20
23	286.340,80	93.224,35	2.126.344,54
24	260.340,80	80.723,33	2.207.067,87
25	283.025,40	83.578,19	2.290.646,06
26	286.340,80	80.530,70	2.371.176,75
27	286.340,80	76.695,90	2.447.872,66
28	286.340,80	73.043,72	2.520.916,37
29	286.340,80	69.565,44	2.590.481,82
30	283.025,40	65.485,69	2.655.967,51

INDICADORES DE LA RENTABILIDAD

Para realizar una inversión, necesariamente se tiene que exigir a ésta que sea rentable, y para este cálculo, existen métodos de valoración de proyectos o de inversiones entre los que destacan los siguientes:

- **Valor actual neto, V.A.N.**

Es el valor actualizado neto. Este método calcula el valor actual de un proyecto de inversión y, por lo tanto, indica el incremento de riqueza que experimentará la supuesta empresa si efectuase la mencionada inversión.

Así pues, se descartarán todos aquellos proyectos que ofrezcan un VAN negativo:

Si $VAN < 0 \rightarrow$ salidas $>$ entradas

Si $VAN > 0 \rightarrow$ salidas $<$ entradas

La fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Siendo:

FC: Flujo de caja anual

j: número del año

i: tasa de interés (5,0 %)

En este caso, el valor del VAN, para 30 años de vida útil del proyecto es de **2.655.967,51€**, cifra muy superior a cero, por lo que el proyecto sin duda se considera viable.

- **Pay-back o plazo de recuperación**

Es el plazo de recuperación, es decir, cuándo se recupera la inversión realizada en la explotación. Esta circunstancia se produce cuando el VAN es cero.

En el cuadro de flujos de caja se observa que la inversión se recupera en el **año 7**.

- **Tasa interna de rentabilidad, T.I.R.**

Se trata de la tasa interna de rendimiento, que indica el tipo de interés de la inversión, es decir, es el tipo de interés que hace que el VAN sea cero, y se calcula con la siguiente expresión:

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j}$$

- Si $TIR > i$ significa que el dinero que se ha invertido, rinde más que el precio del dinero.
- Si $TIR < i$ el negocio no va bien.

Este dato se ha obtenido a partir de una hoja de cálculo. La TIR resultante es del **43,10 %**, muy superior al interés ofrecido por cualquier entidad bancaria.

- **Beneficio por euro invertido**

Mide la rentabilidad absoluta de una inversión, es decir, la ganancia neta generada por cada euro invertido. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\frac{VAN}{INVERSIÓN} = \frac{2.655.967,51}{376.333,14} = 7,06 \text{ €}$$

4.4 Conclusión

Una vez analizados los parámetros anteriores se llega a la conclusión de que nos encontramos ante un proyecto altamente rentable, cuyos niveles dependerán directamente de los precios de mercado y de los rendimientos que genere la explotación, cuya capacidad de predicción no se puede afinar más que los presentes estudios.

La ganancia total neta que genera el proyecto en los casos estudiados es viable en todos los casos estudiados.

PRESUPUESTO AGROSEGURO

TITULAR Y TOMADOR DEL SEGURO

Nogales, S.A.

EXPLOTACIÓN

Cultivo de 19,36 hectáreas de nogal con 5.923 nogales situado en Arnedo (La Rioja) en el polígono 2 parcelas 1694 y 1962.

Producción aproximada 125.840 Kg..

Facturación aproximada 264.264 €

SEGURO CON COBERTURAS GRECIENTES PARA EXPLOTACIONES DE FRUTOS SECOS.

Producciones de avellano, almendro pistacho y nogal.

A través de tres módulos este seguro cubre los daños por helada, sequía... y otros eventos climáticos no controlables por el agricultor.

En producción y plantación cubre los riesgos de pedrisco, riesgos excepcionales (*) y resto de adversidades climáticas.

Además en instalaciones cubre cualquier riesgo climático no controlable por el agricultor.

(*)Fauna silvestre, incendio, inundación-lluvia torrencial, lluvia persistente y viento huracanado.

OPCIONES DE ASEGURAMIENTO

MODULO 1

MÓDULO 1: Todo los riesgos por explotación:

Tipo de plantación	Cultivo	Garantía	Condiciones de cobertura					
			Riesgos cubiertos	Capital asegurado	Cálculo Indemnización	Mínimo indemnizable	Franquicia	Garantizado
Plantación en producción	Almendro	Producción	Pedrisco Riesgos excepcionales Resto de adversidades Climáticas	100%	Explotación (Comarca)		Deducible 60€	<u>Elegible</u> 70% 60% 50%
		Plantación	Todos los de producción (1)	100%	Explotación (Comarca)	30%	Absoluta 20%	--
	Algarrobo Avellano Nogal Pistacho	Producción	Pedrisco Riesgos excepcionales Resto adversidades climáticas	100%	Explotación (Comarca)	30%	Absoluta 30%	--
		Plantación	Todos los de producción (1)	100%	Explotación (Comarca)	30%	Absoluta 20%	--
Plantación Joven (plantones)	Todos	Plantación	Todos los de producción (1)	100%	Explotación (Comarca)	30%	Absoluta 20%	--
Todas	Todos	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la producción, y cualquier otro riesgo climático.	100%	Parcela	(2)	Sin franquicia	--

(1) Excluida sequía

(2) Menor entre el 10% del capital asegurado y 1000 € en cabezal de riego y 300 € en red de riego.

MODULO 2

MÓDULO 2: Riesgos por explotación v riesgos por parcela

Tipo de plantación	Cultivo	Garantía	Riesgos cubiertos	Condiciones de cobertura				
				Capital asegurado	Cálculo indemnización	Mínimo indemnizable	Franquicia	Garantizado
Plantación en producción	Almendro	Producción	Pedrisco	100%	Parcela	10%	Daños. 10%	-
			Riesgos excepcionales	100%	Parcela	20%	Absoluta. 20%	-
			Resto de adversidades Climáticas	100%	Explotación (Comarca)	--	Deducible 60€	<u>Elegible:</u> 70% 60% 50%
		Plantación	Todos los de producción (1)	100%	Parcela	20%	Absoluta. 20%	-
	Algarrobo Avellano Nogal Pistacho	Producción	Pedrisco	100%	Parcela	10%	Daños. 10%	-
			Riesgos excepcionales	100%	Parcela	20%	Absoluta. 20%	-
			Resto de adversidades Climáticas	100%	Explotación (Comarca)	30%	Absoluta. 30%	-
Plantación	Todos los de producción (1)	100%	Parcela	20%	Absoluta. 20%	-		
Plantación Joven (plantones)	Todos	Plantación	Todos los de producción (1)	100%	Parcela	20%	Absoluta. 20%	-
Todas	Todos	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la producción, y cualquier otro riesgo climático.	100%	Parcela	(2)	Sin franquicia	--

(1) Excluida la sequía.

(2) Menor entre el 10% del capital asegurado y 1000 € en cabezal de riego y 300 € en red de riego.

MODULO P

MÓDULO P: Riesgos nominados por parcela

Tipo de plantación	Garantía	Riesgos cubiertos	Condiciones de cobertura			
			Capital asegurado	Cálculo indemnización	Mínimo indemnizable	Franquicia
Plantación en producción	Producción	Pedrisco	100%	Parcela	10%	Daños 10%
		Riesgos excepcionales	100%	Parcela	20%	Absoluta 20%
	Plantación	Todos los de Producción	100%	Parcela	20%	Absoluta 20%
Plantación Joven (plantones)	Plantación	Todos los de Producción	100%	Parcela	20%	Absoluta 20%
Todas	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la producción, y cualquier otro riesgo climático.	100%	Parcela	(1)	Sin franquicia

(1) Menor entre el 10% del capital asegurado y 1000 € en cabezal de riesgo y 300 € en red de riesgo.

SUBVENCIONES DE ESTE SEGURO

La subvención que concede el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de ENESA para este seguro puede llegar hasta

TIPO DE SUBVENCIÓN

% POR MODULOS

MODULOS	1	2	P
Base	34	21	9
Contratación colectiva	5	5	5
Características asegurado	14	10	8
Renovación	3	3	3
Reducción de riesgo y condiciones productivas	3	-	-
TOTAL	59%	39%	25%

PRIMAS ANUALES POR MODULO EN EUROS (*)

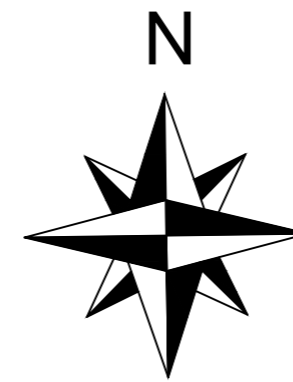
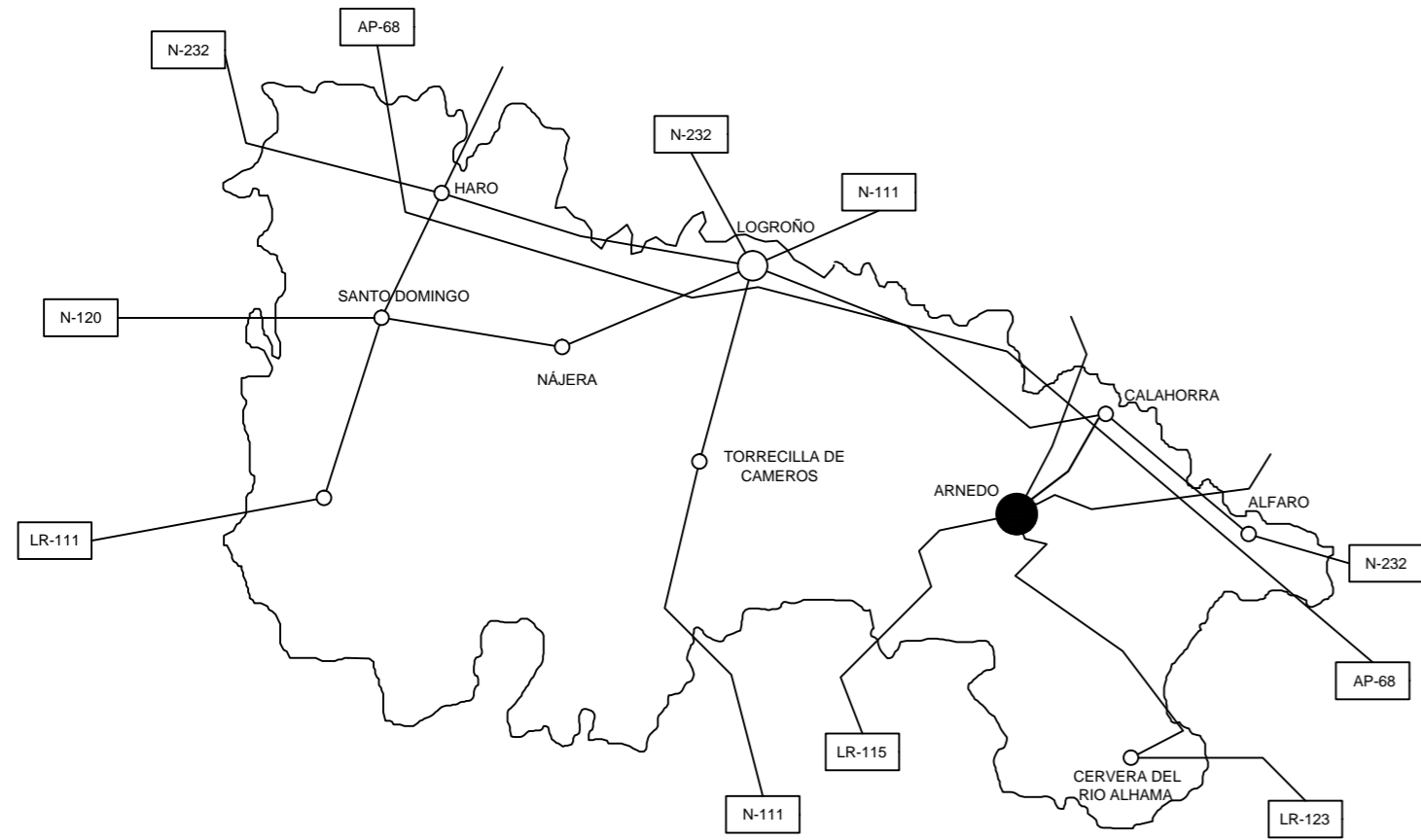
MODULO	PRIMA NETA	SUBVENCIÓN	IMPUESTOS (6,13%)	PRIMA TOTAL
1	1.253,67	(54%) -676,98	76,84	1.330,51
2	1.924,81	(34%) -654,43	117,99	2.042,80
P	2.121,43	(20%) -424,28	130,04	2.251,47

En la prima total no esta descontada la subvención ya que esta y otras que se concedan tienen que estar aprobadas por el organismo correspondiente.

Se emite el presente presupuesto en Logroño a 17 de junio de 2014



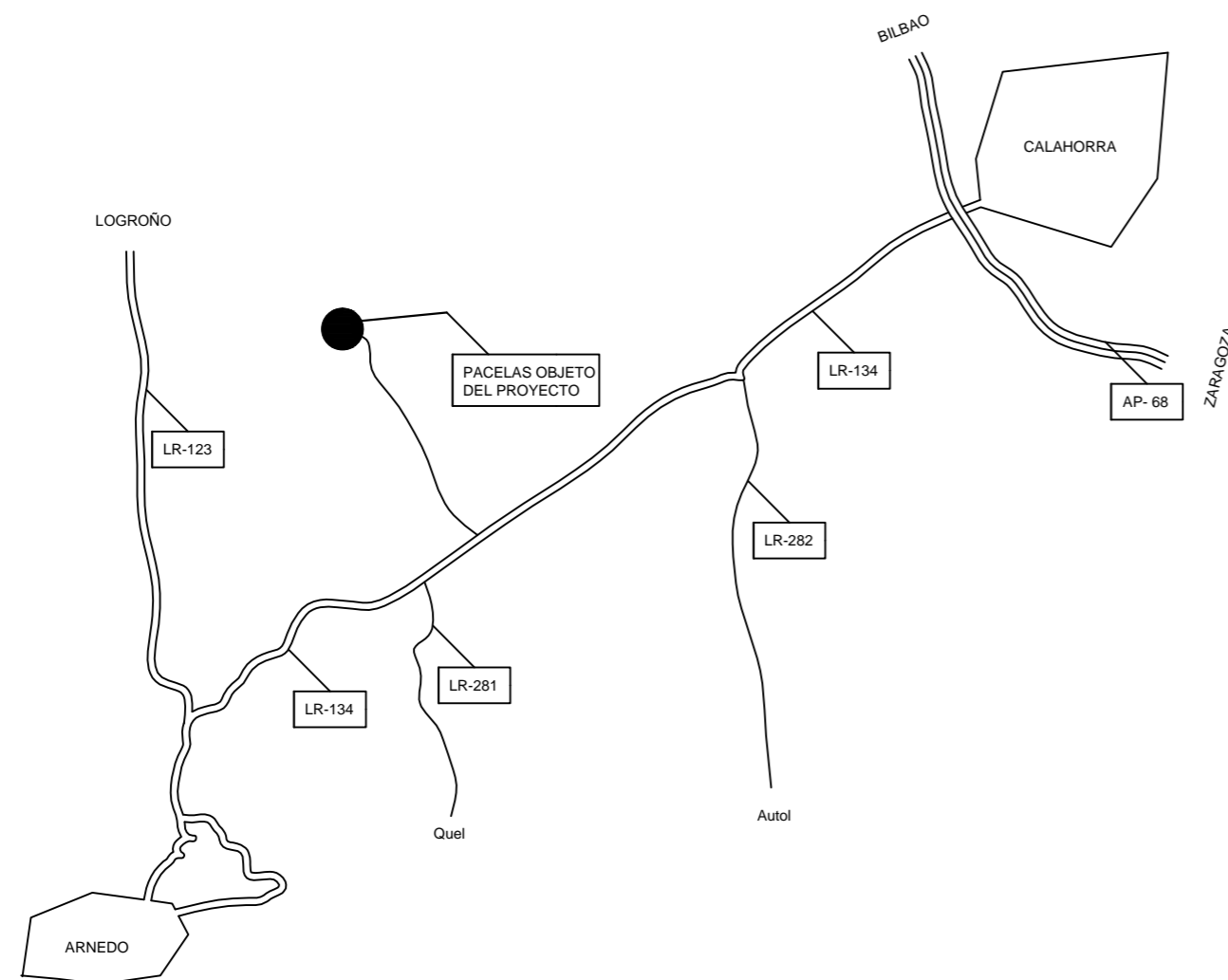
ACCESO A LA RIOJA
ESCALA: 1/1000000



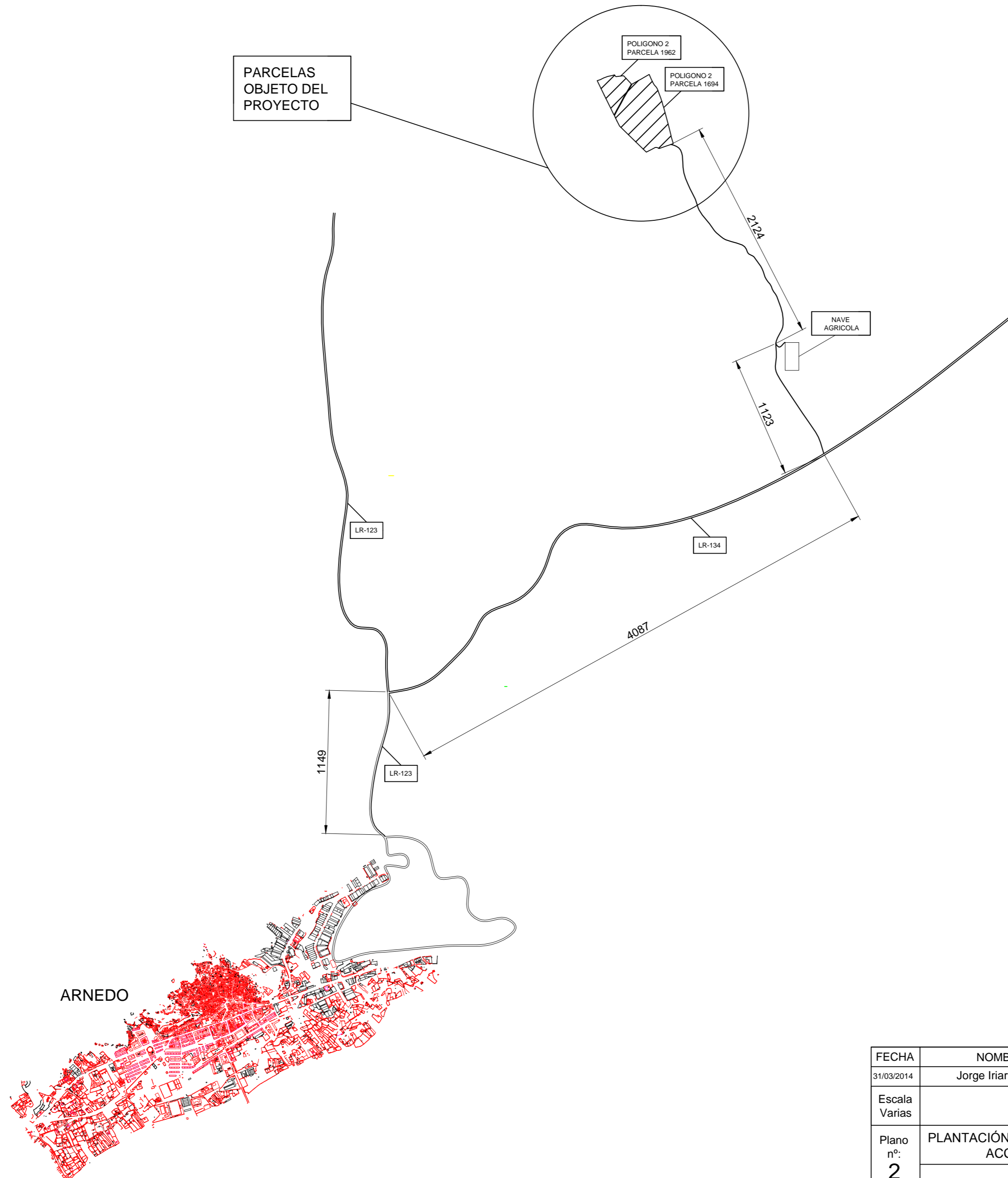
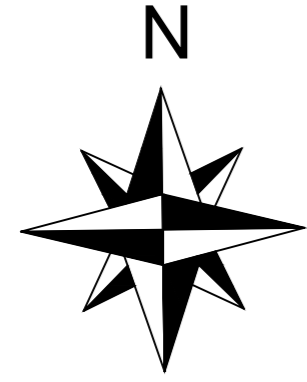
GHI 57°E B'89' @ F=C>5
ESCALA: 1/10000000



ACCESO A ARNEDO - CALAHORRA
ESCALA: 1/150000

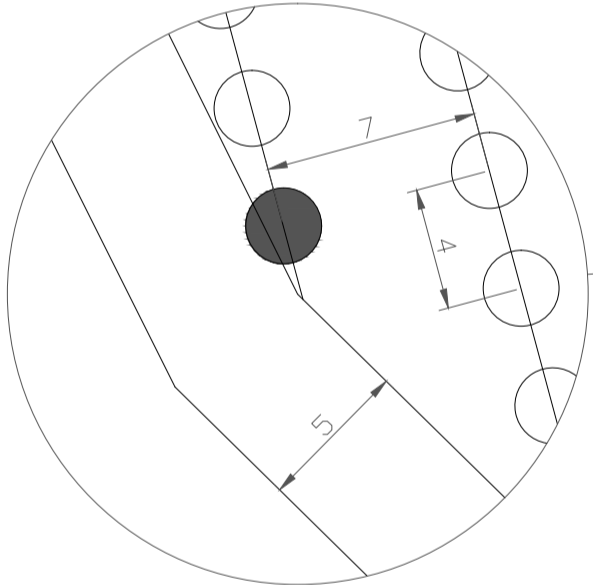
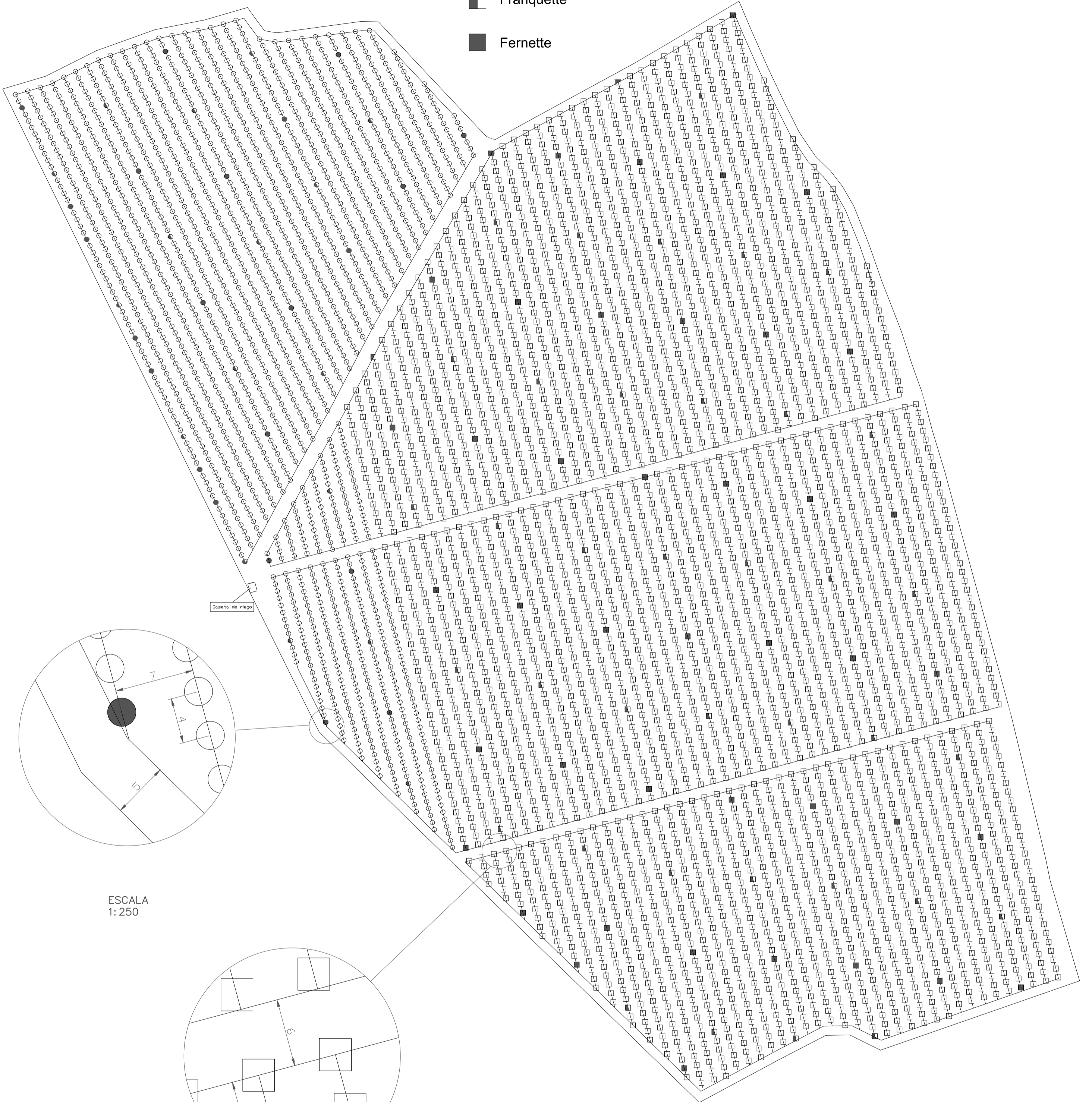
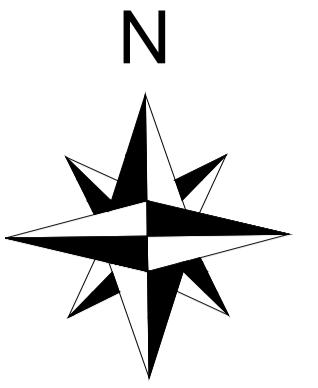


FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
24/03/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala	Varias	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL	
Plano nº:	1		
PROYECCION			
		SITUACIÓN	

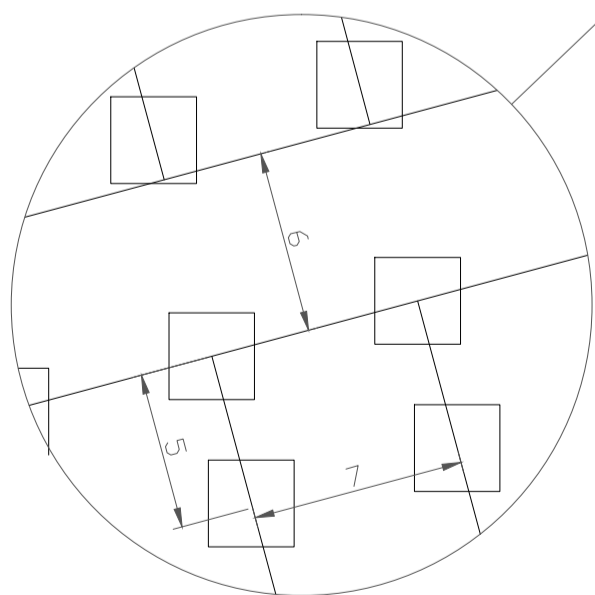


FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
31/03/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala			
Varías			
Plano nº:	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
2			
PROYECCION	EMPLAZAMIENTO		

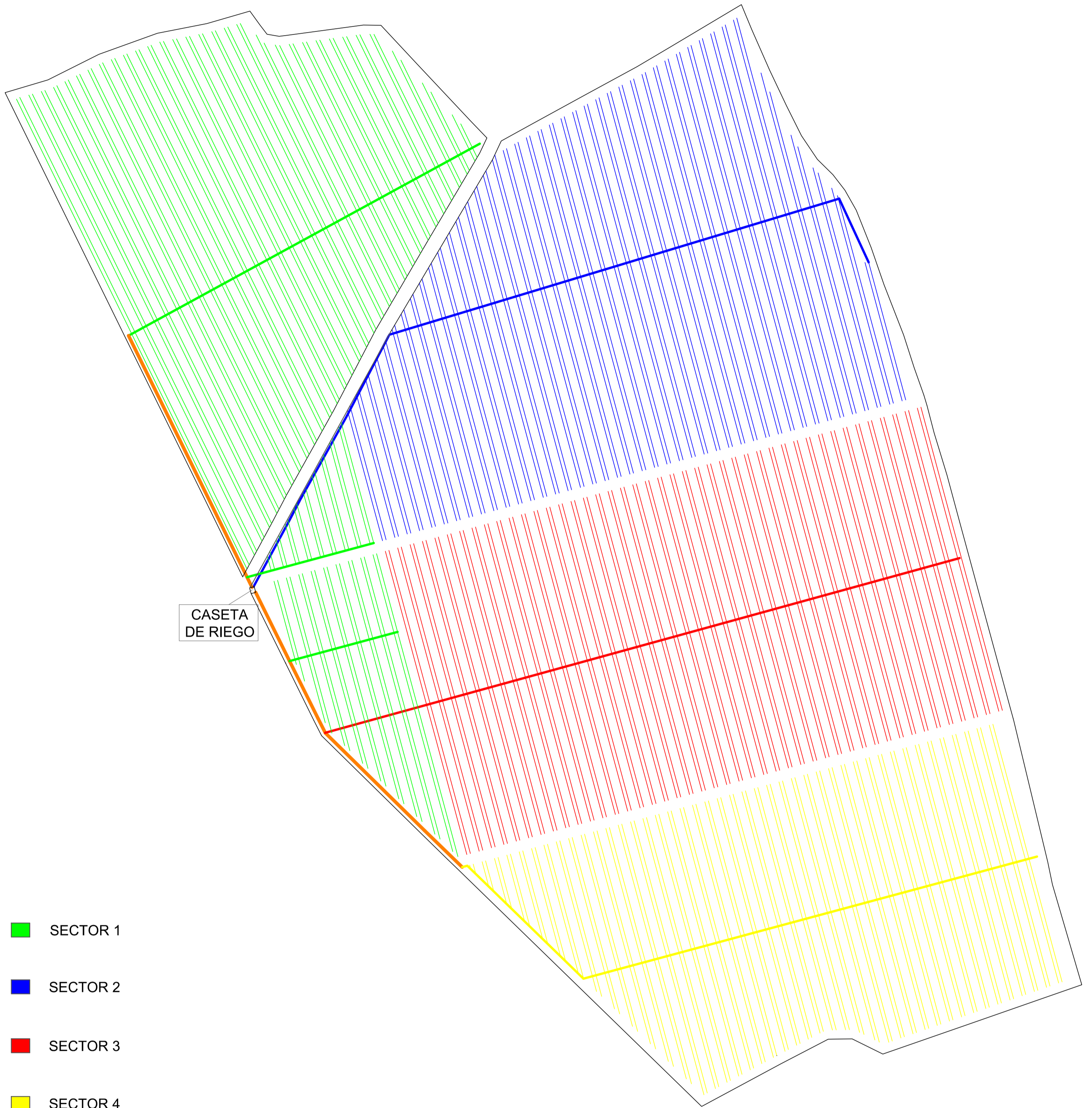
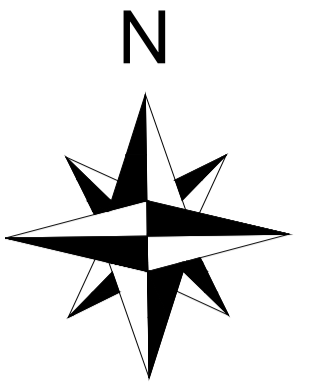
- Howard
- ◐ Franquette
- Fernette
- Chandler
- ▣ Franquette
- Fernette



ESCALA
1: 250



FECHA 03/04/2014	NOMBRE Jorge Iriarte Muro	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
ESCALA 1:1500			
Plano nº: 3	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	PLANTACIÓN		



CASETA DE RIEGO

SECTOR 1

SECTOR 2

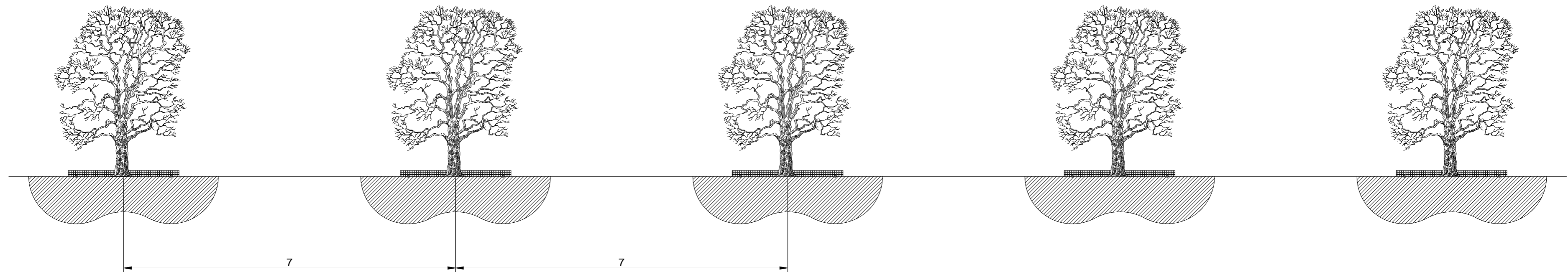
SECTOR 3


SECTOR 4


Tubería de 110 mm

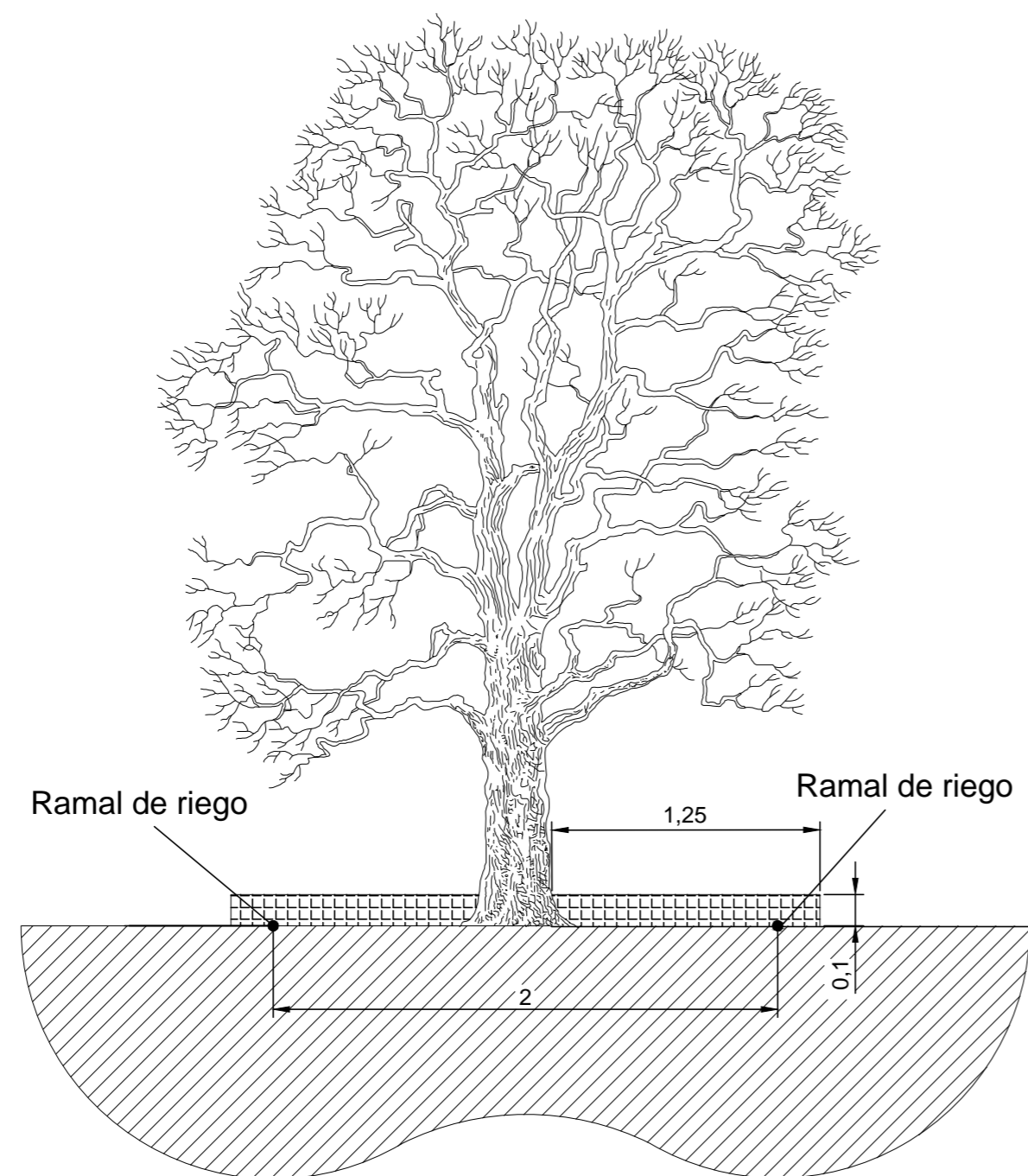
Tubería de 20 mm


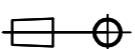
FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
15/04/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:1500			
Plano nº: 4	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	SISTEMA DE RIEGO		

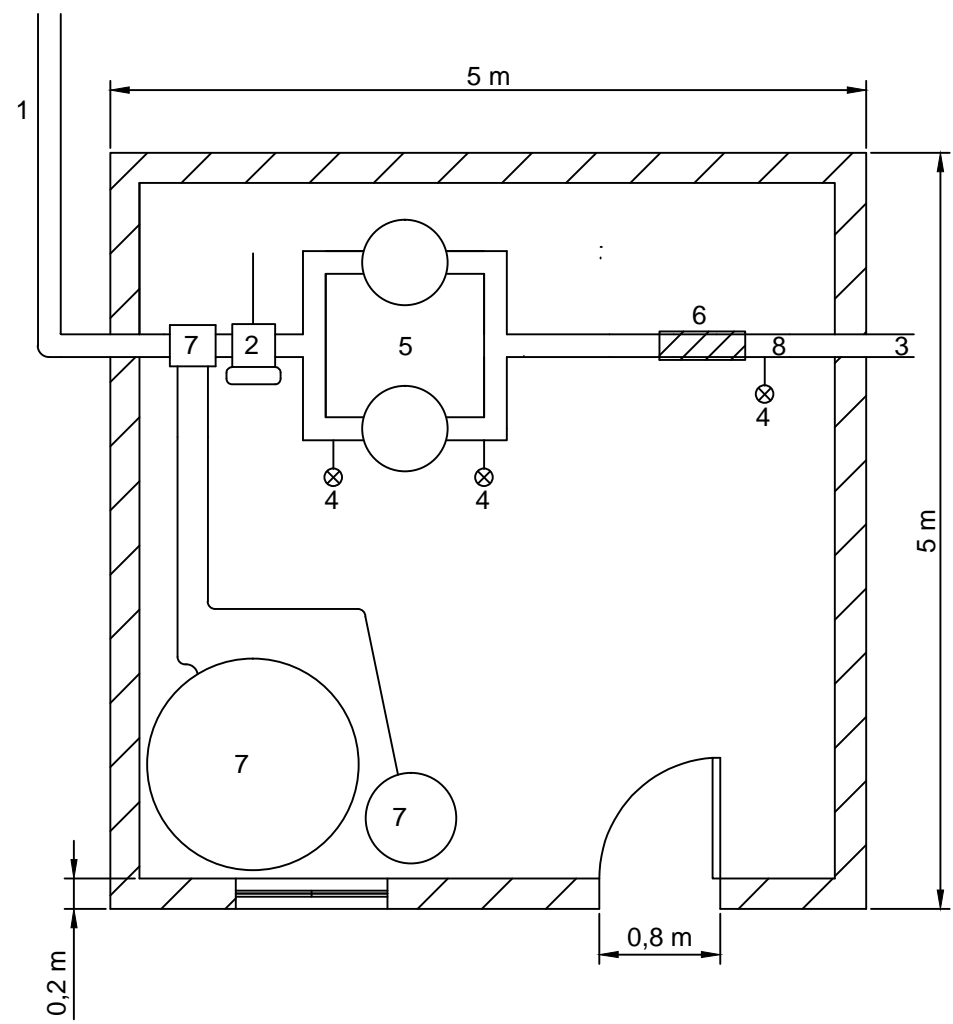
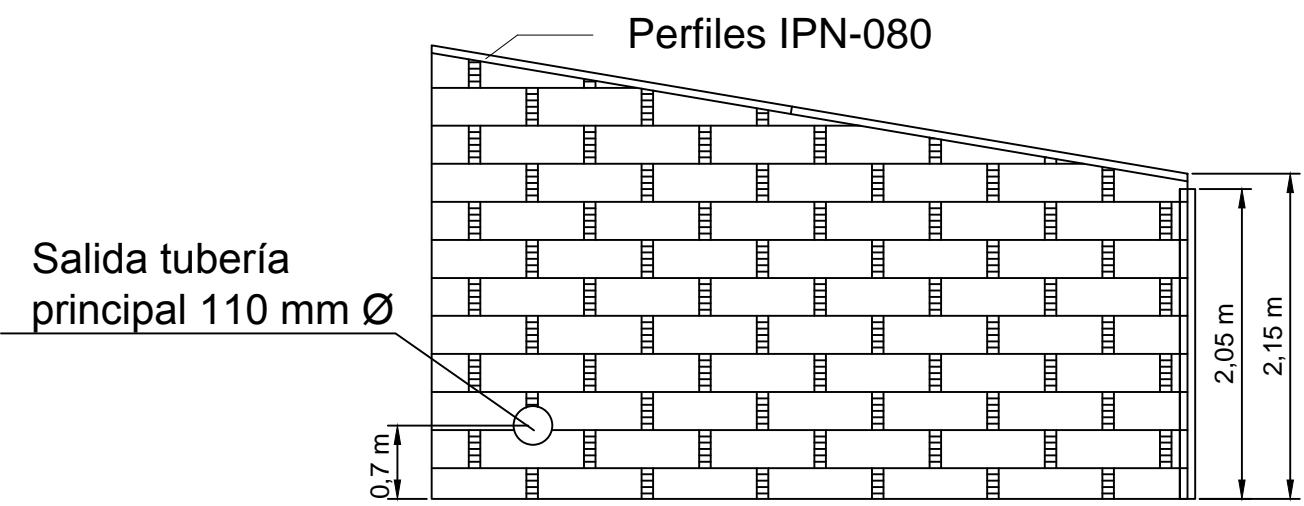
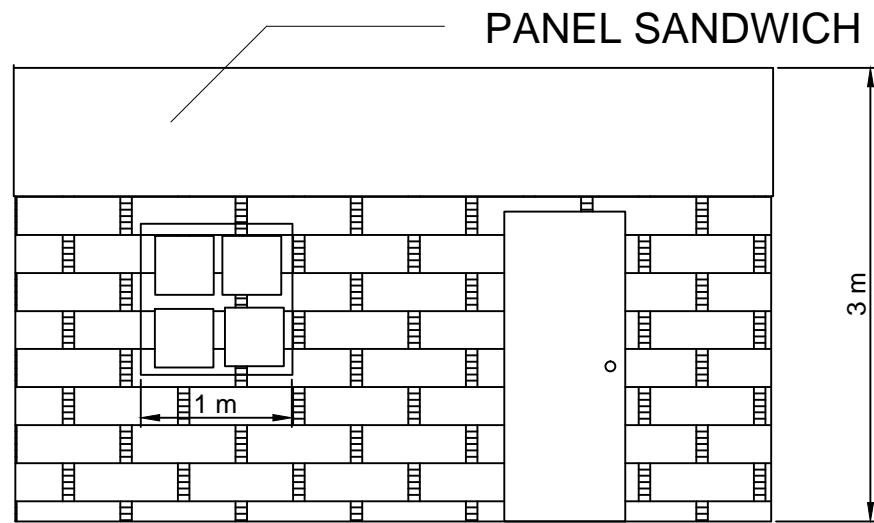


 Corteza de pino

 Zona mojada



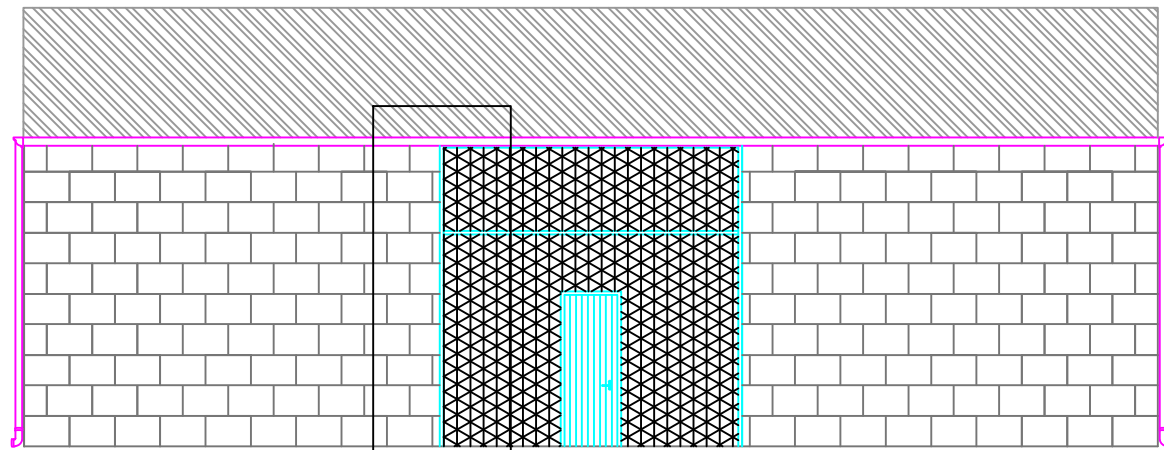
FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
4/03/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala Varias			
Plano nº: 5	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	DETALLE PLANTACION		



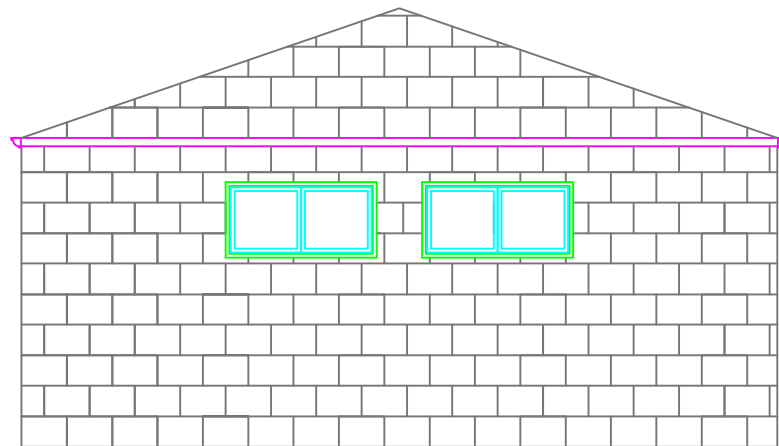
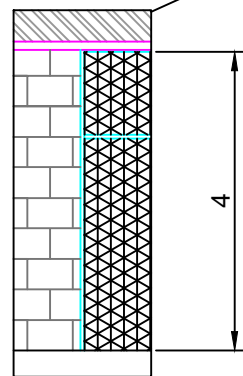
- 1-.TUBERÍA DE ASPIRACIÓN
- 2-.BOMBA
- 3-.TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
- 4-.MANOMETRO
- 5-.FILTRO DE ARENA
- 6-.FILTRO DE MALLA
- 7-.TANQUES + INYECTORES

** Las zapatas se colocaran en cada una de las esquinas. Seran zapatas 0,45 x 0,45 de hormigon armado.

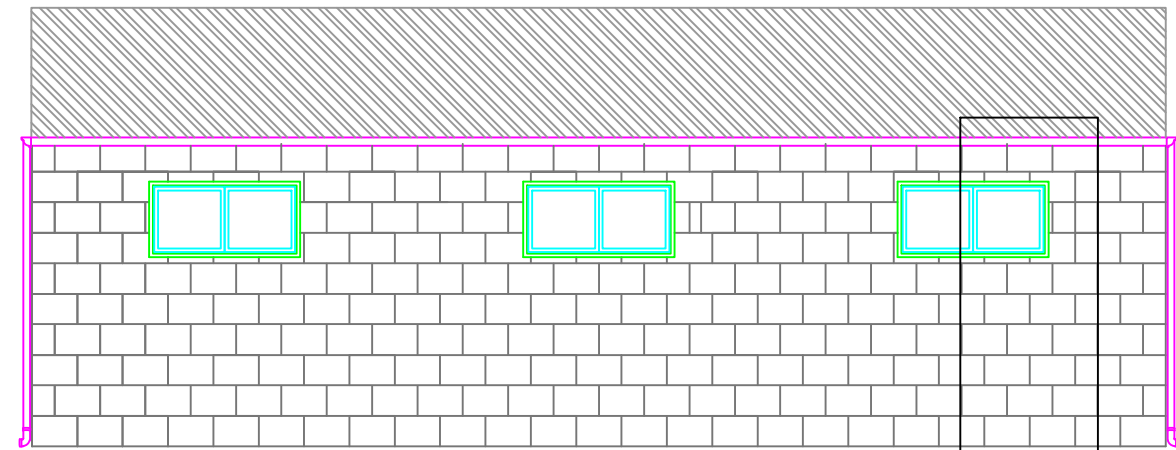
FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
15/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:50			
Plano nº: 6	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	CASETA DE RIEGO		



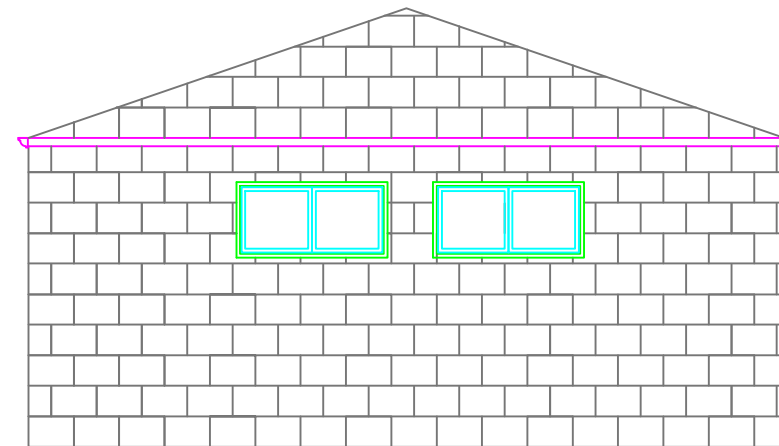
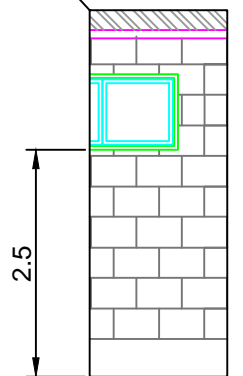
FACHADA A



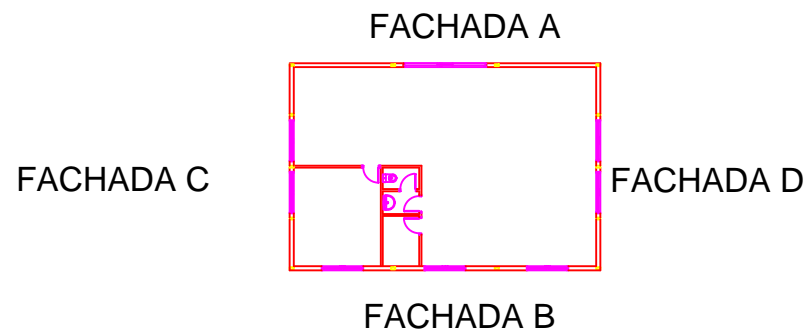
FACHADA C



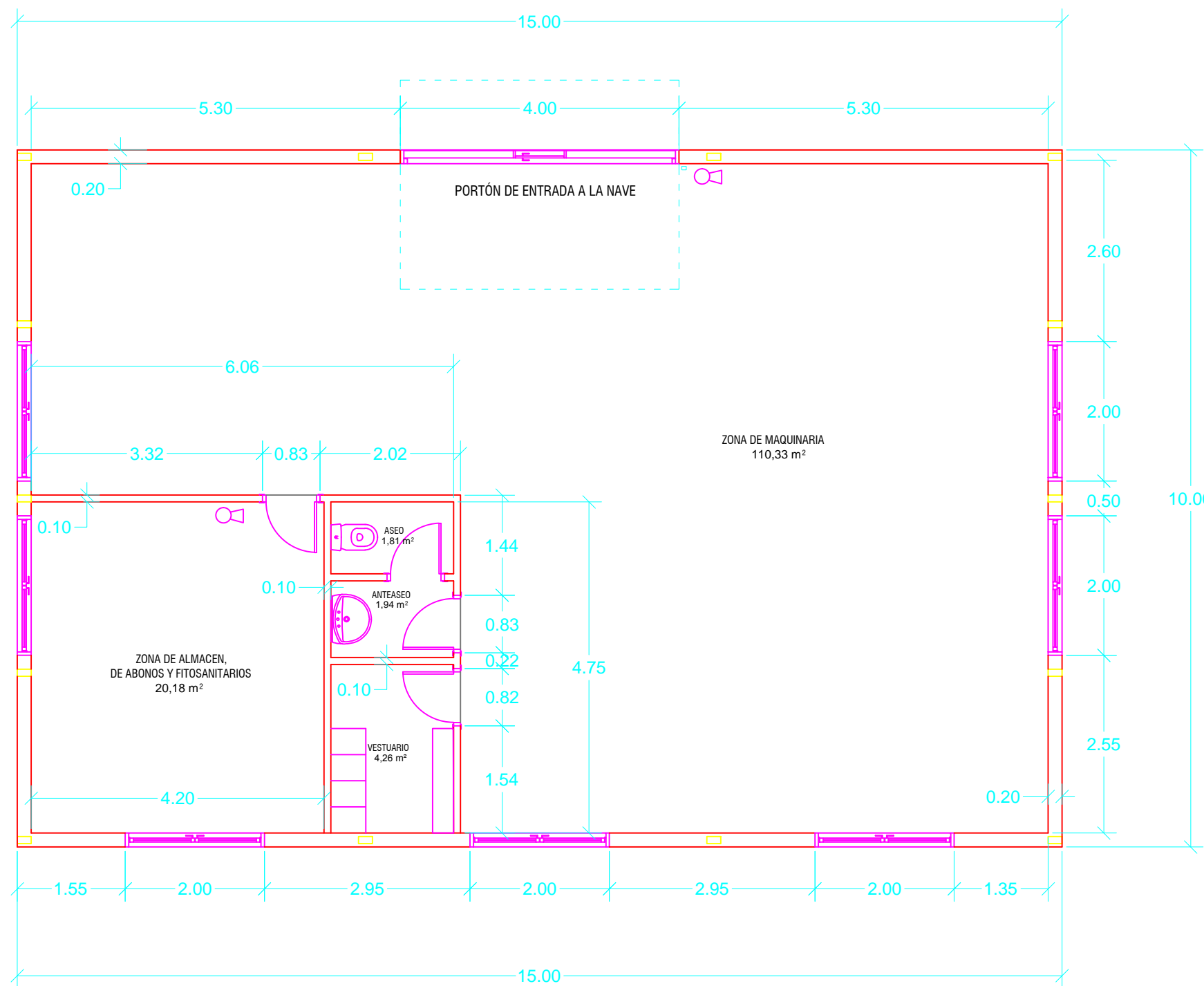
FACHADA B



FACHADA D



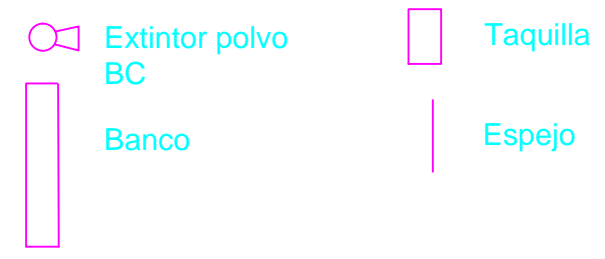
FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
15/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:100			
Plano nº: 7	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	ALZADOS DE LA NAVE		



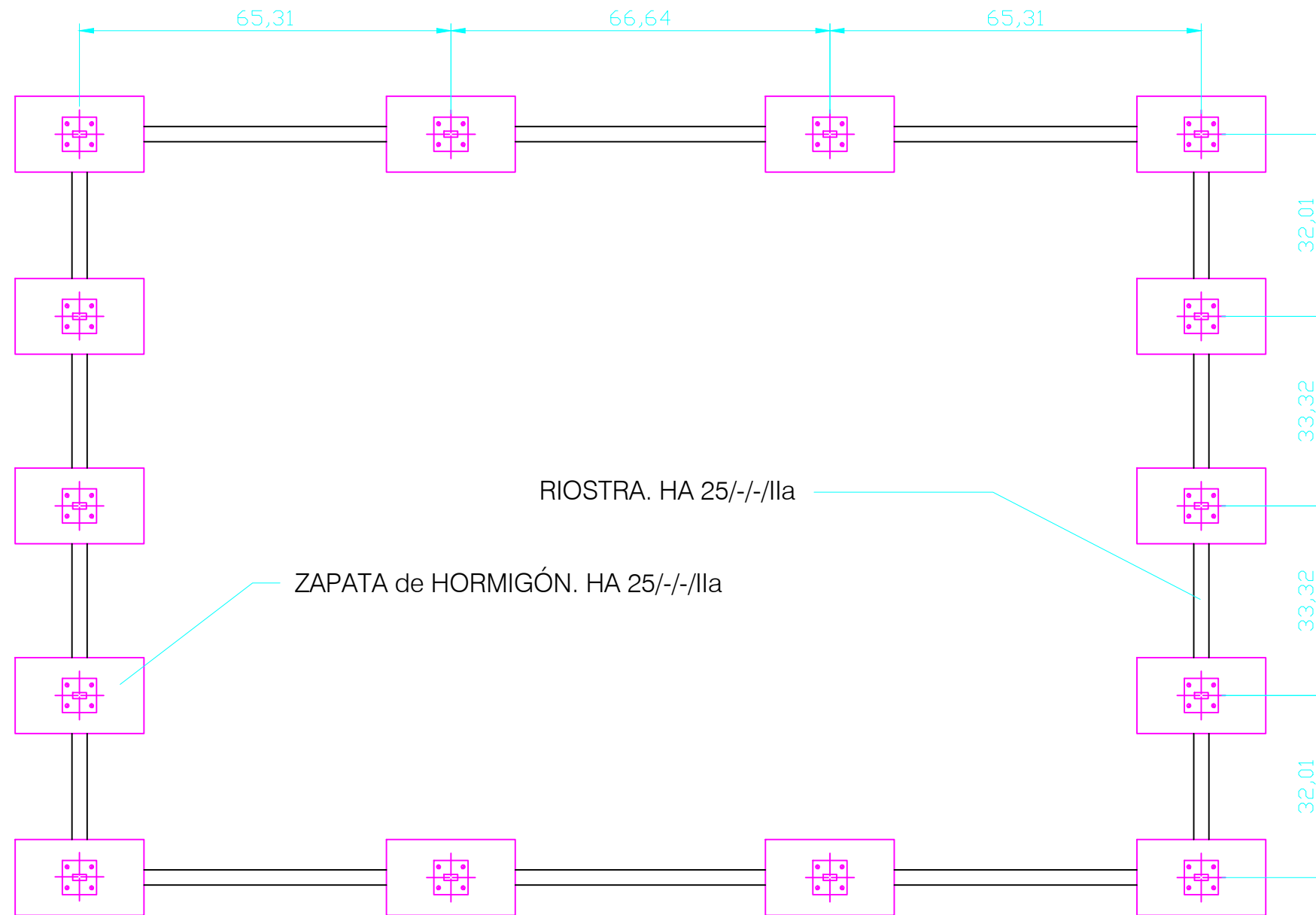
SUPERFICIES :

- ZONA DE ALMACEN	20,18 m ²
- ASEO	1,81 m ²
- ANTEASEO	1,94 m ²
- ZONA DE MAQUINARÍA	110,33 m ²
- VESTUARIO	4,26 m ²

SUPERFICIE UTIL	138,52 m ²
SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	150,00 m ²

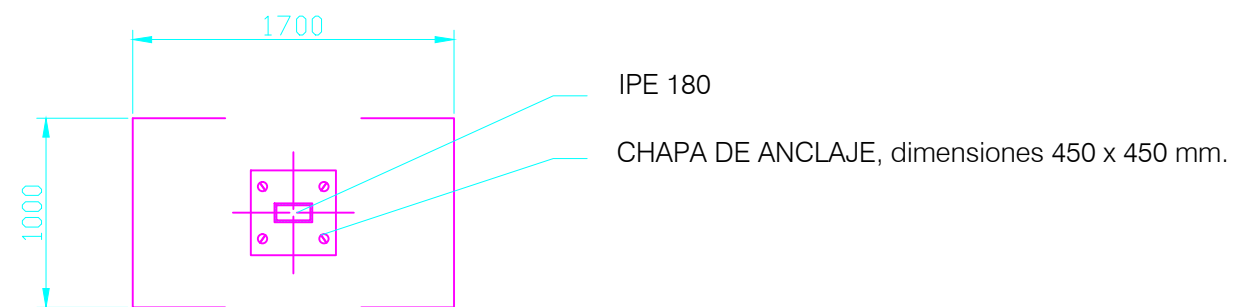


FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
20/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:75			
Plano nº: 8	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	DISTRIBUCION NAVE ACOTADA		



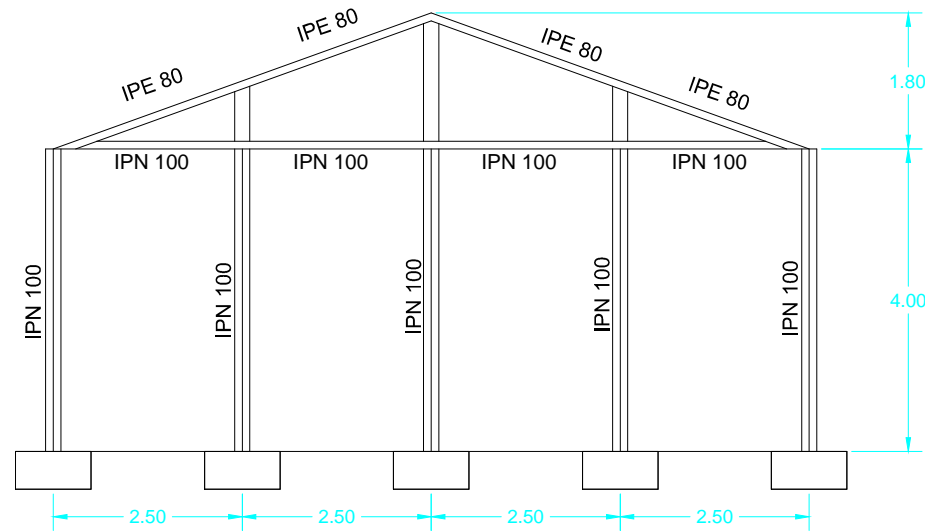
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y ACOTACIÓN, E / 1 : 50

DETALLE DE ZAPATA, PILAR Y CHAPA DE ANCLAJE
E / 1 : 40

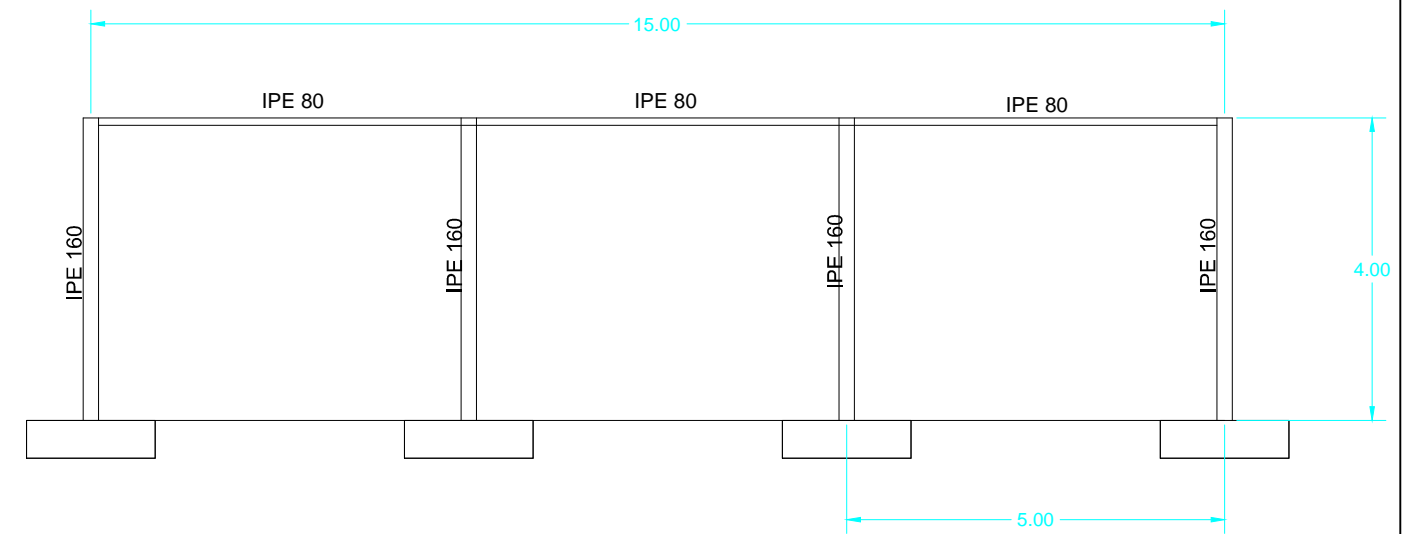


ZAPATA, características de hormigon: 250 Kg / cm²

FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
18/5/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:75			
Plano nº: 9	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	PLANTA DE CIMENTACIÓN Y ACOTACIÓN		

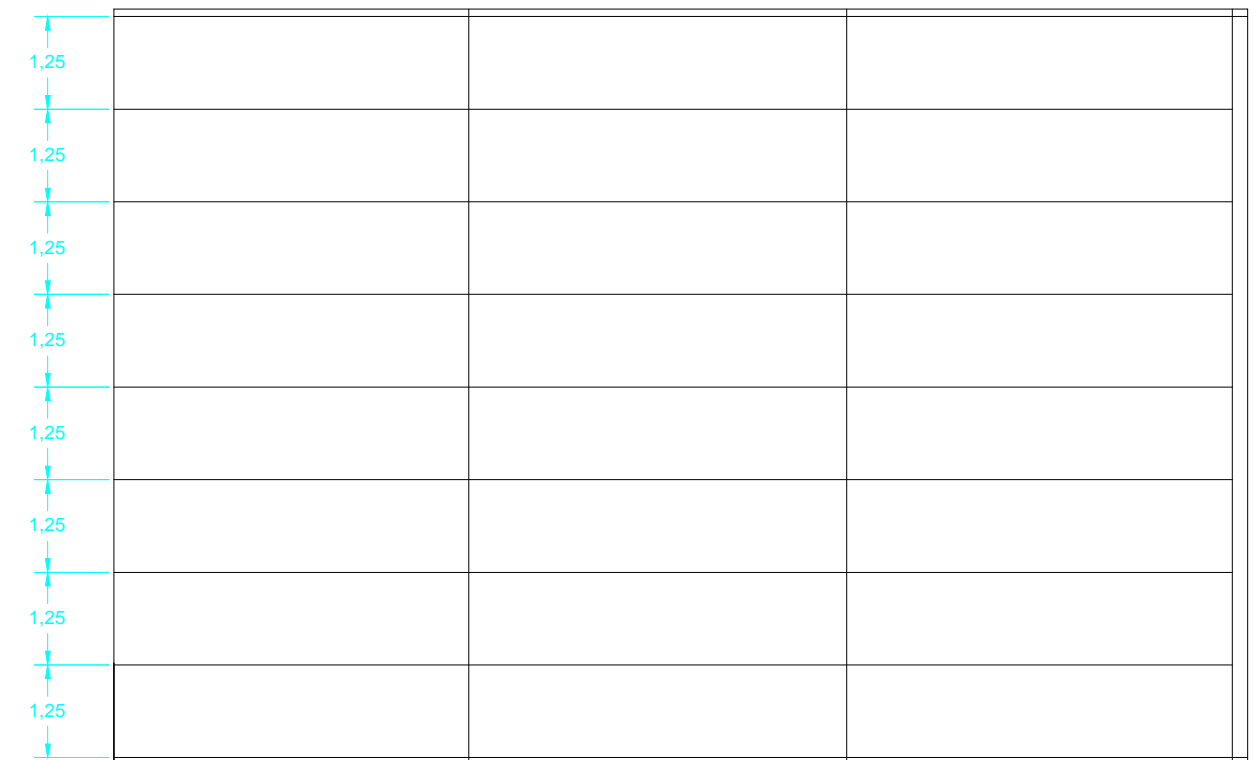


ESTRUCTURA DEL HASTIAL

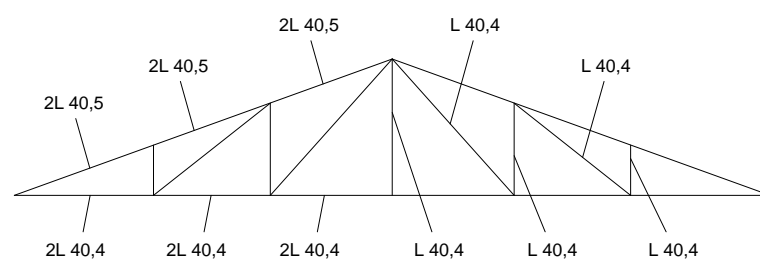


ESTRUCTURA LATERAL

BARRA	LONGITUD (m)	PERFIL
TIRANTES		
1	1,67	2L 40,4
2	1,25	2L 40,4
3	1,25	2L 40,4
PARES		
4	1,328	2L 40,5
5	1,328	2L 40,5
6	1,328	2L 40,5
DIAGONALES		
7	0,45	L 40,4
9	1,20	L 40,4
MONTANTES		
8	2,0567	L 40,4
10	2,455	L 40,4



ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA

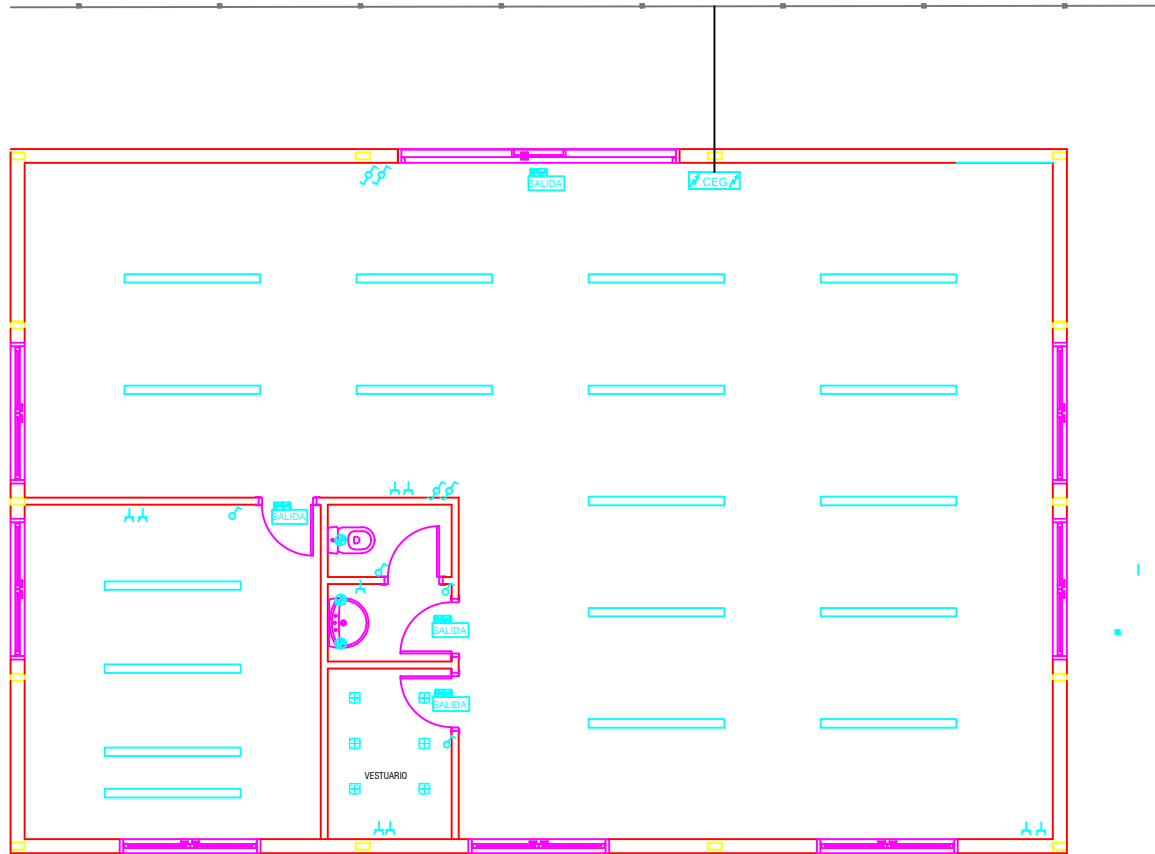


ESTRUCTURA DE LA CERCHA











PERFILES

FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
20/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:100			
Plano nº: 10	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	ESTRUCTURA METALICA NAVE		

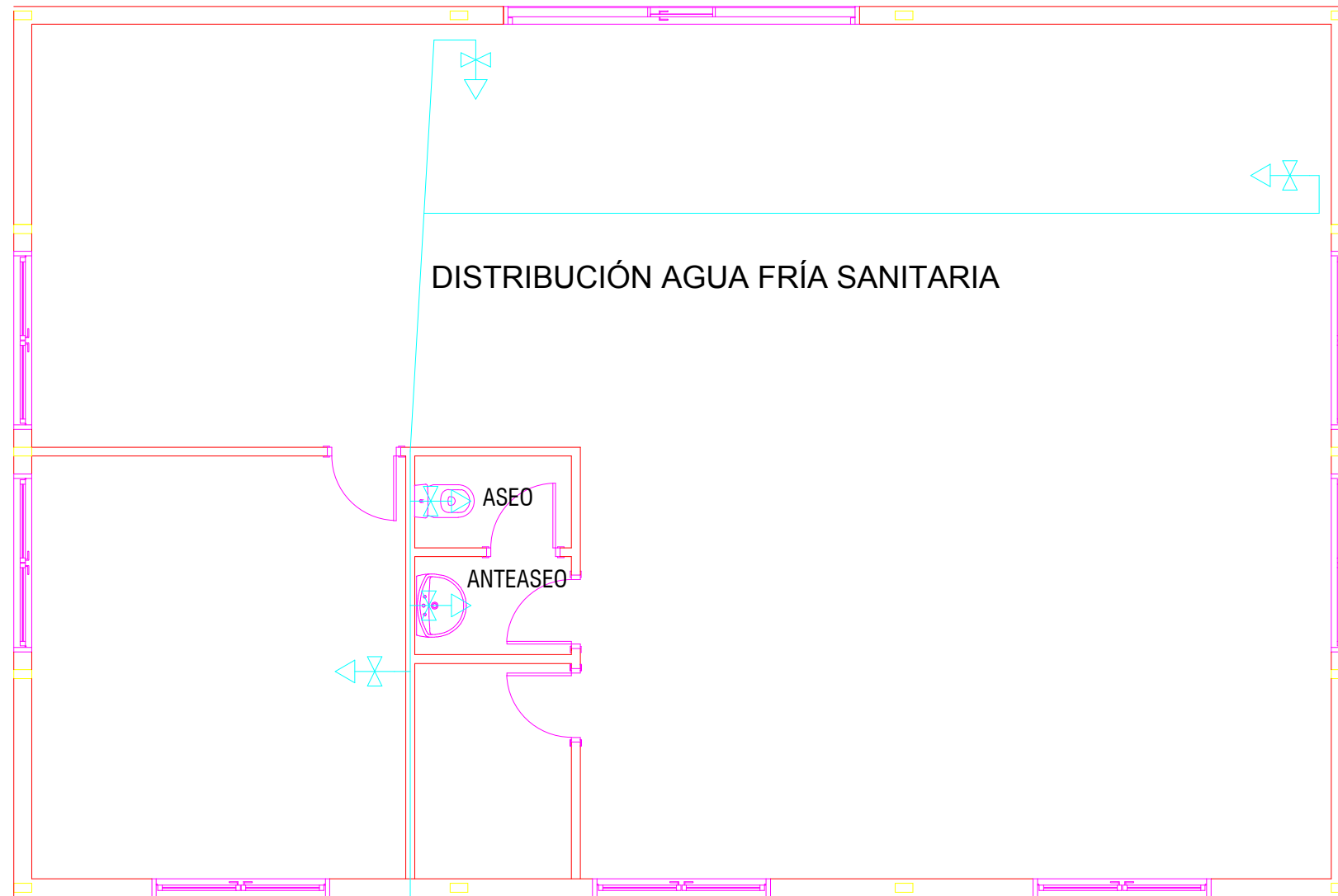
RED ELÉCTRICA DEL POLÍGONO SAN PEDRO MARTIR







LEYENDA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

-  CUADRO ELECTRICO GENERAL
-  LUMINARIA DE EMPOTRAR EN TECHO, MARCA IRELUZ SERIE IRD 2501 20W dimensiones Ø 70 x 15 mm.
-  LUMINARIA DE EMPOTRAR EN TECHO CUADRICULE, MARCA IRELUZ SERIE IRD 2001 - A dimensiones 140 x 140 mm.
-  LUMINARIA DE EMERGENCIA
-  INTERRUPTOR UNIPOLAR
-  CONMUTADOR SIMPLE
-  TOMA DE CORRIENTE 10-16 A
-  LUMINARIA SUSPENDIDA, MARCA IRELUZ SERIE IRP 258 AF SIN DIFUSOR dimensionesS 1930 x 120 x 40 mm.
-  Señalización Salida
-  RED ELÉCTRICA DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE BUICIO

FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
20/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:70			
Plano nº: 11	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	INSTALACIÓN ELÉCTRICA NAVE		



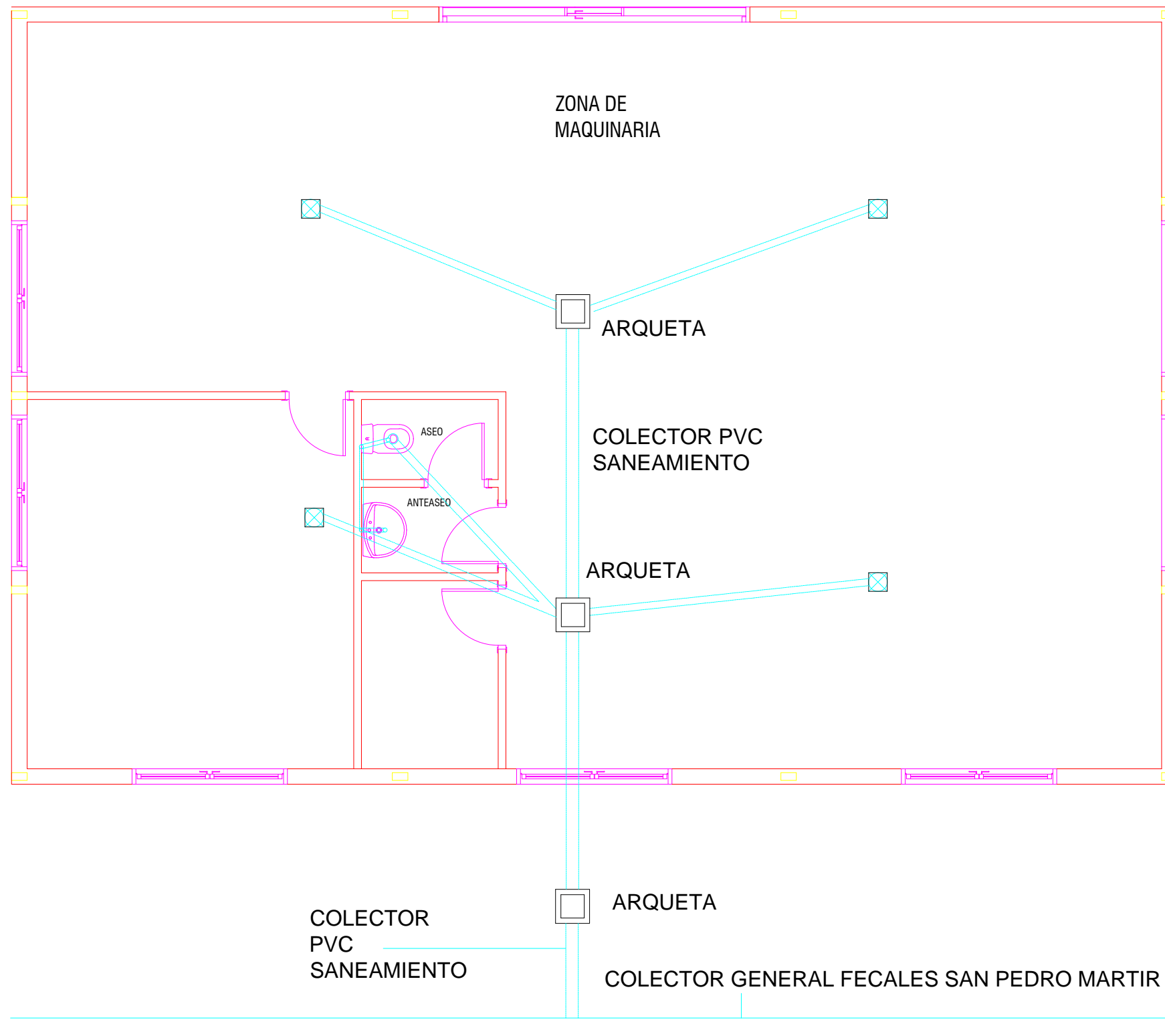
LEYENDA DE FONTANERÍA

-  CONTADOR
-  LLAVE DE CORTE
-  TOMA DE AGUA FRÍA
-  DISTRIBUCIÓN AGUA FRÍA SANITARIA



 CONTADOR

RED DE AGUA DEL POLÍGONO SAN PEDRO MARTIR

FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
20/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:70			
Plano nº: 12	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	DISTRIBUCIÓN AGUA FRÍA		



LEYENDA INSTALACION SANEAMIENTO

- PVC Ø 160 mm COLECTOR PVC SANEAMIENTO FECALES POR SUELO
DIAMETRO Ø 160 mm
- PVC Ø 110 mm COLECTOR PVC SANEAMIENTO FECALES POR SUELO
DIAMETRO Ø 110 mm
- PVC Ø 90 mm COLECTOR PVC SANEAMIENTO FECALES POR SUELO
DIAMETRO Ø 90 mm
- PVC Ø 60 mm COLECTOR PVC SANEAMIENTO FECALES PRESION 6,5KG
DIAMETRO Ø60mm, DISCURRE POR SUELO DE PLANTA
-  ARQUETA HORMIGON ARMADO H-100. DIM. 40x40cmts
-  SUMIDERO CONECTADO A SANEAMIENTO GENERAL.
DIMENSIONES 20x20cmts

FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA I.T.A. HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA PROYECTO FIN DE CARRERA	
20/4/2014	Jorge Iriarte Muro		
Escala 1:65			
Plano nº: 13	PLANTACIÓN DE NOGAL EN PRODUCCIÓN INTEGRADA CON IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL		
PROYECCION 	RED AGUAS FECALES		

ÍNDICE

Capítulo I: DISPOSICIONES GENERALES	1
Artículo 1: Obras objeto del presente proyecto.....	1
Artículo 2: Obras accesorias no especificadas en el pliego	1
Artículo 3: Documentos que definen las obras.	1
Artículo 4: Compatibilidad y relación entre los documentos.....	1
Artículo 5: Director de la Obra.	2
Artículo 6: Disposiciones a tener en cuenta.	2
Capítulo II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	3
Apartado 1: Construcción.....	3
Artículo 7: Replanteo.	3
Artículo 8: Demoliciones.	3
Artículo 9: Movimiento de tierras.....	3
Artículo 10: Red Horizontal de Saneamiento.	4
Artículo 11: Cimentaciones.....	4
Artículo 12: Forjados	4
Artículo 13: Hormigones.....	4
Artículo 14: Acero Laminado	5
Artículo 15: Cubiertas y Coberturas.	5
Artículo 16: Albañilería.	6
Artículo 17: Carpintería y Cerrajería.	7
Artículo 18: Aislamientos.	7
Artículo 19: Red Vertical de Saneamiento.....	7
Artículo 20: Instalación eléctrica.	8
Artículo 21: Instalaciones de fontanería.	8
Artículo 22: Instalaciones de protección.....	8
Artículo 23: Instalaciones de climatización	8
Artículo 24: Obras o instalaciones no especificadas.....	9
Apartado 2: Plantación y cultivo	9
Artículo 25: Operaciones de cultivo.	9
Artículo 26: Director de la explotación.....	9
Artículo 27: Fertilizantes.....	9
Artículo 28: Recepción de la planta.....	9
Artículo 29: Productos fitosanitarios.	10
Artículo 30: Maquinaria de la explotación.....	10

Artículo 31: Operarios de la explotación.....	10
Apartado 3: Instalación del riego	11
Artículo 32: Tuberías de PVC.....	11
Artículo 33: Tuberías de polietileno.	11
Artículo 34: Acoples y juntas.....	11
Artículo 35: Piezas de conexión.....	11
Artículo 36: Grupos de bombeo	11
Artículo 37: Goteros.....	12
Artículo 38: Instalación de tuberías.	12
Artículo 39: Cabezal de riego.	12
Artículo 40: Puesta a punto de la instalación.	12
Artículo 41: Uniformidad de riego.....	12
Artículo 42: Comprobación de la instalación.....	12
Capítulo III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	13
Apartado 1: Obligaciones y derechos del contratista	13
Artículo 43: Remisión de solicitud de ofertas.....	13
Artículo 44: Residencia del Contratista.	13
Artículo 45: Reclamaciones contra las órdenes de dirección.....	13
Artículo 46: Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.	13
Artículo 47: Copia de los documentos.	14
Apartado 2: Trabajos materiales y medios auxiliares.....	14
Artículo 48: Libro de Órdenes.	14
Artículo 49: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	14
Artículo 50: Condiciones generales de ejecución de los trabajos.	14
Artículo 51: Trabajos defectuosos.	15
Artículo 52: Obras y vicios ocultos.....	15
Artículo 53: Materiales no utilizables o defectuosos.	15
Artículo 54: Medios Auxiliares.....	15
Apartado 3: Recepción y liquidación	16
Artículo 55: Recepciones provisionales.....	16
Artículo 56: Plazo de garantía.....	16
Artículo 57: Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.....	16
Artículo 58: Recepción definitiva.	17
Artículo 59: Liquidación final.....	17
Artículo 60: Liquidación en caso de rescisión.	17
Apartado 4: Facultades de la dirección de obras	17
Artículo 61: Facultades de la Dirección de Obras.	17

Capítulo IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	19
Apartado 1: Base fundamental	19
Artículo 62: Base fundamental.....	19
Apartado 2: Garantías de cumplimiento y fianzas	19
Artículo 63: Garantías.....	19
Artículo 64: Fianzas.....	19
Artículo 65: Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	19
Artículo 66: Devolución de la fianza.....	19
Apartado 3: Precios y revisiones	20
Artículo 67: Precios contradictorios.....	20
Artículo 68: Reclamaciones de aumento de precios.....	20
Artículo 69: Revisión de precios.....	21
Artículo 70: Elementos comprendidos en el Presupuesto.....	21
Apartado 4: Valoración y abono de los trabajos	22
Artículo 71: Valoración de la obra.....	22
Artículo 72: Mediciones parciales y finales.....	22
Artículo 73: Equivocaciones en el presupuesto.....	22
Artículo 74: Valoraciones de obras incompletas.....	22
Artículo 75: Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....	22
Artículo 76: Pagos.....	23
Artículo 77: Suspensión por retraso de pagos.....	23
Artículo 78: Indemnización por retraso de los trabajos.....	23
Artículo 79: Indemnización por daños de causa mayor al contratista	23
Apartado 5: Varios	24
Artículo 80: Mejoras de obras.....	24
Artículo 81: Seguro de los trabajos.....	24
Capítulo V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	25
Artículo 82: Jurisdicción.....	25
Artículo 83: Accidentes de trabajo y daños a terceros.....	25
Artículo 84: Pagos de Arbitrios.....	26
Artículo 85: Causas de rescisión de Contrato.....	26

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1: Obras objeto del presente proyecto

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

Artículo 2: Obras accesorias no especificadas en el pliego

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentran descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto reciba del Ingeniero Director de la Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de la Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

Artículo 3: Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

Artículo 4: Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego

de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo 5: Director de la Obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico Agrícola, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quién una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Artículo 6: Disposiciones a tener en cuenta.

- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P
- Normas básicas (NBE) y Tecnologías de la Edificación (NTE).
- Instrucción EHE-99 para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Instrucción EH-93 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Métodos y Normas de Ensayo del Laboratorio Central del M.O.P.
- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril, modificada por el Real Decreto Legislativo 931/1986 de 2 de Mayo.
- Reglamento General de Contratación para la aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3410/1975 de 25 de Noviembre y actualizado conforme al Real Decreto 2528/1.986 de 28 de Noviembre.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción del 31 de Octubre de 1.966.
- Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión y normas MI-BT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Órdenes del Ministerio de Agricultura sobre productos fertilizantes y afines.
- Normas de las empresas suministradoras de agua y electricidad.
- Disposiciones emitidas por los entes autonómicos.
- Disposiciones y normas estatales y provinciales sobre la legislación medioambiental.
- Normas Urbanísticas Regionales de La Rioja.

CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.

Apartado 1: Construcción.

Artículo 7: Replanteo.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estancas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

Artículo 8: Demoliciones.

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a la progresiva demolición, elemento a elemento, desde la cubierta hasta la cimentación de edificios que no presenten síntomas de ruina inminente. Comprende también la demolición por empuje de edificios o restos de edificios de poca altura, así como criterios de demolición por colapso.

Se adoptará lo prescrito en la Norma NTE-ADD, "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones", en cuanto a Condiciones Generales de ejecución, criterios de valoración y de mantenimiento.

Para la demolición de las cimentaciones y elementos enterrados se consultará además de la norma NTE-ADV, para los apeos y apuntalamiento, la norma NTE-EMA.

Artículo 9: Movimiento de tierras.

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno, Desmontes"

NTE-ADE "Explanaciones"

NTE-ADV "Vaciados"

NTE-ADZ "Zanjas y pozos"

Artículo 10: Red Horizontal de Saneamiento.

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad. Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la NTE "Saneamientos, Drenajes y Arenamientos", así como lo establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1986 del M.O.P.U.

Artículo 11: Cimentaciones.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellanarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas".

NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas".

NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas".

Artículo 12: Forjados

El siguiente artículo regula los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados, autorresistentes armados de acero o de cualquier otra bovedillas cerámicos de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas NTE-EHU y NTE-EHR así como en el R.D. 1630/1980 de 18 de julio y en la NTE-EAF.

Artículo 13: Hormigones

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la instrucción EH-99 para las obras de hormigón en masa o armado y la instrucción EP-93 para las obras de hormigón pretensado. Así mismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH "Estructuras de Hormigón" y NTE-EME "Estructuras de madera. Encofrados".

Las características mecánicas de los materiales y dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente proyecto (Cuadro de características EH-99 y especificaciones de los materiales).

Artículo 14: Acero Laminado

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en los elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.

NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de características y los productos laminados actualmente utilizados.

NBE-MV-105: "Roblones de acero".

NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".

NTE-EA: "Estructuras de acero".

Artículo 15: Cubiertas y Coberturas.

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad. Asimismo se regulan las azoteas y los lucernarios.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".

NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados".

NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras".

NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra".

NTE-QTS: "Cubiertas. Tejidos sintéticos".

NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas".

NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de Zinc".

NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas".

NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables".

NTE-QAT: "Azoteas transitables".

NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas."

NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido".

NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2085/86 de 12 de Septiembre).

Artículo 16: Albañilería.

Se refiere el presente artículo a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras, y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

NTE-FFB: "Fachadas de bloques".

NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".

NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".

NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".

NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".

NTE-RPA: "Revestimiento de paramentos. Alicatados".

NTE-RPE: "Revestimiento de paramentos. Enfoscado."

NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos".

NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pintura".

NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos".

NTE-RSC: "Revestimiento de suelos continuos".

NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles".

NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos".

NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras".

NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos".

NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas".

NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos".

NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo".

NTE-PTP: "Tabiques prefabricados".

Artículo 17: Carpintería y Cerrajería.

Se refiere al presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

NTE-PPA: "Puertas de acero".

NTE-PPM: "Puertas de madera".

NTE-PPV: "Puertas de vidrio".

NTE-PMA: "Mamparas de madera".

NTE-PML: "Mamparas de aleaciones ligeras".

Artículo 18: Aislamientos.

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación estarán de acuerdo con lo prescrito en la norma NBE-CT/79 sobre condiciones térmicas de los edificios que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anexo nº6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente proyecto.

Artículo 19: Red Vertical de Saneamiento.

Se refiere al presente artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa aséptica, pozo de filtración o equipo de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

NTE-ISS: "Instalaciones de salubridad y saneamiento".

NTE-ISD: "Depuración y vertido"

NTE-ISA: "Alcantarillado".

Artículo 20: Instalación eléctrica.

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias. Asimismo se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas.

NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión".

NTE-IEE: "Alumbrado exterior".

NTE-IEI: " Alumbrado interior".

NTE-IEP: "Puesta a tierra".

NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

Artículo 21: Instalaciones de fontanería.

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

NTE-IFA: "Instalaciones de fontanería".

NTE-IFC: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente".

NTE-IFF: "Instalaciones de fontanería. Agua fría".

Artículo 22: Instalaciones de protección.

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CIP-91 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

Artículo 23: Instalaciones de climatización

Se refiere el presente artículo a las instalaciones de ventilación, refrigeración y calefacción.

Se adoptan las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, ejecución, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, establecidas en las normas:

- Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas e Instrucciones MIIF complementarias.
- Reglamentos vigentes sobre recipientes a presión y aparatos a presión.

- NTE-ICI: “Instalaciones de climatización industrial”.
- NTE-ICT: “Instalaciones de climatización-torres de refrigeración”.
- NTE-ID: “Instalaciones de depósitos”.
- Reglamento de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitarias (R.D. 1618/1980 de 4 de Julio).
- NTE-ISV: “Ventilación”.

Artículo 24: Obras o instalaciones no especificadas.

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

Apartado 2: Plantación y cultivo

Artículo 25: Operaciones de cultivo.

Las labores de preparación del terreno, abonado, plantación, cuidados, recolección, etc...,se realizaran de acuerdo a las normas establecidas en la memoria y los anejos respectivos a la misma.

Artículo 26: Director de la explotación.

El director de la explotación queda facultado para introducir las variaciones que estime conveniente, siempre y cuando no varíe en lo fundamental los principios que deben guiar la explotación.

Artículo 27: Fertilizantes.

Los abonos químicos que se utilicen en la explotación se ajustaran a las normas establecidas en el Real Decreto del 17 de Agosto de 1941 y Orden Ministerial de Junio de 1970, relativas a la pureza y composición de los mismos.

Todos los abonos que se compren envasados llevarán una etiqueta en la que se indicara la riqueza, denominación, peso neto y dirección del comerciante o fabricante que lo manipule o elabore.

Artículo 28: Recepción de la planta.

Los plantones pertenecen a la especie y variedad señalados en la memoria y reunirán las condiciones de edad, tamaño y desarrollados ahí indicados. Estarán totalmente sanas en cuanto a plagas y enfermedades, sin presentar ninguna fisiopatía.

No deberán tener bifurcaciones en los primeros 80cm, las plantas deberán tener un año de injerto, yemas en perfecto estado fisiológico para la plantación, y suficiente sistema radicular, que será indicado por el Ingeniero Técnico Director, y que se comprobará antes de comprar la planta quitando el contenedor de plástico a algún ejemplar.

Se tomarán muestras aleatoriamente de los envíos realizados y si se rechaza alguna planta, será repuesta por el proveedor.

El tiempo transcurrido desde la recepción en parcela hasta su plantación será nulo en la práctica: su puesta en el terreno será inmediata, realizándose la traída de las plantas en tantos días como precise la plantación.

Artículo 29: Productos fitosanitarios.

En caso de utilización de productos fitosanitarios en la explotación estos se ajustarán a las normas establecidas en la Orden de la Presidencia del Gobierno del 29 de septiembre de 1976, en la Orden Presidencial del Gobierno del 20 de Febrero de 1979 y se seguirá el Reglamento General de Producción Integrada de La Rioja.

Los productos estarán debidamente etiquetados y envasados. Los envases reunirán las condiciones precisas para la adecuada conservación de la conservación de la calidad del producto.

En el envase, etiqueta o precinto, o bien en acta a parte, irán consignados el número de registro del producto, el nombre del fabricante, su composición química, pureza y restantes características del producto.

Artículo 30: Maquinaria de la explotación.

Las características de la maquinaria serán esencialmente las señaladas en el proyecto. Si por circunstancias comerciales, no fueran exactamente éstas, quedaría autorizado el director de la explotación para introducir las variaciones convenientes, siempre que éstas se ajusten lo más posible a las primeras.

Las piezas que lo exijan deberán mantenerse suficientemente engrasadas. Durante el tiempo que están sin empleo, la maquinaria o las partes delicadas que lo requieran, deberán ser puestas a cubierto del polvo y la humedad.

Artículo 31: Operarios de la explotación.

El tractorista, en el caso en que no sea el mismo encargado o trabajador de la finca, el que realice el papel, tendrá a su cargo el manejo y cuidado de la maquinaria, así mismo deberá dar cuenta de cuantos desperfectos o irregularidades se produzcan en la maquinaria.

Los operarios trabajarán en condiciones de máxima seguridad en cuanto al uso de la maquinaria se refiere.

El encargado de llevar la explotación o trabajador principal deberá instruirse en el manejo del cultivo, en caso de no estarlo.

Apartado 3: Instalación del riego

Artículo 32: Tuberías de PVC.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegurará que la empresa constructora realiza el control de calidad de forma seria y satisfactoria.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Su fabricación debe de estar de acuerdo con la norma UNE 53112.

Tendrán los diámetros nominales expresados en el anejo correspondiente al riego.

Artículo 33: Tuberías de polietileno.

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE 53.131. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Las tuberías de los ramales están definidas en el anejo de riego.

Artículo 34: Acoples y juntas.

Se preferirán los sistemas en que los acoplamientos sean del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas.

Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

Artículo 35: Piezas de conexión

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente. Como conexión fija se considera la de laterales con la terciaria, ya que tiene que ser doble, o sea del tipo “Y”. También se emplearán “T” reductoras donde fuera necesario.

Artículo 36: Grupos de bombeo

Será capaz de suministrar el caudal a la presión que se detalla en la Memoria y Anejos, será de las características específicas. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento, según las pruebas que el Ingeniero Director estime oportunas.

Al final de cada temporada de riego la bomba se desmontará y se protegerán sus piezas principales hasta la temporada siguiente.

En caso de avería de la bomba en plena temporada de riego, se comprometerá la casa suministradora a su arreglo en el plazo de 48 horas.

Artículo 37: Goteros.

Las características de los goteros están especificadas en el anejo de riego.

Artículo 38: Instalación de tuberías.

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 70 cm de profundidad y las secundarias en una zanja de 70 cm. Serán montadas por personal especializado, teniendo especial cuidado en colocar las conexiones tubería alimentadora – laterales en coincidencia exacta con las cañas dispuestas en el marquee.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

Artículo 39: Cabezal de riego.

Se compondrá de todos los elementos que se especifican en la documentación técnica del proyecto, tales como filtros de arena y de malla, regulador, contador, manómetro, etc.

Tiene especial importancia el hecho de que se ha dotado al cabezal de elementos por duplicado, es decir, dos filtros de arena y de malla, de esta forma se asegurará el funcionamiento de la instalación, en caso de avería de uno de ellos. Por ello se dotará a aquel de los pertinentes circuitos dobles de tubería y llaves para poder utilizar el filtro.

Artículo 40: Puesta a punto de la instalación.

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías, dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riegos, se procederá al limpiado de las tuberías dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías terciarias, utilizando un producto no corrosivo para la limpieza de las mismas.

Artículo 41: Uniformidad de riego.

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad de riego recogiendo, como mínimo, 12 caudales de riego de 12 ramales representativos, siendo el valor mínimo admisible del 90 % para el coeficiente de uniformidad.

Artículo 42: Comprobación de la instalación.

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Se hará especial hincapié en la comprobación del buen funcionamiento del cabezal, que ha de ajustarse a las especificaciones realizadas en la Memoria del presente Proyecto. Así mismo, nos aseguraremos de la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.

Apartado 1: Obligaciones y derechos del contratista

Artículo 43: Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas de empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

Artículo 44: Residencia del Contratista.

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente la persona que durante su ausencia le ha de representar en todas las funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras, y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 45: Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 46: Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Técnico Director lo reclame.

Artículo 47: Copia de los documentos.

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Técnico Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

Apartado 2: Trabajos materiales y medios auxiliares

Artículo 48: Libro de Órdenes.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Técnico Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figura en el Pliego de Condiciones.

Artículo 49: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Técnico Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación, previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

Artículo 50: Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

El contratista como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de Índole Técnica" del Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su ala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 51: Trabajos defectuosos.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 53.

Artículo 52: Obras y vicios ocultos.

Si el Ingeniero Técnico Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo 53: Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y la colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Técnico Director, en los términos que prescriban los Pliegos de Condiciones depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados correrán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Técnico Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajustasen a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Artículo 54: Medios Auxiliares.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o

accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc, y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

Apartado 3: Recepción y liquidación

Artículo 55: Recepciones provisionales.

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 percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Técnico Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirando el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Artículo 56: Plazo de garantía.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 57: Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y a todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de la obra, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo a las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 58: Recepción definitiva.

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, quedan las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Artículo 59: Liquidación final.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados 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.

Artículo 60: Liquidación en caso de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Apartado 4: Facultades de la dirección de obras

Artículo 61: Facultades de la Dirección de Obras.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones

Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

Apartado 1: Base fundamental

Artículo 62: Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Apartado 2: Garantías de cumplimiento y fianzas

Artículo 63: Garantías.

El Ingeniero Técnico Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato, dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Artículo 64: Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 65: Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Técnico Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 66: Devolución de la fianza.

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Apartado 3: Precios y revisiones

Artículo 67: Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, debe utilizarse.

Si ambas son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión de resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a cumplir a satisfacción de éste.

Artículo 68: Reclamaciones de aumento de precios.

Si el contratista antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Técnico Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 69: Revisión de precios.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o 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, aquel 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.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc, concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 70: Elementos comprendidos en el Presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia y Municipio.

Por esta razón no se abonarán al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

Apartado 4: Valoración y abono de los trabajos

Artículo 71: 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.

Artículo 72: Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmado 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.

Artículo 73: Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 74: Valoraciones de obras incompletas.

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 75: Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo el momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar, que el Contratista ha

cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 76: Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 77: Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 78: Indemnización por retraso de los trabajos.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

Artículo 79: Indemnización por daños de causa mayor al contratista

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, avería o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.
2. Los daños producidos por terremotos y maremotos.
3. Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

Las indemnizaciones se referirá exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc, propiedad de la Contrata.

Apartado 5: Varios

Artículo 80: Mejoras de obras.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las Contratadas.

Artículo 81: Seguro de los trabajos.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan por Contrata los trabajos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Técnico Director.

Las obras de reforma o reparación se fijarán, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Artículo 82: Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidio por el Ingeniero Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilante que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Técnico Director.

El Contratista es responsable de toda la falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

Artículo 83: Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes perpetúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 84: Pagos de Arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc. cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Técnico Director considere justo hacerlo.

Artículo 85: Causas de rescisión de Contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo juicio del Ingeniero Técnico Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el 40%, como mínimo de las Unidades de Proyecto modificadas.

- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos el 40% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.

4. La suspensión de la obra comenzada y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9. El abandono de la obra sin causa justificada.
10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Nave agrícola						
E02AM010	m2		DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA			
			Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
O01OA070	0,005	h.	Peón ordinario	12,77	0,06	
M05PN010	0,008	h.	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,33	0,32	
TOTAL PARTIDA.....						0,38
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS						
E02PM020	m3		EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS			
			Excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.			
O01OA070	0,105	h.	Peón ordinario	12,77	1,34	
M05RN020	0,210	h.	Retrocargadora neumáticos 75 CV	33,00	6,93	
TOTAL PARTIDA.....						8,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS						
E02EM020	m3		EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS			
			Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
O01OA070	0,100	h.	Peón ordinario	12,77	1,28	
M05RN020	0,200	h.	Retrocargadora neumáticos 75 CV	33,00	6,60	
TOTAL PARTIDA.....						7,88
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS						
E02TT030	m3		TRANSP.VERTED.<10km.CARGA MEC.			
			Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante cargado a máquina, canon de vertedero, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.			
M05PN010	0,020	h.	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,33	0,81	
M07CB010	0,100	h.	Camión basculante 4x2 10 t.	29,50	2,95	
M07N060	1,000	m3	Canon de desbroce a vertedero	0,51	0,51	
TOTAL PARTIDA.....						4,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS						
E04CA010	m3		H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL			
			Hormigón armado HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.			
E04CM050	1,000	m3	HORM. HA-25/P/20/I V. MANUAL	95,29	95,29	
E04AB020	40,000	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	0,82	32,80	
TOTAL PARTIDA.....						128,09
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS						
E04AP020	ud		PLACA CIMENTACIÓN 30x30x2 cm.			
			Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 30x30x2 cm. con cuatro patillas de redondo corrugado de 12 mm. de diámetro, con longitud total de 0,5 m., soldadas, i/ taladro central, colocada. Según normas MV y EHE.			
O01OB130	0,680	h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	8,16	
P13TP020	14,150	kg	Palastro 15 mm.	0,51	7,22	
P03AC210	3,790	kg	Acero corrug. B 500 S pref.	0,57	2,16	
P01DW090	0,100	ud	Pequeño material	0,77	0,08	
TOTAL PARTIDA.....						17,62
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E04SA020		m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.			
E04SE090	0,150	m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/I EN SOLERA	93,25	13,99	
E04AM060	1,000	m2	MALLA 15x15 cm. D=6 mm.	2,14	2,14	
TOTAL PARTIDA.....						16,13

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS

E07BHB030		m2	FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/VT Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.			
O01OA030	0,780	h.	Oficial primera	15,14	11,81	
O01OA050	0,390	h.	Ayudante	13,75	5,36	
P01BB040	13,000	ud	Bloque horm.blanco liso 40x20x20	0,88	11,44	
A02B030	0,024	m3	MORTERO CEMENTO BLANCO 1/4	93,17	2,24	
A03H090	0,020	m3	HORM. DOSIF. 330 kg /CEMENTO Tmáx.20	64,38	1,29	
P03AC010	2,300	kg	Acero corrugado B 400 S 6 mm	0,43	0,99	
TOTAL PARTIDA.....						33,13

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS

E05AZN050		m2	ESTRUCT.METÁ.NAVE IN .L=15 m. Estructura metálica electrosoldada para nave industrial a dos aguas, con una luz de 15 m. y una altura de 4 m., realizada con acero A-42b, en perfiles laminados en caliente en vigas, pilares, riostras y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV.			
O01OB130	0,500	h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	6,00	
O01OB140	0,500	h.	Ayudante cerrajero	11,00	5,50	
P03AL005	45,500	kg	Acero laminado A-42b	1,00	45,50	
P25OU080	1,000	l.	Minio electrolítico	8,90	8,90	
TOTAL PARTIDA.....						65,90

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

E07LTH010		m2	FÁB. 1/2 p. H/D. + TABIQUE H/S. Cerramiento formado por fábrica de ladrillo 1/2 pie hueco doble, enfoscado interiormente con mortero de cemento CEM CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, cámara de aire de 5 cm. y tabique de rasillón hueco sencillo de 50x20x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, s/NTE-FFL, PTL y NBE-FL-90, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.			
O01OA030	1,050	h.	Oficial primera	15,14	15,90	
O01OA050	0,375	h.	Ayudante	13,75	5,16	
O01OA070	0,150	h.	Peón ordinario	12,77	1,92	
P01LH020	0,042	mud	Ladrillo h. doble 25x12x8	63,10	2,65	
P01LG090	11,000	ud	Rasillón cerámico 50x20x4	0,17	1,87	
A02A080	0,045	m3	MORTERO CEMENTO 1/6 M-40	63,73	2,87	
TOTAL PARTIDA.....						30,37

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E11CTB040	m2		SOL.TER. 40x40 ALTA RES.GR.20/25 Solado de terrazo 40x40 cm. alta resistencia grano 20/25, pulido en fábrica, para uso intenso s/n UNE 127020, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de miga 1/6, i/cama de arena de 2 cm. de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco BL 22,5 X y limpieza, s/NTE-RSR-6 y NTE-RSR-26, medido en superficie realmente ejecutada.			
O01OB090	0,300	h.	Oficial solador, alicatador	14,77	4,43	
O01OA070	0,300	h.	Peón ordinario	12,77	3,83	
P08TB040	1,050	m2	B.terr.40x40 alta res.gr. 20/25	15,15	15,91	
A02A140	0,025	m3	MORTERO CEMENTO 1/6 M-40 C/A.MIGA	58,66	1,47	
P01AA020	0,020	m3	Arena de río 0/6 mm.	15,70	0,31	
A01L090	0,001	m3	LECHADA CEM. BLANCO BL 22,5 X	96,10	0,10	
P01CC120	0,001	t.	Cemento blanco BL 22,5 X sacos	139,83	0,14	
TOTAL PARTIDA.....						26,19

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

E12AC060	m2		ALIC.AZULEJO BLANCO 10x20 cm. 1ª Alicatado con azulejo blanco 10x20 cm.(Bill s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.			
O01OB090	0,300	h.	Oficial solador, alicatador	14,77	4,43	
O01OA070	0,300	h.	Peón ordinario	12,77	3,83	
P09ABC060	1,050	m2	Azulejo blanco 10x20 cm. 1ª	5,46	5,73	
A02A140	0,020	m3	MORTERO CEMENTO 1/6 M-40 C/A.MIGA	58,66	1,17	
A01L090	0,001	m3	LECHADA CEM. BLANCO BL 22,5 X	96,10	0,10	
TOTAL PARTIDA.....						15,26

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

E08PEA073	m2		ENLUCIDO YESO BLANCO VERT.Y HOR. Enlucido con yeso blanco en paramentos verticales y horizontales de 3 mm. de espesor, i/p.p. de formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con rodapié y colocación de andamios, s/NTE-RPG-12, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.			
O01OB110	0,083	h.	Oficial yesero o escayolista	14,77	1,23	
O01OA070	0,050	h.	Peón ordinario	12,77	0,64	
A01A040	0,003	m3	PASTA DE YESO BLANCO	83,80	0,25	
TOTAL PARTIDA.....						2,12

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

E09IFM010	m2		CUB.FIBRO. MINIONDA NATU. Cubierta de placas de fibrocemento perfil Minionda en color natural sobre correas metálicas (sin incluir), i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, encuentros, medios auxiliares y elementos de seguridad, totalmente instalada, s/NTE-QTF-17, medida en verdadera magnitud.			
O01OA030	0,190	h.	Oficial primera	15,14	2,88	
O01OA050	0,190	h.	Ayudante	13,75	2,61	
P05FD010	1,150	m2	Placa fib.Uralita Minionda natu.	4,45	5,12	
P05FW200	2,000	ud	Torn.autor.6,3x100 G-O, PM y Uratherm	0,11	0,22	
TOTAL PARTIDA.....						10,83

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

E20WNP010	m.		CANALÓN DE PVC DE 12,5 cm. Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.			
O01OB170	0,250	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	13,00	3,25	
P17NP010	1,100	m.	Canalón PVC redondo D=125mm.gris	3,31	3,64	
P17NP040	1,000	ud	Gafa canalón PVC red.equip.125mm	1,23	1,23	
P17NP070	0,150	ud	Conex.bajante PVC redon.D=125mm.	6,25	0,94	
TOTAL PARTIDA.....						9,06

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E20WJP010		m.	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm. Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica (EN12200), colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.			
O01OB170	0,150	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	13,00	1,95	
P17VF010	1,000	m.	Tubo PVC evac.pluv.j.elást. 75 mm.	1,95	1,95	
P17VP040	0,300	ud	Codo M-H PVC evacuación j.peg. 75 mm.	2,19	0,66	
P17JP050	1,000	ud	Collarín bajante PVC D=75mm. c/cierre	1,12	1,12	
TOTAL PARTIDA.....						5,68

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E15CGA010		m2	PUER.ABATIBLE CHAPA PLEGADA 2 H. Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero galvanizado, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).			
O01OB130	0,250	h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	3,00	
O01OB140	0,250	h.	Ayudante cerrajero	11,00	2,75	
P13CG010	1,000	m2	Puerta abatible chapa plegada	92,80	92,80	
P13CX230	0,160	ud	Transporte a obra	60,60	9,70	
TOTAL PARTIDA.....						108,25

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

E13EPL010		ud	P.P. LISA HUECA,PINO P/PINTAR CERCO/DTO. Puerta de paso ciega normalizada, serie económica, lisa hueca (CLH) de pino para pintar o lacar, con cerco directo de pino macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de pino 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.			
O01OB150	1,000	h.	Oficial 1ª carpintero	15,53	15,53	
O01OB160	1,000	h.	Ayudante carpintero	14,03	14,03	
P11PD010	5,500	m.	Cerco directo p.melix M. 70x50mm	6,24	34,32	
P11TL010	11,000	m.	Tapajunt. DM LR pino melix 70x10	1,05	11,55	
P11CH010	1,000	ud	P.paso CLH pino para pintar	38,92	38,92	
P11RB040	3,000	ud	Pernio latón 80/95 mm. codillo	0,52	1,56	
P11WP080	18,000	ud	Tornillo ensamble zinc/pavón	0,04	0,72	
P11RP010	1,000	ud	Pomo latón normal con resbalón	8,12	8,12	
TOTAL PARTIDA.....						124,75

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICUATRO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

E14AAC040		m2	VENT.AL.NA. CORREDERAS 2 HOJAS Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas correderas de 2 hojas , mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/ NTE-FCL-5.			
O01OB130	0,200	h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	2,40	
O01OB140	0,100	h.	Ayudante cerrajero	11,00	1,10	
P12PW010	4,000	m.	Premarco aluminio	3,50	14,00	
P12AAC110	1,000	m2	Ventanas correderas >1 m2<2 m2	50,94	50,94	
TOTAL PARTIDA.....						68,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E17CA010		m.	ACOMETIDA INDIVIDUAL 2(1x6) mm2 Cu Acometida individual en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 2(1x6) mm2., con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta señalización de PVC. Instalación, incluyendo conexionado.			
O01OB200	0,500	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	6,50	
O01OB210	0,500	h.	Oficial 2ª electricista	11,00	5,50	
P15AD010	2,000	m.	Cond.aisla. 0,6-1kV 6 mm2 Cu	0,31	0,62	
E02CM020	0,080	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS	1,58	0,13	
E02SZ060	0,030	m3	RELL.TIERR.ZANJA MANO S/APORT.	6,39	0,19	
P15AH010	1,000	m.	Cinta señalizadora	0,13	0,13	
P15AH020	1,000	m.	Placa cubrecables	1,60	1,60	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						15,44

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

E17CBL070		ud	CAJA I.C.P.(4P) Caja I.C.P. (4p) doble aislamiento, de empotrar, precintable y homologada por la compañía eléctrica.			
O01OB200	0,150	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	1,95	
P15FA020	1,000	ud	Caja para ICP (4p), s> 10	5,60	5,60	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						8,32

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

E17BAP010		ud	CAJA GENERAL PROTECCIÓN 80A. Caja general protección 80 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 80 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.			
O01OB200	0,500	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	6,50	
O01OB220	0,500	h.	Ayudante electricista	14,03	7,02	
P15CA010	1,000	ud	Caja protec. 80A(III+N)+fusible	42,40	42,40	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						56,69

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

E17CI010		m.	DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2 Derivación individual 3x6 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 6 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. libre de alógenos en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.			
O01OB200	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	3,25	
O01OB210	0,250	h.	Oficial 2ª electricista	11,00	2,75	
P15AI370	3,000	m.	Cond.aisla.l.halóg.H07V 6mm2 Cu	0,39	1,17	
P15AI340	1,000	m.	Cond.aisla.l.halóg.H07V 1,5mm2 Cu	0,10	0,10	
P15GD020	1,000	m.	Tubo PVC ríg. der.ind. M 40/gp5	0,55	0,55	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						8,59

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

E17CC030		m.	CIRCUITO MONOF. POTENCIA 20 A. Circuito lavadora, lavavajillas o termo eléctrico, realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
O01OB200	0,200	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	2,60	
O01OB210	0,200	h.	Oficial 2ª electricista	11,00	2,20	
P15GB020	1,000	m.	Tubo PVC corrugado M 25/gp5	0,13	0,13	
P15GA030	3,000	m.	Cond. ríg. 750 V 4 mm2 Cu	0,35	1,05	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						6,75

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E18IRA120		ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x58 W.HF Regleta de superficie de 2x58 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias electrónicas, portalámparas, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
O01OB200	0,300	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	3,90	
O01OB220	0,300	h.	Ayudante electricista	14,03	4,21	
P16BA120	1,000	ud	Regleta de superficie 2x58 W. HF	48,28	48,28	
P16CC100	2,000	ud	Tubo fluorescente 58 W./830-840-827	2,81	5,62	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						62,78

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

E21WA070		ud	CONJ.APAR+GRIF.S.N.P/ASEO+DUCHA Conjunto de aparatos sanitarios con griferías, de serie normal en blanco, para un aseo formado por lavabo de 65x51 cm. e inodoro de tanque bajo y ducha de 70x70 cm. de chapa de acero, instalados y funcionando.			
E21ADC040	1,000	ud	P.DUCHA CHAPA 70x70x6,5 BLA. 1,6 mm.	85,35	85,35	
E21ASN010	1,000	ud	LAVABO 65x51 C/PED. VICTORIA BLA.	108,87	108,87	
E21ASN040	1,000	ud	INOD.T.BAJO COMPL. VICTORIA BLA.	147,65	147,65	
TOTAL PARTIDA.....						341,87

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E20WBV010		m.	TUBERÍA PVC SERIE B 32 mm. Tubería de PVC de evacuación serie B, de 32 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando.			
O01OB170	0,100	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	13,00	1,30	
P17VC010	1,000	m.	Tubo PVC evac.serie B j.peg.32mm	1,07	1,07	
P17VP010	0,300	ud	Codo M-H PVC evacuación j.peg. 32 mm.	0,99	0,30	
P17VP170	0,100	ud	Manguito H-H PVC evac. j.peg. 32 mm.	0,78	0,08	
TOTAL PARTIDA.....						2,75

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

E17CL020		m.	LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 2(1x16)mm2 Cu Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 2(1x16) mm2 con aislamiento 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado.			
O01OB200	0,500	h.	Oficial 1ª electricista	13,00	6,50	
O01OB210	0,500	h.	Oficial 2ª electricista	11,00	5,50	
P15AI030	2,000	m.	Cond.aisla.l.halóg.0,6/1kV 1x16mm2 Cu	0,80	1,60	
P15GD020	1,000	m.	Tubo PVC ríg. der.ind. M 40/gp5	0,55	0,55	
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,77	0,77	
TOTAL PARTIDA.....						14,92

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 02 Caseta de riego

E02AM010	m2	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
O01OA070	0,005 h.	Peón ordinario	12,77	0,06	
M05PN010	0,008 h.	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,33	0,32	
TOTAL PARTIDA.....					0,38

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

E02PM020	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS Excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.			
O01OA070	0,105 h.	Peón ordinario	12,77	1,34	
M05RN020	0,210 h.	Retrocargadora neumáticos 75 CV	33,00	6,93	
TOTAL PARTIDA.....					8,27

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

E02TT030	m3	TRANSP.VERTED.<10km.CARGA MEC. Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante cargado a máquina, canon de vertedero, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.			
M05PN010	0,020 h.	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	40,33	0,81	
M07CB010	0,100 h.	Camión basculante 4x2 10 t.	29,50	2,95	
M07N060	1,000 m3	Canon de desbroce a vertedero	0,51	0,51	
TOTAL PARTIDA.....					4,27

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

E04CA010	m3	H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.			
E04CM050	1,000 m3	HORM. HA-25/P/20/I V. MANUAL	95,29	95,29	
E04AB020	40,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	0,82	32,80	
TOTAL PARTIDA.....					128,09

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

E04SA020	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.			
E04SE090	0,150 m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/I EN SOLERA	93,25	13,99	
E04AM060	1,000 m2	MALLA 15x15 cm. D=6 mm.	2,14	2,14	
TOTAL PARTIDA.....					16,13

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS

E05AA010	kg	ACERO A-42b EN ESTRUCT.SOLDAD Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV.			
O01OB130	0,010 h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	0,12	
O01OB140	0,020 h.	Ayudante cerrajero	11,00	0,22	
P03AL005	1,050 kg	Acero laminado A-42b	1,00	1,05	
P25OU080	0,010 l.	Minio electrolítico	8,90	0,09	
P01DW090	0,100 ud	Pequeño material	0,77	0,08	
TOTAL PARTIDA.....					1,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E07BHB030	m2		FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/VT Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-III/A-L 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.			
O01OA030	0,780	h.	Oficial primera	15,14	11,81	
O01OA050	0,390	h.	Ayudante	13,75	5,36	
P01BB040	13,000	ud	Bloque horm.blanco liso 40x20x20	0,88	11,44	
A02B030	0,024	m3	MORTERO CEMENTO BLANCO 1/4	93,17	2,24	
A03H090	0,020	m3	HORM. DOSIF. 330 kg /CEMENTO Tmáx.20	64,38	1,29	
P03AC010	2,300	kg	Acero corrugado B 400 S 6 mm	0,43	0,99	
TOTAL PARTIDA						33,13

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS

E09IFM010	m2		CUB.FIBRO. MINIONDA NATU. Cubierta de placas de fibrocemento perfil Minionda en color natural sobre correas metálicas (sin incluir), i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, encuentros, medios auxiliares y elementos de seguridad, totalmente instalada, s/NTE-QTF-17, medida en verdadera magnitud.			
O01OA030	0,190	h.	Oficial primera	15,14	2,88	
O01OA050	0,190	h.	Ayudante	13,75	2,61	
P05FD010	1,150	m2	Placa fib.Uralita Minionda natu.	4,45	5,12	
P05FW200	2,000	ud	Torn.autor.6,3x100 G-O, PM y Uratherm	0,11	0,22	
TOTAL PARTIDA						10,83

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

JIM R	ud		TANQUE ABONADO 3.500 I Tanque de abonado de 3.500 l para abonado de poliéster y fibra de vidrio para abonos líquidos a distribuir por fertirrigación Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA						500,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS EUROS

JIM R2	ud		TANQUE ABONADO 500 I Tanque abonado de 500 l de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por fertirrigación Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA						157,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS

E14AAP020	ud		P.BALC.AL.NA.PRACT. 1H. 80x210cm Puerta balconera practicable de 1 hoja para acristalar, de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.			
O01OB130	0,350	h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	4,20	
O01OB140	0,175	h.	Ayudante cerrajero	11,00	1,93	
P12PW010	5,800	m.	Premarco aluminio	3,50	20,30	
P12AAP020	1,000	ud	P.balcon.pract.1 hoja 80x210	146,98	146,98	
TOTAL PARTIDA						173,41

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

E14AAV040	m2		VENT.AL.NA. PRACTICABLES 1 HOJA Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 1 hoja, menores o iguales a 1 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-2.			
O01OB130	0,220	h.	Oficial 1ª cerrajero	12,00	2,64	
O01OB140	0,110	h.	Ayudante cerrajero	11,00	1,21	
P12PW010	4,000	m.	Premarco aluminio	3,50	14,00	
P12AAV150	1,000	m2	Ventanas practicables <1 m2	150,80	150,80	
TOTAL PARTIDA						168,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 03 Instalación sistema de riego

E02EM020	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS	Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
O010A070	0,100	h.	Peón ordinario	12,77	1,28	
M05RN020	0,200	h.	Retrocargadora neumáticos 75 CV	33,00	6,60	
TOTAL PARTIDA.....						7,88

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

U13TPB300	m.	TUB.PEBD ENTERRADO PE50 PN4 D=110mm	Tubería de polietileno alta densidad PE50 para instalación enterrada de red de riego, para una presión de trabajo de 4 kg/cm2., de 110 mm. de diámetro exterior, suministrada en barras, colocada en zanja en el interior de zonas verdes, i/p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, colocada. Para tubería primaria y secundarias.			
O010B180	0,070	h.	Oficial 2º fontanero calefactor	14,22	1,00	
O010B195	0,070	h.	Ayudante fontanero	14,03	0,98	
P26TPA060	1,000	m.	Tub.polietileno a.d. PE50 PN4 D=110mm	4,76	4,76	
TOTAL PARTIDA.....						6,74

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

U13TGS050	m.	TUB.PEBD SFCIE C/GOT.INTEGR c/100cm D=20	Riego superficial por goteo para macizos, realizado con tubería de polietileno de baja densidad con goteo integrado autolimpiante y autocompensante cada 100 cm y cada 75 cm. de 20 mm. de diámetro exterior, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, sin incluir tubería general de alimentación. Incluye conexiones y piezas especiales.			
O010A070	0,002	h.	Peón ordinario	12,77	0,03	
O010B170	0,010	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	0,13	
P26TPI050	1,000	m.	Tub.PEBD c/goteo integr. c/100cm D=20 mm	1,97	1,97	
TOTAL PARTIDA.....						2,13

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TRECE CÉNTIMOS

U13SP230	ud	PROGRAM. C/ELECTROVÁLV. 1" (PILA 10AÑOS)	Programador intemperie a baterías de 10 años de duración con electroválvula de plástico de 1" de diámetro incorporada, tiempo de programación de 1 a 330 minutos, presión de trabajo de 0,4 a 8 atm., funcionamiento a pilas con apertura manual, i/conexión a la red con racores desmontables, completamente instalada.			
O010B170	0,250	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	3,25	
O010B195	0,250	h.	Ayudante fontanero	14,03	3,51	
P26SP025	1,000	ud	Program. c/electroválv. 1" (pila 10años)	196,10	196,10	
TOTAL PARTIDA.....						202,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS DOS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

U13SV030	ud	ELECTROV. 24V REGULADORA CAUDAL 1"	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulador de caudal, con conexión de 1", completamente instalada sin i/pequeño material.			
O010B170	0,125	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	1,63	
O010B200	0,020	h.	Oficial 1º electricista	13,00	0,26	
O010B195	0,125	h.	Ayudante fontanero	14,03	1,75	
P26SV040	1,000	ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 1"	34,35	34,35	
TOTAL PARTIDA.....						37,99

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

U13VD020	ud	VÁLVULA AUTOMÁTICA DRENAJE 1/2"	Válvula de drenaje automático de la red de riego, de 1/2" de diámetro, i/conexión a la red y desagüe, instalada.			
O010B170	0,200	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	2,60	
O010B195	0,200	h.	Ayudante fontanero	14,03	2,81	
O010A070	0,300	h.	Peón ordinario	12,77	3,83	
P26VV500	1,000	ud	Válvula autom.drenaje red riego	18,54	18,54	
TOTAL PARTIDA.....						27,78

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U13EB345		ud	ELECTROB.BANCAD.1450rpm.15CV-DN100 Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 15 CV de potencia, salida DN100, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/ recibido, instalada.			
O01OB170	4,300	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	55,90	
O01OB195	4,300	h.	Ayudante fontanero	14,03	60,33	
O01OB200	2,000	h.	Oficial 1º electricista	13,00	26,00	
P26EBS345	1,000	ud	Bomba.banc.1450 rpm. 15 CV-DN100	2.400,00	2.400,00	
P26VT005	1,000	ud	Válv.de pie/retención D=4"	98,07	98,07	
P26EM065	1,000	ud	Cuadro mando electrobom.15-19 CV	300,00	300,00	
TOTAL PARTIDA.....						2.940,30

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

U13L110		ud	FILTR.ARENA TANQ.FIB.VIDR.20" Suministro e instalación de filtro de arena, tanque de poliéster y fibra de vidrio, de tipo agrícola, para instalación de riego por goteo/microaspersión, con válvula selectora de 6 vías, toma a D=1,5", i/piezas y accesorios, instalado.			
O01OB170	2,500	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	32,50	
O01OB195	2,500	h.	Ayudante fontanero	14,03	35,08	
P26L035	1,000	ud	Filtr.arena tanq.fib.vidrio 20"	378,50	378,50	
P26VP300	1,000	ud	Válvula selecto. 6 vías D=1 1/2"	71,07	71,07	
TOTAL PARTIDA.....						517,15

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS DIECISIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

U13L015		ud	FILTRO INCL. MALLA DE ACERO D=3" Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.			
O01OB170	0,600	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	7,80	
O01OB195	0,600	h.	Ayudante fontanero	14,03	8,42	
P26L005	1,000	ud	Filtro incl.malla de acero D=3"	243,75	243,75	
TOTAL PARTIDA.....						259,97

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

U13VR313		ud	VÁLV.REG.PRES.PLÁ.ACC.DIR.D=3/4" Válvula reguladora de presión, de plástico, de acción directa, de 3/4 " de diámetro, en red de riego, completamente instalada.			
O01OB170	0,350	h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13,00	4,55	
O01OB180	0,350	h.	Oficial 2º fontanero calefactor	14,22	4,98	
P26VR180	1,000	ud	Válv.reg.pres.plá.acc.dir.D=3/4"	11,33	11,33	
TOTAL PARTIDA.....						20,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

U13Q010		ud	ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.			
O01OA070	0,200	h.	Peón ordinario	12,77	2,55	
P26Q010	1,000	ud	Arqueta rect.plást. 1 válv.c/tapa	5,50	5,50	
TOTAL PARTIDA.....						8,05

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Plantación						
JIM 01		ud	Análisis de agua			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			60,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS						
JIM 02		ud	Análisis de suelo y subsuelo			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			140,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA EUROS						
JIM 03		ha	Subsolado			
			Subsolado anchura de trabajo 1,5 m a profundidad 0,6 m con tractor 120 CV. Incluido tractorista			
JIM 03 A	1,960	h	Tractor+Subsolador+tractorista	40,00	78,40	
			TOTAL PARTIDA			78,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS						
JIM 04		ha	Pase de cultivador			
			Pase de cultivador con anchura de trabajo 3 m y profundidad 0,25 m. Incluido tractor de 120 CV, cultivador y tractorista			
JIM 04 A	0,830	h	cultivador+ tractor+tractorista	40,00	33,20	
			TOTAL PARTIDA			33,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS						
JIM 05		ha	Enmienda magnésica			
JIM 05 A	0,650	h	Tractor+abonadora+ tractorista	30,00	19,50	
JIM 05 B	2.500,000	kg	Magnesita 60%	0,40	1.000,00	
			TOTAL PARTIDA			1.019,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS						
JIM 06		ha	Labor de vertedera			
			Arado de vertedera con tractor de 120 CV incluido tractorista			
JIM 06 A	0,790	h	Vertedera+Tractor+ tractorista	40,00	31,60	
			TOTAL PARTIDA			31,60
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS						
JIM 07		ha	Pase de cultivador con rulo			
			Pase de cultivador con rulo a 0,15 m de profundidad. Anchura de trabajo 3 m. Tractor de 88 CV. Incluido tractorista.			
JIM 07 A	0,830	h	Cultivador rodillo+ tractor	40,00	33,20	
			TOTAL PARTIDA			33,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS						
JIM 08		ud	Replanteo			
			Replanteo manual con equipo láser, cuerdas, cinta métrica y estacas, señalando en la totalidad de la parcela la ubicación de postes cabeceros según los planos.			
JIM 08 A	1,000	ud		350,00	350,00	
			TOTAL PARTIDA			350,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS						
JIM 09		ha	Apertura de hoyos			
			Apertura de hoyos de tornillo sinfin.			
JIM 09 A	1,830	h	Ahoyador	35,00	64,05	
			TOTAL PARTIDA			64,05
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con CINCO CÉNTIMOS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
JIM 10		ud	Plantación de árboles			
			Tiempo aproximado de 2min/planta. Incluido remolque, tractor de 88 CV y tractorista			
JIM 10 A	201,300	h	Tractor+remolque+operarios	29,26	5.890,04	
JIM 10 B	6.041,000	ud	Plantón de nogal	12,50	75.512,50	
TOTAL PARTIDA.....						81.402,54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

JIM 11		ha	Riego de asentamiento			
			Riego de asentamiento con atomizador y tractor de 88cv. Incluido tractorista			
JIM 11 A	1,390	h	Atomizador+tractor+tractorista	38,78	53,90	
TOTAL PARTIDA.....						53,90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y TRES EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

JIM 12		ha	Colocación de mulching			
			Colocación de mulching con corteza de pino en línea de 2m de ancho.			
JIM 10 A	0,320	h	Tractor+remolque+operarios	29,26	9,36	
JIM 12 A	600,000	kg	corteza de pino	0,21	126,00	
TOTAL PARTIDA.....						135,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 05 Seguridad y salud

JIM SSAL ud Instalaciones provisionales						
			Alquiler de caseta almacén con aseo de 14,65 metros cuadrados. Incluido el transporte (descarga y recogida)			
JIM SSAL 01	1,000	ud	Alquiler caseta almacén. Inc transp	459,78	459,78	
TOTAL PARTIDA.....						459,78

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

JIM SSAL M ud Mobiliario de equipamiento						
E28PF020	2,000	ud	EXTINTOR POLVO ABC 9 kg. PR.INC.	42,75	85,50	
E28BM110	1,000	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	80,88	80,88	
E28BM070	3,000	ud	TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL	25,66	76,98	
E28BM090	1,000	ud	BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS	46,03	46,03	
TOTAL PARTIDA.....						289,39

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

JIM SSAL PR ud Protecciones						
E28RM020	4,000	ud	PAR GUANTES DE LONA REFORZADOS	3,30	13,20	
E28RA010	4,000	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2,15	8,60	
E28RP070	4,000	ud	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD	29,50	118,00	
TOTAL PARTIDA.....						139,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

JIM SEN ud Señalizaciones						
E28ES080	3,000	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO	7,30	21,90	
E28ES015	1,000	ud	SEÑAL TRIANGULAR L=90cm. I/SOPORTE	88,91	88,91	
E28EB010	1,000	m.	CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.	14,64	14,64	
TOTAL PARTIDA.....						125,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 01 Nave agrícola			
E02AM010	m2	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,38
		CERO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E02PM020	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS Excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	8,27
		OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
E02EM020	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	7,88
		SIETE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E02TT030	m3	TRANSP.VERTED.<10km.CARGA MEC. Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante cargado a máquina, canon de vertedero, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.	4,27
		CUATRO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
E04CA010	m3	H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.	128,09
		CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	
E04AP020	ud	PLACA CIMENTACIÓN 30x30x2 cm. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 30x30x2 cm. con cuatro patillas de redondo corrugado de 12 mm. de diámetro, con longitud total de 0,5 m., soldadas, i/ taladro central, colocada. Según normas MV y EHE.	17,62
		DIECISIETE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
E04SA020	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	16,13
		DIECISEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
E07BHB030	m2	FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/VT Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	33,13
		TREINTA Y TRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
E05AZN050	m2	ESTRUCT.METÁ.NAVE IN .L=15 m. Estructura metálica electrosoldada para nave industrial a dos aguas, con una luz de 15 m. y una altura de 4 m., realizada con acero A-42b, en perfiles laminados en caliente en vigas, pilares, riostras y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV.	65,90
		SESENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
E07LTH010	m2	FÁB. 1/2 p. H/D. + TABIQUE H/S. Cerramiento formado por fábrica de ladrillo 1/2 pie hueco doble, enfoscado interiormente con mortero de cemento CEM CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, cámara de aire de 5 cm. y tabique de rasilón hueco sencillo de 50x20x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, s/NTE-FFL, PTL y NBE-FL-90, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.	30,37
		TREINTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
E11CTB040	m2	SOL.TER. 40x40 ALTA RES.GR.20/25 Solado de terrazo 40x40 cm. alta resistencia grano 20/25, pulido en fábrica, para uso intenso s/n UNE 127020, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de miga 1/6, i/cama de arena de 2 cm. de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco BL 22,5 X y limpieza, s/NTE-RSR-6 y NTE-RSR-26, medido en superficie realmente ejecutada.	26,19
		VEINTISEIS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	
E12AC060	m2	ALIC.AZULEJO BLANCO 10x20 cm. 1ª Alicatado con azulejo blanco 10x20 cm.(Bill s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.	15,26
		QUINCE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	
E08PEA073	m2	ENLUCIDO YESO BLANCO VERT.Y HOR. Enlucido con yeso blanco en paramentos verticales y horizontales de 3 mm. de espesor, i/p.p. de formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con rodapié y colocación de andamios, s/NTE-RPG-12, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	2,12
		DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
E09IFM010	m2	CUB.FIBRO. MINIONDA NATU. Cubierta de placas de fibrocemento perfil Minionda en color natural sobre correas metálicas (sin incluir), i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, encuentros, medios auxiliares y elementos de seguridad, totalmente instalada, s/NTE-QTF-17, medida en verdadera magnitud.	10,83
		DIEZ EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	
E20WNP010	m.	CANALÓN DE PVC DE 12,5 cm. Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	9,06
		NUEVE EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
E20WJP010	m.	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm. Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica (EN12200), colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.	5,68
		CINCO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E15CGA010	m2	PUER.ABATIBLE CHAPA PLEGADA 2 H. Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero galvanizado, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).	108,25
		CIENTO OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
E13EPL010	ud	P.P. LISA HUECA,PINO P/PINTAR CERCO/DTO. Puerta de paso ciega normalizada, serie económica, lisa hueca (CLH) de pino para pintar o lacar, con cerco directo de pino macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de pino 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.	124,75
		CIENTO VEINTICUATRO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
E14AAC040	m2	VENT.AL.NA. CORREDERAS 2 HOJAS Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas correderas de 2 hojas, mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/ NTE-FCL-5.	68,44
		SESENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
E17CA010	m.	ACOMETIDA INDIVIDUAL 2(1x6) mm2 Cu Acometida individual en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 2(1x6) mm2., con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta señalización de PVC. Instalación, incluyendo conexionado.	15,44
		QUINCE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
E17CBL070	ud	CAJA I.C.P.(4P) Caja I.C.P. (4p) doble aislamiento, de empotrar, precintable y homologada por la compañía eléctrica.	8,32
		OCHO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
E17BAP010	ud	CAJA GENERAL PROTECCIÓN 80A. Caja general protección 80 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 80 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.	56,69
		CINCUENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
E17CI010	m.	DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2 Derivación individual 3x6 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 6 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. libre de alógenos en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexionado.	8,59
		OCHO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
E17CC030	m.	CIRCUITO MONOF. POTENCIA 20 A. Circuito lavadora, lavavajillas o termo eléctrico, realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	6,75
		SEIS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
E18IRA120	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x58 W.HF Regleta de superficie de 2x58 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias electrónicas, portalámparas, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	62,78
		SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E21WA070	ud	CONJ.APAR+GRIF.S.N.P/ASEO+DUCHA Conjunto de aparatos sanitarios con griferías, de serie normal en blanco, para un aseo formado por lavabo de 65x51 cm. e inodoro de tanque bajo y ducha de 70x70 cm. de chapa de acero, instalados y funcionando.	341,87
		TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E20WBV010	m.	TUBERÍA PVC SERIE B 32 mm. Tubería de PVC de evacuación serie B, de 32 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando.	2,75
		DOS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
E17CL020	m.	LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 2(1x16)mm2 Cu Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 2(1x16) mm2 con aislamiento 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado.	14,92
		CATORCE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 02 Caseta de riego			
E02AM010	m2	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,38
			CERO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
E02PM020	m3	EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS Excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.	8,27
			OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS
E02TT030	m3	TRANSP.VERTED.<10km.CARGA MEC. Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante cargado a máquina, canon de vertedero, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.	4,27
			CUATRO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS
E04CA010	m3	H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.	128,09
			CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS
E04SA020	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	16,13
			DIECISEIS EUROS con TRECE CÉNTIMOS
E05AA010	kg	ACERO A-42b EN ESTRUCT.SOLDAD Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV.	1,56
			UN EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
E07BHB030	m2	FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/VT Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.	33,13
			TREINTA Y TRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS
E09IFM010	m2	CUB.FIBRO. MINIONDA NATU. Cubierta de placas de fibrocemento perfil Minionda en color natural sobre correas metálicas (sin incluir), i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, encuentros, medios auxiliares y elementos de seguridad, totalmente instalada, s/NTE-QTF-17, medida en verdadera magnitud.	10,83
			DIEZ EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
JIM R	ud	TANQUE ABONADO 3.500 I Tanque de abonado de 3.500 l para abonado de políéster y fibra de vidrio para abonos líquidos a distribuir por fertirrigación	500,00
			QUINIENTOS EUROS
JIM R2	ud	TANQUE ABONADO 500 I Tanque abonado de 500 l de políéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por fertirrigación	157,00
			CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS
E14AAP020	ud	P.BALC.AL.NA.PRACT. 1H. 80x210cm Puerta balconera practicable de 1 hoja para acristalar, de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.	173,41
			CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
E14AAV040	m2	VENT.AL.NA. PRACTICABLES 1 HOJA Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 1 hoja , menores o iguales a 1 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-2.	168,65

CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 03 Instalación sistema de riego			
E02EM020	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	7,88
			SIETE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
U13TPB300	m.	TUB.PEBD ENTERRADO PE50 PN4 D=110mm Tubería de polietileno alta densidad PE50 para instalación enterrada de red de riego, para una presión de trabajo de 4 kg/cm2., de 110 mm. de diámetro exterior, suministrada en barras, colocada en zanja en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, colocada. Para tubería primaria y secundarias.	6,74
			SEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
U13TGS050	m.	TUB.PEBD SFCIE C/GOT.INTEGR c/100cm D=20 Riego superficial por goteo para macizos, realizado con tubería de polietileno de baja densidad con goteo integrado autolimpiante y autocompensante cada 100 cm y cada 75 cm. de 20 mm. de diámetro exterior, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, sin incluir tubería general de alimentación. Incluye conexiones y piezas especiales.	2,13
			DOS EUROS con TRECE CÉNTIMOS
U13SP230	ud	PROGRAM. C/ELECTROVÁLV. 1" (PILA 10AÑOS) Programador intemperie a baterías de 10 años de duración con electroválvula de plástico de 1" de diámetro incorporada, tiempo de programación de 1 a 330 minutos, presión de trabajo de 0,4 a 8 atm., funcionamiento a pilas con apertura manual, i/conexión a la red con racores desmontables, completamente instalada.	202,86
			DOSCIENTOS DOS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
U13SV030	ud	ELECTROV. 24V REGULADORA CAUDAL 1" Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulador de caudal, con conexión de 1", completamente instalada sin i/pequeño material.	37,99
			TREINTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
U13VD020	ud	VÁLVULA AUTOMÁTICA DRENAJE 1/2" Válvula de drenaje automático de la red de riego, de 1/2" de diámetro, i/conexión a la red y desagüe, instalada.	27,78
			VEINTISIETE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
U13EB345	ud	ELECTROB.BANCAD.1450rpm.15CV-DN100 Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 15 CV de potencia, salida DN100, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, instalada.	2.940,30
			DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
U13L110	ud	FILTR.ARENA TANQ.FIB.VIDR.20" Suministro e instalación de filtro de arena, tanque de poliéster y fibra de vidrio, de tipo agrícola, para instalación de riego por goteo/microaspersión, con válvula selectora de 6 vías, toma a D=1,5", i/piezas y accesorios, instalado.	517,15
			QUINIENTOS DIECISIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS
U13L015	ud	FILTRO INCL. MALLA DE ACERO D=3" Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.	259,97
			DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
U13VR313	ud	VÁLV.REG.PRES.PLÁ.ACC.DIR.D=3/4" Válvula reguladora de presión, de plástico, de acción directa, de 3/4 " de diámetro, en red de riego, completamente instalada.	20,86
			VEINTE EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U13Q010	ud	ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.	8,05

OCHO EUROS con CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 04 Plantación			
JIM 01	ud	Análisis de agua	60,00
		SESENTA EUROS	
JIM 02	ud	Análisis de suelo y subsuelo	140,00
		CIENTO CUARENTA EUROS	
JIM 03	ha	Subsolado Subsolado anchura de trabajo 1,5 m a profundidad 0,6 m con tractor 120 CV. Incluido tractorista	78,40
		SETENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
JIM 04	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador con anchura de trabajo 3 m y profundidad 0,25 m. Incluido tractor de 120 CV, cultivador y tractorista	33,20
		TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
JIM 05	ha	Enmienda magnésica	1.019,50
		MIL DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
JIM 06	ha	Labor de vertedera Arado de vertedera con tractor de 120 CV incluido tractorista	31,60
		TREINTA Y UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
JIM 07	ha	Pase de cultivador con rulo Pase de cultivador con rulo a 0,15 m de profundidad. Anchura de trabajo 3 m. Tractor de 88 CV. Incluido tractorista.	33,20
		TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
JIM 08	ud	Replanteo Replanteo manual con equipo láser, cuerdas, cinta métrica y estacas, señalando en la totalidad de la parcela la ubicación de postes cabeceros según los planos.	350,00
		TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS	
JIM 09	ha	Apertura de hoyos Apertura de hoyos de tornillo sinfin.	64,05
		SESENTA Y CUATRO EUROS con CINCO CÉNTIMOS	
JIM 10	ud	Plantación de árboles Tiempo aproximado de 2min/planta. Incluido remolque, tractor de 88 CV y tractorista	81.402,54
		OCHENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS DOS EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
JIM 11	ha	Riego de asentamiento Riego de asentamiento con atomizador y tractor de 88cv. Incluido tractorista	53,90
		CINCUENTA Y TRES EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
JIM 12	ha	Colocación de mulching Colocación de mulching con corteza de pino en línea de 2m de ancho.	135,36
		CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 05 Seguridad y salud			
JIM SSAL	ud	Instalaciones provisionales	459,78
		Alquiler de caseta almacén con aseo de 14,65 metros cuadrados. Incluido el transporte (descarga y recogida)	
		CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
JIM SSAL M	ud	Mobiliario de equipamiento	289,39
		DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
JIM SSAL PR	ud	Protecciones	139,80
		CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
JIM SEN	ud	Señalizaciones	125,45
		CIENTO VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Nave agrícola									
E02AM010	m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						250,00	0,38	95,00
E02PM020	m3 EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS Excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						14,70	8,27	121,57
E02EM020	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						20,00	7,88	157,60
E02TT030	m3 TRANSP.VERTED.<10km.CARGA MEC. Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante cargado a máquina, canon de vertedero, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.						53,60	4,27	228,87
E04CA010	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm ² ., consistencia plástica, T _{máx.} 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m ³ .), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.						20,78	128,09	2.661,71
E04AP020	ud PLACA CIMENTACIÓN 30x30x2 cm. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 30x30x2 cm. con cuatro patillas de redondo corrugado de 12 mm. de diámetro, con longitud total de 0,5 m., soldadas, i/ taladro central, colocada. Según normas MV y EHE.						14,00	17,62	246,68
E04SA020	m2 SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm ² ., T _{máx.} 20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.						150,00	16,13	2.419,50
E07BHB030	m2 FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/VT Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m ³ . de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 2 m ² .						230,00	33,13	7.619,90
E05AZN050	m2 ESTRUCT.METÁ.NAVE IN .L=15 m. Estructura metálica electrosoldada para nave industrial a dos aguas, con una luz de 15 m. y una altura de 4 m., realizada con acero A-42b, en perfiles laminados en caliente en vigas, pilares, riostras y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV.						150,00	65,90	9.885,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E07LTH010	<p>m2 FÁB. 1/2 p. H/D. + TABIQUE H/S.</p> <p>Cerramiento formado por fábrica de ladrillo 1/2 pie hueco doble, enfoscado interiormente con mortero de cemento CEM CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, cámara de aire de 5 cm. y tabique de rasilón hueco sencillo de 50x20x4 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río 1/6, s/NTE-FFL, PTL y NBE-FL-90, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.</p>						100,00	30,37	3.037,00
E11CTB040	<p>m2 SOL.TER. 40x40 ALTA RES.GR.20/25</p> <p>Solado de terrazo 40x40 cm. alta resistencia grano 20/25, pulido en fábrica, para uso intenso s/n UNE 127020, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de miga 1/6, i/cama de arena de 2 cm. de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco BL 22,5 X y limpieza, s/NTE-RSR-6 y NTE-RSR-26, medido en superficie realmente ejecutada.</p>						150,00	26,19	3.928,50
E12AC060	<p>m2 ALIC.AZULEJO BLANCO 10x20 cm. 1ª</p> <p>Alicatado con azulejo blanco 10x20 cm.(BIII s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM III/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.</p>						37,00	15,26	564,62
E08PEA073	<p>m2 ENLUCIDO YESO BLANCO VERT.Y HOR.</p> <p>Enlucido con yeso blanco en paramentos verticales y horizontales de 3 mm. de espesor, i/p.p. de formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con rodapié y colocación de andamios, s/NTE-RPG-12, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>						300,00	2,12	636,00
E09IFM010	<p>m2 CUB.FIBRO. MINIONDA NATU.</p> <p>Cubierta de placas de fibrocemento perfil Minionda en color natural sobre correas metálicas (sin incluir), i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, encuentros, medios auxiliares y elementos de seguridad, totalmente instalada, s/NTE-QTF-17, medida en verdadera magnitud.</p>						175,00	10,83	1.895,25
E20WNP010	<p>m. CANALÓN DE PVC DE 12,5 cm.</p> <p>Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.</p>						30,00	9,06	271,80
E20WJP010	<p>m. BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.</p> <p>Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica (EN12200), colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.</p>						16,00	5,68	90,88
E15CGA010	<p>m2 PUER.ABATIBLE CHAPA PLEGADA 2 H.</p> <p>Puerta abatible de dos hojas de chapa de acero galvanizada y plegada de 0,80 mm., realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero galvanizado, soldados entre sí, garras para recibido a obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, acabado con capa de pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).</p>						16,00	108,25	1.732,00
E13EPL010	<p>ud P.P. LISA HUECA,PINO P/PINTAR CERCO/DTO.</p> <p>Puerta de paso ciega normalizada, serie económica, lisa hueca (CLH) de pino para pintar o lacar, con cerco directo de pino macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de pino 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.</p>						4,00	124,75	499,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E14AAC040	<p>m2 VENT.AL.NA. CORREDERAS 2 HOJAS</p> <p>Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas correderas de 2 hojas , mayores de 1 m2 y menores de 2 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/ NTE-FCL-5.</p>						7,00	68,44	479,08
E17CA010	<p>m. ACOMETIDA INDIVIDUAL 2(1x6) mm2 Cu</p> <p>Acometida individual en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 2(1x6) mm2., con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta señalización de PVC. Instalación, incluyendo conexionado.</p>						1,00	15,44	15,44
E17CBL070	<p>ud CAJA I.C.P.(4P)</p> <p>Caja I.C.P. (4p) doble aislamiento, de empotrar, precintable y homologada por la compañía eléctrica.</p>						1,00	8,32	8,32
E17BAP010	<p>ud CAJA GENERAL PROTECCIÓN 80A.</p> <p>Caja general protección 80 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 80 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.</p>						1,00	56,69	56,69
E17CI010	<p>m. DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x6 mm2</p> <p>Derivación individual 3x6 mm2. (línea que enlaza el contador o contadores de cada abonado con su dispositivo privado de mando y protección), bajo tubo de PVC rígido D=29, M 40/gp5, conductores de cobre de 6 mm2. y aislamiento tipo VV 750 V. libre de alógenos en sistema monofásico, más conductor de protección y conductor de conmutación para doble tarifa de Cu 1,5 mm2 y color rojo. Instalada en canaladura a lo largo del hueco de escalera, incluyendo elementos de fijación y conexión.</p>						10,00	8,59	85,90
E17CC030	<p>m. CIRCUITO MONOF. POTENCIA 20 A.</p> <p>Circuito lavadora, lavavajillas o termo eléctrico, realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.</p>						80,00	6,75	540,00
E18IRA120	<p>ud REGLETA DE SUPERFICIE 2x58 W.HF</p> <p>Regleta de superficie de 2x58 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias electrónicas, portalámparas, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.</p>						18,00	62,78	1.130,04
E21WA070	<p>ud CONJ.APAR+GRIF.S.N.P/ASEO+DUCHA</p> <p>Conjunto de aparatos sanitarios con griferías, de serie normal en blanco, para un aseo formado por lavabo de 65x51 cm. e inodoro de tanque bajo y ducha de 70x70 cm. de chapa de acero, instalados y funcionando.</p>						1,00	341,87	341,87
E20WBV010	<p>m. TUBERÍA PVC SERIE B 32 mm.</p> <p>Tubería de PVC de evacuación serie B, de 32 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando.</p>						17,00	2,75	46,75
E17CL020	<p>m. LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 2(1x16)mm2 Cu</p> <p>Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 2(1x16) mm2 con aislamiento 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado.</p>								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							10,00	14,92	149,20
	TOTAL CAPÍTULO 01 Nave agrícola								38.944,17

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Caseta de riego									
E02AM010	m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						25,00	0,38	9,50
E02PM020	m3 EXC.POZOS A MÁQUINA T.FLOJOS Excavación en pozos en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.						1,00	8,27	8,27
E02TT030	m3 TRANSP.VERTED.<10km.CARGA MEC. Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante cargado a máquina, canon de vertedero, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.						11,00	4,27	46,97
E04CA010	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.						4,00	128,09	512,36
E04SA020	m2 SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.						25,00	16,13	403,25
E05AA010	kg ACERO A-42b EN ESTRUCT.SOLDAD Acero laminado A-42b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas NBE-MV.						100,00	1,56	156,00
E07BHB030	m2 FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/VT Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2.						60,00	33,13	1.987,80
E09IFM010	m2 CUB.FIBRO. MINIONDA NATU. Cubierta de placas de fibrocemento perfil Minionda en color natural sobre correas metálicas (sin incluir), i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, encuentros, medios auxiliares y elementos de seguridad, totalmente instalada, s/NTE-QTF-17, medida en verdadera magnitud.						28,00	10,83	303,24
JIM R	ud TANQUE ABONADO 3.500 l Tanque de abonado de 3.500 l para abonado de poliéster y fibra de vidrio para abonos líquidos a distribuir por fertirrigación						1,00	500,00	500,00
JIM R2	ud TANQUE ABONADO 500 l Tanque abonado de 500 l de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por fertirrigación								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							1,00	157,00	157,00
E14AAP020	ud P.BALC.AL.NA.PRACT. 1H. 80x210cm Puerta balconera practicable de 1 hoja para acristalar, de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.						1,00	173,41	173,41
E14AAV040	m2 VENT.AL.NA. PRACTICABLES 1 HOJA Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 1 hoja , menores o iguales a 1 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-2.						0,25	168,65	42,16
TOTAL CAPÍTULO 02 Caseta de riego.....									4.299,96

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Instalación sistema de riego									
E02EM020	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.						486,08	7,88	3.830,31
U13TPB300	m. TUB.PEBD ENTERRADO PE50 PN4 D=110mm Tubería de polietileno alta densidad PE50 para instalación enterrada de red de riego, para una presión de trabajo de 4 kg/cm2., de 110 mm. de diámetro exterior, suministrada en barras, colocada en zanja en el interior de zonas verdes, i/p.p. de elementos de unión, sin incluir la apertura ni el tapado de la zanja, colocada. Para tubería primaria y secundarias.						1.736,00	6,74	11.700,64
U13TGS050	m. TUB.PEBD SFCIE C/GOT.INTEGR c/100cm D=20 Riego superficial por goteo para macizos, realizado con tubería de polietileno de baja densidad con goteo integrado autolimpiante y autocompensante cada 100 cm y cada 75 cm. de 20 mm. de diámetro exterior, así como conexión a la tubería general de alimentación del sector de riego, sin incluir tubería general de alimentación. Incluye conexiones y piezas especiales.						40.702,00	2,13	86.695,26
U13SP230	ud PROGRAM. C/ELECTROVÁLV. 1" (PILA 10AÑOS) Programador intemperie a baterías de 10 años de duración con electroválvula de plástico de 1" de diámetro incorporada, tiempo de programación de 1 a 330 minutos, presión de trabajo de 0,4 a 8 atm., funcionamiento a pilas con apertura manual, i/conexión a la red con racores desmontables, completamente instalada.						1,00	202,86	202,86
U13SV030	ud ELECTROV. 24V REGULADORA CAUDAL 1" Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V. con apertura manual y regulador de caudal, con conexión de 1", completamente instalada sin i/pequeño material.						6,00	37,99	227,94
U13VD020	ud VÁLVULA AUTOMÁTICA DRENAJE 1/2" Válvula de drenaje automático de la red de riego, de 1/2" de diámetro, i/conexión a la red y desagüe, instalada.						1,00	27,78	27,78
U13EB345	ud ELECTROB.BANCAD.1450rpm.15CV-DN100 Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 15 CV de potencia, salida DN100, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, instalada.						1,00	2.940,30	2.940,30
U13L110	ud FILTR.ARENA TANQ.FIB.VIDR.20" Suministro e instalación de filtro de arena, tanque de poliéster y fibra de vidrio, de tipo agrícola, para instalación de riego por goteo/microaspersión, con válvula selectora de 6 vías, toma a D=1,5", i/piezas y accesorios, instalado.						2,00	517,15	1.034,30
U13L015	ud FILTRO INCL. MALLA DE ACERO D=3" Suministro e instalación de filtro de latón de malla de acero D=3", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación, instalado.						1,00	259,97	259,97
U13VR313	ud VÁLV.REG.PRES.PLÁ.ACC.DIR.D=3/4" Válvula reguladora de presión, de plástico, de acción directa, de 3/4 " de diámetro, en red de riego, completamente instalada.						6,00	20,86	125,16

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U13Q010	ud ARQUETA PLÁST.1 ELECTROV.C/TAPA Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, instalada.						6,00	8,05	48,30
TOTAL CAPÍTULO 03 Instalación sistema de riego.....									107.092,82

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Plantación									
JIM 01	ud Análisis de agua						1,00	60,00	60,00
JIM 02	ud Análisis de suelo y subsuelo						1,00	140,00	140,00
JIM 03	ha Subsulado Subsulado anchura de trabajo 1,5 m a profundidad 0,6 m con tractor 120 CV. Incluido tractorista						19,36	78,40	1.517,82
JIM 04	ha Pase de cultivador Pase de cultivador con anchura de trabajo 3 m y profundidad 0,25 m. Incluido tractor de 120 CV, cultivador y tractorista						19,36	33,20	642,75
JIM 05	ha Enmienda magnésica						19,36	1.019,50	19.737,52
JIM 06	ha Labor de vertedera Arado de vertedera con tractor de 120 CV incluido tractorista						19,36	31,60	611,78
JIM 07	ha Pase de cultivador con rulo Pase de cultivador con rulo a 0,15 m de profundidad. Anchura de trabajo 3 m. Tractor de 88 CV. Incluido tractorista.						19,36	33,20	642,75
JIM 08	ud Replanteo Replanteo manual con equipo láser, cuerdas, cinta métrica y estacas, señalando en la totalidad de la parcela la ubicación de postes cabeceros según los planos.						1,00	350,00	350,00
JIM 09	ha Apertura de hoyos Apertura de hoyos de tomillo sinfin.						19,36	64,05	1.240,01
JIM 10	ud Plantación de árboles Tiempo aproximado de 2min/planta. Incluido remolque, tractor de 88 CV y tractorista						1,00	81.402,54	81.402,54
JIM 11	ha Riego de asentamiento Riego de asentamiento con atomizador y tractor de 88cv. Incluido tractorista						19,36	53,90	1.043,50
JIM 12	ha Colocación de mulching Colocación de mulching con corteza de pino en línea de 2m de ancho.						19,36	135,36	2.620,57
TOTAL CAPÍTULO 04 Plantación									110.009,24

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 Seguridad y salud									
JIM SSAL	ud Instalaciones provisionales								
	Alquiler de caseta almacén con aseo de 14,65 metros cuadrados. Incluido el transporte (descarga y recogida)								
							1,00	459,78	459,78
JIM SSAL M	ud Mobiliario de equipamiento								
							1,00	289,39	289,39
JIM SSAL PR	ud Protecciones								
							1,00	139,80	139,80
JIM SEN	ud Señalizaciones								
							1,00	125,45	125,45
TOTAL CAPÍTULO 05 Seguridad y salud									1.014,42
TOTAL									261.360,61

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Nave agrícola	38.944,17	14,90
02	Caseta de riego	4.299,96	1,65
03	Instalación sistema de riego	107.092,82	40,98
04	Plantación	110.009,24	42,09
05	Seguridad y salud	<u>1.014,42</u>	0,39
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	261.360,61	
	13% Gastos generales.....	33.976,88	
	6,00% Beneficio industrial.....	<u>15.681,64</u>	
	SUMA DE G.G y B.I.	49.658,52	
	21% I.V.A.	<u>65.314,01</u>	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	<u>376.333,14</u>	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	376.333,14	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

, a 10 de junio de 2014.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA