



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA

***Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar
superintensivo con riego por goteo en Almagro
(Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a
la empresa agraria***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autor: Paula Valencia Villaescusa

Tutor/a: María Gómez del Campo

Cotutor: Luis Juana Sirgado

Junio de 2025

ÍNDICE DE DOCUMENTOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEXOS

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO



DOCUMENTO I

MEMORIA

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

Autora: Paula Valencia Villaescusa

Curso 2024/202

CONTENIDO

MEMORIA

ANEXO 1: Análisis y diagnóstico de la situación de partida.

ANEXO 2: Objetivo, alternativas estratégicas y metas.

ANEXO 3: Ingeniería del proyecto

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo

ANEXO 5: Ingeniería del riego.

ANEXO 6: Justificación de precios.

ANEXO 7: Programación de la Ejecución

ANEXO 8: Evaluación Económico-Financiera

ANEXO 9: Aspectos Éticos, Económicos, Sociales y Ambientales



MEMORIA

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE MEMORIA

1.	OBJETO DEL PROYECTO	11
1.1.	Naturaleza de la transformación	12
1.2.	Localización.....	12
1.3.	Dimensión del proyecto	13
2.	MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO	13
2.1.	Promotor	14
2.2.	Finalidad del proyecto	14
2.3.	Condicionantes y criterios de valor	14
3.	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA.....	15
3.1.	Condicionantes socioeconómicos	15
3.1.1.	Situación del sector a nivel mundial, nacional y local	15
3.1.2.	Normativa, legislación y ayudas.....	16
3.2.	Condicionantes del medio físico	17
3.2.1.	Topográficos, climáticos y ambientales	17
3.2.2.	Agua de riego.....	18
3.3.	Situación actual.....	18
3.4.	Matriz DAFO	19
4.	OBJETIVO, ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS Y METAS.....	20
4.1.	Objetivos.....	20
4.2.	Alternativas estratégicas	20
4.2.1.	Elección de la variedad.....	20
4.2.2.	Elección del marco de plantación y orientación.....	21
4.2.3.	Elección del sistema de riego	21
4.2.4.	Elección del manejo del suelo	22
4.3.	Metas.....	22
5.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	23

5.1.	Diseño y establecimiento del olivar.....	23
5.1.1.	Encargo del material vegetal	23
5.1.2.	Preparación del terreno	24
5.1.3.	Replanteo y marcado	24
5.1.4.	Plantación	24
5.1.5.	Post-plantación	24
6.	INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO	25
6.1.	Programa productivo.....	25
6.2.	Mantenimiento de la plantación.....	25
6.2.1.	Poda	26
6.2.2.	Manejo del suelo.....	26
6.2.3.	Fertilización.....	27
6.3.	Recolección y transporte.....	27
6.4.	Adquisición de maquinaria	28
6.5.	Sanidad del cultivo.....	29
7.	INGENIERÍA DEL RIEGO	30
7.1.	Diseño agronómico	30
7.1.1.	Necesidades hídricas.....	30
7.1.2.	Caudal por emisor y número de emisores por planta	30
7.1.3.	Dosis y tiempo de riego	31
7.2.	Diseño hidráulico	31
7.2.1.	Determinación de las subunidades	31
7.2.2.	Tuberías primarias, secundarias y terciarias.....	32
7.2.3.	Ramales portagoteros y tuberías portarramales.....	32
7.3.	Cabezal de riego.....	33
7.4.	Instalación del sistema de riego y planificación operativa	34

7.4.1.	Complementos del riego	34
7.4.2.	Instalación de la tubería primaria	34
7.4.3.	Instalación de las tuberías secundarias y terciarias	34
7.4.4.	Instalación de portarramales y ramales portagotos	34
8.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	35
9.	PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN	36
9.1.	Secuencia de actuaciones	36
9.2.	Calendario global	37
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA	39
11.	ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parcelas del Proyecto.....	12
Tabla 2	Resumen de las características de riego para cada subunidad de riego.....	32
Tabla 3	Lámina bruta por mes y año desde la plantación del olivar	35
Tabla 4	Costes anuales de riego para cada año	35
Tabla 5	Diagrama de Gantt de la programación de la ejecución.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Otofoto PNOA 2021 del área de proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	13
Figura 2	Pendiente área de proyecto. Fuente: Elaboración propia	17
Figura 3	Altitud y curvas de nivel área de proyecto. Fuente: Elaboración propia	18
Figura 4	Mapa de orientaciones. Fuente: Elaboración propia	21

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como finalidad la transformación de una finca agrícola ubicada en el término municipal de Almagro, dentro de la provincia de Ciudad Real, mediante la implantación de un olivar en superintensivo con riego localizado por goteo sobre una superficie total de 22,70 ha. Esta actuación responde tanto a un objetivo técnico de mejora de la rentabilidad de la explotación como a un interés estratégico en la incorporación de una joven agricultora al sector, en el marco de los programas de relevo generacional y modernización agraria promovidos por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

La zona de actuación se encuentra dentro de la comarca del Campo de Calatrava, tradicionalmente asociada al cultivo de viñedo, cereal y olivar, en la que en los últimos años se ha detectado una tendencia creciente hacia la reconversión a modelos más productivos y sostenibles, como el olivar intensivo y superintensivo. La existencia de una infraestructura previa de riego, así como la buena adaptación edafoclimática del olivo en esta comarca, refuerzan la idoneidad del proyecto.

La aceituna obtenida se destinará íntegramente a almazaras de la comarca, habiéndose contactado con operadores de proximidad situados en Almagro y Bolaños de Calatrava, los cuales han mostrado interés en la compra de producción ecológica certificada procedente de olivar moderno. En los últimos cinco años, el precio medio de liquidación de la aceituna ecológica en la provincia de Ciudad Real ha oscilado entre 0,50 y 0,90€/kg, con repuntes superiores a 1,00 €/kg en campañas con escasa producción nacional. Estas cifras, unidas a la mecanización y a la reducción de costes operativos en sistemas superintensivos, permiten alcanzar márgenes positivos incluso en años adversos.

El olivar, y especialmente el olivar moderno en seto, presenta importantes ventajas agronómicas, económicas y medioambientales. Además de ser un cultivo perenne de fácil adaptación a terrenos semiáridos, permite una recolección rápida y eficiente con maquinaria cabalgante, reduce las necesidades de mano de obra y ofrece una entrada en producción precoz. A nivel de mercado, la demanda de aceite de oliva virgen extra (AOVE), especialmente ecológico, sigue en aumento tanto en Europa como en mercados emergentes. Las previsiones del Ministerio de Agricultura y de la UE apuntan a una estabilización del precio en origen y a un crecimiento sostenido del consumo de AOVE en Asia y América del Norte, lo que avala la viabilidad del cultivo.

1.1. Naturaleza de la transformación

El proyecto consiste en la reconversión estructural de una finca anteriormente destinada al cultivo de viña en regadío, que fue arrancada en el 2024, hacia un modelo de producción más rentable y sostenible basado en el cultivo de olivar en seto. La transformación abarca tanto la implantación del cultivo como la instalación de infraestructuras agrarias modernas, entre ellas un sistema digitalizado de riego por goteo adaptado a fertirrigación, sensores agroclimáticos y maquinaria especializada para un manejo eficiente del cultivo en ecológico. Se trata por tanto de una actuación integral de puesta en valor y modernización del uso agrario, alineada con los objetivos de la Política Agraria Común (PAC) y del Plan Estratégico Regional.

1.2. Localización

El área del proyecto se encuentra en el término municipal de Almagro, provincia de Ciudad Real, específicamente en el Polígono 28, parajes denominados “Los Gatos Montes”, “Cerro Chaparro” y “La Sierrezuela”. Las parcelas involucradas en el proyecto son las 26, 32, 33 y 219 (Recinto 1), cuya superficie total asciende a 22,70 ha, todas ellas clasificadas como suelo rústico con uso principal agrario. Estas parcelas pertenecen a una explotación agrícola de 100 ha propiedad de un agricultor de Almagro, dedicada anteriormente al cultivo de olivar, viñedo y cereal. En concreto, las 22,70 ha destinadas a este proyecto estaban ocupadas por viñedo, el cual ha sido arrancado, quedando actualmente en barbecho tras las labores asociadas al arranque del cultivo.

A continuación, se detallan las características de las parcelas, incluyendo sus referencias catastrales, superficies, altitudes medias y pendientes promedio (Tabla 2):

Tabla 1 Parcelas del Proyecto

Parcela	Referencia Catastral	Superficie (m²)	Superficie cultivo (m²)	Altitud Promedio (m)	Pendiente Promedio (%)
26	13013A02800 0260000MR	115 346	113 992	628	1,20
32	13013A02800 0320000MI	68 759	58 009	632 (629-637)	2,80 (1,20-8,40)
33	13013A02800 0330000MJ	31 803	30 264	630 (629-631)	1,53 (0,80-1,70)
219 (Recinto1)	13013A02800 2190000MX	24 735	24 735	634	2,80

Pertenece a la comarca del Campo de Calatrava, una zona con tradición agrícola y con una climatología típicamente mediterránea continental, caracterizada por inviernos fríos, veranos secos y calurosos, y precipitaciones irregulares pero suficientes para justificar el uso de riego suplementario. La finca cuenta con acceso por caminos rurales en buen estado, proximidad a servicios agrícolas y disponibilidad de infraestructura hidráulica preexistente, lo que reduce los costes de implantación y facilita las labores de cultivo.



Figura 1 Otofoto PNOA 2021 del área de proyecto. Fuente: Elaboración propia

1.3. Dimensión del proyecto

El proyecto abarca una superficie total de 22,70 ha catastrales, de las cuales se destinarán 20,77 ha netas a cultivo efectivo, tras descontar zonas no productivas, cabeceros y elementos estructurales. La densidad de plantación establecida es de 1666 plantas/ha, en un marco de 4 x 1,5 m, lo que supone un total de 34 602 olivos, más un 10 % adicional de plantones destinados a reposición de marras. La explotación se gestionará bajo manejo ecológico certificado y con criterios de agricultura de precisión, incorporando sensores de humedad y monitorización remota del riego, con un horizonte productivo estimado de 35 años y una plena entrada en producción a partir del 5º año.

2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO

El presente proyecto surge como respuesta a la necesidad de modernizar una explotación agraria de carácter familiar, mediante su transformación en una finca de olivar en seto con riego por goteo, siguiendo criterios de eficiencia agronómica, sostenibilidad ambiental y viabilidad económica.

La iniciativa se enmarca en el contexto de los planes de incorporación de jóvenes a la actividad agraria promovidos por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y cofinanciados por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). El objetivo es favorecer el relevo generacional en el medio rural, incentivando proyectos que, como el presente, introducen innovación y buenas prácticas agronómicas.

2.1. Promotor

La promotora del proyecto es una joven agricultora de Almagro, con formación técnica en el ámbito agrario y experiencia en la gestión de explotaciones agrarias. Su incorporación al sector se produce como continuidad generacional, al asumir la titularidad de una finca hasta ahora gestionada por su padre, que ha sido reconvertida para adaptarla a las exigencias de la olivicultura moderna.

Esta iniciativa representa una apuesta por el desarrollo rural sostenible, con una clara orientación a la innovación, al cultivo ecológico certificado y a la comercialización directa en circuitos de valor añadido. El perfil de la promotora cumple con todos los requisitos establecidos por la convocatoria de ayudas a la incorporación de jóvenes, lo que supone una oportunidad estratégica para acceder a subvenciones y líneas preferentes de financiación.

2.2. Finalidad del proyecto

La finalidad del proyecto es doble: Por un lado, técnica y productiva, busca implantar un modelo de olivar superintensivo en ecológico, con alta densidad de plantación, fertirrigación localizada, mecanización completa y monitorización de variables agroclimáticas, permitiendo optimizar los recursos disponibles y maximizar la eficiencia productiva de la finca.

Por otro lado, social y estratégica, se trata de una actuación que permite la incorporación de una joven agricultora en condiciones favorables, promoviendo el arraigo al territorio, el empleo estable en el medio rural y el mantenimiento del uso agrario frente al abandono o el infrauso de tierras.

2.3. Condicionantes y criterios de valor

El diseño del proyecto ha estado condicionado por una serie de factores técnicos, normativos y territoriales que han guiado la toma de decisiones. Entre los más relevantes

se encuentran:

- Condicionantes edafoclimáticos, como la textura franco-arcillo-arenosa del suelo, la topografía ligeramente ondulada y el régimen de precipitaciones propio de la comarca del Campo de Calatrava, que justifican el uso de riego localizado y el cultivo de variedades adaptadas.
- Condicionantes normativos y de ayuda pública, dado que el proyecto se adapta a los criterios establecidos por la Intervención 6841.2 del PEPAC 2023-2027, lo que permite acceder a subvenciones a fondo perdido para la compra de maquinaria y sensores, así como al apoyo a la instalación de jóvenes agricultores.
- Criterios de sostenibilidad ambiental, que han llevado a optar por un manejo ecológico certificado, sin herbicidas ni productos de síntesis, con cubiertas vegetales y control mecánico de malas hierbas, en línea con los objetivos del Pacto Verde Europeo y la estrategia De la Granja a la Mesa.
- Criterios de eficiencia y rentabilidad, ya que el sistema de plantación en seto permite una mecanización integral de la recolección, reduciendo los costes de mano de obra y asegurando precios de venta más competitivos gracias a la obtención de aceite ecológico de alta calidad.

3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA.

3.1. Condicionantes socioeconómicos

3.1.1. Situación del sector a nivel mundial, nacional y local

El cultivo del olivo ocupa un lugar destacado dentro del sector agrario global, especialmente en regiones mediterráneas, donde su expansión y consolidación se han visto reforzadas por su gran adaptabilidad a suelos pobres y climas semiáridos. A nivel mundial, en el año 2022 se registraron máximos históricos tanto en superficie cosechada como en volumen de producción, reflejando una tendencia creciente hacia su implantación en zonas donde antes era marginal.

En el ámbito nacional, España ha reforzado su posición como principal productor mundial de aceituna. Desde los años 60 hasta la actualidad, la producción se ha multiplicado por cinco, superando los 10 millones de toneladas en campañas recientes. Este crecimiento ha estado acompañado de una evolución en los modelos de cultivo, apostando por sistemas intensivos y superintensivos que han mejorado notablemente los rendimientos

por hectárea gracias a la mecanización y a la gestión eficiente del riego y la fertilización. A la vez, la superficie dedicada al olivar ha crecido de forma sostenida, acercándose a los 3 millones de hectáreas, aunque con ciertas oscilaciones puntuales.

Dentro del territorio nacional, Andalucía lidera ampliamente la producción olivarera, seguida por Extremadura y Castilla-La Mancha. En esta última comunidad, destacan especialmente las provincias de Ciudad Real y Toledo, donde se ha producido un aumento progresivo del olivar moderno. El municipio de Almagro, donde se ubica el presente proyecto, se enmarca dentro de esta dinámica regional de modernización y apuesta por sistemas productivos más eficientes.

Desde el punto de vista del comercio exterior, España es el mayor exportador mundial de aceite de oliva, con Italia, Estados Unidos, Portugal y Francia como principales destinos. También realiza importaciones estratégicas de países como Portugal, Túnez o Turquía, en función de las necesidades del mercado. Esta doble posición de liderazgo en importación y exportación refleja el importante papel del país en el equilibrio del mercado global del aceite.

3.1.2. Normativa, legislación y ayudas.

El marco normativo que regula este tipo de actuaciones viene definido por la PAC y por la normativa autonómica específica para Castilla-La Mancha. En particular, el proyecto se alinea con las líneas de actuación previstas en el nuevo Plan Estratégico de la PAC 2023-2027, que establece medidas de apoyo a la modernización de explotaciones y a la incorporación de jóvenes al sector agrario.

Entre las ayudas disponibles, destacan las recogidas en la Intervención 6841.2 del programa de desarrollo rural, que contempla subvenciones para la adquisición de maquinaria y equipamientos agrarios orientados a la sostenibilidad, la digitalización y la mejora de la eficiencia en el uso de recursos.

Además, el proyecto cumple con los requisitos para solicitar la ayuda a la instalación de jóvenes agricultores, ya que la promotora se incorpora por primera vez a la actividad agraria como titular de la explotación. Esta línea de ayuda permite acceder a una prima de incorporación y a condiciones más favorables en las inversiones, con un porcentaje de subvención que puede alcanzar hasta el 60 %.

3.2. Condicionantes del medio físico

3.2.1. Topográficos, climáticos y ambientales

El área donde se proyecta la plantación presenta una topografía suavemente ondulada, con pendientes generalmente inferiores al 3 %. Este relieve facilita tanto la mecanización integral del cultivo como el manejo del riego localizado, sin necesidad de realizar grandes movimientos de tierra ni trabajos de nivelación costosos.



Figura 2 Pendiente área de proyecto. Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista climático, la zona se enmarca dentro del clima mediterráneo continentalizado, caracterizado por inviernos fríos, veranos secos y calurosos y precipitaciones irregulares concentradas principalmente en primavera y otoño. La temperatura media anual se sitúa en torno a los 15 °C, con mínimas absolutas por debajo de los -6 °C en los meses más fríos, y máximas que superan los 35 °C en verano. La pluviometría media anual alcanza valores entre 400 y 500 mm, lo que, unido a los veranos secos y prolongados, justifica plenamente el uso de riego suplementario.

El balance hídrico muestra una marcada sequía estival, por lo que se considera necesario el uso de estrategias de riego deficitario controlado, especialmente en el periodo de endurecimiento del hueso, donde el cultivo puede tolerar una ligera reducción del aporte hídrico sin comprometer la producción ni la calidad del aceite. En cuanto al viento, predominan los flujos del oeste y suroeste, sin incidencia significativa en el cultivo.

Respecto a la altitud, las parcelas se encuentran en cotas comprendidas entre 610 y 630m sobre el nivel del mar, lo que se traduce en una buena ventilación y una baja incidencia

de heladas tardías en primavera. No se han identificado restricciones medioambientales en la zona de actuación.

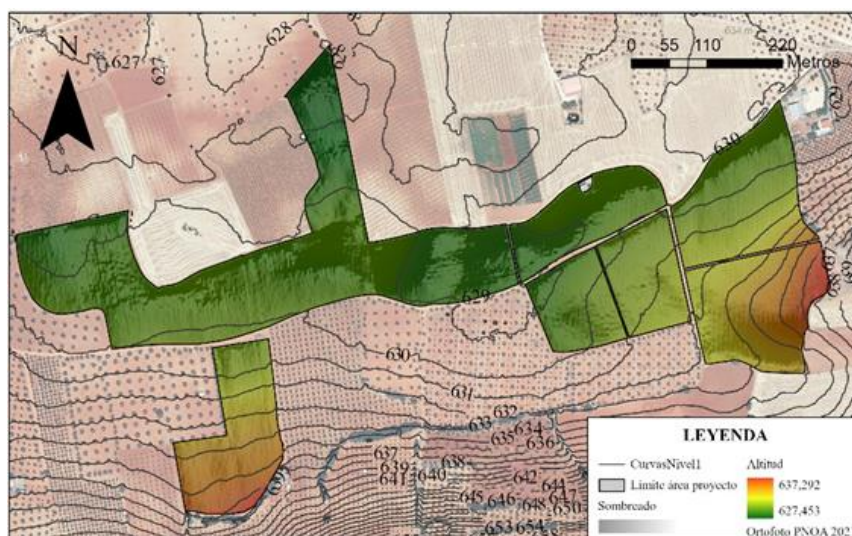


Figura 3 Altitud y curvas de nivel área de proyecto. Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Agua de riego

La finca dispone de acceso a agua subterránea procedente de la masa de agua Campo de Calatrava, con una dotación autorizada de 1350 m³/ha y año. Este volumen es compatible con el manejo del cultivo en superintensivo con técnicas de fertirrigación ajustadas y estrategias de ahorro hídrico. Aunque la finca cuenta con 3 pozos para el área de proyecto únicamente se dispone de dos de ellos.

El análisis del agua disponible revela una conductividad eléctrica adecuada y una relación de adsorción de sodio (RASa) dentro de los márgenes aceptables para el uso agrícola, por lo que se considera apta para el riego del olivo sin restricciones especiales.

3.3. Situación actual

En el momento de redactar el proyecto, la finca se encuentra en barbecho, tras haber sido destinada anteriormente al cultivo de viñedo en regadío, el cual fue arrancado el año anterior debido a su escasa rentabilidad. Esta situación representa una oportunidad para llevar a cabo una reconversión estructural de la explotación, aprovechando tanto la infraestructura de riego preexistente como el acceso a ayudas para jóvenes agricultores.

El suelo presenta una textura franco-arcillo-arenosa con buena capacidad de retención hídrica, niveles de materia orgánica moderados y valores adecuados de pH y conductividad. El análisis de calicatas ha permitido constatar la presencia de un perfil edáfico homogéneo, sin limitaciones graves para el desarrollo del cultivo.

En cuanto a la maquinaria disponible, la promotora cuenta con dos tractores (120 y 90CV), dos remolques de 15 t, una trituradora de martillos fija para triturar restos de poda de 1,80 m, otra trituradora de martillos para desbrozar de 2,40 m, un cultivador de 5,55m y un rulo de 3 m, así como dos tijeras eléctricas y una motosierra eléctrica de pértiga. Además, disponen de una nave agrícola situada junto a la finca, lo que facilita el almacenamiento y el mantenimiento de los equipos necesarios para la explotación.

3.4. Matriz DAFO

A continuación, se presenta el análisis DAFO del proyecto, teniendo en cuenta los factores internos y externos que influyen en su desarrollo:

DEBILIDADES

- Dependencia de maquinaria específica y de alto coste.
- Elevados costes iniciales de implantación del sistema superintensivo y riego por goteo.
- Riesgo de compactación del suelo por mecanización intensiva.
- Limitaciones en la disponibilidad de recursos hídricos en períodos de sequía prolongada.
- Necesidad de conocimientos técnicos avanzados en fertirrigación y manejo del sistema superintensivo.

FORTALEZAS

- Adaptación del cultivo del olivo a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.
- Compatibilidad del agua de riego disponible con las exigencias del cultivo del olivo.
- Alta mecanización del sistema, lo que reduce los costes operativos a largo plazo.
- Proximidad a mercados y buenas comunicaciones con pueblos y ciudades.
- Diversificación productiva frente a otros cultivos menos rentables como la vid.

AMENAZAS

- Competencia en el mercado del aceite de oliva con otras regiones más productivas, como Andalucía.
- Fluctuaciones en los precios del aceite de oliva en mercados nacionales e internacionales.
- Incremento de restricciones normativas sobre el uso del agua y productos fitosanitarios.
- Impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua y en el estrés térmico del cultivo.

OPORTUNIDADES

- Disponibilidad de ayudas públicas para jóvenes agricultores y modernización de explotaciones.
- Posibilidad de expandir la superficie cultivada en parcelas colindantes.
- Incremento de la demanda de aceite de oliva virgen extra en mercados internacionales.
- Incorporación de tecnologías de agricultura de precisión y digitalización de la explotación.

4. OBJETIVO, ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS Y METAS.

4.1. Objetivos

El objetivo principal del presente proyecto es llevar a cabo la transformación integral de una explotación agraria ubicada en el término municipal de Almagro (Ciudad Real) mediante la implantación de un olivar superintensivo en ecológico con riego por goteo, con una superficie cultivada de 22,70 ha. Esta actuación permitirá optimizar los recursos disponibles, mejorar la rentabilidad de la finca y facilitar la incorporación efectiva de una joven agricultora al sector primario.

Entre los objetivos específicos del proyecto se encuentran:

- Reconvertir la finca, anteriormente dedicada al cultivo de viña, en una explotación moderna y mecanizable de olivar en seto.
- Actualizar el antiguo sistema de riego localizado con posibilidad de fertirrigación, controlado mediante sensores y tecnologías de agricultura de precisión.
- Seleccionar variedades adaptadas al medio, con buena respuesta agronómica bajo manejo ecológico y potencial para obtener aceites de calidad.
- Integrar tecnologías de mecanización completa, desde la plantación hasta la recolección, reduciendo los costes operativos y aumentando la eficiencia.
- Favorecer la sostenibilidad mediante el uso de cubiertas vegetales y fertilización racional.

4.2. Alternativas estratégicas

Para alcanzar los objetivos planteados, se han analizado diferentes alternativas en el diseño agronómico, técnico y productivo del olivar. A continuación, se detallan las decisiones adoptadas, justificadas desde el punto de vista técnico y en base a las condiciones de partida de la finca.

4.2.1. Elección de la variedad

Tras evaluar distintas opciones aptas para sistemas superintensivos, se ha optado por la variedad Lecciana, seleccionada por su buen comportamiento agronómico en las condiciones climáticas de Almagro. Esta variedad, resultado del cruce entre “Arbosana” y “Leccino”, presenta un porte reducido, buena resistencia al frío y al estrés hídrico, y entrada precoz en producción.

Otras variedades como Arbequina, Koroneiki o Arbosana fueron consideradas inicialmente, pero se descartaron por presentar mayor sensibilidad al frío o menor estabilidad frente al estrés hídrico. También se valoró la Cornicabra, variedad autóctona de la zona, pero fue descartada por su baja productividad en seto y sus limitaciones en manejo ecológico.

4.2.2. Elección del marco de plantación y orientación

El diseño del olivar se basa en un marco de plantación de 4 x 1,5 m, lo que proporciona una densidad de 1666 árboles/ha, adaptada al cultivo en seto y compatible con el uso de cosechadoras cabalgantes. Este marco garantiza una buena interceptación de luz, una adecuada ventilación entre plantas y facilita el paso de la maquinaria por las calles.

Se han definido orientaciones N-S con cierta inclinación hacia NO-SE en la mayoría de parcelas y NE-SO con cierta inclinación hacia E-O, en las dos parcelas seleccionadas en la Figura 4 optimizan la producción ecológica y la mecanización.



Figura 4 Mapa de orientaciones. Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Elección del sistema de riego

El sistema adoptado es un riego localizado por goteo superficial, con posibilidad de fertirrigación y control remoto. Se aprovechará parte de la infraestructura preexistente del viñedo, incorporando nuevos elementos como electroválvulas y un nuevo sistema de fertirrigación para el pozo menor.

El sistema se dimensiona en función de la dotación autorizada por la confederación (1350m³/ha y año), e integra sensores de humedad en suelo, programadores y control mediante aplicación móvil. Se aplicará riego deficitario controlado (RDC) en los meses de verano, para optimizar el uso del agua y mejorar la calidad del aceite.

4.2.4. Elección del manejo del suelo

El manejo del suelo se realizará mediante prácticas acordes al cultivo ecológico, evitando el uso de herbicidas. Se implantará una cubierta vegetal de leguminosas (*Trifolium* spp.), que fijan nitrógeno, mejoran la estructura y reducen la erosión.

El control de las malas hierbas se efectúa mediante desbroce mecánico e intercepas, con frecuencia variable según la emergencia de arvenses. Además, se aplicará humus de lombriz como enmienda orgánica de fondo antes de llevar a cabo la plantación y tras la plantación se aplicará humus líquido por fertirrigación y fertilización foliar.

4.3. Metas

Las metas del presente proyecto se definen como los resultados concretos que se espera alcanzar a corto, medio y largo plazo mediante la implantación y consolidación del presente proyecto.

Estas metas se estructuran en tres bloques fundamentales:

Metas productivas

- Alcanzar una densidad final de 34 602 olivos plantados sobre 20,77 ha útiles, con un marco de 4 x 1,5 m, optimizado para recolección mecanizada.
- Iniciar la entrada en producción a partir del tercer año, con un rendimiento creciente hasta alcanzar la plena producción estimada en el año 5.
- Obtener una producción estabilizada superior a 10 000 kg/ha a partir del año 5, basada en datos de explotaciones de referencia con condiciones similares.

Metas técnicas

- Lograr la implantación completa del sistema de riego por goteo con fertirrigación integrada, sensores de humedad y control remoto antes del inicio del primer ciclo.
- Ejecutar el plan de fertilización ecológica, incluyendo enmienda orgánica de fondo, fertirrigación y fertilización foliar, garantizando el equilibrio nutricional del cultivo.
- Aplicar un sistema de poda mecanizable, adaptado a las necesidades del seto, que asegure la accesibilidad a la cosechadora y el mantenimiento de la estructura.
- Establecer una cubierta vegetal permanente a base de leguminosas en todas las calles de la plantación para mejorar la fertilidad, reducir la erosión y aumentar la biodiversidad del suelo.

Metas económicas y sociales

- Conseguir la incorporación efectiva de la promotora como joven agricultora, accediendo a las ayudas públicas contempladas por la intervención 6841.2 del PEPAC.
- Generar una rentabilidad neta positiva desde el quinto año, una vez amortizadas las principales inversiones y alcanzada la producción estable.
- Garantizar la viabilidad económica de la explotación durante los próximos 35 años, horizonte considerado como vida útil media del olivar en seto en regadío.

Todas estas metas se han planificado de acuerdo con la programación técnica y económica del proyecto, contemplada en los anexos correspondientes, y serán objeto de seguimiento y ajuste a lo largo de la ejecución y desarrollo de la explotación.

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Diseño y establecimiento del olivar

El diseño del olivar proyectado ha sido desarrollado en base a un enfoque de alta densidad en seto con criterios de eficiencia agronómica, mecánica y económica, adaptado a las condiciones edafoclimáticas de la finca situada en el término municipal de Almagro (Ciudad Real).

La superficie total de la explotación es de 22,70 ha, aunque la superficie neta cultivable ha quedado establecida en 20,77 ha, una vez descontadas las áreas no productivas, márgenes y cabeceros necesarios para la circulación de maquinaria. El diseño de plantación adopta un marco de 4 x 1,5 m, con una densidad resultante de 1666 plantas/ha, lo que implica un total de 34 602 olivos.

5.1.1. Encargo del material vegetal

Una vez determinado el número de plantas necesarias (34 602 unidades), se ha previsto un 10 % adicional para reponer marras, totalizando un pedido de 38 062 plantones de variedad Lecciana, solicitados a un vivero situado dentro de la zona de influencia del proyecto.

El material vegetal debe cumplir las siguientes características: planta certificada, formada a un solo eje a 60 cm, altura aproximada de 1 m, edad entre 6 y 8 meses y sistema radicular

desarrollado. Se recomienda formalizar el pedido con al menos un año de antelación, y verificar el estado del mismo mediante visita previa al vivero

5.1.2. Preparación del terreno

Las labores de preparación del suelo se dividen en varias fases:

- Subsolado: Se realiza con una profundidad estándar de 70 cm para romper capas compactadas. En zonas donde se conservan tuberías antiguas del viñedo, esta profundidad se reduce a 30 cm para evitar daños.
- Aplicación de enmienda orgánica: Se incorpora humus de lombriz sólido, en base a los niveles detectados de materia orgánica (entre 0,62 y 1,08 g/100g), con el objetivo de alcanzar valores óptimos cercanos al 2 %.
- Pase de cultivador: Tras el abonado de fondo, se pasa el cultivador de 37 dientes y 5,55 m de ancho para mezclar el humus con el perfil superficial.

Estas labores deben finalizar al menos un mes antes de la plantación, permitiendo un asentamiento adecuado del terreno.

5.1.3. Replanteo y marcaeo

Con el terreno preparado, se procede al replanteo mediante sistema de autoguiado RTK, que asegura la precisión en el trazado del marco de plantación y permite mantener una alineación uniforme en el cultivo.

Se respetan los cabeceros de 6 m entre las filas y el límite de la parcela para garantizar la maniobrabilidad de los equipos de laboreo y cosecha. Esta fase debe completarse justo antes de la llegada del material vegetal.

5.1.4. Plantación

La plantación se lleva a cabo con máquina plantadora suspendida, lo que permite realizar en un solo paso la apertura del hoyo, colocación del plantón, tutor y protector. Esta operación se prevé realizar en el mes de marzo o principios de abril, en función de las condiciones meteorológicas.

5.1.5. Post-plantación

Se procede a la instalación de los ramales portagoteros, se realiza el riego inicial de 15L/pie y se colocan de los postes y el alambre a 80 cm.

A partir de abril se realizará una supervisión del estado del cultivo para reponer

manualmente las plantas no arraigadas. El control de malas hierbas se llevará a cabo cada dos meses mediante pases de cultivador de 3,5 m con intercepa, trabajando a 15-20 cm de profundidad. Se recomienda adquirir este apero por su versatilidad, ya que permite usar solo el intercepa en labores posteriores y reinstalar los brazos del cultivador si fuera necesario romper capas compactadas o levantar la cubierta vegetal.

Con este diseño y metodología de implantación, se garantiza una mecanización integral del cultivo, desde la poda hasta la recolección, facilitando un manejo técnico avanzado y compatible con la producción ecológica.

6. INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

6.1. Programa productivo

El ciclo de vida del olivar en sistema superintensivo se estima en torno a 35 años, considerando factores como el envejecimiento del seto, el aumento de la competencia entre plantas y el coste de renovación. Durante los primeros cinco años, el cultivo presenta una rápida entrada en producción, alcanzando valores próximos a su rendimiento máximo. A partir del año 10, puede observarse un ligero descenso en la productividad, asociado al aumento del sombreado y a la necesidad de intensificar las labores de poda y renovación estructural.

El modelo de evolución de la producción se ha construido tomando como referencia datos de fincas similares en regadío, plantadas con la variedad Arbequina. Dado que la variedad Lecciana elegida en este proyecto presenta características agronómicas comparables, se ha considerado que el comportamiento será similar.

6.2. Mantenimiento de la plantación

Una vez finalizada la implantación del olivar, se deben aplicar una serie de prácticas agronómicas destinadas a asegurar un desarrollo óptimo del cultivo y a mantener su viabilidad productiva en el tiempo. Estas actuaciones se orientan al control del crecimiento vegetativo, al equilibrio nutricional del árbol, al manejo sostenible del suelo y a la prevención de plagas y enfermedades, en el marco de una gestión ecológica certificada.

6.2.1. Poda

El sistema de poda seleccionado está diseñado para preservar la arquitectura del seto productivo dentro de las dimensiones operativas de la maquinaria de recolección cabalgante, asegurando tanto la eficiencia en la cosecha como la sanidad y longevidad del cultivo.

La poda será principalmente mecánica, mediante cortes laterales anuales y despunte de la parte superior cada dos o tres años, con el fin de mantener la altura del seto por debajo de los 2,60 m y un ancho de copa de 1 m. Para permitir una correcta penetración de la luz, buena aireación y accesibilidad total a la cosechadora sin comprometer la estructura del olivo.

Durante los primeros años tras la plantación se aplicará una poda de formación ligera, orientada a conducir el crecimiento vertical y lateral del olivo hacia la forma en seto. Para ello se emplearán herramientas eléctricas manuales, ya disponibles en la explotación, entre ellas tijeras eléctricas de poda para intervenciones a baja altura y una motosierra eléctrica telescópica para el despunte del eje principal.

Los residuos de poda serán gestionados in situ mediante su trituración con la trituradora de martillos fija de 1,80 m de ancho, también propiedad de la promotora, lo que permite restituir la materia orgánica al suelo.

6.2.2. Manejo del suelo

El manejo del suelo se ajusta a los principios de la producción ecológica, priorizando la conservación de la estructura, el control de la erosión y la mejora de la fertilidad. Se establece una cubierta vegetal a base de leguminosas de ciclo corto-medio y porte rastrero, concretamente con especies del género *Trifolium subterraneum*, que permiten fijar nitrógeno atmosférico y competir con la flora arvense.

La siembra de la cubierta se realiza en otoño, tras un pase de cultivador, con una dosis de 20-25 kg/ha, y una posterior compactación ligera con el rulo. El control de la cubierta se lleva a cabo mediante desbroce mecánico en primavera y en junio si fuera necesario, utilizando una trituradora de martillos de 2,4 m, si bien se contempla la adquisición futura de una trituradora de 3,5 m para aumentar la eficiencia del proceso.

En las líneas de plantación, donde no actúa la trituradora, se utilizará un intercepa

mecánico, realizando un pase cada dos meses aproximadamente, en función del desarrollo de las malas hierbas.

6.2.3. Fertilización

La fertilización se diseña bajo criterios ecológicos, combinando aportes orgánicos sólidos, fertirrigación y aplicaciones foliares. Como abonado de fondo, se ha aplicado humus de lombriz sólido, incorporado mediante pase de cultivador.

Durante la fase productiva, se realizará una fertirrigación ajustada a las necesidades del cultivo, utilizando formulaciones permitidas en agricultura ecológica. Además, se complementará con fertilización foliar, aplicando productos ricos en nutrientes esenciales como nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio, boro y aminoácidos, distribuidos según las fases fenológicas del olivo.

Para la aplicación de los fertilizantes foliares se utilizará un atomizador hidráulico arrastrado, adaptado al marco de 4 x 1,5 m, asegurando una distribución homogénea y evitando pérdidas por deriva.

6.3. Recolección y transporte

La recolección en el sistema de olivar superintensivo proyectado se realizará de forma totalmente mecanizada mediante el uso de cosechadora cabalgante autopropulsada, diseñada específicamente para trabajar sobre setos con estructura uniforme y marcos estrechos. Este tipo de maquinaria permite realizar la cosecha en una sola pasada con elevada eficiencia y mínimos daños al árbol, favoreciendo la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

La elección de este método responde a varios factores:

- Reducción significativa del coste por kilo recolectado.
- Menor dependencia de mano de obra.
- Posibilidad de ajustar el momento óptimo de recolección en función de la maduración del fruto.

El periodo ideal para la cosecha se sitúa entre finales de octubre y principios de noviembre, con el objetivo de lograr un equilibrio entre rendimiento graso y calidad del aceite, asegurando un contenido fenólico adecuado y una baja acidez, conforme a los estándares exigidos para la producción de AOVE ecológico de alta calidad.

El fruto recolectado será transportado en el mismo día a almazaras cercanas, situadas en los municipios colindantes, con las que se han mantenido contactos previos. El transporte se realizará mediante los dos remolques con los que cuenta la explotación de 15 t cada uno, que permiten garantizar un traslado rápido y sin demoras, minimizando así el riesgo de fermentación y pérdida de calidad.

6.4. Adquisición de maquinaria

El planteamiento técnico del presente proyecto contempla la adquisición de maquinaria específica para garantizar un manejo eficiente y sostenible del cultivo en condiciones de producción ecológica. Dado el marco operativo de la explotación, se justifica la inversión en los siguientes equipos:

- Tractor de 160 CV con sistema de autoguiado GNSS: Su potencia permite realizar labores pesadas como la trituración de restos, el laboreo profundo o el transporte de agua y cosecha. La incorporación de autoguiado ayuda a optimizar el consumo de insumos, reducir solapes y facilitar la futura implementación de estrategias de agricultura de precisión.
- Desbrozadora de martillos de 3,5 m: Dimensión adecuada para cubrir la anchura de las calles del olivar superintensivo (4 m) en una sola pasada, lo que permite un control eficaz de las cubiertas vegetales con una elevada eficiencia de trabajo, reduciendo costes operativos.
- Cultivador con intercepas de 3,55 m: Imprescindible para el control mecánico de malas hierbas en la línea de cultivo, cumpliendo con los requisitos del manejo ecológico del suelo y evitando el uso de herbicidas químicos. Su ancho garantiza compatibilidad con la estructura del marco de plantación.
- Atomizador arrastrado de eje centrado de 1000 L: Especialmente diseñado para tratamientos fitosanitarios en plantaciones en seto, incorpora una presión de trabajo regulable entre 10 y 20 bar y un caudal ajustable entre 200 y 400 L/ha. Su anchura inferior a 3,75 m permite una maniobrabilidad adecuada entre calles, cumpliendo con las exigencias de aplicación en sistemas intensivos y ecológicos.

Esta dotación de maquinaria responde a criterios de funcionalidad, eficiencia energética y adecuación al modelo productivo planteado, permitiendo un manejo autónomo y tecnificado de la explotación desde sus primeras fases de desarrollo.

6.5. Sanidad del cultivo

La estrategia de sanidad vegetal en esta explotación se fundamenta en los principios de prevención y control integrado, adaptados al manejo ecológico certificado. Se han identificado como principales amenazas las siguientes plagas y enfermedades:

Plagas más comunes:

- *Prays oleae* (polilla del olivo)
- *Bactrocera oleae* (mosca del olivo)
- *Euzophera pinguis* (barrenillo)
- *Saissetia oleae* (cochinilla)
- Ácaros del olivo
- *Palpita unionalis* (polilla del olivo)

Enfermedades frecuentes:

- Repilo (*Venturia oleaginea*)
- Tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi*)
- Verticilosis (*Verticillium dahliae*)
- Antracnosis (*Colletotrichum* spp.)
- Negrilla y aceituna jabonosa como patologías asociadas a la presencia de plagas o condiciones desfavorables

Para hacer frente a estos riesgos, se ha elaborado un calendario de gestión fitosanitaria (véase el Anexo N°4) que contempla tanto actuaciones preventivas como intervenciones localizadas cuando sea necesario. Este calendario se estructura especialmente para los primeros tres años, donde la planta es más vulnerable.

Las herramientas de protección utilizadas serán productos autorizados para producción ecológica, incluyendo:

- Cobres, azufres, extractos vegetales y microorganismos beneficiosos.
- Trampas cromotrópicas y feromonas para monitoreo de insectos.
- Prácticas como la trituración de restos de poda y la eliminación de focos de infección.

Además, se prevé la colocación de sensores agroclimáticos y estaciones meteorológicas, que permitirán realizar una monitorización remota del cultivo, anticipando condiciones favorables para la aparición de plagas o enfermedades.

7. INGENIERÍA DEL RIEGO

7.1. Diseño agronómico

El diseño del sistema de riego se ha realizado con el objetivo de garantizar el suministro hídrico necesario para el desarrollo del olivar superintensivo, optimizando el uso del agua disponible en la masa de agua subterránea Campo de Calatrava, con una dotación autorizada de 1350 m³/ha/año. El sistema proyectado es de riego localizado por goteo superficial (se busca aprovechar la antigua instalación de riego al contar con apenas 2 años y haber comprobado que se encontraba en buenas condiciones), con posibilidad de fertirrigación, y adaptado a la geometría y topografía de las parcelas.

Este diseño considera tanto la fase de implantación como el estado adulto del cultivo, ajustando las dosis y frecuencias de riego mediante criterios de balance hídrico y la implementación de sensores de humedad y sistemas de control remoto.

7.1.1. Necesidades hídricas

El olivo, si bien es un cultivo resistente a la sequía, responde positivamente a un manejo racional del riego, especialmente en sistemas superintensivos (Orgaz *et al.*, 2017). Para el cálculo de las necesidades hídricas se ha utilizado la metodología FAO 56, integrando los valores de evapotranspiración de referencia (ET_0), coeficiente del cultivo (K_c) y coeficiente reductor por superficie cubierta (K_r).

Considerando el marco de plantación de 4 x 1,5 m (1666 plantas/ha) y un ancho de copa medio de 1 m, la superficie cubierta (S_c) es del 25 %. Aplicando la fórmula de Fereres *et al.* (1981), se obtiene un K_r de 0,5. Para el valor medio del K_c se ha adoptado 0,55, según Orgaz *et al.* (2017), por ser adecuado en condiciones de riego localizado.

Así, la evapotranspiración del cultivo (ET_c) se calcula como:

$$ET_c = ET_0 \times K_c \times K_r$$

Durante la fase de endurecimiento del hueso (julio-agosto) se aplicará una estrategia de RDC, limitando los aportes a 27 mm/mes, valor compatible con la dotación hídrica autorizada y el comportamiento fisiológico del olivo.

7.1.2. Caudal por emisor y número de emisores por planta

El sistema de riego se basa en una red de ramales portagoteros que abastecen a cada línea de plantación. Cada árbol dispondrá de dos emisores, colocados a ambos lados del tronco,

con un caudal unitario de 3 L/h por emisor.

De este modo, el caudal por planta es de 6 L/h, lo que permite una distribución adecuada en el bulbo húmedo y evita saturación en el entorno radicular. Esta configuración es suficiente para cubrir la demanda del cultivo en sus diferentes estados fenológicos, ajustando el tiempo de funcionamiento del sistema según la época del año.

7.1.3. Dosis y tiempo de riego

La planificación operativa del riego se ha realizado mediante un balance hídrico mensual, que considera la precipitación efectiva, la ET_c , la capacidad de almacenamiento del suelo (DASP) y las extracciones del cultivo.

A partir del análisis edafológico, se ha estimado un DASP de 90 mm, valor que permite ajustar el riego evitando excesos y asegurando la disponibilidad de agua en el perfil útil.

El tiempo de riego por sector se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo (h)} = \text{Lámina neta requerida (mm)} / \text{Aplicación horaria (mm/h)}$$

Donde la aplicación horaria se calcula en función del caudal de emisores y separación entre ellos, ajustada al número de árboles por hectárea. Esta fórmula se aplica para determinar la duración de cada turno de riego, permitiendo una gestión precisa y eficiente del recurso.

7.2. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico del sistema de riego tiene como finalidad garantizar una distribución uniforme del agua a lo largo de toda la explotación, optimizando presiones, caudales y eficiencia energética. Para ello, se ha llevado a cabo una sectorización técnica, junto con el dimensionamiento hidráulico de las tuberías principales, secundarias, terciarias, portarramales y ramales portagoteros.

7.2.1. Determinación de las subunidades

La explotación se divide en 6 sectores principales, que a su vez se fragmentan en 8 subunidades de riego, definidas en función de la topografía, superficie cultivable y características hidráulicas del sistema, como se puede observar en el Plano N°3. Esta sectorización permite distribuir los caudales de forma equilibrada y facilitar el control mediante válvulas independientes, optimizando los turnos de riego.

Tabla 2 Resumen de las características de riego para cada subunidad de riego.

Subunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Nº Olivos	3227	5804	2101	5806	4631	4342	4923	3788	34622
Superficie total olivos (ha)	1,936	3,4825	1,2606	3,4836	2,7786	2,6049	2,9539	2,270	20,77
Separación Ramales (Sr)	4	4	4	4	4	4	4	4	
Separación Goteros (S)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Emisores /olivo	2	2	2	2	2	2	2	2	
Total Emisores	6453	11608	4202	11612	9262	8683	9846	8142	51821
Caudal/gotero (L/h)	3	3	3	3	3	3	3	3	
Caudal Total (m ³ /h)	19,36	34,825	12,606	34,836	27,786	26,049	29,539	24,426	155,462

Cada subunidad dispone de tomas de riego propias y puntos de control que permiten realizar programaciones específicas, adaptadas a las condiciones del cultivo y a la eficiencia del sistema. Las subunidades están conectadas a la red principal a través de arquetas y tuberías ya existentes, que han sido evaluadas para su reutilización.

7.2.2. Tuberías primarias, secundarias y terciarias

Las antiguas tuberías primarias, secundarias y terciarias han sido verificadas para su aprovechamiento en la nueva red de riego considerando la superficie regada por cada subunidad, la longitud de las líneas, la altitud del terreno y las pérdidas de carga acumuladas. La red principal cuenta con tuberías de mayor diámetro (110 mm), que alimentan las líneas secundarias (60 mm) y terciarias (53 mm), a través de válvulas de seccionamiento y control ubicadas en las arquetas existentes.

El punto más desfavorable se ha calculado mediante el análisis de pérdidas lineales y singulares, evaluando la presión mínima requerida para asegurar el funcionamiento de los emisores. En base a este estudio, se ha confirmado la viabilidad hidráulica del sistema en toda la finca.

7.2.3. Ramales portagoteros y tuberías portarramales

Los ramales portagoteros constituyen el último tramo del sistema y van instalados sobre la línea de plantación, distribuyendo el caudal a cada planta mediante emisores integrados. Estos ramales tienen un caudal de diseño de 3 L/h por emisor, con una presión de trabajo media de 2 bar.

Las tuberías portarramales se han comprobado, al igual que el resto de las tuberías, para

abastecer a líneas de cultivo, asegurando que la presión y el caudal sean suficientes para mantener una uniformidad de aplicación adecuada incluso en el punto más desfavorable. Para ello, se ha calculado su longitud equivalente, pérdidas de carga y velocidad de circulación, utilizando criterios de diseño agronómicamente eficientes.

Las tuberías empleadas, como ya se ha mencionado, son las de la antigua red de riego, estas son de polietileno de alta densidad (PEAD), con diámetros y longitudes que permiten mantener una pérdida de carga máxima tolerable y una presión mínima en los extremos de cada subunidad.

7.3. Cabezal de riego

El sistema de riego cuenta con dos cabezales instalado cada uno de ellos en una caseta de riego, que integra los componentes siguientes del sistema: filtrado, control de presión, fertirrigación (solo en la caseta del pozo mayor) y automatización. El cabezal incluye:

- Prefiltro ciclónico, que separa partículas gruesas.
- Filtro de anillas, para retención de sólidos finos.
- Bombas adaptadas a las necesidades de presión y caudal.
- Sistema de fertirrigación, con tanque de fertilizantes, inyector y válvulas antirretorno.

Uno de los cabezales permite la aplicación precisa de nutrientes a través del riego, facilitando la integración de la fertirrigación en el manejo ecológico del cultivo. Para el pozo de menor caudal es necesario realizar la adquisición del sistema de fertirrigación.

En cuanto a la instalación eléctrica, se cuentan con los cuadros eléctricos diferenciados para cada punto de bombeo (pozo mayor y pozo menor), así como un cuadro general para el control del sistema. Se incluye un programador de riego, con capacidad de conexión remota, y variador de frecuencia, que optimiza el consumo energético ajustando la velocidad de las bombas según las necesidades hídricas en cada momento.

Adicionalmente, se instalarán electroválvulas para el control de apertura y cierre de las subunidades de riego, mejorando la eficiencia del sistema y permitiendo la automatización completa del riego.

Los cabezales están protegidos en casetas ya existentes, una de ladrillo y la otra de obra que asegura su conservación y facilita el acceso para tareas de mantenimiento y supervisión.

7.4. Instalación del sistema de riego y planificación operativa

La instalación del sistema de riego se ha programado de forma secuencial para coordinar correctamente las distintas fases, desde la complementación del cabezal hasta la instalación de los ramales portagoteros, garantizando una entrada en funcionamiento eficiente tras la plantación del olivar.

7.4.1. Complementos del riego

Antes de iniciar la plantación, se procederá a la mejora del cabezal de riego, incorporando los siguientes elementos:

- Programador de riego, conectado a los sensores de humedad y la estación meteorológica.
- Variador de frecuencia, para ajustar el funcionamiento de las bombas al caudal real demandado.
- Electroválvulas, que actúan como llaves automáticas por subunidad.

7.4.2. Instalación de la tubería primaria

La tubería principal se mantiene de la antigua red de riego al contar con solo 2 años de antigüedad. Estas conectan el cabezal de riego con las principales arquetas distribuidas por la finca, son de PEAD, muy resistentes a la presión de trabajo y con capacidad para mantener el caudal sin pérdidas excesivas.

7.4.3. Instalación de las tuberías secundarias y terciarias

Desde la tubería principal se derivan las secundarias y terciarias, adaptadas a la sectorización hidráulica en subunidades. Estas líneas se instalan siguiendo la pendiente del terreno y evitando codos innecesarios, minimizando así las pérdidas de carga y favoreciendo la eficiencia del sistema. A una profundidad de 50 mm y siguiendo el esquema de trazado del Plano N°3

7.4.4. Instalación de portarramales y ramales portagoteros

Las tuberías portarramales se disponen a continuación de las tuberías secundarias o terciarias en vertical enterradas 50 cm y 20 cm sobre la superficie y alimentan a los ramales portagoteros, que se extienden longitudinalmente sobre cada fila de olivos.

El sistema se diseña para trabajar a presión constante, asegurando la uniformidad de riego incluso en los puntos más alejados del cabezal.

Tabla 3 Lámina bruta por mes y año desde la plantación del olivar

Hb (mm)	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	Total
AÑO 5	-	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32	133,09
AÑO 4	-	20,41	22,74	22,74	-	-	65,886
AÑO 3	-	15,31	17,05	17,05	-	-	49,415
AÑO 2	-	10,21	11,37	11,37	-	-	32,943
AÑO 1	-	5,10	5,68	5,68	-	-	16,472
AÑO 0	2,50	2,55	2,84	2,84	-	-	10,736

Tabla 4 Costes anuales de riego para cada año

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta/subunidad (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
AÑO 0	20,77	10,74	2230,04	0,478/0,267	1014,54	126,82
AÑO 1	20,77	16,47	3421,48	0,478/0,267	1556,57	194,57
AÑO 2	20,77	32,94	6842,95	0,478/0,267	3113,14	389,14
AÑO 3	20,77	49,41	10264,43	0,478/0,267	4669,72	583,71
AÑO 4	20,77	65,89	13685,91	0,478/0,267	6226,29	778,29

8. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

El presupuesto se ha dividido en tres capítulos diferentes.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	PLANTACION	197.610,19	53,33
02	RIEGO	53.150,09	14,34
03	MAQUINARIA	119.800,00	32,33
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		370.560,28	
13,00	% Gastos generales	48.172,84	
6,00	% Beneficio industrial	22.233,62	
SUMA DE G.G. y B.I.		70.406,46	
16,00	% I.V.A.	70.554,68	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		511.521,42	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		511.521,42	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS ONCE MIL QUINIENTOS VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

9. PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN

Para asegurar una implantación eficiente y ordenada del proyecto, se ha definido una programación detallada de todas las actuaciones necesarias, desde las labores preparatorias del terreno hasta la puesta en marcha del sistema de riego y el seguimiento inicial del cultivo. Esta planificación considera tanto los condicionantes agroclimáticos de la zona como la disponibilidad de los recursos técnicos y materiales necesarios.

9.1. Secuencia de actuaciones

El proceso de ejecución se divide en varias fases, desarrolladas de manera lógica y coordinada, con el fin de optimizar tiempos y recursos:

1. Preparación del terreno

Esta etapa se inicia en otoño, aproximadamente cinco meses antes de la plantación, aprovechando las condiciones de humedad tras las primeras lluvias.

- Subsolado: Se realizará un pase con subsolador a 70 cm de profundidad para mejorar la estructura del suelo. En zonas con conducciones enterradas se reducirá la profundidad a 30 cm. La duración estimada es de 4 a 5 días.
- Aporte de materia orgánica: Se aplicará humus de lombriz para corregir los bajos niveles de materia orgánica detectados en el estudio del suelo. Esta tarea, que incluye transporte y distribución, requerirá unos 3 días.
- Pases de cultivador: Tras la incorporación del humus, se efectuarán dos pases con cultivador: uno para mezclar la enmienda con el suelo y otro antes de la plantación para dejar la superficie lista. En conjunto, se estiman 4 días de trabajo (2 y 2).

2. Material vegetal y plantación

- Encargo de plantones: El pedido debe gestionarse con al menos un año de antelación, para garantizar la disponibilidad de la variedad seleccionada (“Lecciana”) en el formato adecuado. La gestión inicial del encargo se recomienda realizar en la primera semana de febrero del año 0.
- Replanteo y marcado: Se realizará con sistema de autoguiado RTK, permitiendo una alineación precisa según el marco de plantación definido. Tiempo estimado en 2 días.
- Plantación: Se llevará a cabo a finales de marzo o principios de abril, utilizando una máquina plantadora suspendida para garantizar la uniformidad. Se estima una duración de 6 días.

- Colocación de tutores y protectores: Se ejecutará de forma simultánea a la plantación.
- Reposición de marras: Prevista para los meses siguientes, conforme al seguimiento post-plantación.

3. Sistema de riego

La instalación contempla tanto la mejora del cabezal existente como la distribución completa del sistema de riego por goteo:

- Cabezal de riego: Se complementará con programador, variador de frecuencia y electroválvulas. La instalación se realizará en unos 2 días.
- Red hidráulica: Tubería primaria: 3 días; Tuberías secundarias, terciarias y portaramales: 5 días; Ramales portagoteros: 3 días.

4. Automatización y sensores

Se instalarán sensores de humedad de suelo y una estación meteorológica, integrados en un sistema de control remoto. La instalación se completará en un día.

5. Gestión administrativa

La solicitud de ayudas para jóvenes agricultores se tramitará antes del inicio de las actuaciones en campo (septiembre anterior al año de plantación). Esta gestión tiene una duración estimada de 2 días y es prioritaria para asegurar la financiación del proyecto.

6. Seguimiento inicial

Tras la plantación, se llevará a cabo un control técnico del desarrollo del olivar durante el primer ciclo vegetativo, para detectar posibles incidencias y garantizar una correcta implantación. Esta fase se prolongará durante los primeros 9 meses.

9.2. Calendario global

La duración estimada para el conjunto de actuaciones oscila entre 10 y 12 meses, teniendo en cuenta posibles ajustes por climatología, disponibilidad de maquinaria o imprevistos logísticos. La planificación ha sido diseñada para evitar solapes innecesarios y aprovechar los tiempos de espera entre fases.

Se incluye a continuación el diagrama de Gantt, que se detalla en el Anexo N°7 donde se representa gráficamente la programación completa del proyecto. Esta herramienta permite visualizar la secuencia temporal de cada tarea y facilita el control de plazos durante la ejecución.

Tabla 5 Diagrama de Gantt de la programación de la ejecución

AÑO	0						1						2												3							
MES	F			A			S			O			D			E			M			A			MY			O			A	
SEMANA	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Encargo de plantones																																
Revisión instalación tuberías primarias																																
Solicitud ayuda de incorporación a joven agricultor																																
Preparación del terreno (subsulado, aporte enmienda y cultivador)																																
Visita al vivero																																
Complementación cabezales de riego																																
Instalación tuberías secundarias, terciarias y portaramales																																
Pase de Cultivador																																
Replanteo y marqueo																																
Recepción del material vegetal																																
Plantación, tutores y protectores																																
Colocación de ramales portagoteros																																
Colocación postes																																
Instalación de sensores y estación climática																																
Integración del sistema de control remoto																																
Seguimiento post-plantación																																
Cultivador, Siembra de cubierta y Pase de rulo																																
Reposición de marras																																

10. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

La evaluación económico-financiera del proyecto se ha desarrollado a lo largo del Anexo N°8, mediante la estimación detallada de los flujos de caja esperados a lo largo de los 35 años de vida útil de la plantación. Este análisis incluye tanto los costes de implantación, operación y reposición, como los ingresos derivados de la venta de la aceituna, las ayudas de la PAC y las subvenciones percibidas.

Se han considerado, entre otros aspectos, los costes anuales de poda, control de malas hierbas, tratamientos fitosanitarios, análisis foliares, fertirrigación, mantenimiento del sistema de riego y amortización de equipos. Asimismo, se han incorporado los ingresos obtenidos por la venta de maquinaria usada y las ayudas públicas previstas, tanto por incorporación de jóvenes agricultores como por modernización de explotaciones.

En el escenario óptimo, considerado como base del proyecto, los indicadores financieros obtenidos han sido los siguientes:

- Valor Actual Neto (VAN): 3 398 701,23 €
- Tasa Interna de Retorno (TIR): 25,95 %
- Relación beneficio/coste (B/C): 4,50
- Período de recuperación de la inversión (Payback): 5 años

Además, se han planteado dos escenarios adicionales con el objetivo de analizar la sensibilidad del proyecto ante condiciones menos favorables:

- En el escenario medio, con una reducción del 20 % en la producción y un precio de venta de 0,75 €/kg, el VAN disminuye a 1 759 118,43 €, con una TIR del 17,78 %, una relación beneficio/coste de 2,81 y una recuperación de la inversión en el año 7.
- En el escenario pesimista, sin ayudas a la incorporación ni modernización, con una producción un 30 % inferior y un precio de 0,70 €/kg, el VAN se sitúa en 1 211 560,05 €, con una TIR del 12,96 %, una relación beneficio/coste de 2,25 y recuperación en el año 9.

Estos resultados evidencian que, incluso en condiciones desfavorables, el proyecto mantiene su viabilidad económica. La elevada rentabilidad del escenario base y la resiliencia demostrada ante variaciones de producción o mercado permiten concluir que la inversión prevista se encuentra plenamente justificada, presentando un perfil financiero robusto y técnicamente viable. Esta alta rentabilidad se debe a que se aprovecha la

instalación de riego ya existente, se cuenta con la ayuda de incorporación de jóvenes agricultores, la ayuda de modernización de la explotación y derechos para las ayudas directas de la PAC en la totalidad de las hectáreas cultivadas..

11. ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

El presente proyecto no solo ha sido concebido desde una perspectiva técnico-productiva, sino también desde un enfoque integral que valora los impactos éticos, económicos, sociales y ambientales de la implantación de una explotación de olivar superintensivo en el término municipal de Almagro (Ciudad Real). Esta visión garantiza la sostenibilidad a largo plazo del modelo propuesto, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con las directrices marcadas por la PAC para el periodo 2023-2027.

Desde el punto de vista ético, el proyecto responde al principio de responsabilidad intergeneracional, al buscar un aprovechamiento racional de los recursos disponibles sin comprometer su disponibilidad futura. La reconversión de una finca vitícola en abandono en un sistema productivo eficiente y ecológico refleja un compromiso explícito con la sostenibilidad agraria, la protección ambiental y la salud del consumidor. A ello se suma la voluntad de la promotora de adoptar prácticas respetuosas con el entorno, como la gestión integrada de plagas, el uso de cubiertas vegetales y la producción ecológica.

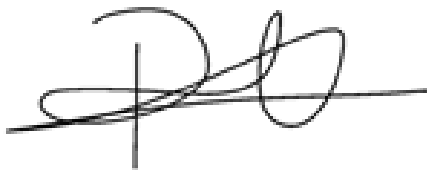
En términos económicos, el proyecto representa una inversión estratégica orientada a garantizar la viabilidad de una explotación familiar mediante la reducción de costes, el aumento de la eficiencia en el uso de agua y nutrientes, y la mecanización de las principales labores agrícolas. Tal como se ha demostrado en la evaluación económico-financiera, la implantación del olivar en seto presenta indicadores positivos de rentabilidad, con un VAN favorable, una TIR superior al tipo de descuento y un período de retorno de la inversión inferior a una década. Además, la elegibilidad del proyecto para ayudas a la incorporación de jóvenes agricultores y a la modernización de explotaciones contribuye a su sostenibilidad financiera durante la fase no productiva.

En el plano social, la iniciativa constituye un ejemplo de relevo generacional efectivo en el sector agrario, al estar promovida por una joven agricultora con formación específica y arraigo en el medio rural. Este factor resulta especialmente relevante en un contexto de

envejecimiento de la población activa agraria y despoblación de los núcleos rurales. El proyecto, además, fomenta la igualdad de género en el sector y contribuye a dinamizar la economía local con contratación de servicios, compra de insumos y eventual generación de empleo asociado a labores de mantenimiento, seguimiento técnico y recolección.

Desde una perspectiva ambiental, el modelo de cultivo planteado apuesta por la eficiencia en el uso de recursos naturales. La elección del riego por goteo, combinado con sensores de humedad y programación adaptativa, reduce de forma significativa el consumo hídrico y minimiza el riesgo de lixiviación y salinización. La implantación de cubiertas vegetales contribuye a la mejora de la estructura del suelo, al control de la erosión y a la fijación de carbono orgánico, favoreciendo también la biodiversidad funcional del agrosistema. Del mismo modo, la gestión sin herbicidas ni productos de síntesis, junto con el respeto a elementos del paisaje como lindes arboladas o zonas con vegetación espontánea, garantiza una integración armónica del olivar en el entorno natural.

Almagro, junio de 2025.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'P' followed by a series of loops and a horizontal line extending to the right.

Fdo: Paula Valencia Villaescusa

La graduada en Ingeniería Agrónoma



ANEXO 1

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 1

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	ANTECEDENTES	5
2.1.	Cultivo de olivar	5
2.2.	Situación del sector	6
2.3.	Programas públicos.....	11
3.	ÁREA DEL PROYECTO	14
4.	CONDICIONANTES.....	16
4.1.	Condicionantes socioeconómicos	16
4.1.1.	Situación del sector a nivel mundial, nacional y local	16
4.1.2.	Normativa, legislación y ayudas.....	17
4.2.	Condicionantes del medio físico.....	17
4.2.1.	Climatología	18
4.2.2.	Edafología.....	28
4.2.3.	Agua de riego.....	39
4.2.4.	Relieve.....	41
5.	SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA “SIN PROYECTO”	44
6.	MATRIZ DAFO.....	45
	BIBLIOGRAFÍA.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Producción y área cosechada a nivel mundial en el 2022.	7
Gráfico 2	Evolución de la producción en España entre 1960 y 2022.	7
Gráfico 3	Evolución del área cosechada en España entre 1960 y 2022.	8
Gráfico 4	Distribución de la producción de oliva en CCAA en el 2021	9
Gráfico 5	Distribución de la producción de oliva en Castilla-La Mancha en el 2021	9
Gráfico 6	Importaciones de Aceite de Oliva a España en 2022. Fuente: OEC	10
Gráfico 7	Exportaciones de Aceite de Oliva de España en 2022. Fuente: OEC	10
Gráfico 8	Gráfico compuesto meses/temperaturas. Fuente: Elaboración propia.	19
Gráfico 9	Diagrama ombrotérmico de Gaussen. Fuente: Elaboración Propia	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización de los recintos de las parcelas en el SIGPAC.....	15
Figura 2 Otofoto PNOA 2021 del área de proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	16
Figura 3 Gráfico de determinación del clima mediterráneo según Emberger.....	25
Figura 4 Detalle Hoja 785 para el área de estudio. Escala 1:20000	29
Figura 5 Mapa geológico de Almagro, Hoja 785. Fuente: IGME	30
Figura 6 Fotointerpretación área de estudio. Fuente: Elaboración propia.....	31
Figura 7 Calicata Zona 1	32
Figura 8 Calicata Zona 2	32
Figura 9 Cuadro 13.1 riesgo salinidad agua en función de su conductividad eléctrica..	40
Figura 10 Riesgo de sodicidad del agua de riego, en función de la relación de adsorción de sodio ajustada (RASa) y de la conductividad eléctrica (CE).....	40
Figura 11 Pendiente área de proyecto. Fuente: Elaboración propia	42
Figura 12 Altitud y curvas de nivel área de proyecto. Fuente: Elaboración propia	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de las ayudas PAC totales por año.....	14
Tabla 2 Parcelas del Proyecto.....	15
Tabla 3 Cuadro resumen de temperaturas. Fuente: Elaboración propia datos SIAR	19
Tabla 4 Distribución régimen de heladas por el método de L. Emberger.....	21
Tabla 5 Cuadro resumen Humedad relativa mensual. Fuente: Elaboración propia	22
Tabla 6 Cuadro resumen Precipitación mensual y anual. Fuente: Elaboración propia ..	22
Tabla 7 Cuadro resumen velocidad media y máxima. Fuente: Elaboración propia	23
Tabla 8 Resumen de la radiación solar y las horas de luz mensuales y anuales.	23
Tabla 9 Evapotranspiración de referencia mensual.....	24
Tabla 10 Parámetros químicos obtenidos en el laboratorio sondeo 1. Fuente: Agrolab	33
Tabla 11 Parámetros físicos obtenidos en el laboratorio sondeo 1. Fuente: Agrolab	33
Tabla 12 Parámetros químicos obtenidos en el laboratorio sondeo 2. Fuente: Agrolab	34
Tabla 13 Parámetros físicos obtenidos en el laboratorio sondeo 2. Fuente: Agrolab	34

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar y planificar una plantación de olivar en superintensivo, en el término municipal de Almagro (Ciudad Real), abarcando una superficie de 22,70 ha. La plantación estará destinada a la producción ecológica, optimizando el uso del terreno agrícola mediante la introducción de técnicas avanzadas de riego por goteo y mecanización, con el fin de modernizar una pequeña finca familiar actualmente dedicada al cultivo de la vid.

La transición del viñedo al olivar se fundamenta en la necesidad de superar las limitaciones actuales de la explotación, como la baja rentabilidad del cultivo y la escasez de mano de obra, proponiendo un sistema más eficiente y sostenible. Es por esto que el año pasado, consideraron conveniente arrancar el viñedo y dejar la finca en barbecho. La promotora del proyecto, hija del actual propietario, busca además beneficiarse de las subvenciones destinadas a jóvenes agricultores en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, consolidando así su incorporación a la actividad agraria.

En este documento se abordará el análisis inicial de la situación de partida, incluyendo las características edafológicas, climáticas y socioeconómicas de la zona. Se establecerán las bases técnicas para la selección del cultivo y las estrategias de implementación, asegurando la viabilidad económica y ambiental de la nueva explotación.

2. ANTECEDENTES

En este apartado se recopila y analiza la información relevante relacionada con el cultivo del olivar y su manejo en sistemas superintensivos, empleada como base para el análisis y diagnóstico de la situación de partida de este proyecto.

2.1. Cultivo de olivar

El cultivo del olivar, tradicionalmente ligado al ámbito mediterráneo, es una de las actividades agrarias más importantes tanto por su extensión como por el valor de sus productos derivados. Según Francisco J. Villalobos y Álvaro López Bernal (2017), el olivo destaca por su adaptabilidad a suelos pobres y climas semiáridos, así como por su capacidad de sobrevivir en condiciones de estrés hídrico, lo que lo convierte en una especie idónea para zonas con recursos limitados.

En la actualidad, los sistemas de plantación de olivar han evolucionado hacia modelos más intensivos y superintensivos. Estos últimos, caracterizados por altas densidades de plantación (entre 1500 y 2000 árboles por hectárea), permiten una mayor mecanización, especialmente en labores como la recolección, lo que reduce significativamente los costes de producción. Además, las variedades más utilizadas en estos sistemas, como “Arbequina”, “Koroneiki” y “Arbosana”, presentan un porte reducido y una producción temprana y estable, características fundamentales para maximizar la rentabilidad de la explotación (Navarro *et al.*, 2017).

El riego localizado es otro de los pilares del cultivo superintensivo, ya que permite optimizar el uso del agua, un gran recurso en zonas con limitaciones hídricas. Este sistema, combinado con la fertirrigación, facilita una nutrición equilibrada y ajustada a las necesidades del cultivo, mejorando tanto la producción como la calidad del aceite. Según el mismo texto, el manejo adecuado del riego no solo aumenta los rendimientos, sino que también influye en la composición de los aceites, lo que resulta de gran importancia para mercados de alto valor añadido.

El diseño de un sistema superintensivo requiere una planificación cuidadosa, incluyendo el análisis de las condiciones edafoclimáticas, la elección de variedades adaptadas y la implementación de prácticas sostenibles. El olivar, además de su valor productivo, cumple funciones ambientales y sociales importantes, como la conservación del suelo y la fijación de población en áreas rurales. En este contexto, proyectos como el presente, que busca transformar una pequeña finca familiar en una plantación moderna y sostenible, encajan en la tendencia hacia una olivicultura más tecnificada y respetuosa con el medio ambiente.

2.2. Situación del sector

Para contextualizar la producción de aceituna en España y, particularmente, en Castilla-La Mancha, es fundamental analizar la importancia del cultivo del olivar a nivel regional y nacional. Según los datos extraídos de FAOSTAT y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), el olivar es uno de los pilares de la agricultura española, destacando por su relevancia a nivel mundial en términos de superficie y producción.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

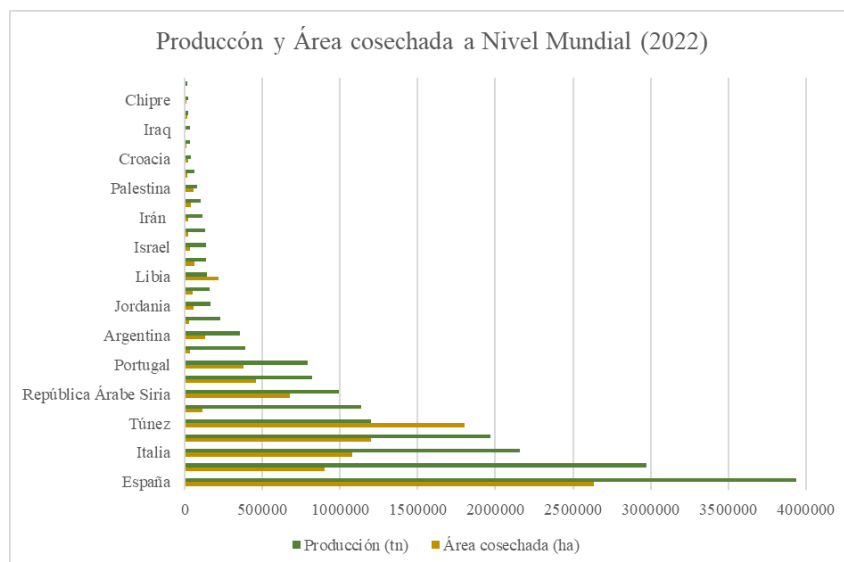


Gráfico 1 Producción y área cosechada a nivel mundial en el 2022. Fuente: elaboración propia.

Para comprender la evolución del sector a nivel nacional, se han analizado los datos relacionados con la producción de aceituna y el área cosechada en España entre 1960 y 2022, obtenidos de la base de datos FAOSTAT.

En cuanto a la producción, tal y como se refleja en el Gráfico 2, esta ha pasado de cifras inferiores a los 2 millones de toneladas en los años 60 a superar los 10 millones de toneladas en décadas recientes, con picos significativos en años concretos. Este aumento se debe principalmente a la implementación de técnicas avanzadas de cultivo, la mecanización, la introducción de sistemas intensivos y superintensivos, y el incremento de la demanda de aceite de oliva en mercados internacionales. Sin embargo, se observan fluctuaciones anuales atribuibles a factores climáticos adversos, como sequías y heladas, así como al carácter cíclico del olivar, que alterna años de mayor y menor producción.

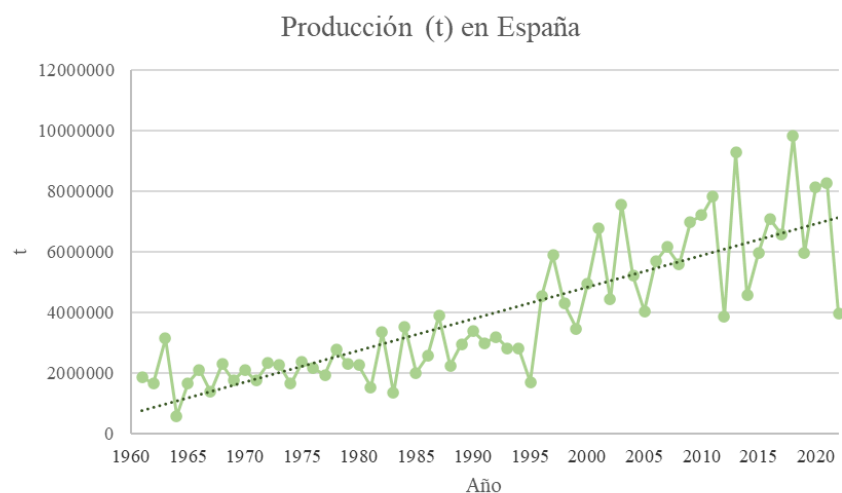


Gráfico 2 Evolución de la producción en España entre 1960 y 2022. Fuente: elaboración propia.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

Por otro lado, el área cosechada también muestra un crecimiento continuo, desde menos de 2 millones de hectáreas en los años 60 hasta alcanzar cerca de 3 millones en 2022. Este incremento refleja la expansión del olivar en el territorio español, impulsada por la reconversión de terrenos de otros cultivos hacia este, así como por políticas de apoyo al sector y la creciente rentabilidad del olivo. A pesar de ello, se detectan pequeñas variaciones en la superficie cosechada en ciertos años.

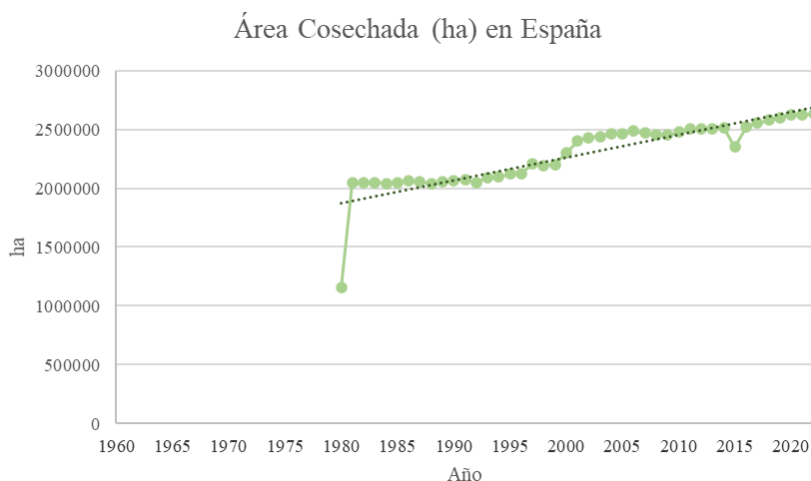


Gráfico 3 Evolución del área cosechada en España entre 1960 y 2022. Fuente: elaboración propia.

El análisis conjunto de ambos gráficos permite identificar que, aunque el área cosechada ha crecido de forma sostenida, la producción lo ha hecho a un ritmo mucho más acelerado. Este hecho refleja una mejora notable en los rendimientos por hectárea, lograda gracias al uso de variedades adaptadas a sistemas intensivos y superintensivos, a la aplicación de tecnologías avanzadas como la fertirrigación y los sensores de riego, y a un manejo agronómico más eficiente y sostenible.

Por otro lado, la distribución de la producción de aceituna en España muestra claras diferencias regionales, se evidencia que Andalucía es la principal Comunidad Autónoma en España, gracias a su tradición olivarera, condiciones climáticas ideales y modernización de las explotaciones. Extremadura y Castilla-La Mancha, ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente, destacándose como regiones importantes, aunque con menor volumen relativo. En el caso de Castilla-La Mancha, la producción también está concentrada en Ciudad Real y Toledo principalmente. Albacete, Cuenca y Guadalajara tienen una participación menor.

A continuación, se presentan los gráficos que ilustran esta distribución a nivel nacional y regional, basados en los datos del MAPA para el año 2021.

DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN CCAA 2021

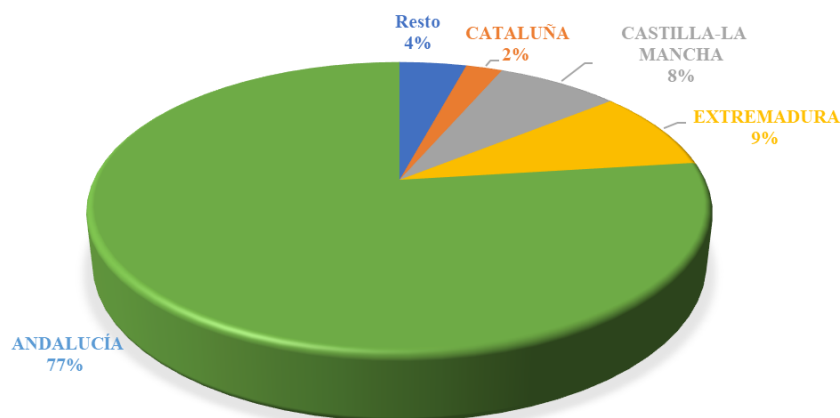


Gráfico 4 Distribución de la producción de oliva en CCAA en el 2021

DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN PROVINCIAS CASTILLA-LA MANCHA 2021

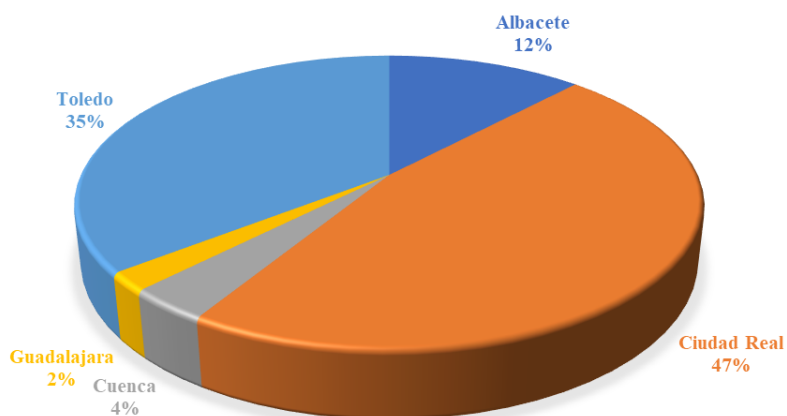


Gráfico 5 Distribución de la producción de oliva en Castilla-La Mancha en el 2021

Finalmente, respecto al comercio internacional del aceite de oliva (haciendo referencia a aceite de oliva, aceite de oliva virgen y aceite de oliva virgen extra, AOVE), este refleja la posición estratégica de España como líder global tanto en exportaciones como en importaciones, consolidando su importante papel en el mercado mundial. Según los datos extraídos de la plataforma OEC (Observatorio de Complejidad Económica) para el año 2022, España no solo es el mayor exportador de aceite de oliva, sino que también importa cantidades significativas.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

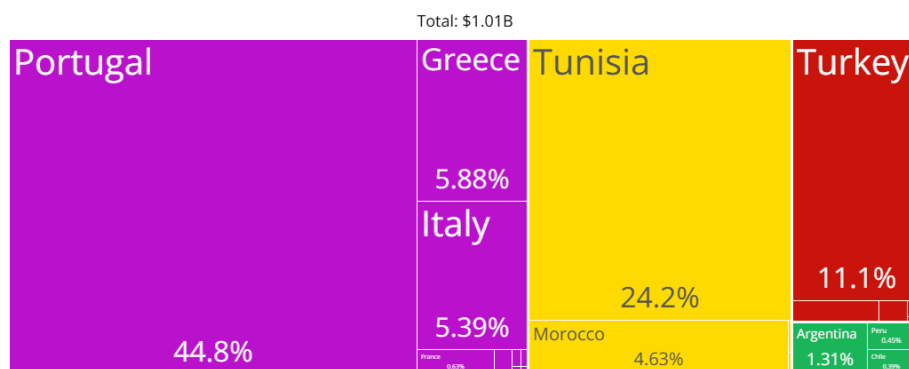


Gráfico 6 Importaciones de Aceite de Oliva a España en 2022. Fuente: OEC

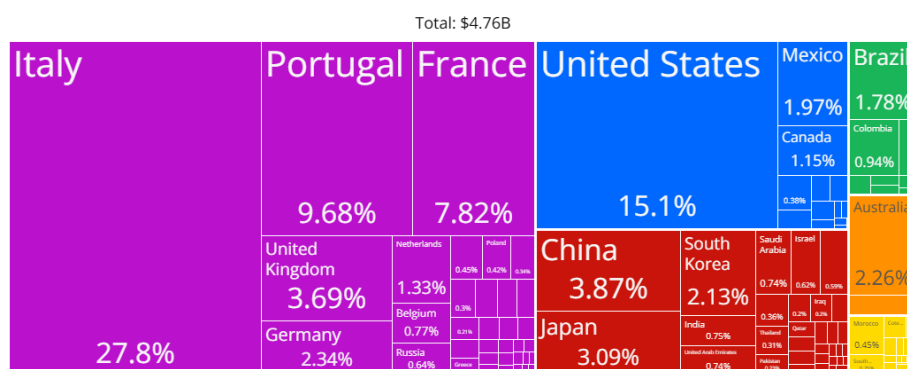


Gráfico 7 Exportaciones de Aceite de Oliva de España en 2022. Fuente: OEC

El Gráfico 6 muestra que Portugal es el principal proveedor de aceite de oliva para España, representando el 44,8% del total importado en 2022 (1,01 billones de dólares). Le siguen Túnez, con un 24,2%, y Turquía, con un 11,1%. Estos tres países concentran una parte importante de las importaciones, lo que refleja su capacidad de abastecer mercados externos debido a sus condiciones climáticas favorables y tradición olivarera. Italia y Grecia también tienen una participación significativa, representando un 5,39% y un 5,88%, respectivamente, mientras que Marruecos aporta un 4,63%.

Por otro lado, el Gráfico 7 refleja los principales destinos del aceite de oliva español. Italia lidera las exportaciones españolas, con un 27,8% del total (4,76 billones de dólares), lo que subraya su papel como reexportador y consumidor estratégico de aceite de oliva español. Estados Unidos ocupa el segundo lugar, con un 15,1%, consolidándose como un mercado importante fuera de la Unión Europea. Portugal, con un 9,68%, y Francia, con un 7,82%, también son receptores destacados, seguidos de China, con un 3,87%, y Japón, con un 3,09%. Además, países emergentes como México (1,97%) y Brasil (1,78%) muestran una creciente demanda de aceite de oliva, reflejando una expansión hacia mercados no tradicionales.

Estos datos evidencian la integración de España en el comercio global de aceite de oliva, donde su posición como mayor exportador le permite liderar los mercados internacionales, mientras que las importaciones estratégicas las emplea para diversificar la oferta interna y asegurar la competitividad en mercados externos, lo que refuerza la importancia del sector olivarero español en el contexto económico mundial.

En el presente proyecto, se busca comercializar la producción obtenida de la plantación como aceituna ecológica de alta calidad. En concreto, se pretende destinar toda la cosecha a la elaboración de AOVE ecológico de calidad premium bajo la marca Almagre, ubicada en la localidad de Almagro y perteneciente a la familia de la promotora del proyecto.

El precio medio de venta de este tipo de aceituna en la provincia de Ciudad Real y sus alrededores se sitúa en 0,80 €/kg, según los datos de los últimos cinco años recopilados de almazaras que adquieren aceituna ecológica de máxima calidad. No obstante, este valor puede variar en función de la producción anual, la demanda del mercado y el rendimiento de la aceituna destinada a la comercialización.

2.3. Programas públicos

En Castilla-La Mancha, el marco de ayudas públicas para el desarrollo del sector agrícola está estrechamente vinculado al Plan Estratégico Nacional de la Política Agrícola Común (PEPAC) 2023-2027. Este plan tiene como eje central la promoción de la sostenibilidad, la competitividad y la diversificación de las explotaciones agrarias a través de herramientas financieras como el Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA) y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). Dentro de este marco, varias intervenciones específicas se han diseñado para apoyar la transición hacia prácticas agrícolas sostenibles y fomentar la modernización de las explotaciones, con una atención especial a los jóvenes agricultores. Estas intervenciones son particularmente relevantes para el desarrollo de proyectos como el olivar superintensivo con riego por goteo.

Entre las medidas adoptadas, las ayudas destinadas a la agricultura ecológica ocupan un lugar destacado. La Orden 58/2023 regula las bases de esta intervención en Castilla-La Mancha, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles mediante la certificación ecológica de las explotaciones. Estas ayudas buscan no solo fomentar la sostenibilidad ambiental, sino también proporcionar a los agricultores las herramientas necesarias para adaptarse al cambio climático y mitigar sus efectos. Además, se promueve la mejora de la

biodiversidad y la gestión eficiente de los recursos naturales, particularmente en el caso del suelo y el agua. Para acceder a estas ayudas, los agricultores deben cumplir con ciertos requisitos, como la certificación ecológica de las parcelas, la formación específica acreditada con un mínimo de 30 horas en temas relacionados con la agricultura ecológica y el mantenimiento de un cuaderno de explotación actualizado. En el caso del olivar, las ayudas específicas para cultivos permanentes incluyen primas de hasta 225,5 €/ha durante los primeros años de conversión a ecológico. Estas intervenciones buscan garantizar la viabilidad económica de los sistemas ecológicos, al tiempo que aumentan la competitividad de las explotaciones en los mercados.

Por otro lado, los ecorregímenes, una de las novedades introducidas en la PAC 2023-2027, están diseñados para recompensar a los agricultores que adoptan prácticas agroambientales avanzadas. En el caso del olivar, estas medidas incluyen la implementación de franjas de biodiversidad, el uso de cubiertas vegetales para proteger el suelo y la optimización de la eficiencia hídrica, un aspecto importante en áreas con limitaciones de recursos como Castilla-La Mancha. Los ecorregímenes exigen a las explotaciones participantes el cumplimiento de compromisos específicos, como mantener áreas no productivas, reducir el uso de productos químicos y realizar rotaciones que favorezcan la salud del suelo. Estas prácticas no solo mejoran la sostenibilidad ambiental, sino que también contribuyen a la resiliencia del cultivo frente a fenómenos adversos, como la sequía, lo que resulta especialmente pertinente en cultivos leñosos como el olivar.

Además de estas medidas, las ayudas destinadas a la incorporación de jóvenes agricultores cuentan con un gran peso en la estrategia de desarrollo agrario de Castilla-La Mancha. La Intervención 6961.1, bajo el Plan Estratégico de la PAC 2023-2027, tiene como objetivo facilitar el acceso a los jóvenes al sector agrario, promoviendo el relevo generacional en un contexto de despoblamiento rural y envejecimiento de la población activa en el sector agrícola. Estas ayudas incluyen una prima económica inicial destinada a cubrir los costes relacionados con la instalación del joven agricultor y priorizan proyectos que incorporen tecnologías avanzadas, como el riego por goteo o la digitalización de la explotación, o que estén ubicados en zonas rurales con riesgo de despoblación. Asimismo, se otorgan incentivos adicionales para las mujeres jóvenes con el fin de fomentar su participación en la actividad agraria. Estas medidas pueden cubrir hasta el 70% de la inversión elegible, lo que contribuye a garantizar la sostenibilidad económica y social del sector.

Por otro lado, las ayudas para la modernización de explotaciones agrícolas, reguladas bajo la Intervención 6841.2, complementan las iniciativas dirigidas a los jóvenes agricultores. Estas ayudas están diseñadas para mejorar la competitividad de las explotaciones mediante inversiones en infraestructura, tecnología y prácticas sostenibles. Proyectos como la instalación de sistemas de riego por goteo, que optimizan el uso del agua y mejoran la eficiencia, son altamente valorados dentro de esta línea de ayudas. Además, se ofrecen incentivos adicionales para explotaciones en áreas escasamente pobladas o que implementen tecnologías que ahorren recursos. Estas ayudas pueden financiar de nuevo hasta el 70% de la inversión total, con límites establecidos para garantizar su viabilidad y distribución equitativa.

En este proyecto, la promotora cumple con los requisitos para la incorporación como joven agricultora, al ser menor de 40 años, contar con la capacitación profesional necesaria, comprometerse a ejercer la actividad agraria durante al menos cinco años y presentar un plan empresarial viable para la explotación olivarera en superintensivo.

La cuantía de la ayuda para la incorporación de jóvenes agricultores se establece en un 40% de la inversión financiable, con la posibilidad de incrementarse hasta el 70% debido a cumplir los siguientes factores:

- La inversión supone un ahorro de agua al emplear riego por goteo.
- Se trata de un proyecto con enfoque agroecológico y tecnologías de precisión.
- La promotora es joven agricultora que se instala simultáneamente o se ha instalado en los cinco años anteriores a la solicitud de la ayuda.

El volumen máximo de inversión financiable (IMA) objeto de ayuda es de 100 000 euros por unidad de trabajo agrario (UTA) prevista, sin superar los 400 000 euros por explotación, considerando tanto la mano de obra propia de la beneficiaria como la de nuevas personas asalariadas. En Castilla-La Mancha, para el cultivo de olivar superintensivo en regadío, se establece un margen bruto estándar de 2195 €/ha y un factor de 0,1693 UTA/ha. Aplicando estos valores a las 22,70 ha del proyecto, se obtiene un total de 3,843 UTA, lo que supone un volumen máximo de inversión financiable de 384 311 euros.

Adicionalmente, el proyecto puede beneficiarse de las siguientes ayudas de la PAC:

- Ayuda Básica a la Renta para la Sostenibilidad (ABRS). Se otorga a todas las hectáreas con derechos de ayuda: 120 - 150 €/ha
- Pago Redistributivo. Apoyo adicional para las primeras hectáreas de la explotación, favoreciendo a explotaciones pequeñas y medianas: 50-60 €/ha
- Ayuda Complementaria a la Renta para Jóvenes Agricultores (incremento del 15% por ser mujer). Pago adicional durante los primeros 5 años: 115€/ha
- Eco-Regímenes. Pago adicional por adoptar prácticas beneficiosas para el clima y medioambiente (Cubierta vegetal en Olivar): 50-70 €/ha

Tabla 1 Resumen de las ayudas PAC totales por año

	Importe Mínimo	Importe Máximo	Total Mínimo	Total Máximo
Primeros 5 años	335 €/ha	395 €/ha	7604,50 €/año	8966,50 €/año
A partir de 6 años	220 €/ha	280 €/ha	4994,00 €/año	6356,00 €/año

3. ÁREA DEL PROYECTO

Toda la información cartográfica utilizada para este proyecto proviene del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y del Portal de Mapas de Castilla-La Mancha. Para la información catastral de las parcelas implicadas, se ha hecho uso de la Sede Electrónica del Catastro y SIGPAC.

El área del proyecto se encuentra en el término municipal de Almagro, provincia de Ciudad Real, específicamente en el Polígono 28, parajes denominados "Los Gatos Montes", "Cerro Chaparro" y "La Sierrezuela". Las parcelas involucradas en el proyecto son las 26, 32, 33 y 219 (Recinto 1), cuya superficie total asciende a 22,70 ha, todas ellas clasificadas como suelo rústico con uso principal agrario. Estas parcelas pertenecen a una explotación agrícola de 100 ha propiedad de un agricultor de Almagro, dedicada anteriormente al cultivo de olivar, viñedo y cereal. En concreto, las 22,70 ha destinadas a este proyecto estaban ocupadas por viñedo, el cual ha sido arrancado, quedando actualmente en barbecho tras las labores asociadas al arranque del cultivo (año arranque 2024).

A continuación, se detallan las características de las parcelas, incluyendo sus referencias

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

catastrales, superficies, altitudes medias y pendientes promedio (Tabla 2):

Tabla 2 Parcelas del Proyecto

Parcela	Referencia Catastral	Superficie (m ²)	Superficie cultivo (m ²)	Altitud Promedio (m)	Pendiente Promedio (%)
26	13013A02800 0260000MR	115 346	113 992	628	1,20
32	13013A02800 0320000MI	68 759	58 009	632 (629-637)	2,80 (1,20-8,40)
33	13013A02800 0330000MJ	31 803	30 264	630 (629-631)	1,53 (0,80-1,70)
219 (Recinto1)	13013A02800 2190000MX	24 735	24 735	634	2,80

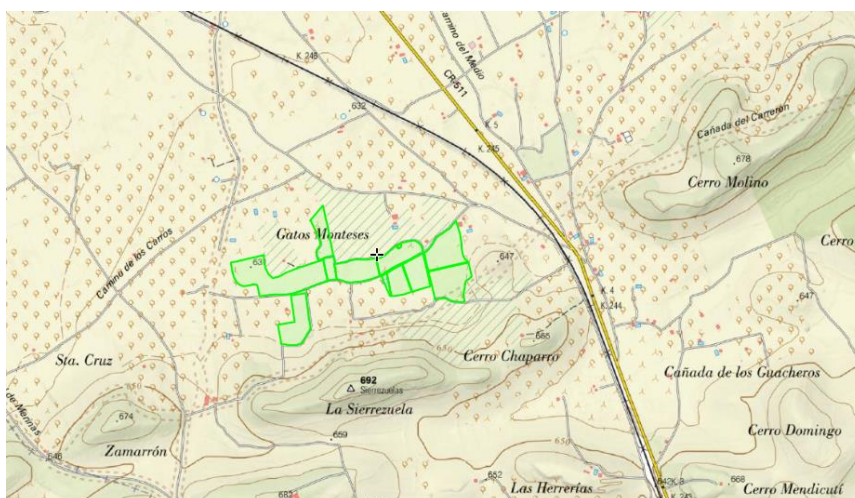


Figura 1 Localización de los recintos de las parcelas en el SIGPAC

Las parcelas están conectadas por caminos rurales que facilitan el acceso a las mismas y disponen de infraestructuras fundamentales para el desarrollo del proyecto. Entre estas infraestructuras destacan tres pozos con una dotación de riego de 1350 m³/ha, lo que asegura un suministro hídrico suficiente para la futura plantación, además de contar con suministro eléctrico, que permite el funcionamiento de los sistemas de bombeo y otros equipos necesarios para la gestión eficiente de la explotación.



Figura 2 Otofoto PNOA 2021 del área de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

El entorno de las parcelas está caracterizado por otras áreas agrícolas dedicadas al cultivo de cereal y leñosos, integrando una zona de uso predominantemente agrario. Toda esta área se encuentra libre de limitaciones estructurales que puedan comprometer la ejecución del proyecto, permitiendo su desarrollo pleno.

4. CONDICIONANTES

Para realizar correctamente la elección de la variedad de la oliva que se implantará es necesario analizar los posibles condicionantes que presenta el área del presente proyecto ya descrita. Estos condicionantes se dividirán entre condicionantes del medio físico y socioeconómicos.

4.1. Condicionantes socioeconómicos

4.1.1. Situación del sector a nivel mundial, nacional y local

Como ya se ha mencionado en el punto “Situación del sector”, el sector del olivar, por su peso económico, cultural y ambiental, se ha consolidado como una de las principales actividades agrícolas a nivel mundial. En las últimas décadas, los avances en los sistemas de cultivo y la apuesta por la innovación han permitido transformar este sector tradicional en una industria moderna y altamente competitiva. A nivel global, el cultivo superintensivo ha ganado relevancia por su eficiencia en el uso de recursos y su capacidad para satisfacer la creciente demanda de aceite de oliva.

En España, líder indiscutible del sector, este modelo de cultivo ha permitido mantener el liderazgo productivo, a la vez que se enfrenta a desafíos como el cambio climático y la sostenibilidad económica de las explotaciones. Castilla-La Mancha, y en particular la provincia de Ciudad Real, refleja esta dinámica a nivel local, combinando tradición y modernización en sus extensas superficies dedicadas al olivar. Proyectos como el que se plantea en este trabajo, que aprovecha la tecnología del riego por goteo y variedades adaptadas al superintensivo, representa un avance hacia un olivar más rentable y sostenible, adaptado a las exigencias del mercado actual y futuro.

4.1.2. Normativa, legislación y ayudas.

La implantación de un sistema superintensivo en olivar está profundamente influenciada por el marco normativo vigente, así como por las ayudas económicas disponibles, especialmente las destinadas a la incorporación de jóvenes agricultores. La Política PAC 2023-2027 sigue siendo fundamental para apoyar la modernización y sostenibilidad del sector. Entre las medidas específicas de este marco, destacan los ecorregímenes, que incentivan prácticas como el uso de cubiertas vegetales y la gestión eficiente del agua.

En Castilla-La Mancha, además, se han impulsado líneas específicas de apoyo a los agricultores jóvenes que incluyen tanto ayudas directas como bonificaciones para proyectos en zonas rurales. Estas iniciativas, junto con las intervenciones para la modernización de explotaciones y maquinaria, ayudan a financiar infraestructuras y tecnología avanzada, como los sistemas de fertirrigación incluidos en este proyecto.

Por otra parte, las ayudas asociadas al desarrollo de la agricultura ecológica se presentan como una opción adicional para diversificar las fuentes de ingresos y mejorar la sostenibilidad medioambiental de la explotación. No obstante, es necesario cumplir requisitos estrictos relacionados con la certificación y manejo del cultivo, lo que se implementado en el marco de este proyecto.

4.2. Condicionantes del medio físico

Los condicionantes del medio físico que se estudiarán serán la climatología de la zona, el suelo de la parcela y su relieve y el agua de riego de la que se dispone.

4.2.1. Climatología

El análisis de los condicionantes climáticos de la zona se ha llevado a cabo utilizando los datos agroclimáticos disponibles en fuentes oficiales como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA) y el Servicio de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR). Estas fuentes proporcionan información detallada no solo sobre parámetros básicos como temperatura y precipitación, sino también sobre variables agroclimáticas específicas, como la evapotranspiración de referencia (ET_o), que son relevantes para evaluar las condiciones para el cultivo del olivar.

Para este estudio se han empleado los registros de la estación agroclimática de Bolaños (Ciudad Real), gestionada por SIAR, con una serie histórica de datos que abarca desde el año 2000 hasta 2024. La elección de esta estación se ha basado en su proximidad a las parcelas del proyecto y en su altitud, que asciende a 641 m, similar a la altitud media de las parcelas (629-634 m). La estación de Daimiel también ofrecía datos agroclimáticos válidos, sobre todo por su altitud de 631 m, pero su mayor lejanía ha llevado a priorizar los datos de Bolaños. La altitud, aunque no crítica para el cultivo del olivar, puede influir en ciertas variables agroclimáticas, por lo que fue considerada en el proceso de selección.

Pese a que las recomendaciones para estudios climáticos establecen que la serie de datos deben comprender al menos 30 años, se ha utilizado una de 24 años debido a la disponibilidad de registros desde la fecha de instalación de la estación de Bolaños, el 19 de septiembre de 2000. Para el análisis de los datos se han empleado herramientas como tablas dinámicas, permitiendo una organización y evaluación eficiente de la información.

Régimen de temperaturas

El análisis de las temperaturas se ha basado en las siguientes variables, recopiladas y calculadas a partir de los registros históricos de la estación de Bolaños:

- TMA: Temperatura máxima absoluta registrada.
- tma: Temperatura mínima absoluta registrada.
- Promedio de TMA: Media de las temperaturas máximas registradas.
- Promedio de tma: Media de las temperaturas mínimas registradas.
- Promedio de Tm: Media de las temperaturas medias.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

Tabla 3 Cuadro resumen de temperaturas. Fuente: Elaboración propia datos SIAR

	TMA (°C)	tma (°C)	Promedio TMA (°C)	Promedio tma (°C)	Promedio Tm (°C)
Enero	20,0	-13,6	16,6	-6,0	4,6
Febrero	23,1	-10,2	19,2	-5,0	6,1
Marzo	28,4	-8,3	23,9	-3,8	9,0
Abril	34,3	-4,1	27,0	-0,5	12,2
Mayo	39,1	-0,8	33,4	2,6	17,0
Junio	41,6	0,0	38,0	7,9	22,8
Julio	43,5	0,0	39,9	11,5	26,3
Agosto	43,5	0,0	39,7	11,0	25,7
Septiembre	39,4	0,0	34,6	6,9	20,4
Octubre	33,5	-2,1	29,3	1,9	15,2
Noviembre	25,6	-9,3	21,4	-2,9	8,7
Diciembre	21,0	-8,5	16,5	-5,1	5,3

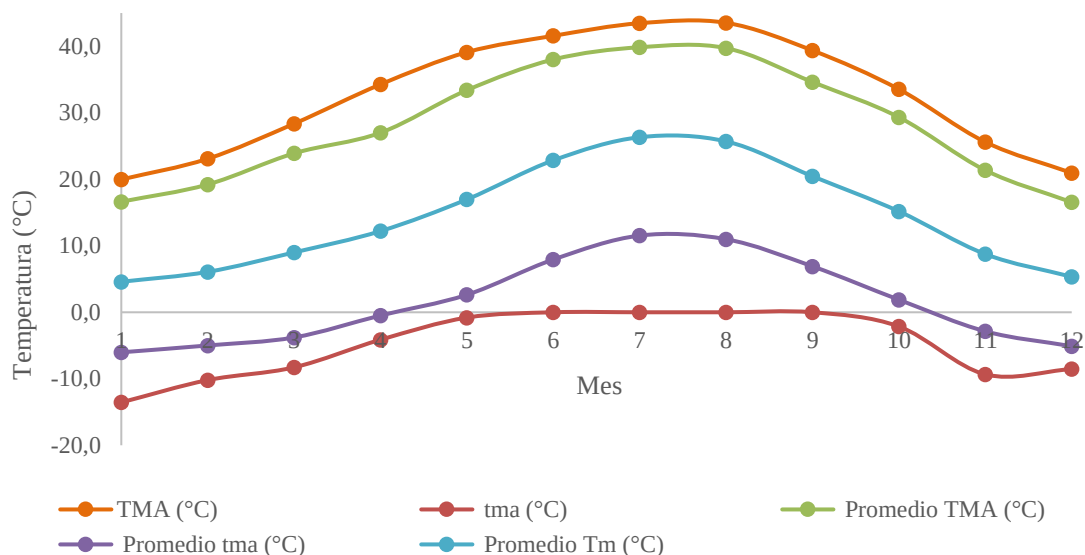


Gráfico 8 Gráfico compuesto meses/temperaturas. Fuente: Elaboración propia.

Analizando tanto la Tabla 3 como el Gráfico 8, se observa la oscilación estacional característica de las latitudes de la meseta central. Los veranos destacan por sus temperaturas elevadas, con máximas que pueden superar los 40 °C en episodios de calor extremo, aunque lo más habitual son valores en torno a 35 °C. Por otro lado, los inviernos son fríos y las heladas son frecuentes, como se detallará más adelante. Durante esta estación, las temperaturas mínimas suelen registrar valores negativos, lo que es típico del clima continental de la zona. Este comportamiento estacional define un rango térmico amplio, que condiciona el desarrollo de los cultivos y debe ser considerado en la planificación agronómica.

Régimen de heladas

Para calcular el régimen de heladas se emplea tanto la estimación directa como la indirecta por el método según L. Emberger. Para el primero, ya que se dispone de la serie de datos para 24 años, se ha obtenido:

- Fecha más temprana de la primera helada: 19 de octubre.
- Fecha más tardía de la primera helada: 30 de diciembre.
- Fecha más temprana de la última helada: 1 de marzo.
- Fecha más tardía de la última helada: 4 de mayo.
- Fecha media de primera helada: 18 de noviembre.
- Fecha media de última helada: 31 de marzo.
- Mínima absoluta alcanzada: - 13,55 °C el 27 de enero de 2005.
- Período medio de días de heladas: 133 días.
- Período mínimo de días de heladas: 75 días.
- Período máximo de días de heladas: 174 días.

Para la estimación indirecta según L. Emberger se ha hecho uso de la media de las temperaturas mínimas (Tabla 3) y, considerando que estas se dan el día 15 de cada mes, se estimarán cuatro períodos con diferente riesgo de heladas según las siguientes temperaturas mínimas:

- Período de heladas seguras (Hs) con $t_{ma} < 0^{\circ}\text{C}$.
- Período de heladas muy probables (Hp) con $t_{ma} < 3^{\circ}\text{C}$.
- Período de heladas probables (H'p) con $t_{ma} < 7^{\circ}\text{C}$.
- Período libre de heladas (d) con $t_{ma} > 7^{\circ}\text{C}$.

Con las consideraciones previamente citadas se obtiene:

- El período de heladas seguras se obtiene mediante interpolación del promedio de la temperatura mínima absoluta.

Fecha de comienzo (entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre):

$$\frac{(1,9) - (-2,9)}{31} = \frac{(1,9) - 0}{x} \rightarrow x = 12,27 \approx 12 \text{ días} \rightarrow 15 \text{ oct} + 12 \text{ días} = 27 \text{ octubre}$$

Fecha de final (entre el 15 de abril y el 15 de mayo):

$$\frac{(-0,5) - (2,6)}{30} = \frac{(-0,5) - 0}{x} \rightarrow x = 4,84 \approx 5 \text{ días} \rightarrow 15 \text{ abr} + 5 \text{ días} = 20 \text{ abril}$$

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

- El período de heladas muy probables se obtiene de igual manera.

Fecha de comienzo (entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre):

$$\frac{(6,9) - (1,9)}{30} = \frac{(6,9) - 3}{x} \rightarrow x = 41,4 \approx 23,4 \text{ días} \rightarrow 15 \text{ sept} + 23 \text{ días} = 8 \text{ octubre}$$

Fecha de final (entre el 15 de mayo y el 15 de junio):

$$\frac{(2,6) - (7,9)}{31} = \frac{(2,6) - 3}{x} \rightarrow x = 2,34 \approx 2 \text{ días} \rightarrow 15 \text{ may} + 2 \text{ días} = 17 \text{ mayo}$$

- El período de heladas probables se obtiene del mismo modo.

Fecha de comienzo (entre el 15 de agosto y el 15 de septiembre):

$$\frac{(11,0) - (6,9)}{31} = \frac{(11,0) - 7}{x} \rightarrow x = 30,24 \approx 30 \text{ días} \rightarrow 15 \text{ ago} + 30 \text{ días} = 14 \text{ septiembre}$$

Fecha de final (entre el 15 de junio y el 15 de julio):

$$\frac{(7,9) - (11,5)}{30} = \frac{(7,9) - 7}{|x|} \rightarrow x = 7,5 \approx 8 \text{ días} \rightarrow 15 \text{ junio} + 8 \text{ días} = 23 \text{ junio}$$

Finalmente, se representa la distribución de heladas en la Tabla 4.

Tabla 4 Distribución régimen de heladas por el método de L. Emberger.

E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O		N	D
			20	17	23			14	8	27		
H _s			H _p	H'p		d			H'p	H _p	H _s	

Como conclusión, resulta un período libre de heladas entre el 23 de junio y el 14 de septiembre, por lo que la incidencia de afectación de heladas tardía primaverales es muy acusada y se deberá considerar para la posterior elección de la variedad a implantar.

Humedad relativa

Para el estudio de la humedad relativa se ha elaborado la Tabla 5, a modo de resumen de la distribución mensual, siendo:

- Hr max, la humedad relativa máxima absoluta.
- Hr min, la humedad relativa mínima absoluta.
- Promedio de Hr max, la humedad relativa media de las máximas.
- Promedio de Hr min, la humedad relativa media de las mínimas.
- Promedio de Hr med, la humedad relativa media.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

Tabla 5 Cuadro resumen Humedad relativa mensual.

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Hr max(%)	103	103	103	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hr min(%)	49,8	36,7	38,6	28,4	25,0	14,5	10,1	12,5	14,3	28,1	59,6	60,1
Promedio Hr max(%)	99,5	99,2	98,9	98,6	97,7	94,6	87,3	91,5	96,9	97,8	98,6	99,2
Promedio Hr min(%)	32,8	24,7	18,9	17,9	12,6	9,7	7,9	7,9	11,4	15,3	29,9	37,9
Promedio Hr med(%)	85,7	78,2	72,7	68,4	56,2	43,1	31,8	35,3	51,3	66,4	80,1	87,0

En la región analizada, la humedad relativa suele ser elevada durante los meses de otoño e invierno, coincidiendo con las temperaturas más bajas y una mayor frecuencia de heladas. Por el contrario, en los meses de verano, cuando las temperaturas alcanzan sus máximos, los valores de humedad relativa disminuyen considerablemente, pudiendo registrarse niveles inferiores al 10% en eventos de extrema sequedad ambiental. A lo largo del año, se observa un rango significativo en la humedad relativa, con una diferencia superior al 60% entre los valores máximos y mínimos mensuales.

Precipitación

Para poder analizar la distribución de la precipitación se ha realizado la Tabla 6, en la que se indica que la precipitación total anual es de 321,8 mm. Los meses con mayor y menor cantidad de lluvia son octubre y julio, respectivamente. Además, se presenta la precipitación máxima registrada en 24 horas, evidenciando que pueden ocurrir episodios en los que se supere la media mensual, especialmente en julio, agosto y septiembre. Estos eventos pueden tener un impacto significativo, favoreciendo la erosión y degradación del suelo, además de ocasionar daños en los cultivos, con las consecuentes pérdidas económicas, particularmente durante los meses de verano.

Tabla 6 Cuadro resumen Precipitación mensual y anual.

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Precip (mm)	26,4	22,4	36,8	43,1	29,1	14,0	2,6	7,7	23,9	45,0	33,3	37,5
Max Precip (mm)	29,9	35,9	47,4	65,0	50,6	27,0	10,0	18,3	36,4	61,4	57,5	34,0

Vientos

En relación con la velocidad del viento, se ha elaborado la Tabla 7, en la que se refleja que no existen variaciones significativas a lo largo del año. El valor promedio anual se sitúa en 2,2 m/s, con la excepción del mes de marzo, donde se registra un ligero incremento hasta alcanzar los 2,7 m/s. Sin embargo, se observan episodios puntuales de vientos con velocidades máximas cercanas a los 20 m/s, destacando especialmente el mes de febrero. A pesar de ello, el promedio anual de las rachas máximas de viento es de 13,8 m/s.

Tabla 7 Cuadro resumen velocidad media y máxima.

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Vel Max (m/s)	17,2	19,6	18,9	15,0	15,3	17,3	21,0	19,2	18,8	19,2	18,4	22,8
Promedio Vmax (m/s)	13,8	14,1	14,0	12,2	11,9	12,5	14,1	13,5	12,5	13,6	13,3	13,7
Promedio Vmed (m/s)	2,3	2,5	2,7	2,4	2,1	2,2	2,2	2,1	2,0	2,1	2,2	2,1

Radiación

La radiación solar, y en consecuencia la energía proveniente del Sol que impacta sobre el cultivo, está influenciada por la latitud y las horas de luz solar, las cuales varían a lo largo del año según las estaciones. En la Tabla 8 se recogen los valores mensuales de radiación solar (RS) en MJ/m², junto con el número de horas de luz solar, mostrando una clara correlación entre ambos parámetros.

El valor máximo de radiación solar se registra en julio, a pesar de que las horas de luz en junio sean equivalentes, mientras que el mínimo ocurre en diciembre. El promedio anual de radiación solar es de 17,7 MJ/m², acompañado de una media de 9,9 horas de luz diarias.

Tabla 8 Resumen de la radiación solar y las horas de luz mensuales y anuales.

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Rad Max (MJ/m²)	11,3	13,8	18,8	24,3	27,6	29,9	30,8	27,8	22,2	15,9	12,1	8,3
Promedio Rad (MJ/m²)	8,0	11,5	15,8	20,8	24,9	27,8	28,8	25,4	19,8	13,7	8,9	7,0

Evapotranspiración

Para el análisis de la evapotranspiración de referencia (ET_0), se han utilizado los datos del observatorio de Bolaños, calculados según el método FAO Penman-Monteith, expresados en milímetros (mm). A partir de esta información, se recopilaron las medias mensuales y anuales, presentadas en la Tabla 9.

El valor anual de ET_0 obtenido es de 1349,1 mm, y su distribución mensual sigue una clara relación con la evolución de las temperaturas. El valor máximo se registra en julio, coincidiendo con las temperaturas más altas, mientras que el mínimo ocurre en diciembre, en correspondencia con las temperaturas más bajas.

Tabla 9 Evapotranspiración de referencia mensual.

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
ET_0 (mm)	30,4	43,0	80,3	110,4	159,2	200,5	233,9	207,0	135,7	83,3	39,3	26,1

Índice de aridez

Entre los diversos métodos disponibles para calcular el índice de aridez, se ha seleccionado el índice de Emberger debido a su adecuación al clima mediterráneo. Para el cálculo de este índice (Q), se consideran los siguientes parámetros:

- Precipitación media anual (P): 321,8 mm.
- Temperatura media de las máximas del mes más cálido (T_{12}): 39,9°C, correspondiente al mes de julio.
- Temperatura media de las mínimas del mes más frío (t_1): -6,0°C, registrada en enero.

Dado que t_1 es un valor negativo, las temperaturas se convertirán a grados Kelvin (K) antes de ser utilizadas en el cálculo. La fórmula aplicada para determinar el índice de Emberger será detallada a continuación.

$$Q = \frac{2000 \times P}{T_{12}^2 - T_1^2} = \frac{2000 \times 321,8}{312,9^2 - 267^2} = 24,18$$

Introduciendo los valores de Q y t_1 en el sistema de ejes cartesianos que se muestra en la Figura 3, donde se dividen los géneros climáticos que el autor distinguió se obtiene el género al que pertenece.

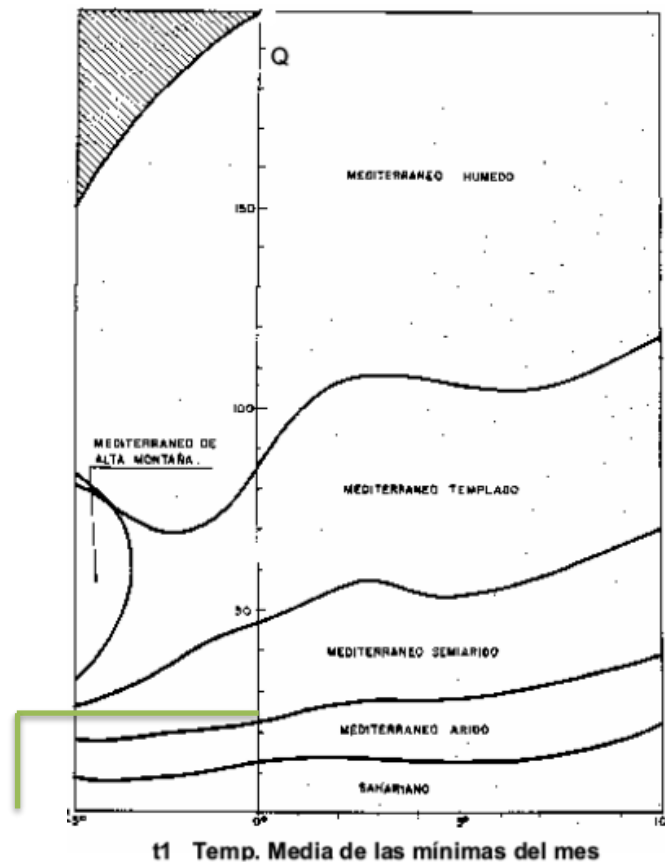


Figura 3 Gráfico de determinación del clima mediterráneo según Emberger.

El clima de estudio se clasifica como mediterráneo templado. Dado que la temperatura media de las mínimas del mes más frío (t_1) se encuentra entre $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, las heladas son muy frecuentes, tal como se constató previamente en el análisis del régimen de heladas.

Clasificación climática

Utilizando la clasificación climática de Köppen, el clima se categoriza inicialmente en cinco grupos principales que relacionan la temperatura media y la precipitación. Según los datos:

- Temperatura media del mes más frío (tm_1): $4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, correspondiente a enero.
- Temperatura media del mes más cálido (tm_{12}): $26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, correspondiente a julio.

Dado que tm_1 está entre $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, y tm_{12} es mayor a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, el clima pertenece al grupo de templado húmedo o mesotérmico, identificado con la letra C.

Dentro del grupo C, se identifican subgrupos climáticos según la presencia o ausencia de una estación seca y su coincidencia con la temporada cálida o fría. El análisis revela:

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

- Dentro de los seis meses más fríos, la precipitación media máxima (P_{i6}) es de 43,1 mm en abril.
- Dentro de los seis meses más cálidos, la precipitación media mínima (P_{v1}) es de 2,6 mm en julio.

Comparando ambos valores, se verifica que el clima pertenece al subgrupo s (sommer = verano), ya que $P_{i6} > 3 P_{v1}$.

Además, se distingue una subdivisión adicional: veranos calurosos, dado que la temperatura media del mes más cálido (julio) es superior a 22 °C ($T_m = 26,3$ °C).

Por tanto, según Köppen, el clima se clasifica como Csa: templado húmedo o mesotérmico con una estación seca en verano y veranos calurosos.

Climodiagrama

Para representar gráficamente las características climáticas del área de estudio, se ha elaborado un climodiagrama, específicamente un diagrama ombrotérmico de Gaussen.

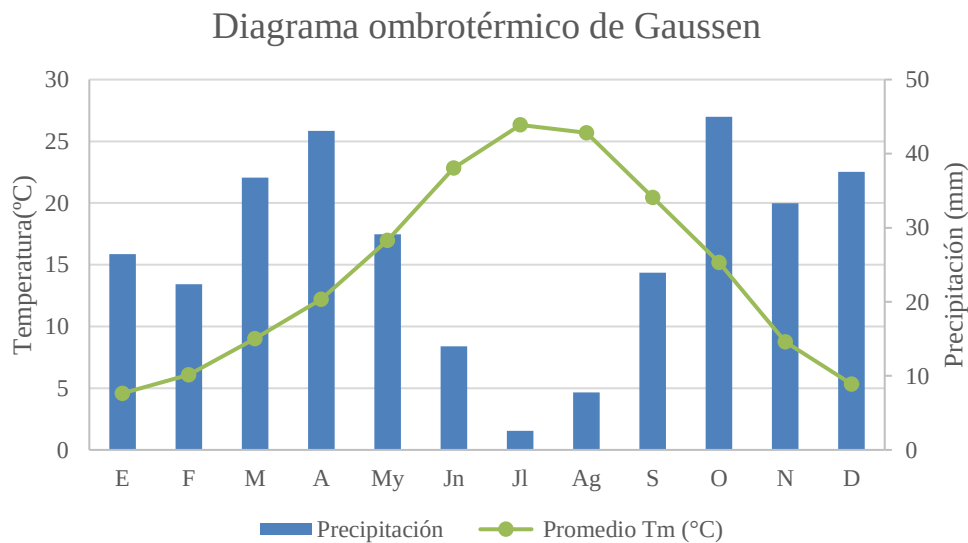


Gráfico 9 Diagrama ombrotérmico de Gaussen. Fuente: Elaboración Propia

Se identifica la existencia de un período seco que abarca los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Por ello, será necesario considerar la implementación de un sistema de riego para suplir las necesidades hídricas, dado que las precipitaciones no serán suficientes para cubrir la demanda.

Exigencias climáticas del olivo

El olivo es característico de climas mediterráneos con inviernos suaves y veranos largos, cálidos y secos (Navarro y Parra, 2001). La fotosíntesis se inhibe a temperaturas superiores a 35°C y la autopolinización se ve afectada durante la floración debido a la inhibición del tubo polínico. La cutícula de la hoja sufre daños irreversibles a partir de 55°C. Aunque las altas temperaturas no limitan la productividad, valores extremos tras la floración pueden provocar la pérdida total de la cosecha (Bongi y Palliotti, 1994). Sin embargo, inviernos fríos mejoran la calidad del fruto, favoreciendo la inducción floral con temperaturas entre 2 y 15°C durante 70-80 días, siendo necesarias al menos 10 semanas por debajo de 12°C para una floración completa (Bongi y Palliotti, 1994).

El frío extremo afecta la viabilidad del olivo. Las temperaturas medias de mínimas anuales inferiores a -7°C limitan su área de cultivo (Navarro y Parra, 2001). Durante el reposo, entre -5°C y -10°C pueden dañar brotes y ramas jóvenes, mientras que por debajo de -10°C pueden morir ramas grandes o toda la parte aérea (Sibbett y Osgood, 1994). Temperaturas cercanas a 0°C afectan los brotes, y valores ligeramente superiores pueden provocar floraciones incompletas. Durante la maduración del fruto, temperaturas negativas reducen la producción y afectan la calidad del aceite (Navarro y Parra, 2001).

El granizo favorece la aparición de tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) al generar heridas que facilitan la infección (Trapero y Blanco, 2001). La humedad relativa elevada y temperaturas suaves incrementan los ataques de negrilla, tizne o fumagina (*Capnodium elaeophilum*), con mayor incidencia en otoño y primavera, especialmente en zonas bajas y húmedas (Trapero y Blanco, 2001).

Condicionantes climáticos para el cultivo del olivo

El clima de la zona estudiada muestra condiciones favorables para el cultivo del olivo, aunque con ciertos factores limitantes que requieren estrategias de manejo adecuadas. La precipitación media anual de 325 mm, con un marcado déficit hídrico en los meses de verano, confirma la necesidad de riego para garantizar un adecuado desarrollo del cultivo. Además, la evapotranspiración de referencia (ET_0) de 1349,1 mm/año, con valores máximos en julio, subraya la importancia de una gestión eficiente del agua.

En cuanto a temperaturas, el registro de mínimas absolutas de hasta -13,6°C supone un

riesgo para la viabilidad del olivo, ya que valores por debajo de -7°C pueden comprometer su desarrollo. Las heladas invernales entre octubre y abril representan un factor crítico, especialmente para brotes y ramas jóvenes, que pueden sufrir daños severos a partir de -5°C , así como en la floración y en la maduración del fruto. No obstante, cabe resaltar que cada vez son menos frecuente y según los propietarios de la finca ahí no se han registrado temperaturas tan extremas.

Por otro lado, las temperaturas que superan los 40°C , pueden afectar la fisiología del cultivo, aunque el olivo muestra alta resistencia al calor. Sin embargo, episodios extremos tras la floración pueden reducir la cosecha.

La incidencia de granizo en la zona y la humedad relativa elevada en otoño y primavera constituyen a otros factores de riesgo, favoreciendo la aparición de tuberculosis y la presencia de negrilla o fumagina, afectando la calidad del fruto.

En definitiva, el clima de la finca es apto para el cultivo del olivo en regadío, siempre que se implementen estrategias de mitigación frente a riesgos de heladas y altas temperaturas, una gestión eficiente del riego, y un seguimiento fitosanitario adecuado para minimizar el impacto del granizo y la humedad estacional.

4.2.2. Edafología

Con el fin de identificar las posibles limitaciones edafológicas del área de estudio para el cultivo del olivar se analizará la geología de la zona, previa consulta de organismos oficiales, y los datos de suelo procedentes de la realización de dos calicatas previas en dos zonas diferentes de la finca de estudio.

4.2.2.1. *Material primario*

Se entiende el material primario como aquel que conformará la roca madre y a partir del cual se formará los diferentes horizontes del suelo. Por tanto, condicionará en gran medida las propiedades de este y debe ser identificado y analizado.

Para la identificación del material primario se ha consultado el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) del que se ha obtenido el mapa geológico correspondiente a la hoja 785 (Almagro) y representado en la Figura 5. En él, tras localizar la zona de la parcela (punto rojo en la Figura 5), se identifica que el material varía para cada parcela,

correspondiendo al número 20 y 22 en la leyenda. El material del número 20 se trata de costras calcáreas formadas entre finales del terciario neógeno plioceno superior y el cuaternario pleistoceno inferior, mientras que el del número 22 consiste en gravas y cantos poligénicos de cuarcita y cuarzo, arenas, arcillas y carbonatos (coluviones) cuyo período de formación fue a lo largo del cuaternario parte del inferior, medio, superior y holoceno (IGME, 2024).

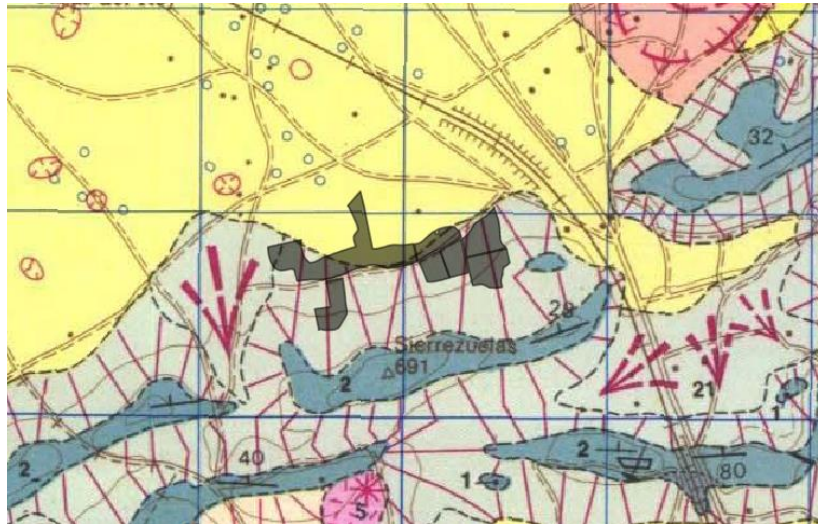


Figura 4 Detalle Hoja 785 para el área de estudio. Escala 1:20000



4.2.2.2. Datos de suelo

Para determinar las ubicaciones más idóneas para llevar a cabo las calicatas y los sondeos, se ha realizado un análisis inicial de la zona mediante fotointerpretación del área de estudio, utilizando como base el PNOA 2021. En las imágenes aéreas se identificaron cinco zonas potenciales con características edafológicas diferenciadas.



Figura 6 Fotointerpretación área de estudio. Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados, se ha recomendado a la promotora la realización de dos calicatas para analizar las zonas 1 y 2, así como tres sondeos adicionales para abarcar el resto de las áreas identificadas. Sin embargo, finalmente ha decidido usar los datos de dos calicatas que realizó en el 2023: una en la zona 1 y otra en la zona 2, concretamente en los puntos azules de la Figura 6.

Las dos calicatas se realizaron con una profundidad aproximada de 60 cm, donde se observaron diferencias en la estratificación del suelo. En la zona 1, el perfil presentaba un único horizonte homogéneo (horizonte Bt por la acumulación de arcillas), mientras que en la zona 2 se identificaron dos horizontes diferenciados antes de alcanzar la roca madre (horizontes A de escasa materia orgánica y un Bt de nuevo). En ambas calicatas, la mayor concentración de raíces de los cultivos se encontraba en los 30 cm superficiales, aunque en la zona 2 la evaluación fue más compleja debido a la reciente eliminación del cultivo previo y por consiguiente la escasa presencia de raíces. Cabe destacar además la presencia de elementos gruesos de más de 10 cm en superficie en la zona de estudio salvo en la zona 2 analizada donde eran más escasos.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

Dado que la promotora buscaba minimizar el número de muestras a analizar, decidió tomar y estudiar únicamente las muestras extraídas a 30 cm de profundidad en ambas calicatas. Estas muestras fueron envasadas en bolsas de 1 kg y enviadas al laboratorio en Navarra para su análisis detallado. Los resultados obtenidos, incluidos en este anexo, proporcionan información importante sobre la textura del suelo, niveles de nutrientes, pH y otros parámetros edafológicos relevantes.

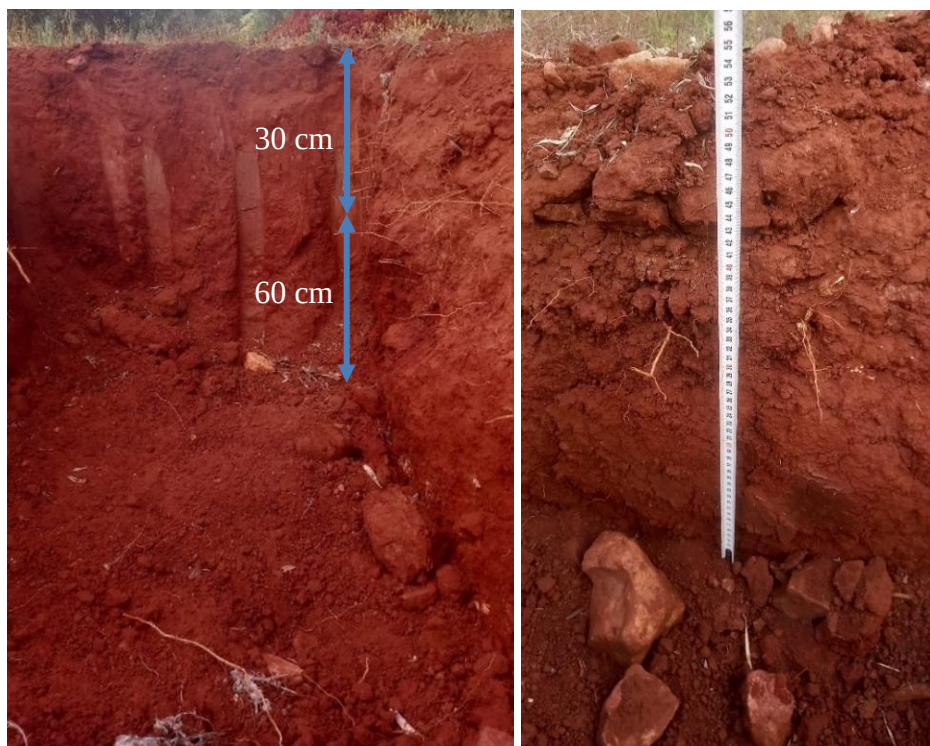


Figura 7 Calicata Zona 1

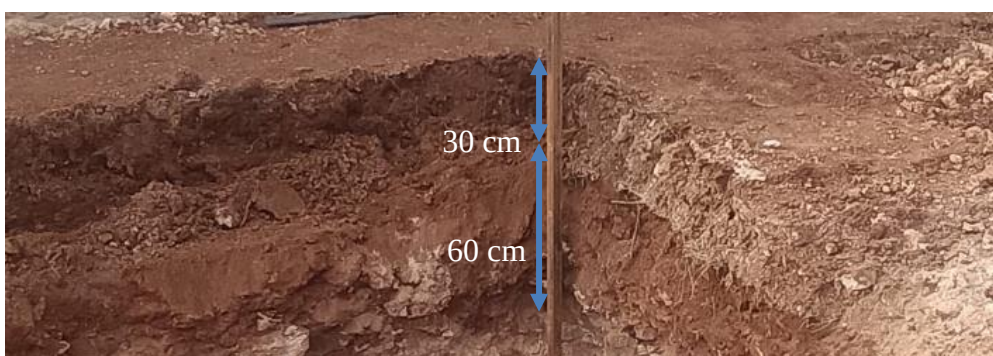


Figura 8 Calicata Zona 2

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

4.2.2.3. Análisis

Los datos obtenidos en el análisis se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 10 Parámetros químicos obtenidos en el laboratorio sondeo 1. Fuente: Agrolab

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS	CLASIFICACIÓN TEXTURAL (USDA)
Arena 2,00-0,05mm	g/100g	62,9	Franco Arcillo Arenosa
Limo 0,05-0,002mm	g/100g	10,0	
Arcillas <0,002mm	g/100g	27,1	

Tabla 11 Parámetros físicos obtenidos en el laboratorio sondeo 1. Fuente: Agrolab

DETERMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	RESULTADOS	COMENTARIOS
pH agua	Relación 1:2,5	--	8,3	Medianamente BÁSICO. Normal en suelos con Carbonatos
Materia Orgánica Oxidable	-	g/100g	1,08	BAJO. Alta respuesta a la enmienda orgánica
Fósforo Asimilable	P (Olsen)	mg/Kg	17,7	Adecuado. Posible respuesta al abonado
Potasio Asimilable	K (Acet. Amónico)	mg/Kg	430,1	ELEVADO. Nula respuesta al abonado
Magnesio Asimilable	Mg (Acet. Sódico)	mg/Kg	285,4	ELEVADO. Nula respuesta al abonado
Relación K/Mg	como meq/100g	--	0,5	Adecuado. No se esperan antagonismos K-Mg
Relación Ca/Mg	como meq/100g	--	5,0	Adecuado. No se esperan antagonismos Ca-Mg
Carbonatos Totales	Cálcico equivalente	g/100g	5,61	Adecuado. Suelo estructurado y con capacidad nutricional
Caliza Activa	Como carbonato	g/100g	1,92	BAJO. No se esperan problemas en la nutrición mineral
Relación Carbonatos Totales/Caliza Activa	-	--	2,91	Rico en arcillas y/o limos: riesgo de asfixia y clorosis
Conductividad Eléctrica	Relación 1:1	dS/m	0,38	No hay riesgo de salinidad si la CE es inferior a 1dS/m
Cloruros	Cl- (1:1)	meq/L	Inapreciable	No se detecta su presencia
Contenido en Yesos	SO ₄ Ca 2H ₂ O	g/100g	Inapreciable	No se detecta su presencia
Capac. Intercambio Catiónica	CIC	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	12,44	Justa. Adecuada capacidad retención nutrientes
Capac. Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	15,65	Suma de bases conforme al tipo de suelo: básico
Saturación en BASES		g/100g	100	CIC con sobresaturación en bases
Calcio de Cambio	Ca	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	11,98	Adecuado Ca/CIC 96%
Magnesio de Cambio	Mg	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	2,38	ELEVADO Mg/CIC 19%
Potasio de Cambio	K	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	1,10	ELEVADO K/CIC 9%
Sodio de Cambio	Na	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	0,19	Adecuado Na/CIC (PSI) 2%

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

Tabla 12 Parámetros químicos obtenidos en el laboratorio sondeo 2. Fuente: Agrolab

DETERINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS	CLASIFICACIÓN TEXTURAL (USDA)
Arena 2,00-0,05mm	g/100g	67,9	Franco Arcillo Arenosa
Limo 0,05-0,002mm	g/100g	9,2	
Arcillas <0,002mm	g/100g	22,9	

Tabla 13 Parámetros físicos obtenidos en el laboratorio sondeo 2. Fuente: Agrolab

DETERMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	RESULTADOS	COMENTARIOS
pH agua	Relación 1:2,5	--	8,4	Medianamente BÁSICO. Normal en suelos con Carbonatos
Materia Orgánica Oxidable	-	g/100g	0,62	DEFICIENTE. Necesidades muy importantes y repetitivas
Fósforo Asimilable	P (Olsen)	mg/Kg	27,0	ALTO. Baja respuesta al abonado
Potasio Asimilable	K (Acet. Amónico)	mg/Kg	371,2	ELEVADO. Nula respuesta al abonado
Magnesio Asimilable	Mg (Acet. Sódico)	mg/Kg	371,8	ELEVADO. Nula respuesta al abonado
Relación K/Mg	como meq/100g	--	0,3	Adecuado. No se esperan antagonismos K-Mg
Relación Ca/Mg	como meq/100g	--	2,6	Bajo. Exceso de Mg. Carencia de Calcio
Carbonatos Totales	Cálcico equivalente	g/100g	1,16	Adecuado. Suelo estructurado y con capacidad nutricional
Caliza Activa	Como carbonato	g/100g	0,25	BAJO. No se esperan problemas en la nutrición mineral
Relación Carbonatos Totales/Caliza Activa	-	--	4,67	Estructurado, equilibrado, Buena dotación de partículas finas
Conductividad Eléctrica	Relación 1:1	dS/m	0,30	No hay riesgo de salinidad si la CE es inferior a 1dS/m
Cloruros	Cl- (1:1)	meq/L	Inapreciable	No se detecta su presencia
Contenido en Yesos	SO ₄ Ca 2H ₂ O	g/100g	Inapreciable	No se detecta su presencia
Capac. Intercambio Catiónica	CIC	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	9,83	BAJA. Pobre capacidad de retención de nutrientes
Capac. Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	12,10	Suma de bases conforme al tipo de suelo: básico
Saturación en BASES		g/100g	100	CIC con sobresaturación en bases
Calcio de Cambio	Ca	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	7,92	DEFICIENTE Ca/CIC 81%
Magnesio de Cambio	Mg	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	3,10	ELEVADO Mg/CIC 32%
Potasio de Cambio	K	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	0,95	ELEVADO K/CIC 10%
Sodio de Cambio	Na	Cmol ⁽⁺⁾ /Kg	0,13	Adecuado Na/CIC (PSI) 1%

4.2.2.4. *Interpretación de los Resultados*

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Profundidad efectiva o Profundidad Útil (PU)

Según El cultivo del olivo (Parra, 2017), el sistema radicular del olivo se adapta bien a suelos de escasa profundidad, aunque se recomienda una profundidad efectiva de al menos 60-70 cm para optimizar el anclaje y la absorción de agua y nutrientes. No obstante, pese a que el suelo se ha analizado a una profundidad inferior a la recomendada para hallar la PU, se cuenta con que la promotora del proyecto observó que, durante la excavación de las parcelas para la instalación de tuberías de riego en los viñedos, las raíces alcanzaban profundidades de hasta 80 cm en la mayoría de ellas, lo que sugiere una buena capacidad de exploración radicular en estas condiciones. Esto se corroboró introduciendo la vara metálica en el terreno en varios puntos de la finca e identificando que la roca madre se encontrada entre las 90-100 cm de profundidad.

Textura

Los análisis realizados indican que el suelo presenta una textura franco-arcillo-arenosa, con una proporción aproximada de 60-67% arena (predominantemente arena fina), 9-10% limo y 22-27% arcilla.

Esta composición textural es considerada adecuada para el cultivo del olivo, ya que combina una buena capacidad de retención de agua con un adecuado drenaje, lo que permite evitar problemas de encharcamiento y asfixia radicular. Sin embargo, se debe prestar atención a la posible compactación del suelo debido al contenido de arcilla, lo que podría requerir prácticas como el laboreo profundo o el uso de cubiertas vegetales para mejorar la estructura del suelo. De acuerdo con la bibliografía consultada, suelos de esta textura permiten un buen desarrollo radicular siempre que se implemente un riego eficiente y se evite la erosión en zonas con pendiente.

Capacidad de retención de agua

Basándose en la textura del suelo, los valores aproximados de los parámetros hídricos son:

- Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo es la cantidad de agua que el suelo puede retener tras haber alcanzado la saturación y después de que el exceso de agua haya drenado libremente, sin

considerar las pérdidas ocasionadas por la evapotranspiración. En este punto, el agua se almacena en los poros más pequeños, mientras que los poros de mayor tamaño quedan ocupados por aire. Por lo tanto, la capacidad de campo está principalmente influenciada por la textura del suelo y el tamaño de sus poros.

De esta forma, la CC proporciona información sobre la capacidad de retención de humedad del suelo, lo que permite diseñar una estrategia eficiente de riego que garantice niveles óptimos de humedad para el desarrollo de los árboles.

Para determinar la capacidad de campo (CC), se utiliza la ecuación de Peele:

$$\begin{aligned} CC &= 0,48 \times [Arcilla] + 0,162 \times [Limo] + 0,023 \times [Arena] + 2,62 = \\ &= 0,48 \times 65 + 0,162 \times 10 + 0,023 \times 25 + 2,62 = 36,015\% \end{aligned}$$

Para un suelo franco-arcilloso-arenoso, los rangos típicos de capacidad de campo suelen estar entre 20% y 30% en g/100 g, pero un valor de 36,015% podría indicar que el suelo tiene una proporción ligeramente mayor de arcilla o materia orgánica que contribuye a una mayor retención de humedad.

- Punto de marchitez permanente (PMP)

Este es el punto de humedad mínima que provoca que las plantas no pueden seguir extrayendo agua del suelo y comienzan, por consiguiente, a marchitarse.

Se va a realizar el cálculo del PMP aplicando la fórmula de Briggs:

$$\begin{aligned} PMP &= 0,302 \times [Arcilla] + 0,102 \times [Limo] + 0,0147 \times [Arena] \\ &= 0,302 \times 65 + 0,102 \times 10 + 0,0147 \times 25 = 21,015\% \end{aligned}$$

- Agua útil (AU)

El agua útil es aquella retenida en el suelo y aprovechable por las plantas. Se puede calcular como la diferencia entre CC y PMP.

$$AU = CC - PMP = 36,015 - 21,015 = 15\%$$

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

De nuevo, se han tomado como referencia las recomendaciones recogidas en el libro El cultivo del olivo del capítulo Suelos (Parra, 2017), lo que permite evaluar la idoneidad del terreno para la implantación del olivar superintensivo.

Alcalinidad y Salinidad

El pH del suelo, con valores entre 8,3 y 8,4, indica una alcalinidad moderada, característica de suelos calizos. Aunque el olivo tolera estos niveles, es recomendable monitorizar la disponibilidad de micronutrientes como el hierro y el fósforo, así como la aplicación de enmiendas acidificantes, como el yeso agrícola (sulfato cálcico) o el azufre, aptos para agricultura ecológica. La conductividad eléctrica, con valores entre 0,30 y 0,38 dS/m, descarta problemas de salinidad, siendo adecuada para el desarrollo del cultivo.

Materia orgánica

El contenido de materia orgánica, entre 0,62 y 1,08 g/100g, se encuentra por debajo del nivel óptimo para el olivar (1,5 - 2.5%), lo que puede afectar negativamente la estructura del suelo, la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes. Se sugiere incorporación de materia orgánica en forma de compost o estiércol bien descompuesto

Nitrógeno y Relación C/N

El contenido de nitrógeno orgánico en el suelo es limitado, acorde con los bajos niveles de materia orgánica, debido a que no ha sido calculado. La relación C/N, derivada del contenido de carbono y nitrógeno, una relación adecuada para suelos agrícolas oscila entre 10 y 12. En este caso, es recomendable un plan de fertilización nitrogenada ajustado a las necesidades del cultivo, priorizando formas de liberación lenta para evitar pérdidas por lixiviación.

Fósforo

El fósforo disponible en el suelo, medido mediante el método Olsen, presenta valores de 17,7 a 27,0 mg/kg, dentro del rango óptimo para el cultivo del olivo, que oscila entre 12 y 25 mg/kg. No obstante, dado el pH alcalino del suelo, es posible que una fracción significativa del fósforo se encuentre en formas no disponibles para la planta. Factor que se debe de tener en cuenta y si se apreciara deficiencia en el olivo, se recomienda la aplicación de fósforo como fertilizante mineral al ser olivar ecológico y la aplicación localizada en la zona radicular para mejorar la absorción.

Carbonatos

El contenido de carbonatos totales en el suelo es moderado, con valores de 1,16 a 5,61 g/100g, mientras que la caliza activa se encuentra entre 0,25 y 1,92 g/100g, situándose por debajo del umbral crítico de 6 g/100g. Esto indica que el suelo no presenta problemas

significativos de clorosis férrica, aunque se debería monitorear la relación calcio/magnesio para asegurar un correcto balance de nutrientes.

Sodio

El contenido de sodio intercambiable es bajo, con valores entre 0,13 y 0,19 cmol(+)/kg, lo que indica que no hay riesgo de sodicidad en el suelo. Sin embargo, es importante realizar un seguimiento en el agua de riego para evitar posibles aportes de sodio que puedan provocar un deterioro de la estructura del suelo y afectar la infiltración del agua.

Potasio

Los niveles de potasio asimilable son elevados, oscila entre 371,2 y 430,1 mg/kg, superando los valores óptimos para el olivo (100 - 180 mg/kg). Un exceso de potasio podría generar antagonismos con la absorción de otros cationes como el calcio y el magnesio. Por ello, se recomienda ajustar la fertilización potásica en función de las extracciones del cultivo, evitando aplicaciones innecesarias.

Calcio

El calcio de cambio presenta valores de 7,92 a 11,98 cmol(+)/kg, indicativos de un suelo con una buena saturación de bases. Esto es beneficioso, ya que el calcio es un elemento esencial para la estructura celular y el desarrollo de las raíces del árbol. No obstante, su relación con el magnesio debe ser equilibrada para evitar posibles bloqueos nutricionales.

Magnesio

El magnesio intercambiable se encuentra en niveles adecuados (2,38 y 3,10 cmol(+)/kg), dentro de los rangos recomendados para suelos de olivar.

4.2.2.5. Conclusiones

Ambos suelos analizados son de características muy similares e idóneas para el cultivo del olivar. Son suelos con estructura buena, que van a requerir mínimo laboreo, a menos que se detecte a más profundidad de la muestreada, capas endurecidas, bien de arcillas o zonas más ricas en calizas, que en su caso sería interesante valorar la necesidad de un profundo subsolado.

Desde el punto de vista químico, el suelo presenta una alcalinidad moderada y niveles adecuados de nutrientes esenciales como fósforo, calcio y magnesio, aunque se

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

recomienda un monitoreo continuo para evitar bloqueos nutricionales debido al pH. En cuanto a materia orgánica, sería bueno realizar enmienda orgánica. Con el fin de mejorar la estructura del suelo. El suelo correspondiente con la zona 2, es algo más pobre en materia orgánica.

4.2.3. Agua de riego

El agua de riego es un recurso de gran valor en el olivar superintensivo. Para analizar la viabilidad de la plantación de 22,70 ha, se procede a reevaluar un análisis de aguas realizado el 18/08/2021 con el fin de identificar posibles limitaciones y establecer un manejo adecuado que asegure la productividad del cultivo. Este análisis fue llevado a cabo por el laboratorio Olivarum, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Nombre Determinacion	Resultado	Val Param.	Método	Com.
ANÁLISIS AGUAS-1				
pH	6.22 uds. de pH	6.00 -- 8.50	Potenciometría	
Conductividad	0.93 dS.m ⁻¹	0.00 -- 3.00	Potenciometría	
Calcio	71.4 mg/l	0.00 -- 400.00	Espectrosc. Plasma Em. Óptica	
Magnesio	40.7 mg/l	0.00 -- 60.00	Espectrosc. Plasma Em. Óptica	
Sodio	43.42 mg/l	0.00 -- 920.00	Espectrosc. Plasma Em. Óptica	
Potasio	7.16 mg/l	0.00 -- 20.00	Espectrosc. Plasma Em. Óptica	
Carbonatos	na mg/l	0.00 -- 3	Volumetría	
Bicarbonatos	546.58 mg/l	0.00 -- 610.00	Volumetría	
Cloruros	75.99 mg/l	0.00 -- 1065.00	Cromatografía Aniónica	
Sulfatos	23.78 mg/l	0.00 -- 960.00	Cromatografía Aniónica	
Nitratos	50.92 mg/l	0.00 -- 44.00	Cromatografía Aniónica	
Fosfatos	na mg/l	0.00 -- 6	Cromatografía Aniónica	
Boro	0.18 mg/l	0.00 -- 2.00	Espectrosc. Plasma Em. Óptica	
Sales disueltas	595.2 mg/l	0.00 -- 2000.00	Cálculo numérico	
Sólidos en suspensión	16 mg/l	0.00 -- 50.00	Gravimetría	
SAR	1.02 Sin unidades	0 -- 15	Cálculo numérico	
C.S.R.	2.05 mEq/l	-- 1.25	Cálculo numérico	
Dureza Total	34.62 ° franceses		Cálculo numérico	
Clasificación Riverside	C3 S1 Sin unidades		Cálculo numérico	

Para la reevaluación del análisis, se destacan los siguientes parámetros más relevantes:

Conductividad Eléctrica (CE): 0,93 dS/m. Este valor indica una salinidad baja, adecuada para riego, ya que no genera estrés osmótico significativo para el olivo. Según la clasificación de salinidad mostrada en el Cuadro 13.1 del libro "El Cultivo del Olivo" (Troncoso *et al.* 2017), este nivel se clasifica como bajo riesgo salino.

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

Índice de salinidad	CE (dS/m)	Riesgo de salinidad
1	< 0,75	Bajo
2	0,75 1,5	Medio
3	1,5 3,0	Alto
4	> 3,0	Muy alto

1 dS/m $\approx$ 640 mg/l de sal.

Figura 9 Cuadro 13.1 riesgo de salinidad del agua en función de su conductividad eléctrica

La CE del agua indica un nivel bajo de salinidad, pero es fundamental considerar su interacción con el suelo para evitar acumulaciones que puedan afectar la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo.

Relación de Adsorción de Sodio (RAS): Calculada en 1,02. Este valor refleja un bajo riesgo de sodicidad. De acuerdo con las fórmulas y criterios citados por Troncoso *et al.* (2017), el RAS ajustado considera la interacción entre el sodio, calcio y magnesio, minimizando los riesgos para la estructura del suelo.

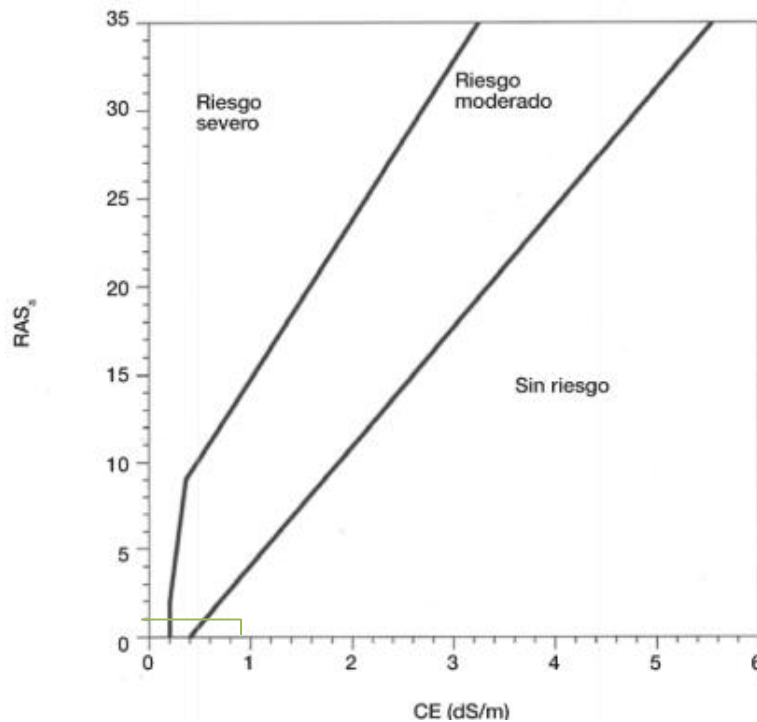


Figura 10 Riesgo de sodicidad del agua de riego, en función de la relación de adsorción de sodio ajustada (RASa) y de la conductividad eléctrica (CE).

La RAS obtenida refleja un bajo riesgo de dispersión de arcillas, lo que permite mantener la estructura del suelo y la permeabilidad. Esto se alinea con la clasificación de Richards y estudios más recientes citados en El cultivo del Olivo, capítulo de fertirrigación (Troncoso *et al.* 2017).

Carbonatos y Bicarbonatos: El bicarbonato alcanzó 546,58 mg/l, un nivel elevado que puede favorecer la precipitación de calcio y magnesio, reduciendo su disponibilidad para las plantas y aumentando el riesgo de obstrucción en los sistemas de riego. Es necesario realizar correcciones periódicas mediante acidificación del agua.

Cloruros y Sodio: Los cloruros se encuentran en 75,99 mg/l y el sodio en 43,42 mg/l. El contenido de cloruros y sodio se encuentra dentro de niveles tolerables para el olivo, aunque es necesario vigilar posibles incrementos, especialmente en un superintensivo.

Dureza Total: Con 34,62 ° franceses, el agua se clasifica como moderadamente dura, lo que facilita su uso en sistemas de fertirrigación al no requerir pretratamientos.

Por consiguiente, se recomienda:

- Monitoreo Periódico: Realizar análisis regulares del agua y del suelo para evaluar posibles acumulaciones de sales y ajustar el manejo en consecuencia.
- Corrección del Agua: Considerar la acidificación para reducir la concentración de bicarbonatos y prevenir la formación de obstrucciones en los sistemas de riego.
- Manejo del Riego: Diseñar estrategias de fertirrigación que optimicen la distribución de nutrientes y minimicen los riesgos asociados a la calidad del agua.

Los resultados proporcionados por el laboratorio Olivarum y la interpretación basada en (Troncoso *et al.* 2017), confirman que el agua es apta para riego en la plantación, siempre que se sigan las recomendaciones propuestas para el manejo sostenible de este recurso.

4.2.4. Relieve

La parcela del proyecto presenta un relieve heterogéneo que se caracteriza por pendientes suaves y moderadas, lo que permite una adecuada adaptación al sistema de olivar superintensivo con riego por goteo. Según el análisis topográfico representado en la Figura 11 y Figura 12, la pendiente promedio es de aproximadamente un 2,7%, aunque hay variaciones que deben tenerse en cuenta para optimizar las labores agrícolas y el diseño del sistema de riego.

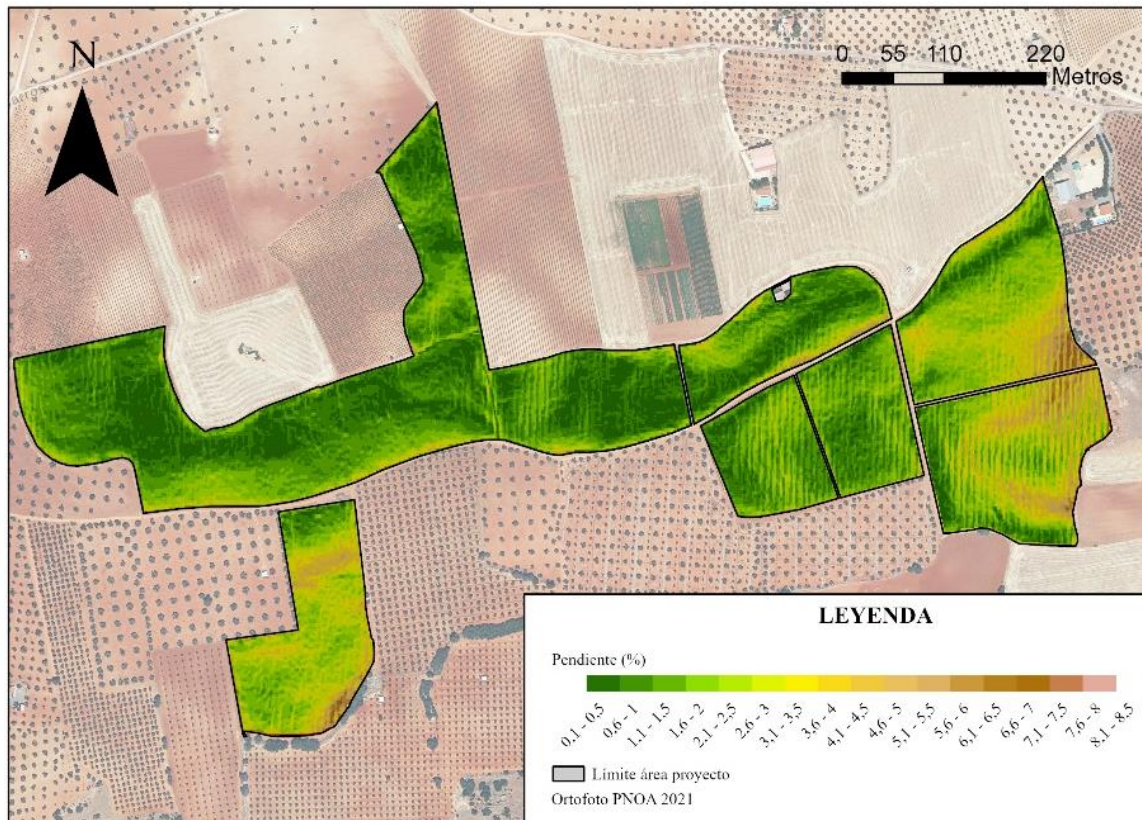


Figura 11 Pendiente área de proyecto. Fuente: Elaboración propia

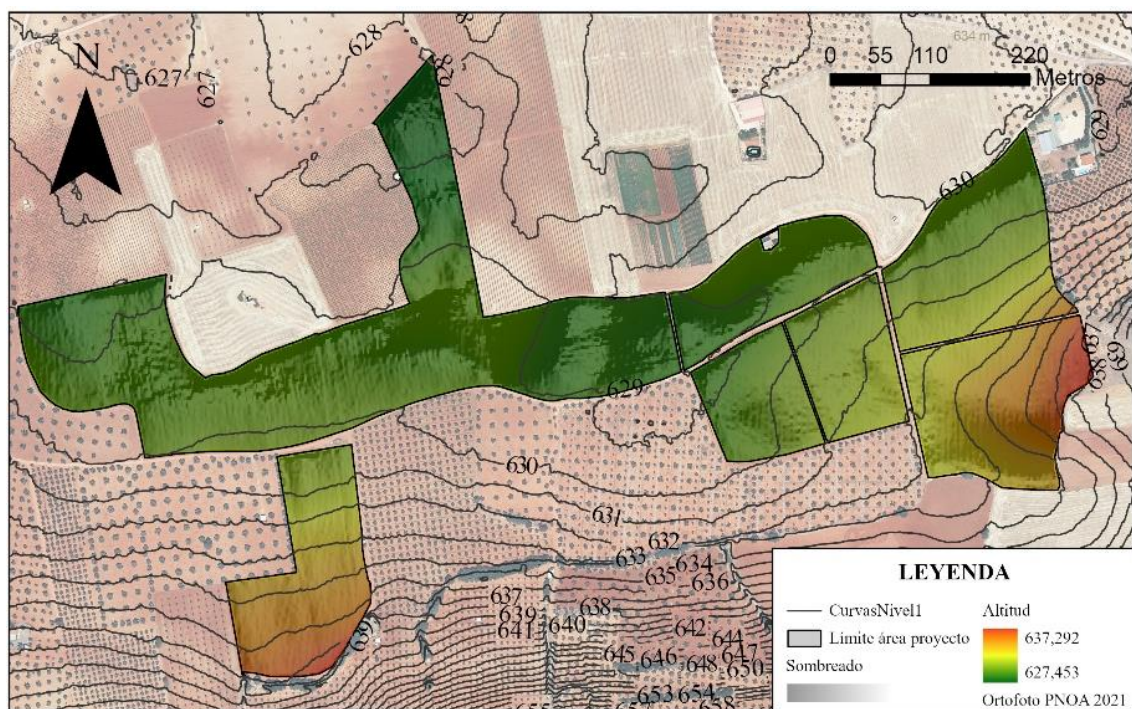


Figura 12 Altitud y curvas de nivel área de proyecto. Fuente: Elaboración propia

El análisis de pendientes muestra que el terreno desciende gradualmente hacia los extremos norte y sur desde el centro de la parcela. Este patrón es visible en las curvas de nivel, que reflejan una distribución de pendientes escalonada y alineada con el flujo natural del agua. Las zonas con pendientes inferiores al 3% predominan, lo que favorece tanto la mecanización de las labores como la eficiencia del riego por goteo, al minimizar la pérdida de agua por escorrentía.

Sin embargo, también se identifican áreas con pendientes más pronunciadas, que oscilan entre el 5% y el 7%, especialmente en las secciones periféricas y en los bordes surorientales. No obstante, al ser zonas poco significativas no se consideran medidas específicas, como el diseño de terrazas o franjas de protección.

Además, el análisis altimétrico confirma que la altitud de la parcela varía entre los 627 y 637 metros sobre el nivel del mar. La zona más elevada se encuentra hacia el extremo noroeste, mientras que los puntos más bajos están localizados hacia el sureste. Esta diferencia altitudinal, aunque no es extrema, deberá considerarse al diseñar el sistema de riego, ya que influye en la presión del agua y la necesidad de válvulas de control.

Por consiguiente, dentro de la parcela, se han identificado pequeños montículos con vegetación arbórea natural, principalmente situados en las áreas con mayores pendientes, en los bordes del terreno. Estas zonas, debido a sus características topográficas y su cubierta vegetal, no serán intervenidas para el cultivo, actuando como refugios de biodiversidad y barreras naturales contra la erosión.

Adicionalmente, la orientación general de las pendientes, con caídas hacia el norte y el sur, resulta beneficiosa para el cultivo del olivo, ya que permite un mejor drenaje natural del agua de lluvia y una exposición más uniforme a la radiación solar

5. SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA “SIN PROYECTO”

Actualmente, la finca se encuentra en barbecho tras haberse llevado a cabo, en 2024, todas las labores necesarias para el arranque del viñedo. Como resultado, los tres pozos de la finca permanecen inutilizados.

La elección del olivar por parte de la promotora responde a la necesidad de transformar una pequeña finca familiar previamente dedicada al cultivo de la vid. Este cambio se fundamenta en diversos factores, como la escasez de mano de obra, las elevadas necesidades de trabajo manual y la baja rentabilidad de la vid, que han hecho inviable su mantenimiento. En este contexto, el olivar se presenta como una alternativa más adecuada a las condiciones actuales de la explotación, permitiendo optimizar el uso del terreno agrícola y garantizando una mayor mecanización, sostenibilidad y viabilidad económica en la producción.

En ausencia del cultivo de olivar, la finca se destinaría a la producción de cebada en secano, con rendimientos estimados no superiores a 1500 kg/ha. Esta alternativa se debe a que los propietarios ya cuentan con otras parcelas destinadas al cultivo de cereal y disponen de la maquinaria necesaria para las labores correspondientes. Sin embargo, esta opción generaría un beneficio económico prácticamente nulo y supondría el desuso definitivo de los pozos.

6. MATRIZ DAFO

Atendiendo a toda la información recopilada en el análisis previo, se ha elaborado la siguiente matriz DAFO para evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real). Esta matriz sirve como herramienta para identificar los factores importantes que pueden influir en el éxito del proyecto y orientar las decisiones estratégicas.

DEBILIDADES

- Dependencia de maquinaria específica y de alto coste.
- Elevados costes iniciales de implantación del sistema superintensivo y riego por goteo.
- Riesgo de compactación del suelo por mecanización intensiva.
- Limitaciones en la disponibilidad de recursos hídricos en períodos de sequía prolongada.
- Necesidad de conocimientos técnicos avanzados en fertirrigación y manejo del sistema superintensivo.

FORTALEZAS

- Adaptación del cultivo del olivo a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.
- Compatibilidad del agua de riego disponible con las exigencias del cultivo del olivo.
- Alta mecanización del sistema, lo que reduce los costes operativos a largo plazo.
- Proximidad a mercados y buenas comunicaciones con pueblos y ciudades.
- Diversificación productiva frente a otros cultivos menos rentables como la vid.

AMENAZAS

- Competencia en el mercado del aceite de oliva con otras regiones más productivas, como Andalucía.
- Fluctuaciones en los precios del aceite de oliva en mercados nacionales e internacionales.
- Incremento de restricciones normativas sobre el uso del agua y productos fitosanitarios.
- Impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua y en el estrés térmico del cultivo.

OPORTUNIDADES

- Disponibilidad de ayudas públicas para jóvenes agricultores y modernización de explotaciones.
- Posibilidad de expandir la superficie cultivada en parcelas colindantes.
- Incremento de la demanda de aceite de oliva virgen extra en mercados internacionales.
- Incorporación de tecnologías de agricultura de precisión y digitalización de la explotación.

El proyecto presenta desafíos asociados a la inversión inicial elevada, especialmente debido a la necesidad de maquinaria específica y la implementación del riego por goteo. Además, la mecanización intensiva puede provocar compactación del suelo, afectando su estructura a largo plazo. Otro aspecto por considerar es la necesidad de conocimientos técnicos avanzados para el manejo eficiente del sistema, lo que implica formación y capacitación adicional.

Por otro lado, el olivar es una especie bien adaptada a las condiciones climáticas y edafológicas de la región de Almagro, con baja demanda hídrica relativa y capacidad para tolerar condiciones de sequía moderada. La alta mecanización y la proximidad a varios pueblos de la provincia facilitan la logística de la explotación y la comercialización del producto. Además, el riego localizado y el manejo técnico aseguran una eficiencia elevada en el uso de recursos.

No obstante, las fluctuaciones en los precios del aceite de oliva representan una amenaza económica importante, junto con la competencia de regiones más productivas. Además, las restricciones normativas sobre el uso del agua y productos químicos no aptos para agricultura ecológica pueden limitar la rentabilidad de la explotación. El cambio climático también plantea riesgos, como posibles episodios de sequía extrema o variaciones térmicas que afecten al rendimiento del cultivo.

Finalmente, el proyecto tiene la posibilidad de beneficiarse de las subvenciones destinadas a jóvenes agricultores y ayudas para la modernización de explotaciones. Asimismo, la creciente demanda internacional de aceite de oliva de calidad premium abre nuevas oportunidades comerciales. La incorporación de tecnologías de agricultura de precisión y la expansión hacia parcelas colindantes podrían aumentar la rentabilidad y sostenibilidad de la explotación.

BIBLIOGRAFÍA

El Cultivo del Olivo. 2017. Eds. Barranco D, R Fernández-Escobar y L Rallo. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid.

MAPA. (2024, 19 de noviembre). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España.

FAOSFAT. (2024, 19 de noviembre). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Plataforma OEC (Observatorio de Complejidad Económica). Disponible en: <https://oec.world/es>

Diario Oficial de Castilla-La Mancha. (2023, 27 de marzo). Decreto 2023/2710. .
[https://docm.jccm.es/docm/descargarArchivo.do?ruta=2023/03/27/pdf/2023_2710.pdf&tipo=rutaDocmPlan](https://docm.jccm.es/docm/descargarArchivo.do?ruta=2023/03/27/pdf/2023_2710.pdf&tipo=rutaDocmPlanEstrategico%20de%20la%20PAC%20(PEPAC)%20de%20Castilla-La%20Mancha%202023-2027) Estratégico de la PAC (PEPAC) de Castilla-La Mancha 2023-2027.

Reglamento (UE) 2021/2115 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 2 de diciembre de 2021.

Ley 19/1995, de 4 de julio, de Modernización de las Explotaciones Agrarias.

Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural.

Documentación oficial sobre ayudas y medidas de la PAC, 2023-2027, recopilada en documentos: Incorporación de jóvenes, Ponencias PAC, PDR Castilla-La Mancha.

Instituto Geográfico Nacional (IGN). Portal de Mapas. Disponible en: <https://www.ign.es>

Portal de Mapas de Castilla-La Mancha. Infraestructura de Datos Espaciales. Disponible en: <https://mapas.castillalamancha.es>

Norma UNE 315500:2017, Insumos utilizables en la producción vegetal ecológica. Productos para la gestión de plagas y enfermedades. MAPA

Sede Electrónica del Catastro. Consulta de Bienes Inmuebles. Disponible en:

- <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?RefC=13013A028000260000MR&del=13&mun=13>

Anexo 1: Análisis Y Diagnóstico De La Situación De Partida

- <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?RefC=13013A028000320000MI&del=13&mun=13>
- <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?RefC=13013A028000330000MJ&del=13&mun=13>
- <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?RefC=13013A028002190000MX&del=13&mun=13>
- <https://servicio.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>



ANEXO 2

INGENIERÍA DEL PROYECTO. DISEÑO DE PLANTACIÓN

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 2

1. OBJETIVOS	5
2. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS	6
2.1. Elección De La Variedad	6
2.1.1. Generación de alternativas de variedades.....	6
2.1.2. Análisis de las variedades.....	8
2.1.3. Selección de la variedad	9
2.2. Disposición De Las Plantas	10
2.2.1. Marco de plantación	10
2.2.2. Orientación de las filas	11
3. CONCLUSIÓN	17
BIBLIOGRAFÍA.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación del vigor. Fuente: Agromillora	7
Figura 2 Resistencia al frío. Fuente: Agromillora	7
Figura 3 Resistencia al Repilo. Fuente: Agromillora	8
Figura 4 Parámetros establecidos y croquis división área de estudio.....	12
Figura 5 Parcela 26.1 orientación NE-SO con ligera inclinación E-O.....	12
Figura 6 Parcela 26.1 orientación N-S con ligera inclinación NO-SE	12
Figura 7 Parcela 26.2 orientación N-S con ligera inclinación NO-SE	13
Figura 8 Parcela 26.2 orientación NE-SO	13
Figura 9 Parcela 219.1 orientación N-S con ligera inclinación NO-SE	14
Figura 10 Parcela 219.1 orientación NE-SO	14
Figura 11 Parcela 32+33 orientación NE-SO con ligera inclinación E-O.....	15
Figura 12 32+33 Las chicas orientación NE-SO	15
Figura 13 Parcela 32+33Las chicas orientación N-S con ligera inclinación NO-SE	15
Figura 14 Mapa de orientaciones. Fuente: Elaboración propia	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación de Variedades.....	9
Tabla 2 Comparativa de Marcos de Plantación.....	11
Tabla 3 Comparativa orientaciones parcela 26.1.....	13
Tabla 4 Comparativa orientaciones parcela 26.2.....	13
Tabla 5 Comparativa orientaciones parcela 219.1.....	14
Tabla 6 Comparativa orientaciones parcela 32+33	15
Tabla 7 Resumen orientaciones por parcela	16

1. OBJETIVOS

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar y planificar una plantación de 22,70 ha de olivar en superintensivo con riego por goteo, localizada en el término municipal de Almagro, Ciudad Real. Para cumplir este propósito, se han establecido los siguientes objetivos específicos que condicionarán tanto el desarrollo como las soluciones técnicas adoptadas:

- Transformar una finca familiar previamente dedicada al cultivo de la vid en una explotación de olivar superintensivo, optimizando el uso de los recursos agrícolas disponibles.
- Implementar un sistema de riego localizado, utilizando sensores y tecnologías de precisión para maximizar la eficiencia hídrica y la sostenibilidad.
- Seleccionar variedades de olivo adaptadas a las condiciones edafológicas y climáticas del área, que permitan una producción temprana y estable en producción ecológica. Y, además, permitan obtener aceites de alta calidad.
- Incorporar tecnologías de mecanización avanzada en las labores de plantación, mantenimiento y recolección, minimizando los costes operativos.
- Aprovechar las ayudas públicas para jóvenes agricultores y la modernización de explotaciones, asegurando la viabilidad económica del proyecto.

Además, desde un enfoque más global, el proyecto busca contribuir al desarrollo rural y a la sostenibilidad ambiental mediante los siguientes objetivos complementarios:

- Promover la incorporación de jóvenes a la actividad agraria, fortaleciendo el relevo generacional en la región.
- Integrar prácticas sostenibles que minimicen el impacto ambiental del cultivo, como el uso de cubiertas vegetales y la fertirrigación controlada.

Si bien el foco principal del proyecto está en los objetivos técnicos y económicos determinados por la promotora, también se abordan de manera transversal aspectos relacionados con el desarrollo rural, la sostenibilidad ambiental y la modernización del sector agrario.

2. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

Una vez definidos y descritos los objetivos se estudiarán diversas opciones eligiendo la más apta para cumplirlos. Para ello, se estudiarán inicialmente las distintas variedades que se puedan implantar y el marco de plantación.

2.1. Elección De La Variedad

La elección de la variedad de olivo debe tener en cuenta las condiciones específicas del área, como el clima, el tipo de suelo, las necesidades de agua y la orientación hacia el mercado. Además, es importante considerar las características agronómicas de las variedades disponibles, incluyendo su resistencia a plagas y enfermedades, su capacidad de adaptación a sistemas intensivos y superintensivos, y la calidad del aceite producido.

2.1.1. Generación de alternativas de variedades

Para generar las alternativas, se ha partido de las variedades más comunes en sistemas de cultivo superintensivo. Estas incluyen, según el capítulo sistemas de plantación escrito por Carlos Navarro, Javier Hidalgo y María Gómez del Campo del libro “El cultivo del Olivo”, 2017:

- Arbequina: Conocida por su porte reducido, resistencia a la sequía y producción temprana. Produce aceites de alta calidad con un perfil sensorial suave y frutado.
- Koroneiki: Variedad originaria de Grecia, destacada por su alta capacidad productiva y resistencia a condiciones de estrés hídrico. Aceite con alta estabilidad oxidativa.
- Arbosana: Similar a la Arbequina en términos de porte y características, pero con un perfil de aceite algo más intenso, ideal para mercados específicos.

No obstante, debido a que la temperatura media de las mínimas del mes más frío en el área del proyecto se encuentra entre -6 °C y 0 °C, y considerando que los veranos son cada vez más calurosos, las variedades seleccionadas deben mostrar una alta resistencia al frío y una adaptación adecuada a condiciones de estrés hídrico.

La variedad autóctona de la región, la Cornicabra, es conocida por su resistencia al frío y su buena adaptación a las condiciones locales, pero se descarta debido a su baja productividad bajo un manejo ecológico superintensivo. En su lugar, se evalúan otras variedades, algunas de ellas han sido mejoradas genéticamente, que han mostrado buenos resultados en la zona. Estas incluyen Arroniz, Sikitita, Sikitita 2, Lecciana, Martina,

Coriana, Todolivo I-15 y Oliana. Agronómicamente, estas variedades han demostrado una buena adaptación, incluso bajo condiciones de estrés hídrico, aunque todavía presentan margen de mejora en términos de producción ecológica (Agromillora, n.d.), estas variedades han demostrado ventajas en proyectos de producción superintensiva, incluyendo:

- Adaptación agronómica: Estas variedades presentan buena tolerancia a condiciones de frío extremo y estrés hídrico, características esenciales para la región del proyecto.
- Rendimiento en manejo ecológico: Aunque algunas variedades todavía tienen margen de mejora, han mostrado producción estable y precoz en sistemas ecológicos.
- Resistencia a enfermedades: En un contexto de aumento de periodos de niebla invernal, la resistencia al repilo se convierte en un factor determinante.
- Mecanización y densidad de plantación: Estas variedades son adecuadas para sistemas de alta densidad (1500-2000 árboles/ha).
- Calidad y estabilidad del aceite: La estabilidad oxidativa y el perfil sensorial del aceite producido son compatibles con los estándares de calidad.

Comparación del vigor

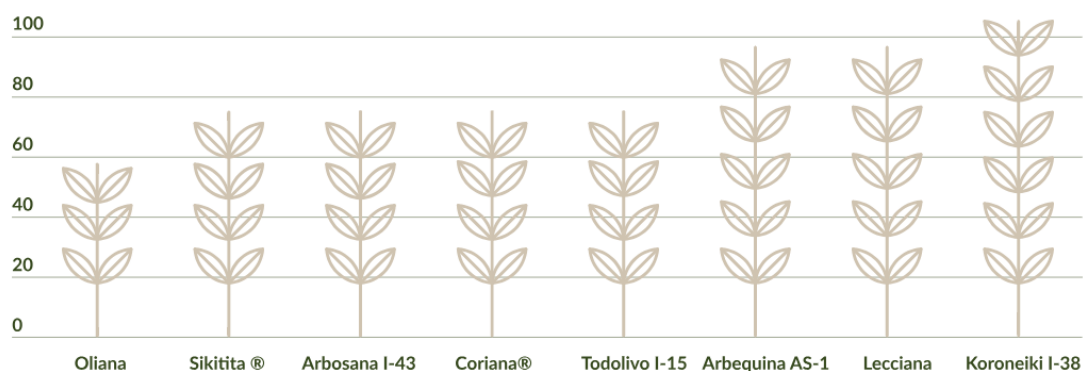


Figura 1 Comparación del vigor. Fuente: Agromillora

Resistencia al frío

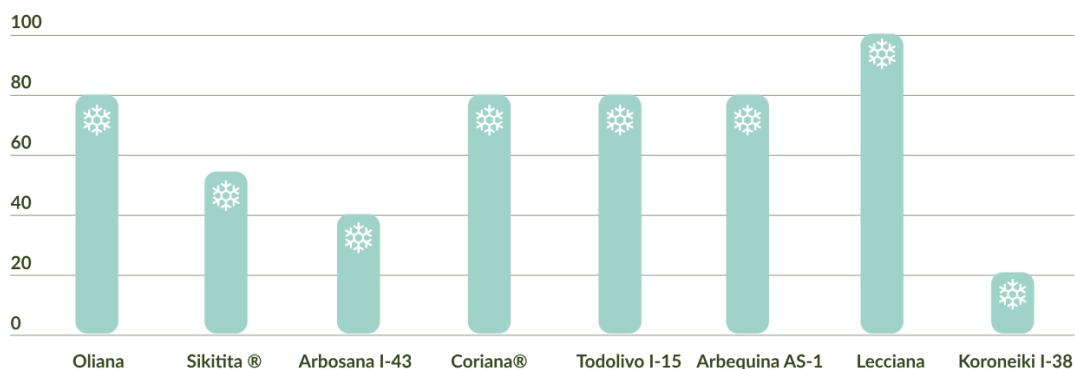


Figura 2 Resistencia al frío. Fuente: Agromillora

Resistencia al Repilo

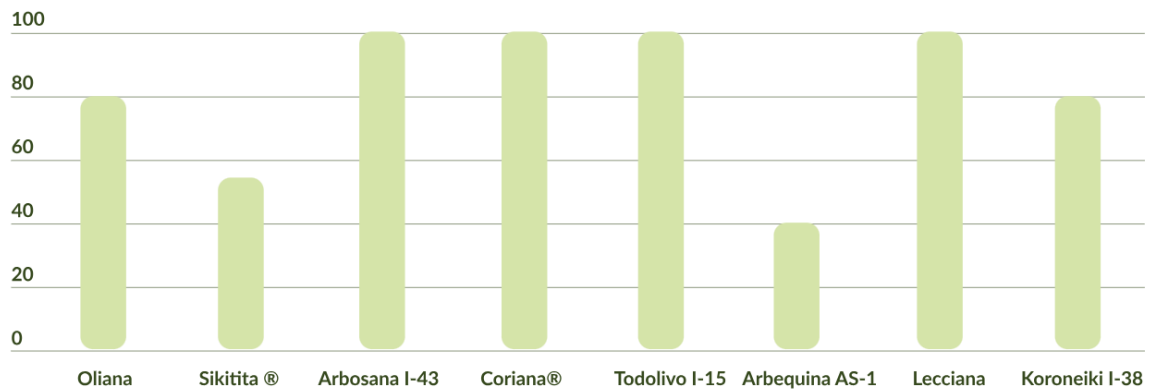


Figura 3 Resistencia al Repilo. Fuente: Agromillora

2.1.2. Análisis de las variedades

Cada una de las variedades seleccionadas se ha evaluado según criterios técnicos y económicos, considerando aspectos como resistencia a factores climáticos adversos, rendimiento en sistemas ecológicos y calidad del aceite.

- Arroniz: Adaptada a climas fríos y secos. Buen perfil de aceite, aunque su productividad en ecológico es limitada.
- Chiquitita y Chiquitita 2: Variedades compactas con excelente adaptación a sistemas mecanizados. Buena resistencia al frío, pero baja estabilidad en producción ecológica.
- Lecciana: Alta resistencia al frío y al repilo, buena para zonas con nieblas frecuentes. Buen equilibrio entre productividad y calidad de aceite, buena estabilidad oxidativa.
- Martina y Coriana: Variedades con buen rendimiento agronómico, pero menor estabilidad en condiciones extremas.
- Todolivo I-15P: Buena combinación de resistencia al frío, alta productividad y calidad de aceite.
- Oliana: Rendimiento elevado y alta adaptabilidad, pero con bajo contenido en fenoles y maduración tardía en noviembre, lo que no se ajusta a los objetivos del proyecto.

Tabla 1 Comparación de Variedades

Variedad	Vigor	Resistencia Frío y Sequía	Calidad Aceite	Producción	Resistencia Repilo	Planta Disponible
Arroniz	-	Buena	Buena	Limitada	Media	Sí
Chiquitita	Bajo	Buena	-	Poco estable	Media	Sí
Lecciana	Medio	Alta	Muy buena	Buena	Alta	Sí
Martina y Coriana	Bajo	Buena	Limitada	Bueno	Alta	Sí
Todolivo I-15p	Bajo	Buena	Muy buena	Buena	Alta	No
Oliana	Bajo	Buena	Limitada	Buena	Buena	Sí

2.1.3. Selección de la variedad

Tras analizar las alternativas, la variedad seleccionada para el proyecto es Lecciana. Esta decisión se fundamenta en los siguientes puntos (Agromillora, n.d.):

- Resistencia demostrada al frío y al repilo, dos factores importantes en el área del proyecto debido a las bajas temperaturas y el aumento de nieblas invernales. Además, cabe destacar la existencia de plantaciones de tres años de esta variedad en parcelas próximas a la finca del proyecto, las cuales, están adaptándose muy bien a la región.
- Producción similar a la Arbequina. Su potente sistema radicular le confiere una gran robustez, por lo que se recomienda en secano/riego asistido o cultivo ecológico. Mantiene la turgencia en el fruto a pesar de la falta de agua en verano. Rendimiento de aceite igual o superior al de la Arbequina. Es una variedad que sufre poco cuando se la somete a estrés (frío, fertilidad, sequía, falta de fertilización).
- Muy precoz, es una de las primeras en alcanzar el envero, pudiéndose cosechar una semana antes del momento ideal para la variedad Arbequina.
- Alta calidad de aceite, con buena estabilidad oxidativa, ideal para mercados de productos ecológicos premium.
- Disponibilidad en el mercado dentro del plazo necesario para iniciar la plantación.
- Existencia de una plantación muy próxima de 7 años de antigüedad, que muestra una excelente adaptación a las condiciones de la zona.

Aunque Todolivo I-15P podría ser una excelente opción técnica, su falta de disponibilidad en el tiempo requerido lo descarta como alternativa viable. Por otro lado, Oliana, a pesar de su alta productividad, no cumple con los requisitos de calidad del aceite ni con el calendario de maduración buscado.

2.2. Disposición De Las Plantas

La disposición de las plantas en el sistema de plantación optimiza la productividad, facilita la mecanización y asegura la sostenibilidad del cultivo. En el caso del proyecto, se adopta un sistema de producción superintensivo u olivar en seto, compatible con producciones ecológicas y mecanizadas con gran eficiencia agronómica y económica.

2.2.1. Marco de plantación

El marco de plantación elegido para el proyecto es el olivar en seto caracterizado por densidades entre 900 y 2500 plantas/ha. Este sistema permite maximizar el rendimiento del terreno y facilitar el manejo mecanizado, permiten un manejo más rápido y eficiente.

Dentro del olivar en seto se pueden encontrar distintos marcos de plantación donde el ancho de calle suele variar entre 3,5 y 5 m y la distancia entre plantas en la línea de plantación entre 1,35 y 2 m. Es por esto por lo que se ha elaborado la Tabla 2 comparando distintos marcos y ponderándolos del 1 al 5, de acuerdo a las características propias de esta finca con el fin de garantizar la rentabilidad y viabilidad del olivar en seto, asegurando una producción eficiente y sostenible. La ponderación de cada criterio responde a su importancia en la optimización del cultivo, basándose en la información recopilada en el libro “El cultivo del olivo”, Sistemas de Plantación (Navarro *et al*, 2017).

- La producción esperada (20%) depende de la densidad de plantación, donde marcos más estrechos ofrecen mayores rendimientos iniciales, pero pueden generar competencia por recursos.
- La densidad de plantación (15%) optimiza el uso del terreno; sin embargo, debe equilibrarse con la mecanización y sanidad vegetal. Marcos más estrechos aumentan la productividad, pero pueden reducir la longevidad del cultivo.
- La facilidad de mecanización (15%) de gran importancia en el olivar en seto, ya que marcos demasiado estrechos pueden dificultar el acceso de maquinaria, aumentando los costes operativos.
- La gestión del agua y eficiencia hídrica (15%) también muy significativo en zonas con limitaciones hídricas, ya que marcos más densos requieren más riego.
- El coste de implantación (10%) varía según la densidad de plantación. Marcos más intensivos requieren una inversión inicial mayor, pero pueden compensarla con una rápida entrada en producción.

ANEXO 2: Ingeniería Del Proyecto. Diseño De Plantación

- La longevidad del cultivo (15%) es principal para la estabilidad productiva; densidades muy altas pueden reducir la vida útil del olivar.
- La calidad del aceite (10%) está influida por la exposición a la luz y la aireación de la copa. Marcos equilibrados permiten optimizar tanto la cantidad como la calidad del producto final.

Tabla 2 Comparativa de Marcos de Plantación

	Ponderación	Marco A (4x2m)	Marco B (3,75x1,5m)	Marco C (3,5x1,3m)	Marco D (4x1,5m)
Producción esperada (kg/ha)	20%	3	4	5	5
Densidad (árboles/ha)	15%	2	3	5	4
Facilidad de mecanización	15%	5	4	3	4
Gestión agua y eficiencia hídrica	15%	4	5	5	5
Coste plantación y manejo	10%	4	3	4	4
Longevidad del cultivo	15%	5	4	3	5
Calidad del aceite	10%	4	5	5	5
TOTAL	100%	3,85	4,25	4,20	4,50

Por consiguiente, para esta plantación, se propone el marco de 4 m entre filas y 1,5 m entre plantas, lo que asegura un equilibrio entre el desarrollo de la copa y la penetración de luz en las zonas inferiores. Este diseño también permite un manejo adecuado de plagas y enfermedades, aspectos esenciales en producción ecológica.

2.2.2. Orientación de las filas

La orientación del olivar en seto influye directamente en la producción, la calidad del aceite y la eficiencia de las labores agrícolas. Tradicionalmente, la disposición Norte-Sur (N-S) ha sido la más utilizada debido a su distribución homogénea de la radiación solar. Sin embargo, algunos estudios indican que, en determinadas campañas, la orientación Noreste-Suroeste (NE-SO) puede aumentar la producción entre un 8 % y un 9 % al optimizar la exposición solar de una de las caras del seto (Gómez del Campo *et al.*, 2009).

Además de la incidencia solar, la elección de la orientación debe considerar factores como la pendiente del terreno, la facilidad de mecanización y la evacuación del aire frío en zonas con riesgo de heladas. En función de estos criterios, se ha elaborado una tabla comparativa diferenciando cada parcela según sus características específicas. En ella, se proponen tres configuraciones principales: una orientación N-S con ligera inclinación NO-SE, una orientación NE-SO y, para las parcelas con menor distancia en dirección N-S, una orientación NE-SO con ligera inclinación E-O.

ANEXO 2: Ingeniería Del Proyecto. Diseño De Plantación

Para determinar el número de giros necesarios para las labores agrícolas, se ha utilizado CLAAS Connect (CC), una aplicación de gestión de explotaciones. A través de su herramienta de elaboración de líneas de referencia, se ha definido una anchura de trabajo de 3,5 m y un radio de giro de 4,5 m, valores que corresponden a dimensiones promedio del tractor y el implemento que se empleará en la explotación. Los resultados obtenidos varían en función de las características de cada parcela y se presentan a continuación:

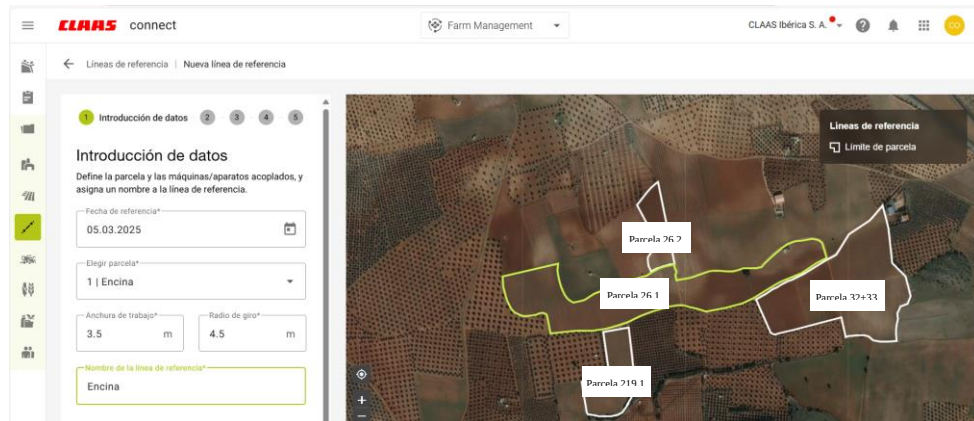


Figura 4 Parámetros establecidos y croquis división área de estudio

PARCELA 26.1

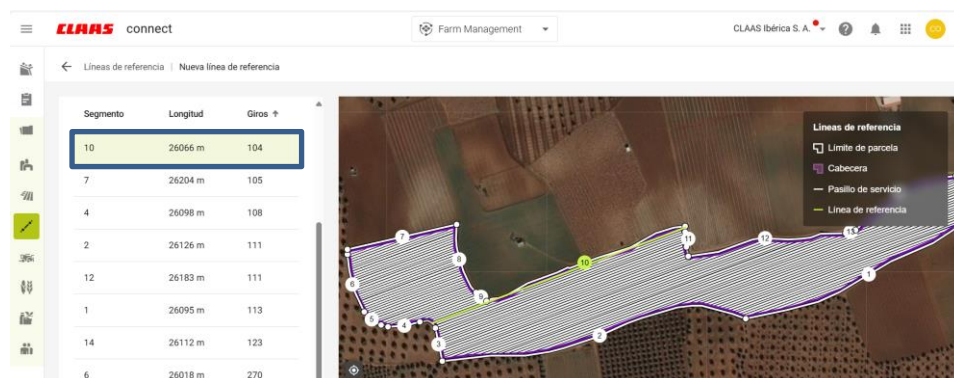


Figura 5 Parcela 26.1 orientación NE-SO con ligera inclinación E-O

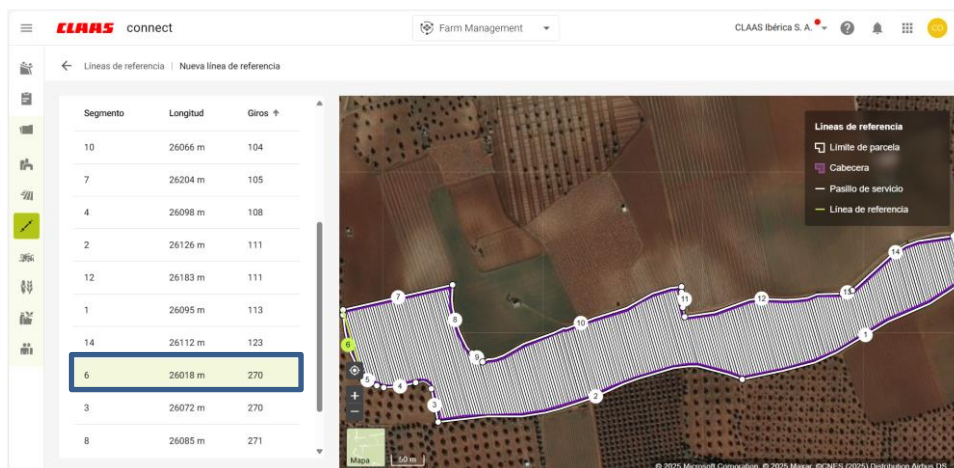


Figura 6 Parcela 26.1 orientación N-S con ligera inclinación NO-SE

ANEXO 2: Ingeniería Del Proyecto. Diseño De Plantación

Tabla 3 Comparativa orientaciones parcela 26.1

PARCELA 26.1	Ponderación	N-S (NO-SE)	NE-SO	NE-SO (E-O)
Producción Aceite	15%	4	5	4
Radiación Solar	20%	5	4	4
Evacuación aire frío	15%	5	3	3
Reducción Riesgo Erosión	15%	5	5	5
Geometría Parcela	35%	2	4	5
TOTAL	100%	3,8	4,15	4,35

PARCELA 26.2

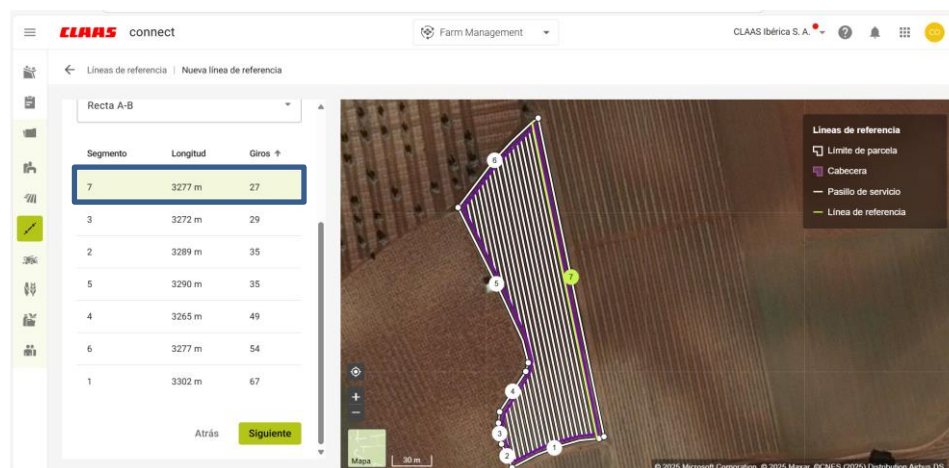


Figura 7 Parcela 26.2 orientación N-S con ligera inclinación NO-SE

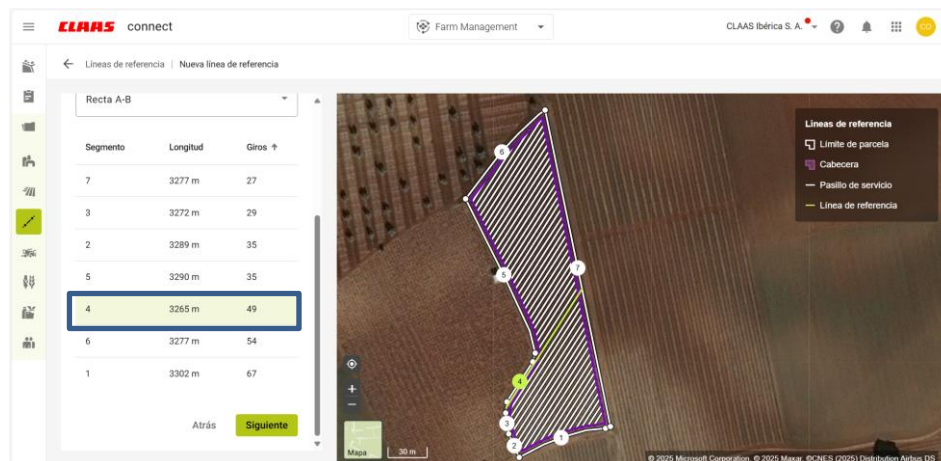


Figura 8 Parcela 26.2 orientación NE-SO

Tabla 4 Comparativa orientaciones parcela 26.2

PARCELA 26.2	Ponderación	N-S (NO-SE)	NE-SO	E-O (NE-SO)
Producción Aceite	15%	4	5	4
Radiación Solar	20%	5	4	4
Evacuación aire frío	15%	5	3	3
Reducción Riesgo Erosión	15%	5	5	5
Geometría Parcela	35%	5	4	3
TOTAL	100%	4,85	4,15	3,65

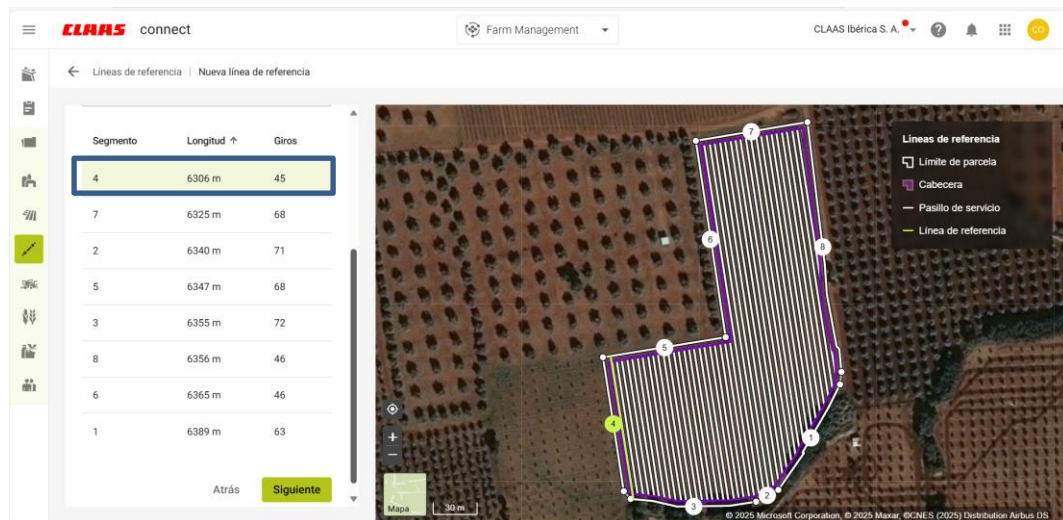
PARCELA 219.1

Figura 9 Parcela 219.1 orientación N-S con ligera inclinación NO-SE

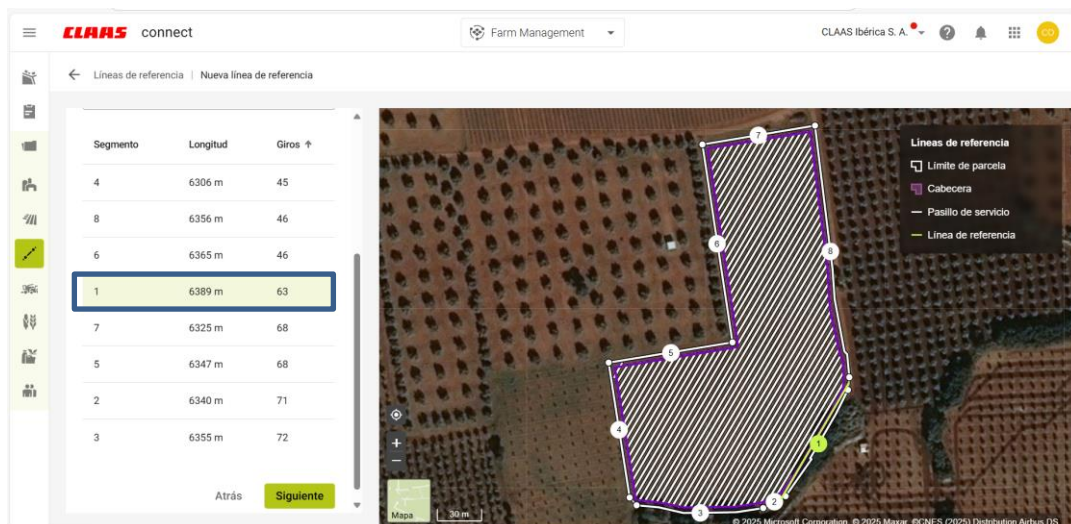


Figura 10 Parcela 219.1 orientación NE-SO

Tabla 5 Comparativa orientaciones parcela 219.1

PARCELA 219.1	Ponderación	N-S (NO-SE)	NE-SO	E-O (NE-SO)
Producción Aceite	15%	4	5	4
Radiación Solar	20%	5	4	4
Evacuación aire frío	15%	5	3	3
Reducción Riesgo Erosión	15%	5	4	4
Geometría Parcela	35%	5	4	3
TOTAL	100%	4,85	4	3,5

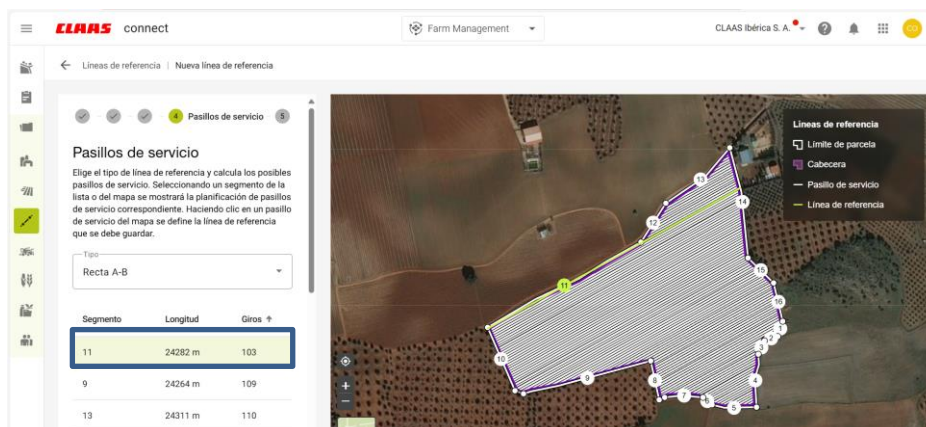
PARCELA 32+33

Figura 11 Parcela 32+33 orientación NE-SO con ligera inclinación E-O

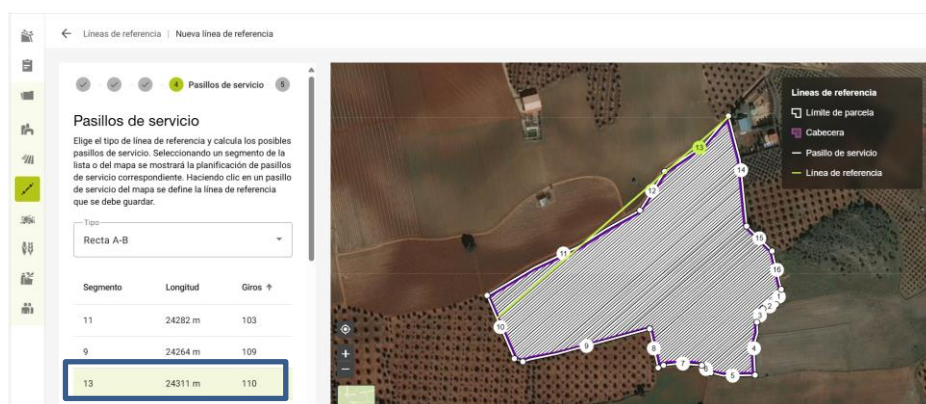


Figura 12 32+33 Las chicas orientación NE-SO

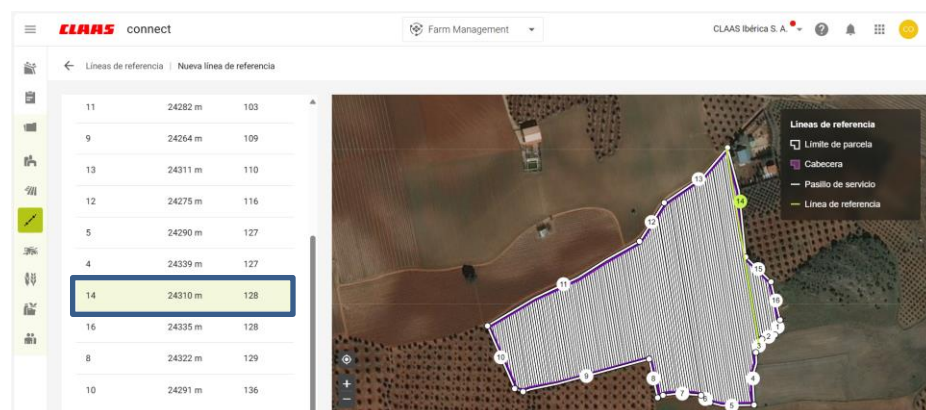


Figura 13 Parcela 32+33Las chicas orientación N-S con ligera inclinación NO-SE

Tabla 6 Comparativa orientaciones parcela 32+33

PARCELA 32+33	Ponderación	N-S (NO-SE)	NE-SO	E-O (NE-SO)
Producción Aceite	15%	4	5	4
Radiación Solar	20%	5	4	4
Evacuación aire frío (pendt)	15%	5	3	3
Reducción Riesgo Erosión	15%	5	4	4
Geometría Parcela	15%	4	4,5	5
TOTAL	100%	4,5	4,175	4,2

Las orientaciones que han obtenido mayor puntuación son:

Tabla 7 Resumen orientaciones por parcela

PARCELA	26.1	26.2	219.1	32+33
ORIENTACIÓN	NE-SO (E-O)	N-S (NO-SE)	N-S (NO-SE)	N-S (NO-SE)

La orientación N-S con ligera inclinación NO-SE presenta una gran eficiencia en el uso de la maquinaria por su ajuste a la geografía de las parcelas 26.2, 219.1, 32 y 22 y según el capítulo sistema de plantación del libro *El Cultivo del Olivo* (Gómez del Campo *et al*, 2017), esta orientación permite una distribución uniforme de la radiación solar, favoreciendo el desarrollo equilibrado de los árboles. Además, al estar alineada con la pendiente natural del terreno, facilita la evacuación de masas de aire frío, reduciendo el riesgo de heladas en invierno.

En las parcelas que cuentan con menor longitud N-S, se selecciona la orientación NE-SO con cierta inclinación hacia E-O, para la parcela 26.1 en concreto, es una alternativa eficiente, ya que se ajusta a la geometría del terreno y no cuenta con pendiente. Este diseño optimiza la eficiencia de la parcela y la mecanización, al reducir el número de giros, sin comprometer la productividad.



Figura 14 Mapa de orientaciones. Fuente: Elaboración propia

3. CONCLUSIÓN

El proyecto integra sostenibilidad, innovación y viabilidad económica. La selección de la variedad Lecciana con un marco de plantación de 4 x 1,5 m con orientación N-S con cierta inclinación hacia NO-SE en la mayoría de parcelas y NE-SO con cierta inclinación hacia E-O, en las dos parcelas seleccionadas en la Figura 14 optimizan la producción ecológica y la mecanización. Lo que responde a las demandas del mercado e impulsa el relevo generacional y el desarrollo rural en la región, siendo así como un modelo sostenible en el sector oleícola.

BIBLIOGRAFÍA

Carlos Navarro, Javier Hidalgo y María Gómez del Campo, 2017. Sistemas de plantación. En: El Cultivo del Olivo. Eds. Barranco D, R Fernández-Escobar y L Rallo. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Madrid.

Agromillora. (n.d.). *Nuestros productos: Olivos*. 14 de enero de 2025, de <https://www.agromillora.com/es/nuestros-productos/olivos/>



ANEXO 3

INGENIERÍA DEL PROYECTO. ESTABLECIMIENTO DEL OLIVAR

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 3

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. PROGRAMA PRODUCTIVO.....	5
3. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN.....	6
3.1. Diseño De Plantación.....	6
3.2. Encargo Del Material Vegetal	7
3.3. Preparación Del Terreno	7
3.3.1. Instalación de riego.....	10
3.3.2. Labores	7
Enmienda orgánica y abonado de fondo	8
3.4. Replanteo Y Marqueo	10
3.5. Colocación De Los Plantones	11
3.5.1. Plantación	11
3.5.2. Protectores	12
3.5.3. Post-Plantación	12
BIBLIOGRAFÍA.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición hummus de lombriz sólido.....	9
Tabla 2 Calendario de operaciones.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación de la orientación de las filas de la plantación.....	6
Figura 2 Máquina plantadora suspendida. Fuente: Agrariaolive.....	11
Figura 3 Planta con tutores, protectores y ramales portagoteros	12

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se busca detallar las necesidades y operaciones requeridas para el desarrollo de la plantación. Para ello, se definirá un programa productivo basado en el ciclo de vida del proyecto, determinado por la vida útil de la plantación.

Asimismo, se describirá el proceso productivo, identificando las necesidades específicas y las actividades asociadas, que se organizarán en las fases de establecimiento de la plantación, mantenimiento, protección fitosanitaria del cultivo y recolección del fruto.

2. PROGRAMA PRODUCTIVO

Las plantaciones de olivar superintensivo tienen una vida útil aproximada de 30 a 40 años, dependiendo de factores como las condiciones edafoclimáticas, la variedad seleccionada y las prácticas de manejo, incluyendo la poda y el abonado adecuado. Para fines de planificación económica, se considera un promedio de 35 años, que será el utilizado para el presente proyecto.

Durante los primeros años, estas plantaciones muestran una rápida entrada en producción, alcanzando casi su máximo rendimiento alrededor del quinto año. A partir del décimo año, la productividad puede comenzar a disminuir debido al envejecimiento de las plantas, la competencia entre ellas y los posibles efectos de sombreamiento. Esto hace necesario intensificar las prácticas de manejo, como podas y ajuste de densidades para mantener la sostenibilidad del cultivo.

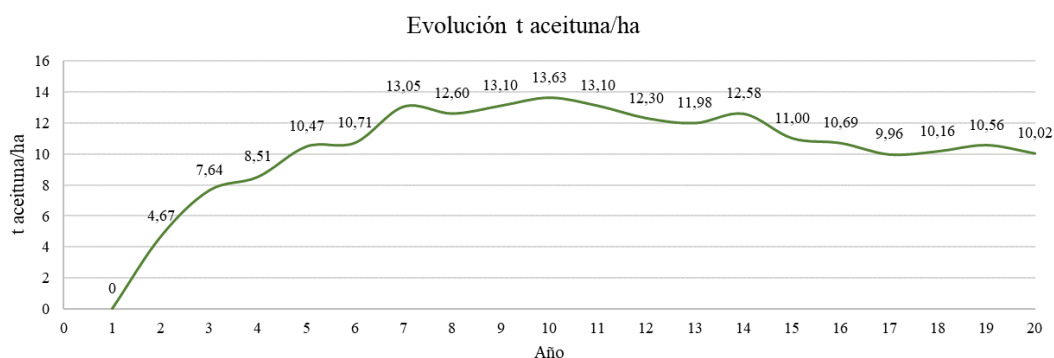


Gráfico 1 Evolución producción estimada aceituna en 15 años. Fuente: Elaboración propia basada en ensayos del sistema Todolivo de variedad Arbequina

El Gráfico 1 presentan la evolución estimada de la producción para los primeros 20 años en un sistema superintensivo en condiciones de riego, considerando la variedad

seleccionada para este proyecto (Lecciana), muy similar a arbequina en cuanto a producción. Estas estimaciones se basan en datos recopilados de Todolivo, el cual cuenta con ejemplos de fincas plantadas por ellos en regadío con la variedad Arbequina.

3. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Para llevar a cabo la plantación son necesarias una serie de consideraciones previas, tales como las labores para establecer la plantación, las cuales se especificarán a continuación.

3.1. Diseño De Plantación

Tal como se ha definido en el Anexo N.º 2, la plantación se dispondrá con un marco de 4 x 1,5 m, con una orientación de filas N-S con cierta inclinación NO-SE y NE-SO con cierta inclinación E-O para las dos parcelas de menor longitud N-S. La superficie total disponible para la plantación es de 20,77 ha, en lugar de las 22,70 ha que suponen la totalidad de la superficie. Esto se debe principalmente a la necesidad de dejar un espacio de 6 m desde la linde para facilitar el giro de la maquinaria en los cabeceros, así como a la presencia de zonas no cultivables con elevaciones y vegetación preexistente.



Figura 1 Representación de la orientación de las filas de la plantación. Fuente: Elaboración propia

Con la disposición establecida en la finca (Figura 1), se ha obtenido que el número de árboles necesarios son 34 602 en las 20,77 ha útiles, resultando una densidad de plantación de 1666 árboles/ha.

Como ya se ha mencionado, para garantizar un adecuado manejo de la maquinaria, en especial del tractor y la cosechadora, se ha dejado un espacio de al menos 6 m de distancia entre el límite de la parcela y el inicio/final de la fila de árboles, permitiendo así la maniobrabilidad en los cabeceros de las calles.

3.2. Encargo Del Material Vegetal

Una vez determinadas las plantas totales que serán necesarias, se debe encargar el material vegetal al vivero seleccionado, el cual se encuentra dentro de la zona de influencia del proyecto. Este corresponderá a la variedad “Lecciana”, obtenida del cruce entre Arbosana x Leccino. El plantón debe ser planta certificada, haber sido formado con un solo eje a 60 cm (eliminando las brotaciones bajas), estar sano (se garantiza al ser planta certificada), contar con un buen sistema radicular, altura de 1 m aproximadamente y edad de 6-8 meses para reducir costes de los plantones.

El pedido total incluirá un 10 % adicional para replantaciones y posibles marras, lo que eleva la cantidad total a 38 062 plantones. Este pedido deberá realizarse con al menos un año o más de antelación respecto a la fecha prevista de plantación, garantizando así la disponibilidad del material vegetal en el momento oportuno.

3.3. Preparación Del Terreno

La preparación del terreno crea las condiciones óptimas para un correcto crecimiento y desarrollo de los árboles, para poder maximizar su producción y evitar futuros problemas.

Entre las ventajas de realizar un correcto manejo previo a la plantación se encuentran mejorar la estructura del suelo, control de plagas y enfermedades, adecuado drenaje, etc.

3.3.1. Labores

Subsolador

Esta operación se ejecutará con una antelación de 5 meses respecto a la plantación, en todas las parcelas y alcanzando una profundidad de 70 cm. No obstante, en aquellas zonas donde se localicen tuberías primarias pertenecientes a la antigua red de riego del viñedo (las cuales no fueron retiradas para su posterior aprovechamiento y permanecen enterradas a una profundidad de 60 cm), se procederá a su señalización previa. En dichos puntos, la labor de subsolado se reducirá a una profundidad máxima de 30 cm con el objetivo de evitar posibles daños sobre la infraestructura existente.

Se ha optado por subsolar en lugar de desfondar porque permite romper compactaciones sin alterar la fertilidad ni la microbiología del suelo. El desfonde removería innecesariamente los horizontes, afectando la materia orgánica, la estabilidad estructural y la eficiencia de retención de humedad. Además, el subsolado mejora la infiltración y

aireación permitiendo un buen desarrollo radicular sin incrementar los costes energéticos y sin riesgos de erosión, por lo que se considera la opción más eficiente y sostenible.

Se recomienda subcontratar esta tarea utilizando al menos un subsolador de 7 púas, de 3,5 m de anchura de trabajo y 1020 kg de peso. La potencia requerida es de 210 CV, por lo que se debe emplear un tractor de doble tracción con autoguiado y al menos 210 CV.

3.3.2. Enmienda orgánica y abonado de fondo

El análisis del suelo realizado en el Anexo N° 1 revela una baja fertilidad, con un contenido insuficiente de materia orgánica (0,62 y 1,08 g/100g, por debajo del nivel óptimo para el olivar que es 1,5 - 2,5%). Para mejorarlo, se recomienda la aplicación de una enmienda orgánica 4 meses antes de la plantación, pero únicamente en los primeros 15cm de este horizonte más superficial, ya que es donde se desarrollarán principalmente las raíces encargadas de la absorción de nutrientes de la planta joven.

Para cuantificar la cantidad de materia orgánica a aplicar se emplea la siguiente fórmula:

$$\Delta mo = \frac{mo_f - mo_i}{100} \times p(m) \times da(t/m^3) \times 10^4(m^2/ha)$$

Donde:

- $p(m)$ = Profundidad de aplicación
- $da(t/m^3)$ = Densidad aparente del suelo. Esta al no haberse obtenido en los análisis de suelo, se estima según la literatura (El cultivo del olivo y fuentes agronómicas), del que se obtiene que los suelos franco-arcillo-arenosos con bajo contenido de materia orgánica suelen presentar densidades aparentes en el rango de 1,3 a 1,5 g/cm³, siendo más cercanas al valor superior debido al bajo contenido de materia orgánica y la compactación esperada por el contenido de arcilla.

$$\Delta mo = \frac{2 - 0,8}{100} \times 0,15(m) \times 1,45 (t/m^3) \times 10^4(m^2/ha) = 26,1 t/ha$$

Se recomienda aplicar humus de lombriz, este es una enmienda orgánica de alta calidad, rica en ácidos húmicos, que mejora la estructura del suelo, incrementa la retención de nutrientes y favorece la disponibilidad de estos para las plantas. Además, contiene hormonas vegetales que estimulan el enraizamiento, el crecimiento y la floración, contribuyendo al desarrollo óptimo del olivar. Su capacidad de amortiguación permite regular el pH del suelo, favoreciendo el equilibrio sin generar efectos adversos sobre la salinidad. Cuenta además con certificado ecológico. La composición del humus es:

ANEXO 3: Ingeniería del proyecto. Establecimiento Del Olivar

Tabla 1 Composición hummus de lombriz sólido. Fuente: Elaboración propia mediante medias de varias empresas de compostaje de humus.

Componente	Nitrógeno total (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Materia orgánica
% aproximado	1,5 - 3%	0,5 - 2,5%	1- 4%	2,5 - 9%	0,2- 0,5%	40 - 60%

Por consiguiente:

$$Cantidad\ humus\ (t/ha) = \frac{26,1\ t/ha}{0,50} = 52,2\ t/ha$$

La cantidad de humus de lombriz a aplicar para corregir los niveles de materia orgánica del suelo son 52,2 t/ha. El humus será transportado por el vendedor en camiones a la finca del proyecto y para su esparcido se hará uso de un remolque esparcidor de un eje con dos molinillos con capacidad para 9000 kg y potencia requerida 80 CV. Se aconseja alquilar el remolque esparcidor y realizar la labor con el tractor de la explotación (tractor 120 CV).

Tras la plantación del olivar, se recomienda en los años siguientes la aplicación de 100 L/ha de humus de lombriz líquido, divididos en 5 aplicaciones mediante fertirrigación. Este producto, obtenido por maceración y oxigenación del humus sólido, mejora la estructura del suelo, aporta microorganismos beneficiosos y facilita la retención y disponibilidad de nutrientes esenciales.

La parcela cuenta con la ventaja de disponer de una empresa local que proporciona humus de lombriz de alta calidad, lo que facilita su adquisición en el momento adecuado.

Respecto al abonado de fondo, no es necesario debido a que el contenido en macronutrientes se encuentra acorde a lo deseable. Sin embargo, como se comentó en el Anexo N°1, los niveles de potasio superan los valores óptimos para el olivo. Para evitar antagonismos con la absorción de otros cationes como el calcio y el magnesio, se recomienda ajustar la fertilización potásica tras la plantación en función de las extracciones del cultivo.

Cultivador

El cultivador realizará un primer pase tras la aplicación de la enmienda orgánica para incorporarla al suelo y mejorar su integración en el perfil edáfico. Posteriormente, justo antes del replanteo y marcaje, se efectuará un segundo pase con el objetivo de acondicionar el terreno, asegurando una superficie uniforme y en condiciones óptimas para la plantación.

Este trabajo se llevará a cabo perpendicularmente a la orientación de la plantación para minimizar posibles desviaciones durante la plantación, ya que el terreno tiende a generar ligeros desplazamientos cuando existen surcos previos, incluso al utilizar sistemas de autoguiado de alta precisión.

Para esta labor, se empleará el cultivador de 37 dientes con el que ya cuenta la explotación, que permite una profundidad de trabajo entre 15 y 20 cm y un ancho de labor de 5,55 m, asegurando una adecuada preparación del suelo.

3.3.3. Instalación de riego

Previo a la plantación, se procederá a la instalación del resto del sistema de riego, reutilizando las tuberías secundarias, terciarias y los ramales portagoteros de la antigua red del viñedo, ya que se encuentran en buen estado. Estos elementos serán reinstalados durante esta fase. Para la colocación de la red secundaria, se abrirán zanjas mediante retroexcavadora a una profundidad de 50 cm y un ancho de 30 cm, únicamente en las zonas necesarias. Las tuberías portaramales, de 70 cm de longitud y dispuestas en vertical, se conectarán a las tuberías secundarias y terciarias cada 4 m, quedando luego por encima del suelo únicamente una longitud 20 cm. A estas se unirán posteriormente los ramales portagoteros, que se dispondrán en superficie una vez finalizada la plantación.

3.4. Replanteo Y Marqueo

Una vez acondicionado el terreno según las labores descritas, se procede al replanteo para trasladar el diseño de plantación (Plano N°2) a la parcela. Se utilizará un programa GIS que permite exportar las líneas de referencia al sistema de autoguiado del tractor. En gabinete se definirán orientaciones y puntos de referencia para asegurar una disposición precisa de las filas, separadas 4 m entre sí. Es de gran importancia que el autoguiado disponga de señal RTK, reduciendo el margen de error a menos de 3 cm y garantizando anchos de calle uniformes que faciliten las labores de poda, siega de la cubierta vegetal y tratamientos fitosanitarios. Un correcto alineado de los troncos optimiza la recolección mecanizada, minimizando daños y mejorando la eficiencia operativa.

En cuanto a la ubicación de las plantas dentro de cada fila, esta dependerá de la velocidad a la que se desplace el tractor, la cual se ajustará previamente en el sistema de autoguiado considerando un espaciamiento de 1,5 m. Además, la precisión dependerá de los operarios encargados de introducir las plantas en el surco. Se recomienda externalizar esta tarea.

3.5. Colocación De Los Plantones

3.5.1. Plantación

Una vez establecidas en gabinete las posiciones de las filas y definida la referencia para el tractor, se procederá a la plantación de los plantones, programada para principios de primavera, finales de marzo, con el fin de evitar posibles daños por heladas invernales.

Para esta labor, se empleará una plantadora suspendida acoplada a un tractor con sistema de autoguiado de alta precisión y una potencia mínima de 80 CV, suficiente para operar la máquina en una sola hilera. La plantadora está equipada con un mecanismo de apertura de surco, permitiendo la colocación de los plantones con cepellones de hasta 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, asegurando un establecimiento adecuado. Además, cuenta con ruedas compactadoras que presionan el suelo alrededor de cada planta, eliminando la necesidad de realizar hoyos individuales y asegura buen contacto radicular con el sustrato.

Dado que el suelo presenta una textura franco-arcillo-arenosa, no se prevé riesgo de “efecto vaso”. Sin embargo, se recomienda realizar un seguimiento del desarrollo inicial de los plantones para detectar posibles anomalías en la implantación.

Durante el proceso de plantación, los operarios situados en la máquina se encargan de retirar la bolsa de plástico de cada plantón y colocarlo de manera que la superficie del cepellón quede a no más de 5 cm por debajo del nivel del terreno circundante.

Simultáneamente, otro operario, también ubicado en la máquina, se encargará de la colocación de los tutores, los cuales serán de bambú, con una longitud de 1 m y un diámetro de 15 mm. Se ha optado por tutores más finos de lo habitual debido a la posterior instalación de una estructura de postes y alambres, a la que serán atados para proporcionar mayor estabilidad y dirección al crecimiento de los árboles.



Figura 2 Máquina plantadora suspendida. Fuente: Agrariaolive

3.5.2. Protectores

Además, otro operario situado en la plantadora se encarga de instalar los protectores. Estos son de gran importancia para proteger los plantones de los conejos y liebres que abundan en la zona. Serán de plástico duro de altura 50 cm y 11 cm de diámetro.

Para asegurar una alineación correcta de las filas en esta zona relativamente ventosa y con presencia de suelos algo pedregosos, se emplearán los antiguos postes del viñedo que cuentan con troquelado alterno y el troquel N. Estos postes se instalarán cada 15 m, lo que equivale a un poste cada 10 árboles. La elección de postes en lugar de tutores tradicionales garantiza una mayor resistencia estructural y una correcta alineación de la plantación. Se instalará un único alambre a una altura de 80 cm.

3.5.3. Post-Plantación

Cabe la posibilidad de acoplar un apero a la plantadora para la instalación de los ramales de riego, completando así el sistema de irrigación. De lo contrario se realizará al finalizar la labor con la plantadora ya que es necesario dar un riego de 15 L/pies después de plantar, para facilitar la unión del cepellón y el terreno de asiento. Esto se llevará a cabo independientemente de que el terreno circundante tenga humedad, dado que se busca facilitar el asentamiento de las plantas y promover su enraizamiento.



Figura 3 Planta con tutores, protectores y ramales portagoteros

A partir de abril, será necesario supervisar el estado de las plantas y reponer manualmente aquellas que no hayan logrado arraigar. Para evitar la competencia por recursos en los primeros meses, se realizarán pases de cultivador de 3,5 m con intercepa cada 2 meses, trabajando a una profundidad de 15-20 cm para el control de malas hierbas. Se recomienda la adquisición de este apero, ya que permite retirar los brazos del cultivador y utilizar únicamente el intercepa para las labores posteriores de control de vegetación en la cava de la plantación. Además, en caso de detectarse problemas de compactación en los primeros 20 cm de profundidad, se podrá reinstalar los brazos del cultivador si fuera necesario levantar la cubierta vegetal.

Tabla 2 Calendario de operaciones hasta la plantación.

Años	E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D
0	Estudio de clima y suelo		Diseño plantación y encargo de la planta	Revisión instalación tuberías primarias					Análisis de agua de riego			
1										Subsolar a 70 cm	Enmienda + Cultivador	Visitar vivero
2	Complementación cabezales de riego e Instalación de tuberías secundarias y terciarias		Cultivador + Replanteo y marcado + Recepción plantones + Plantación Tutores y protectores. + Colocar postes y ramales portagoteros + Riego	Colación sensores + Reposición Marras + Cultivador e intercepa	Regar	Regar + Cultivador e intercepa	Regar	Regar + Cultivador e intercepa	Regar			

BIBLIOGRAFÍA

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (2017). El cultivo del olivo (7ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa

International Olive Council (IOC). (2021). Guidelines on Integrated Production of Olives and Olive Oil. Madrid: IOC.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA). (2023). Guía para la producción ecológica del olivo. Recuperado de: www.mapa.gob.es

European Commission. (2022). Organic Farming Regulations and Practices. Brussels: EU Publications.

Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB). (2020). Manejo sostenible en olivar ecológico.

FAO. (2019). Crop Protection Compendium - Olive Diseases and Management.

Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la producción ecológica y el etiquetado de los productos ecológicos.

Consejo Oleícola Internacional (2021). Best Practices for Olive Harvesting. Madrid: COI.

International Organization for Biological Control (IOBC). (2022). Harvesting Methods and Their Impact on Olive Oil Quality.



ANEXO 4

INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO. TÉCNICAS DE CULTIVO Y MAQUINARIA

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 4

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. CUIDADOS POSTERIORES Y MAQUINARIA.....	6
2.1. Manejo del suelo y maquinaria.....	6
2.2. Poda	12
2.3. Fertilización	14
3. SANIDAD DEL CULTIVO.....	20
3.1. Plagas principales	20
3.2. Enfermedades principales	25
3.3. Calendario De Gestión De Plagas y Enfermedades (Años 0 al 3).....	31
3.4. Productos Recomendados	32
4. RECOLECCIÓN	32
4.1. Factores que condicionan la recolección	33
4.2. Proceso de recolección.....	33
4.3. Época de recolección recomendada	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cubierta de leguminosas. Fuente: Imagen Propia.....	7
Figura 2 Cubierta vegetal desbrozada. Fuente: Imagen Propia	7
Figura 3 Intercepa. Fuente: Noli.....	8
Figura 4 Estación Meteorológica de temperatura, pluviometría, viento y humedad relativa. Fuente: Cordulus	10
Figura 5 Sensor de humedad de suelo. Fuente: Plantae	10
Figura 6 Colación de sensores en la explotación. Fuente: Elaboración propia	11
Figura 7 Monitoreo remoto. Fuente: Plantae.....	11
Figura 8 Tijera de poda eléctrica y Motosierra Eléctrica telescópica. Fuente: Pellenc..	12

Figura 9 Trituración restos de poda. Fuente: Imagen Propia	13
Figura 10 Dimensionamiento seto adulto. Fuente: Elaboración propia	14
Figura 11 Generación filófaga del <i>Prays oleae</i> Bern. Fuente: David Shenton	20
Figura 12 Mosca del olivo. Fuente: BALAM Agriculture	21
Figura 13 Ciclo biológico de <i>Euzophera pinguis</i> . Fuente: El cultivo del olivo Figura 16.56	21
Figura 14 Polilla del olivo. Fuente: BALAM Agriculture	22
Figura 15 Arañuelo. Fuente: AgroEs.es	22
Figura 16 Ácaros del olivo. Fuente: BALAM Agriculture	22
Figura 17 Ciclo biológico de <i>Phloeotribus scarabaeoides</i> . Fuente: El cultivo del olivo Figura 16.43.....	23
Figura 18 Barrenillo del olivo. Fuente: Asaja Jaén	23
Figura 19 Ciclo biológico de <i>Saissetia oleae</i> . Fuente: El cultivo del olivo Figura 16.2723	
Figura 20 Cochinilla del olivo. Fuente: BALAM Agriculture	24
Figura 21 <i>Glyphodes</i> . Fuente: BALAM Agriculture.....	24
Figura 22 Ciclo de patogénesis dRepilo causado por <i>Venturia oleginea</i> . Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.9.....	25
Figura 23 Repilo del olivo. Fuente: BALAM Agriculture	26
Figura 24 Ciclo de patogénesis de la Tuberculosis causado por <i>Pseudomonas savastanol</i> . Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.20	26
Figura 25 Tuberculosis del olivo. Fuente: Imagen Propia	27
Figura 26 Ciclo de patogénesis de la Verticilosis del olivo causado por <i>Verticillium dahliae</i> . Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.16	28
Figura 27 Verticilosis del olivo. Fuente: AgroEs.es.....	28
Figura 28 Ciclo de patogénesis de la Antracnosis del olivo causado por <i>Colletotrichum spp.</i> Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.30	29
Figura 29 Antracnosis del olivo. Fuente: Cátedra UPL Olive Health	29
Figura 30 Aceituna jabonosa. Fuente: BALAM Agriculture	30
Figura 31 Negrilla del olivo. Fuente: AgroEs.es	31
Figura 32 Máquina cabalgante autopropulsada	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estimación precio ayudas por compra de maquinaria.....	8
Tabla 2 Fertirrigación.....	15
Tabla 3 Interpretación del análisis foliar de olivo. Fuente: Fernández-Escobar, 2017. Fertilización. En: Cultivo del olivo. Mundi-Prensa.....	16
Tabla 4 Época y productos de fertilización foliar.....	17
Tabla 5 Información de productos de fertilización foliar.....	17
Tabla 6 Calendario de operaciones completo.....	18
Tabla 7 Calendario gestión plagas y enfermedades.....	31
Tabla 8 Productos recomendados para el control de plagas y enfermedades.....	32

1. INTRODUCCIÓN

El proceso productivo del olivar superintensivo en ecológico abarca el manejo del suelo, la sanidad del cultivo y la recolección. Estas prácticas garantizan un desarrollo adecuado del olivar, favoreciendo la fertilidad del suelo mediante enmiendas orgánicas y fertirrigación, el control sostenible de plagas y enfermedades, y una recolección eficiente con maquinaria especializada, asegurando sostenibilidad y rentabilidad de la explotación.

2. CUIDADOS POSTERIORES Y MAQUINARIA

Una vez realizada la plantación del olivar superintensivo, hay que llevar a cabo una serie de labores de mantenimiento para asegurar el correcto desarrollo de los árboles y optimizar la producción a lo largo de la vida útil de la explotación.

Además, la explotación cuenta con la siguiente maquinaria propia:

- Tractor del 2015 con 120 CV con pala
- Tractor del 2005 con 90 CV con pala.
- Dos remolques de 15 t cada uno.
- Rulo de 3 m.
- Trituradora de martillos para desbrozar de 2,4 m.
- Trituradora de 1,80 m (especial para la viña), de martillos fijos para triturar resto de poda de hasta 15 cm de diámetro.

La promotora cuenta con una nave agrícola al lado de la finca donde guarda esta maquinaria.

2.1. Manejo del suelo y maquinaria

El manejo del suelo en un sistema ecológico busca garantizar la retención de humedad, evitar la compactación y la escorrentía, mejorar la estructura y optimizar la disponibilidad de nutrientes. Para ello, se recomienda la implementación de prácticas como:

Cubiertas vegetales

Se establecerá una cubierta vegetal mediante la siembra de una mezcla de leguminosas, ciclo corto-medio y porte rastrero-medio (*Trifolium subterraneum* ssp. *Brachycalycinum*, *Trifolium subterraneum* ssp. *Subterraneum* y *Trifolium subterraneum* ssp. *Yanninicum*),

lo que permitirá fijar nitrógeno atmosférico, mejorar la fertilidad y reducir la erosión. Además, impide el crecimiento de malas hierbas que puedan competir con el cultivo.

En octubre del mismo año de la plantación, se llevarán a cabo de forma consecutiva las siguientes labores: un pase de cultivador para preparar el lecho de siembra, la implantación de la cubierta vegetal de leguminosas mediante una sembradora mecánica de 3,5 m (previo alquiler del apero), ajustando una dosis de siembra de 20-25 kg/ha y una profundidad de 2-3 cm, y finalmente un pase con el rulo de 3 m disponible en la explotación, para asegurar un buen contacto semilla-suelo y favorecer la nascencia.



Figura 1 Cubierta de leguminosas. Fuente: Imagen Propia

La cubierta se desbrozará en primavera después de la floración para evitar que convivan en la época de mayor demanda de agua por parte del olivo. Para desbrozar se puede utilizar la trituradora de martillos de 2,4 m con la que cuentan. No obstante, se recomienda comprar una trituradora de martillos de 3,50 m de ancho para optimizar las labores de desbroce, evitando la compactación y el doble gasto de tiempo y combustible.



Figura 2 Cubierta vegetal desbrozada. Fuente: Imagen Propia

La opción de martillos es preferible a la de cadenas debido a la presencia en superficie de elementos gruesos en la parcela, minimizando el riesgo de proyección de piedras y posibles incendios por la fricción de la cadena con las piedras. Para el correcto uso de esta máquina, se aconseja la compra de un tractor de al menos 160 CV con sistema de autoguiado para una ejecución eficiente de todas las labores agrícolas.

Cabe destacar que actualmente, en el año 2025, está en Castilla-La Mancha una ayuda cofinanciada por el FEADER, orientada a la modernización de explotaciones (Intervención 6841.2). Permiten subvencionar la compra de maquinaria como tractores,

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo. Técnicas de cultivo y maquinaria

desbrozadoras, cultivadores, sensores, intercepa o equipos de riego, siempre que estén justificadas agronómicamente y mejoren la eficiencia, sostenibilidad o seguridad de la explotación. Por lo que, para la adquisición del tractor de 160 CV con autoguiado, la desbrozadora de martillos de 3,5 m y del cultivador de 3,55m con intercepa, son necesarios para el correcto manejo del suelo en un sistema ecológico. El porcentaje de ayuda puede alcanzar el 60 % al ser joven agricultor. La inversión máxima subvencionable es de 384 311 €, según el cálculo basado en la superficie y las UTA del proyecto (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2025; MAPA, 2023).

Tabla 1 Estimación precio ayudas por compra de maquinaria.

MAQUINARIA	PRECIO ESTIMADO (€)	AYUDA (60%)(€)
Tractor 160 CV con autoguiado	90 000	54 000
Desbrozadora de martillos 3,5 m	7000	4200
Cultivador de 3,55 m	5000	3000
Total estimado	102 000	61 200

Control de malas hierbas

Tal como se ha indicado en el Anexo N°3, el control de malas hierbas en las líneas de plantación se realizará mediante el uso de intercepa con una frecuencia aproximada de cada 2 meses, dependiendo del nivel de emergencia de las arvenses. Este método permite eliminar la vegetación no deseada en las zonas donde la desbrozadora no alcanza, minimizando la competencia por agua y nutrientes con el olivo joven.

El manejo mecánico de las malas hierbas evitará la aplicación de herbicidas, alineándose con los principios de la producción ecológica y contribuyendo a la conservación de la microbiota del suelo, evitando la rotura de raíces superficiales y reduciendo el riesgo de erosión y pérdida de humedad en el suelo.



Figura 3 Intercepa. Fuente: Noli

Fertilización foliar

Para la aplicación de fertilizantes foliares en esta plantación se aconseja usar un atomizador hidráulico arrastrado, adaptado al marco de plantación en seto (4 x 1,5 m), que al presentar una alta densidad de árboles y calles estrechas se requiere una distribución uniforme, eficaz y sin pérdidas por deriva.

Las características técnicas del equipo serán las siguientes:

- Tipo de equipo: Atomizador hidráulico arrastrado de eje centrado.
- Capacidad del depósito: 1000 L.
- Presión de trabajo: entre 10 y 20 bares.
- Sistema de ventilación: doble abanico axial, con deflectores ajustables para orientación del aire.
- Caudal de aplicación estimado: entre 200 y 400 L/ha, en función del desarrollo del seto y de las condiciones climáticas.
- Ancho de trabajo: adecuado a calles de 3,75 m.

En el caso de que la explotación evolucione hacia una mecanización más eficiente, se contempla como mejora futura la incorporación de un atomizador con túnel de recuperación, que permite minimizar las pérdidas por deriva y reducir en un 30-40 % el volumen de caldo utilizado, aspecto interesante en programas de fertilización ecológica o bajo condiciones de viento o temperatura elevada.

Compactación del suelo

La compactación se evitará limitando el tráfico de maquinaria pesada, utilizando sistemas de autoguiado y maquinaria adaptada al ancho de la calle del olivar para realizar las labores con precisión, no tener que pasar más de una vez por la misma calle en una labor.

Si se detectan problemas de compactación, se puede recurrir al subsolado localizado cada 4-5 años para mejorar la infiltración del agua y la oxigenación de las raíces.

Sensores

Para optimizar la gestión del riego y mejorar la eficiencia del cultivo en el olivar superintensivo, se plantea la incorporación de una red de sensores que permitan obtener datos en tiempo real. La implementación de sensores en la finca permitirá un control preciso de las condiciones ambientales, del suelo y del agua, facilitando la toma de decisiones basadas en datos.

Los sensores seleccionados para esta digitalización son:

- Estación meteorológica: En la caseta de riego del pozo mayor se colocará esta estación, la cual medirá pluviometría, temperatura, velocidad y dirección del viento y humedad relativa para evaluar las condiciones climáticas en la parcela y optimizar la gestión del riego, de plagas y enfermedades. Es suficiente con una sola estación.



Figura 4 Estación Meteorológica de temperatura, pluviometría, viento y humedad relativa. Fuente: Cordulus

- Sensores de humedad, conductividad y temperatura del suelo: estas sondas se instalarán dentro del bulbo húmedo para obtener datos representativos en tiempo real y optimizar el riego. Se colocarán a una distancia de 15-20 cm del gotero, evitando su instalación directamente debajo para no alterar las mediciones, pero alineados con el tronco y el ramal portagoteros. Estas sondas medirán de forma automática la humedad del suelo a diferentes profundidades, la tendencia conductiva y la temperatura superficial y del subsuelo. La información obtenida permitirá detectar posibles acumulaciones de sales y ajustar la gestión del riego para prevenir problemas de salinidad en el suelo y en la planta.



Figura 5 Sensor de humedad de suelo. Fuente: Plantae

Para evaluar la infiltración del agua en el perfil del suelo, se deben colocar a diferentes profundidades: a 30 cm para medir la humedad en la zona radicular más activa y a 60cm para analizar la profundidad de infiltración y detectar posibles pérdidas por percolación. La cantidad de sensores depende de la variabilidad del suelo y la

topografía, por lo que partiendo del estudio edafológico del Anexo N°1, se recomienda los siguientes 6 puntos de monitoreo en la explotación, con al menos dos sensores por punto a distintas profundidades, lo que supone un total de 12 sensores.

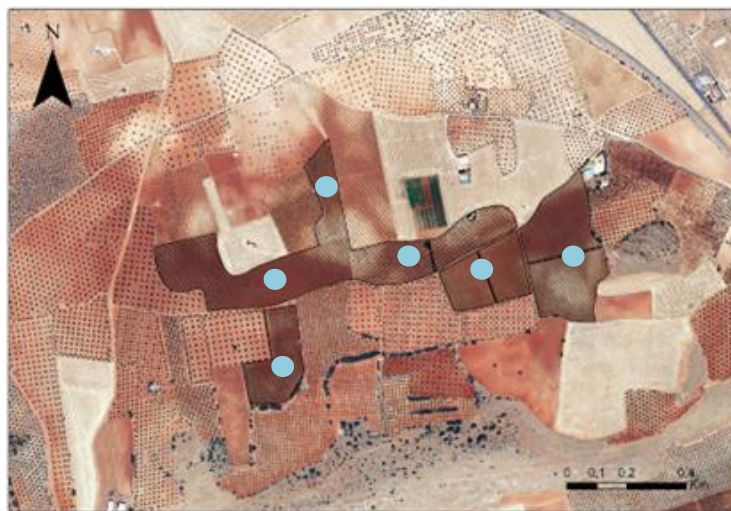


Figura 6 Colación de sensores en la explotación. Fuente: Elaboración propia

- Monitoreo remoto: permite supervisar en tiempo real las condiciones del suelo, el agua y el clima mediante la conexión de los sensores instalados a una plataforma digital. Los datos se transmiten de forma inalámbrica, permitiendo su acceso desde cualquier dispositivo y facilitando la optimización del riego y otras prácticas agronómicas. Para ellos se requiere una unidad de transmisión de datos (GPRS, WiFi o LoRa) y una plataforma de gestión digital que procese y visualice la información en tiempo real.

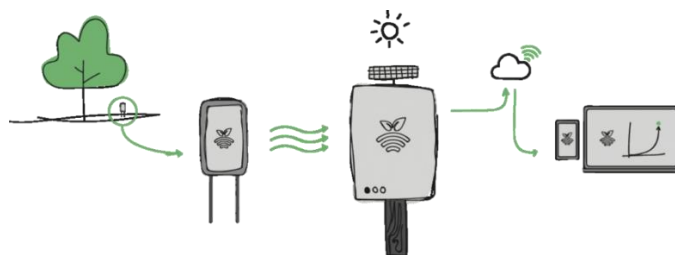


Figura 7 Monitoreo remoto. Fuente: Plantae

Se debe considerar la ubicación de los sensores en la planificación de las labores agrícolas para evitar daños durante la ejecución de tareas como laboreo, poda o recolección. Se recomienda señalar las zonas donde estén instalados y extremar precauciones en su manipulación. Además, es necesario llevar a cabo un mantenimiento periódico que incluya la revisión del correcto funcionamiento de los sensores, la limpieza de aquellos expuestos a acumulaciones de suciedad o incrustaciones y la calibración cuando sea requerida. Este mantenimiento garantiza la precisión de los datos recopilados y la eficiencia del sistema de monitoreo para la optimización del riego y la gestión del cultivo.

2.2. Poda

La poda en el olivar superintensivo tiene como objetivo principal regular el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la producción, optimizando al mismo tiempo la mecanización del cultivo. Para ello, la estructura del árbol se debe adaptar a las características de la máquina de recolección, la cual se describe al final de este anexo en el punto 4.2 Proceso de recolección, garantizando una cosecha eficiente y reduciendo las pérdidas de producción. En este sistema, se busca conformar setos de 2,60 m de altura máxima y 1 m de ancho, lo que permite un adecuado acceso y funcionamiento de la maquinaria especializada.

Para lograr esta estructura, se implementan distintos tipos de poda desde la plantación de la plántula hasta el final del periodo productivo, ajustándose a cada fase del desarrollo del olivo con el fin de maximizar su rendimiento y facilitar las labores de manejo.

Poda de formación (años 1-3) y Poda de producción (años 3-4)

- Su objetivo es definir una estructura de seto óptima para facilitar la mecanización.
- Se atará al alambre y se eliminarán manualmente con tijeras de poda eléctricas los brotes de la parte baja del eje hasta dar lugar a un tronco recto de 60 cm sin vegetación. Se cuenta ya en la explotación con dos tijeras de poda eléctrica y una máquina de atado.
- Establecer las dimensiones de seto que permitan tener una buena aireación e iluminación. Además de facilitar la recolección mecanizada.
- Se eliminarán las ramas rígidas que crecen hacia los laterales y se permitirá un crecimiento hacia un eje principal robusto de hasta 60 cm como ya se ha mencionado, a partir de ahí se favorece el crecimiento “libre” para disminuir costes de poda y aumentar la flexibilidad del eje, lo que facilita la recogida.



Figura 8 Tijera de poda eléctrica y Motosierra Eléctrica telescópica. Fuente: Pellenc

Poda de mantenimiento (4 años en adelante)

- Se eliminarán ramas secas y chupones para garantizar la penetración de luz en el seto. Se puede hacer mecánicamente con podadoras de disco verticales. No obstante, al ser una explotación relativamente pequeña, se puede evitar la inversión en maquinaria y emplear en su lugar la motosierra o la sierra eléctrica con las que ya cuenta la promotora y que permite además eliminar las ramas secas que se van quedando en el centro del seto.
- Si el vigor es elevado debe realizarse todos los años, pero al haber buscado una variedad que no es muy vigorosa, puede realizarse la poda cada 2 o 3 años.
- El paso de la máquina puede ser un indicativo de las ramas a eliminar porque tras el paso de esta, aquellas ramas que cuenten con heridas estarán mal posicionadas. También se eliminan las ramas que pasen la altura deseada, siendo esta de 2,60 m desde el suelo.
- Los restos de poda se triturarán con la trituradora de martillos y se incorporarán a la cubierta vegetal para aportar materia orgánica.



Figura 9 Trituración restos de poda. Fuente: Imagen Propia

Poda de renovación (a partir de los 8-10 años):

- Se realizarán manualmente cortes drásticos con motosierra para rejuvenecer la estructura del seto y estimular el crecimiento de nuevos brotes productivos.

Las podas se llevarán a cabo en invierno, preferiblemente entre finales de enero y febrero, con el objetivo de completar la intervención en las 22,70 ha de la explotación antes del inicio del ciclo vegetativo. Aunque la época óptima para la poda es a principios de primavera, cuando el olivo comienza a salir de la parada invernal y cicatriza con mayor facilidad, se ha optado por adelantarla para optimizar la planificación de labores.

En los últimos años, los inviernos han mostrado una tendencia a ser más templados, lo que acelera la reactivación del árbol. Sin embargo, persiste el riesgo de heladas tardías, por lo que es conveniente realizar la poda con criterios técnicos que eviten dejar cortes excesivamente expuestos, reduciendo así la posibilidad de daños en la estructura del árbol y la entrada de patógenos.

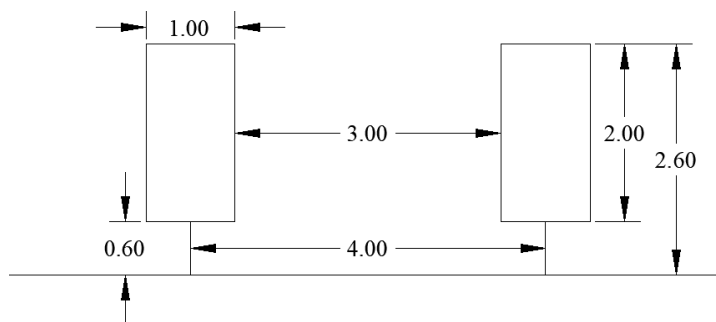


Figura 10 Dimensionamiento seto adulto. Fuente: Elaboración propia

2.3. Fertilización

No siempre es necesario aportar nutrientes en los primeros años de una plantación. El programa de fertilización estará basado en análisis periódicos del suelo y foliares, adaptando las dosis de nutrientes a las necesidades del cultivo. Se priorizará el uso de fertirrigación con el sistema de riego por goteo ya instalado, para una aplicación precisa y eficiente. Las recomendaciones incluyen:

Macronutrientes esenciales

Según estudios sobre fertilización en el olivar se deberá incorporar las siguientes dosis.

- Nitrógeno (N): Es el elemento de mayor calidad que necesita el olivo en sus primeros años de vida. Se aplicará en primavera y verano para fomentar el crecimiento vegetativo, con una dosis recomendada de 100-150 kg N/ha anuales. Muy importante no sobrepasar los niveles óptimos de la cantidad de N en hoja que pueden llevar a un crecimiento excesivo, problemas sanitarios y reducción de polifenoles en el aceite.
- Fósforo (P): Se recomienda su aplicación antes de la brotación para favorecer el desarrollo radicular, con una dosis anual de 30-50 kg P_2O_5 /ha anuales. Tal como se indica en el estudio edafológico del Anexo N°3 los niveles de P en el suelo se encuentran dentro del rango óptimo para el cultivo del olivo. Sin embargo, debido al pH alcalino del suelo, es posible que una fracción significativa de este esté en formas no disponibles para la planta. Por ello, en caso de detectarse síntomas de deficiencia en el olivo, se recomienda la aplicación de fósforo en forma de fertilizante mineral.

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo. Técnicas de cultivo y maquinaria

- Potasio (K): Importante para la producción de aceituna y resistencia a estrés hídrico (150-200 kg K₂O/ha anuales). No necesaria los 2 primeros años (niveles elevados).

Fertirrigación

Como estrategia principal de fertilización vía riego, se empleará humus de lombriz líquido, producto 100 % ecológico que aporta nitrógeno orgánico de liberación lenta, ácidos húmicos y fúlvicos, microelementos esenciales y compuestos bioestimulantes. Este biofertilizante favorece la actividad microbiana del suelo, mejora su estructura y promueve una nutrición equilibrada del olivo sin riesgo de acumulaciones salinas.

El humus líquido se aplicará mediante el sistema de fertirrigación localizado instalado en la explotación, utilizando el cabezal de riego automatizado. Se realizará una aplicación cada 15 días entre mayo y septiembre, coincidiendo con el periodo de mayor demanda nutricional del cultivo.

Tabla 2 Fertirrigación.

MES	Nº APLICACIONES	PRODUCTO APLICADO	OBJETIVO AGRONÓMICO
Mayo	1	Humus líquido (20 L/ha)	Favorecer floración y cuajado
Junio	1	Humus líquido (20 L/ha)	Engorde del fruto
Julio	1	Humus líquido (20 L/ha)	Apoyo en maduración y equilibrio vegetativo
Agosto	1	Humus líquido (20 L/ha)	Final de maduración
Septiembre	1	Humus líquido (20 L/ha)	Recuperación postcosecha

Este programa cubre las necesidades nutricionales generales del olivar en sistema ecológico durante los primeros años. Sin embargo, se mantendrá una monitorización agronómica y se realizarán análisis foliares anuales en julio para ajustar el manejo si se detectasen desequilibrios nutricionales relevantes.

Fertilización foliar

Para establecer un programa de fertilización foliar eficiente, se recomienda realizar un análisis foliar anual a mediados de julio, cuando el olivo se encuentra en plena actividad vegetativa y antes del endurecimiento del hueso. Este análisis se llevará a cabo siguiendo las recomendaciones del IFAPA y de Fernández-Escobar (2017).

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo. Técnicas de cultivo y maquinaria

Se tomarán hojas del brote del año, ubicadas en la parte media del brote, de 20 árboles representativos, evitando zonas de borde, sombras o situaciones anómalas.

Posteriormente, se empleará la Tabla 3, tabla de rangos de suficiencia nutricional para interpretar los resultados y detectar posibles carencias o excesos:

Tabla 3 Interpretación del análisis foliar de olivo. Fuente: Fernández-Escobar, 2017. Fertilización. En: Cultivo del olivo. Mundi-Prensa

Elementos	Interpretación análisis (Fernández-Escobar, 2017)		
	deficiente	adecuado	Tóxico
Nitrógeno (%)	1,4 (1,2)	1,5-2,0 (1,3-1,7)	>1,7
Fosforo (%)	0,05	0,1-0,3	-
Potasio (%)	0,4	>0,8	-
Calcio (%)	0,3	>1	-
Magnesio (%)	0,08	>0,1	-
Azufre (%)	-	-	-
Hierro (mg/kg)	-	-	-
Manganeso (mg/kg)	-	>20	-
Cobre (mg/kg)	-	>10	-
Zinc (mg/kg)	-	>4	-
Boro (mg/kg)	14	19-150	185
Molibdeno (mg/kg)	-	-	-
Cloro (%)	-	-	>0,5
Sodio (%)	-	-	>0,2

En el presente proyecto, se ha determinado que la fertilización foliar debe comenzar a partir del año 4, cuando los árboles alcanzan un desarrollo vegetativo y estructural suficiente que permite una adecuada superficie foliar activa y una demanda nutricional más exigente debido al inicio de las primeras cosechas significativas.

Durante los tres primeros años del cultivo, el sistema radicular del olivo se encuentra en proceso de establecimiento, y las copas aún no disponen de un volumen foliar suficiente para que las aplicaciones foliares resulten efectivas desde el punto de vista técnico y económico. Además, en esta fase temprana la fertilización se cubrirá fundamentalmente mediante las aportaciones vía fertirrigación con humus de lombriz líquido y enmiendas orgánicas al suelo.

A partir del cuarto año, a falta de datos analíticos iniciales (que serán incorporados tras el primer análisis real), se establece un plan preventivo de fertilización foliar con productos

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo. Técnicas de cultivo y maquinaria

ecológicos autorizados, adaptado al cultivo en superintensivo y la variedad Lecciana. La programación considera la alta exigencia en potasio durante el cuajado y engorde del fruto, así como en microelementos como Boro y Zinc, importantes en floración y brotación.

Tabla 4 Época y productos de fertilización foliar.

ÉPOCA	PRODUCTO FOLIAR	DOSIS (L/ha)	ELEMENTOS CLAVE	FINALIDAD
Marzo (brotación)	Corrector Boro + aminoácidos	2	B, N orgánico	Estimular brotación y floración
Mayo (prefloración)	Complejo NPK 10-5-20 + micronutrientes	4	K, Zn, B	Favorecer cuajado
Julio (desarrollo fruto)	Potasio ecológico soluble	4	K	Mejorar calibre y maduración
Septiembre (postcosecha)	Extracto de algas + Mg	3	MG, Fitohormonas	Recuperación del árbol

Tabla 5 Información de productos de fertilización foliar.

PRODUCTO	PRECIO (€/L)	DOSIS (L/ha)	Nº APLICACIONES	TOTAL (€/ha)
Corrector Boro + aminoácidos	7	2	1	14
Complejo NPK 10-5-20	6	4	1	24
Potasio ecológico soluble	5	4	1	20
Extracto de algas + Mg	8	3	1	24

Materia orgánica (mo)

Incorporación de mo mediante los restos de poda triturados y aplicando humus de lombriz o compost ecológico a razón de 5-10 t/ha al año (Fernandez-Escobar, 2017).

Sin embargo, gracias a la enmienda orgánica aplicada antes de la plantación, que proporciona mo, macronutrientes y micronutrientes presentes en el humus de lombriz, no se considera necesaria fertilización adicional durante los primeros tres años. Transcurrido este periodo, se recomienda llevar a cabo los análisis pertinentes para evaluar el estado nutricional del suelo y determinar la necesidad de futuras aplicaciones de fertilizantes.

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo. Técnicas de cultivo y maquinaria

Tabla 6 Calendario de operaciones completo

Año	E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D
1	Estudio de clima y suelo		Diseño plantación y encargo de la planta	Revisión instalación tuberías primarias					Análisis de agua de riego			
2										Subsolar a 70 cm	Enmienda + Cultivador	Visita vivero
3	Complementación cabezales de riego e Instalación de tuberías secundarias y terciarias.		Cultivador + Replanteo y marcado + Recepción plantones + Plantación Tutoros y protectores. + Colocar postes y ramales portagoteros + Riego	Colación sensores + Reposición marcos + Cultivador e Intercepa	Regar	Regar + Cultivador e Intercepa	Regar	Regar + Cultivador e Intercepa	Regar	Cultivador superficial + Siembra cubierta + Rulo		
4	Poda			Siega cubierta + Intercepa	Revisión sensores + Fertirrigación	Ferti- rrigación + Intercepa + Siega cubierta	Ferti- rrigación	Ferti- rrigación + Intercepa	Ferti- rrigación			
5	Poda		Poda + Fertilización Foliar	Siega cubierta + Intercepa	Revisión sensores+ Fertirrigación + Fertilización Foliar	Ferti- rrigación + Intercepa + Siega cubierta	Ferti- rrigación + Fertiliza- ción Foliar	Ferti- rrigación + Ferti- rrigación +Intercepa	Ferti- rrigación + Fertiliza- ción Foliar			

3. SANIDAD DEL CULTIVO

El correcto manejo fitosanitario asegura un desarrollo adecuado del olivar y garantiza su rápida entrada en producción, lo que aumenta la rentabilidad económica de la explotación. En los primeros años de la plantación, el olivo es más vulnerable a plagas y enfermedades que pueden afectar su formación, retrasar su crecimiento e incluso provocar su muerte.

3.1. Plagas principales

El olivar puede verse afectado por diversas plagas que comprometen su desarrollo y producción, provocando daños tanto en la vegetación como en los frutos. A continuación, se describen las principales plagas y su control, basadas en el libro *El cultivo del olivo* en el capítulo Plagas (Alvarado *et al*, 2017)

Prays del olivo (Prays oleae Bern.)

Este lepidóptero es una de las plagas más extendidas y perjudiciales del olivar, desarrollando tres generaciones que afectan diferentes órganos del árbol:

- Filófaga: Se alimenta de hojas y brotes jóvenes en invierno, debilitando la planta y afectando su desarrollo vegetativo.
- Antófaga: Se alimenta de las flores, reduciendo significativamente la formación de frutos y, por ende, la cosecha.
- Carpófaga: Las larvas perforan la aceituna, provocando su caída prematura y facilitando la entrada de patógenos.

Control agricultura ecológica:

- Instalación de trampas de feromonas para evaluar su población.
- Aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* en floración para la generación antófaga.
- Uso de enemigos naturales (*Chrysoperla carnea*) y parasitoides (*Trichogramma*).
- Poda para mejorar la aireación y reducir sitios de oviposición.



Figura 11 Generación filófaga del Prays oleae Bern. Fuente: David Shenton

Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*)

Considerada la plaga más dañina del olivo, sus larvas se desarrollan dentro de la aceituna, afectando directamente la producción y calidad del aceite. Su presencia está relacionada con temperaturas suaves y alta humedad.

Control agricultura ecológica:

- Uso de trampas McPhail con fosfato diamónico o proteína hidrolizada.
- Aplicaciones de caolín para evitar la oviposición en frutos.
- Introducción de parasitoides naturales como *Psyttalia concolor*.
- Tratamientos con Spinosad en umbrales de alta infestación.



Figura 12 Mosca del olivo. Fuente: BALAM Agriculture

Polilla del olivo/Abichado (*Euzophera pinguis*)

Este insecto excava galerías en la corteza, debilitando la estructura del árbol y favoreciendo la entrada de enfermedades secundarias.

Control agricultura ecológica:

- Eliminación y quema de ramas afectadas.
- Uso de trampas luminosas para capturar adultos.
- Aplicaciones de *Beauveria bassiana* en tratamientos biológicos.
- Fertilización equilibrada para evitar debilidades estructurales en el árbol.

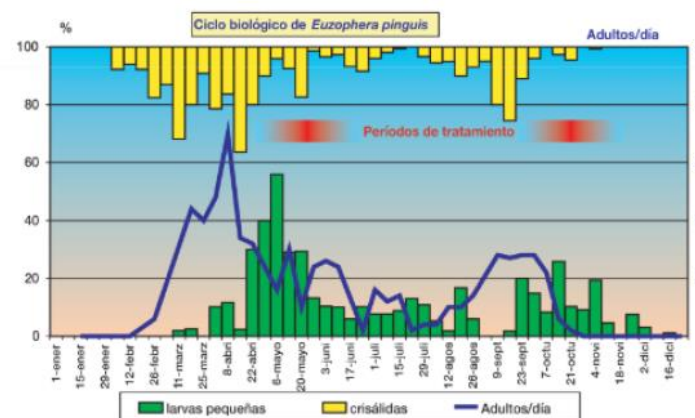


Figura 13 Ciclo biológico de *Euzophera pinguis*. Fuente: El cultivo del olivo Figura 16.56



Figura 14 Polilla del olivo. Fuente: BALAM Agriculture

Arañuelo (*Liothrips oleae*)

Ataca los brotes jóvenes y las hojas, causando deformaciones que ralentizan su desarrollo.

Control agricultura ecológica:

- Eliminación manual de brotes afectados.
- Monitoreo mediante trampas adhesivas.
- Aplicación de aceite de neem o tratamientos con azufre en caso de infestación severa.



Figura 15 Arañuelo. Fuente: AgroEs.es

Ácaros del olivo (*Aceria oleae*)

Se alimentan de hojas y brotes jóvenes, provocando deformaciones y reduciendo la actividad fotosintética del árbol.

Control agricultura ecológica:

- Aplicaciones preventivas de azufre en polvo.
- Introducción de depredadores naturales como *Amblyseius californicus*.



Figura 16 Ácaros del olivo. Fuente: BALAM Agriculture

Barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides*)

Este escarabajo ataca la madera debilitada del olivo, generando galerías que afectan el transporte de savia y predisponen al árbol a enfermedades fúngicas.

Control agricultura ecológica:

- Eliminación de ramas afectadas y restos de poda.
- Instalación de ramas cebo para capturar adultos antes de su dispersión.
- Promoción de biodiversidad con aves insectívoras y depredadores naturales.

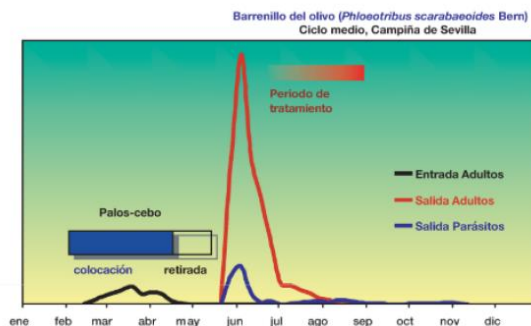


Figura 17 Ciclo biológico de *Phloeotribus scarabaeoides*. Fuente: El cultivo del olivo Figura 16.43



Figura 18 Barrenillo del olivo. Fuente: Asaja Jaén

Cochinilla del olivo (*Saissetia oleae*)

Se alimenta de la savia del árbol, produciendo melaza que fomenta el desarrollo de la negrilla, afectando la capacidad fotosintética del olivo.

Control agricultura ecológica:

- Aplicaciones de jabón potásico y aceites minerales en invierno.
- Introducción de enemigos naturales como *Rodolia cardinalis* y *Metaphycus helvolus*.
- Control de la humedad y correcta poda para evitar la proliferación.

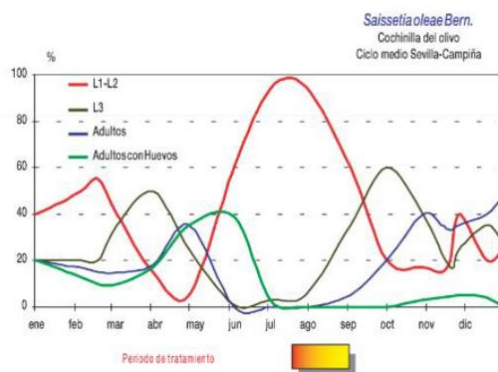


Figura 19 Ciclo biológico de *Saissetia oleae*. Fuente: El cultivo del olivo Figura 16.27



Figura 20 Cochinilla del olivo. Fuente: BALAM Agriculture

Glyphodes (Margaronia unionalis Hübner)

También conocido como polilla del jazmín, se desarrolla durante primavera y verano, afectando a las hojas jóvenes y a las yemas.

Los daños pueden ser más graves debido al tiempo prolongado de actuación de la plaga, por lo que es importante realizar aplicaciones en los primeros signos de presencia.

Control agricultura ecológica:

- Poda y eliminación de brotes: La eliminación de brotes y chupones en plantaciones de olivo es una práctica que ayuda a prevenir el rápido aumento de las poblaciones de la polilla del jazmín.
- Uso de parasitoides: Se han llevado a cabo proyectos de investigación internacionales para evaluar el uso de parasitoides de huevos criados en masa para su control.
- *Bacillus thuringiensis*: Bioinsecticida altamente recomendado.



Figura 21 Glyphodes. Fuente: BALAM Agriculture

Para minimizar el impacto de estas plagas, se recomienda de forma general implementar un sistema de control integrado basado en medidas preventivas y correctivas:

- Manejo cultural: Aplicación de podas sanitarias y control adecuado de fertilización y riego. Además de revisiones semanales del estado de cultivo y trampas de control.
- Control biológico: Introducción y conservación de depredadores naturales que regulen las poblaciones de plagas sin necesidad de productos fitosanitarios agresivos.
- Métodos físicos: Instalación de trampas de feromonas y trampas adhesivas para captura masiva. Además de poder monitorear las plagas.
- Aplicaciones ecológicas: Uso de extractos vegetales y microorganismos beneficiosos, garantizando un equilibrio sostenible del ecosistema del olivar.

3.2. Enfermedades principales

Las enfermedades del olivo están causadas por hongos, bacterias y otros patógenos que afectan diferentes órganos del árbol, reduciendo su productividad y calidad del fruto. A continuación, se describen las principales enfermedades identificadas en la bibliografía consultada, junto con estrategias de control en producción ecológica basadas en el libro El cultivo del olivo, capítulo enfermedades

Repilo del olivo (*Spilocaea oleagina* Fries)

El repilo es una de las enfermedades más comunes del olivo y afecta principalmente a las hojas. Se manifiesta con la aparición de manchas redondeadas de color oscuro con un halo amarillo, que terminan provocando la caída prematura de las hojas, debilitando el árbol y reduciendo su capacidad fotosintética. En ataques severos, puede comprometer la producción de aceitunas y la vitalidad del olivo.

Condiciones favorables:

- Alta humedad relativa y temperaturas moderadas (primavera y otoño).
- Lluvias persistentes sin períodos secos intermedios.
- Mala ventilación dentro del árbol debido a una poda deficiente.

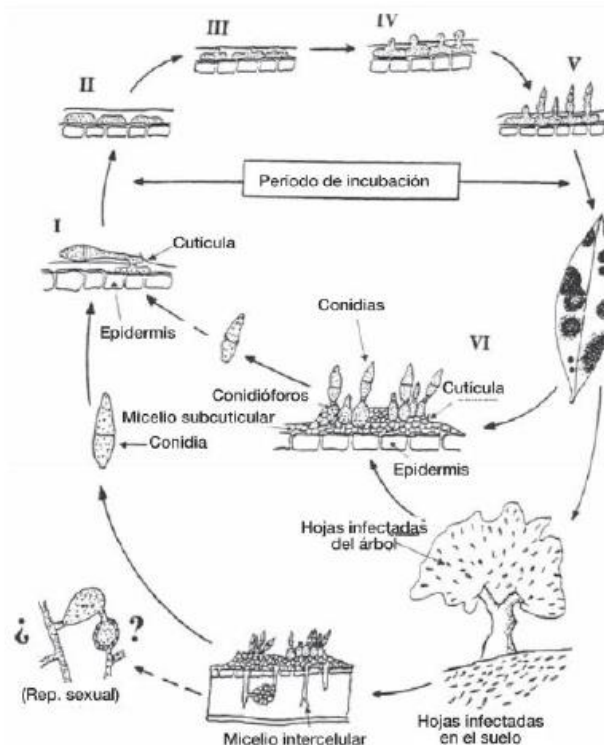


Figura 22 Ciclo de patogénesis dRepilo causado por *Venturia oleginea*. Fuente: El cultivo del olivo

Figura 17.9

Control:

- Aplicaciones preventivas de oxiclورو de cobre después de la recolección y en primavera. (4 kg/ha y año)
- Uso de variedades resistentes y marcos de plantación adecuados.
- Eliminación de hojas infectadas y restos de poda.
- Evitar el exceso de humedad mediante una poda adecuada que favorezca la aireación.
- Aplicación de fungicidas ecológicos como extractos de algas y soluciones a base de silicio.



Figura 23 Repilo del olivo. Fuente: BALAM Agriculture

Tuberculosis del olivo (*Pseudomonas savastanoi*)

La tuberculosis es una enfermedad bacteriana que afecta las ramas y troncos del olivo, provocando la formación de tumores o agallas leñosas. Estas deformaciones dificultan el crecimiento del árbol y reducen su producción, ya que afectan la circulación de la savia y la distribución de nutrientes. En los casos más graves, los tumores pueden llegar a romper ramas enteras.

Condiciones favorables:

- Heridas abiertas causadas por podas, granizo, heladas o ataques de insectos.
- Alta humedad relativa y temperaturas suaves.
- Uso de herramientas contaminadas en la poda.

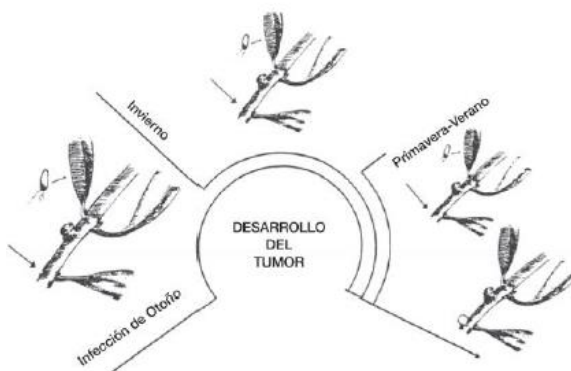


Figura 24 Ciclo de patogénesis de la Tuberculosis causado por *Pseudomonas savastanoi*. Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.20

Control:

- Aplicación de tratamientos cúpricos tras la poda y en momentos de alta humedad.
- Desinfección de herramientas de poda con hipoclorito de sodio o alcohol.
- Eliminación y quema de ramas afectadas para evitar la diseminación de la bacteria.
- Evitar la poda en días lluviosos para reducir el riesgo de infección.



Figura 25 Tuberculosis del olivo. Fuente: Imagen Propia

Verticilosis del olivo (*Verticillium dahliae*)

La verticilosis es una enfermedad fúngica vascular que afecta los vasos conductores del árbol, provocando la marchitez progresiva de las ramas y la muerte del árbol en casos avanzados. Los síntomas incluyen hojas amarillentas que se secan sin caer y un debilitamiento general de la planta.

Condiciones favorables:

- Presencia de suelo contaminado con el hongo.
- Riego excesivo y mal drenaje del suelo.
- Plantaciones en suelos con antecedentes de cultivos como algodón o girasol, que son hospedadores del hongo.

Control:

- Uso de variedades resistentes.
- Evitar el riego excesivo y mejorar la estructura del suelo para un buen drenaje.
- Eliminación de árboles gravemente afectados y desinfección del suelo antes de replantar.
- Aplicación de hongos beneficiosos como *Trichoderma* spp. para competir con *Verticillium* en el suelo.

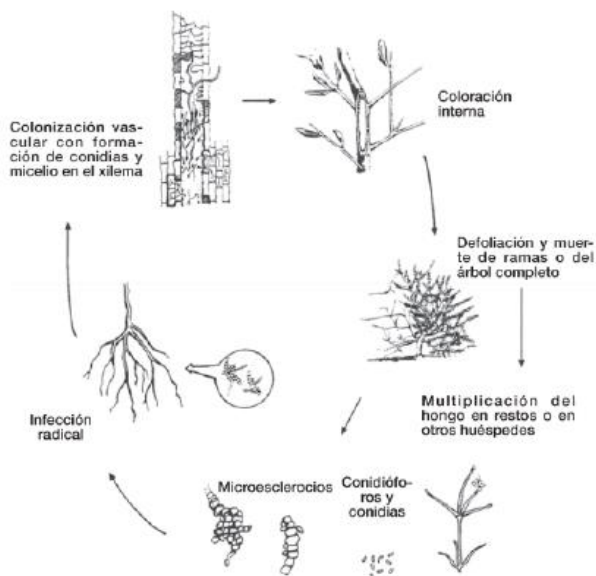


Figura 26 Ciclo de patogénesis de la Verticilosis del olivo causado por *Verticillium dahliae*. Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.16

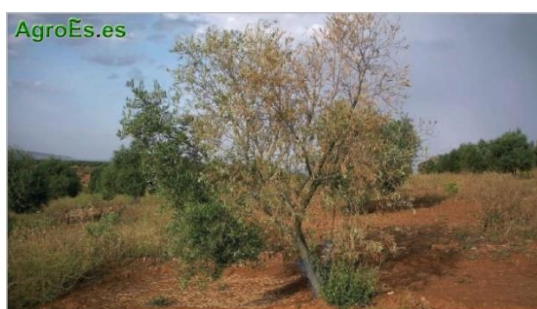


Figura 27 Verticilosis del olivo. Fuente: AgroEs.es

Antracnosis del olivo (*Colletotrichum* spp.)

Esta enfermedad fúngica afecta principalmente los frutos y las hojas, provocando manchas necróticas que llevan a la momificación de las aceitunas. En infecciones severas, las aceitunas se vuelven negras y blandas, reduciendo significativamente la calidad del aceite.

Condiciones favorables:

- Climas húmedos y lluviosos durante la fase de maduración del fruto.
- Densidad de plantación elevada con poca ventilación.
- Presencia de frutos infectados en la cosecha anterior.

Control:

- Aplicaciones preventivas de cobre en otoño y primavera.
- Recolección temprana para evitar la propagación de la enfermedad.
- Eliminación de frutos momificados y restos de cosecha.
- Uso de fungicidas ecológicos autorizados para su control.

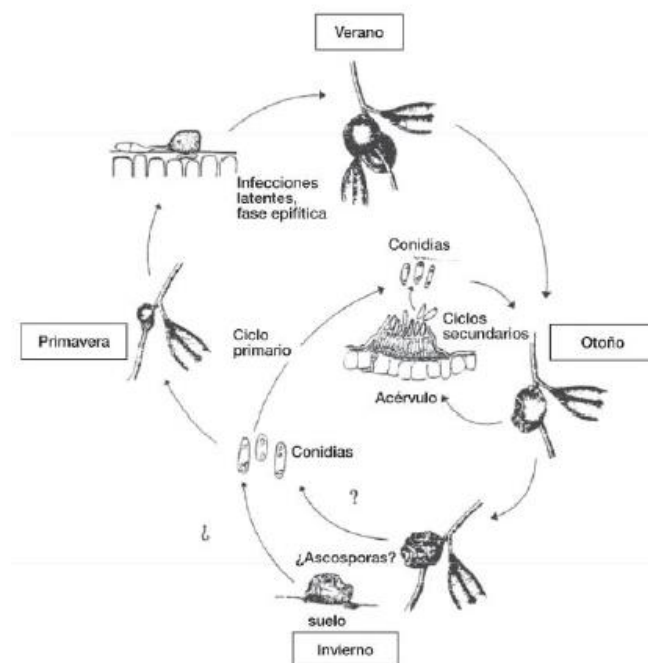


Figura 28 Ciclo de patogénesis de la Antracnosis del olivo causado por *Colletotrichum* spp. Fuente: El cultivo del olivo Figura 17.30



Figura 29 Antracnosis del olivo. Fuente: Cátedra UPL Olive Health

Aceituna jabonosa (*Pseudomonas syringae*)

Esta enfermedad bacteriana provoca la aparición de manchas acuosas en los frutos, afectando su calidad comercial y favoreciendo la entrada de hongos secundarios. En ataques severos, puede provocar la caída de los frutos antes de la maduración.

Condiciones favorables:

- Climas húmedos con lluvias persistentes.
- Daños mecánicos en los frutos debido a granizo o plagas.

Control:

- Evitar heridas en los frutos durante la cosecha.
- Aplicaciones preventivas de cobre en momentos de alta humedad.
- Mantener un buen estado nutricional del árbol para mejorar su resistencia.



Figura 30 Aceituna jabonosa. Fuente: BALAM Agriculture

Podredumbre radicular (*Rosellinia necatrix*)

Esta enfermedad del suelo ataca las raíces del olivo, provocando un deterioro progresivo y la muerte del árbol. Se manifiesta con un decaimiento general, clorosis en las hojas y marchitez.

Condiciones favorables:

- Suelos mal drenados y con exceso de humedad.
- Plantaciones en suelos previamente afectados por la enfermedad.

Control:

- Mejorar el drenaje del suelo y evitar el encharcamiento.
- Uso de variedades tolerantes.
- Aplicación de hongos antagonistas como *Trichoderma* spp.
- Rotación de cultivos para reducir la presencia del hongo en el suelo.

Negrilla del olivo (*Capnodium elaeophilum*)

Este hongo se desarrolla sobre la melaza excretada por insectos como la cochinilla y el pulgón, formando una capa negra sobre las hojas y ramas que reduce la fotosíntesis y el vigor del árbol.

Condiciones favorables:

- Alta presencia de plagas que producen melaza.
- Falta de lluvias que impidan el lavado natural de las hojas.

Control:

- Control eficaz de las plagas que generan melaza.
- Lavados foliares con soluciones de jabón potásico.
- Aplicación de aceite de parafina para reducir la proliferación del hongo.



Figura 31 Negrilla del olivo. Fuente: AgroEs.es

3.3. Calendario De Gestión De Plagas y Enfermedades (Años 0 al 3)

Tabla 7 Calendario gestión plagas y enfermedades.

Mes	Plaga / Enfermedad	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Intervenciones (Ecológicas)
Enero	Cochinilla (<i>Saissetia oleae</i>)	No	Sí	Sí	Sí	Aplicación de aceite de parafina al 1–1,5% si se detecta presencia tras monitoreo invernal.
Febrero	—	—	—	—	—	(Revisión visual de ramas y poda sanitaria si necesario)
Marzo	Prays (generación filófaga)	No	Sí	Sí	Sí	<i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) tras detección por trampas o daño en brotes. 1 kg/ha.
Abril	Repilo (<i>Fusicladium oleagineum</i>)	No	Sí	Sí	Sí	Si hay lluvia y síntomas → Oxiclورو de cobre (300–400 g/hl), máx. 2 aplicaciones/año.
Mayo	Mosca del olivo (inicio vuelo)	No	Sí	Sí	Sí	Colocación de trampas McPhail + atrayente alimenticio (1 trampa/ha).
Junio	Mosca / Prays (antófaga)	No	Sí	Sí	Sí	Control con cebo ecológico con Spinosad (Success 0.24 CB) si superan umbral (1 trampa/ha + 1,2 L/ha).
Julio	Barrenillo (<i>P. scarabaeoides</i>)	No	Sí	Sí	Sí	Monitoreo en podas recientes. Evitar restos sin triturar. No hay tratamiento directo en ecológico.
Agosto	Mosca del olivo (máximo vuelo)	No	Sí	Sí	Sí	Renovar trampas + aplicación de Spinosad en cebo cada 10–15 días si superan umbral.
Septiembre	Repilo (nueva infección)	No	Sí	Sí	Sí	Aplicación preventiva: Caldo bordelés u oxiclورو de cobre si hay humedad + temperatura suave.
Octubre	Cochinilla / Negrilla	No	Sí	Sí	Sí	Control cultural: lavado con jabón potásico + aceite de neem si hay negrilla por melaza.
Noviembre	—	—	—	—	—	(Evaluación postcosecha si aplica).
Diciembre	—	—	—	—	—	Evaluación invernal + planificación fitosanitaria anual.

CONSIDERACIONES

- Año 0: No se recomienda aplicar tratamientos salvo síntomas muy visibles o brotes graves. Se prioriza monitorización y medidas culturales.
- Monitoreo visual: Debe iniciarse desde el primer verano. Se recomienda el uso de cuaderno de campo o app de gestión.
- Trampas y monitoreo: Son fundamentales en ecológico. Usa trampas específicas para prays (feromonas) y mosca del olivo (McPhail o cromotrópicas).
- Criterios de intervención: Según umbrales de daño reconocidos por el MAPA o la Red de Alerta e Información Fitosanitaria (RAIF Castilla-La Mancha).
- Evita aplicaciones innecesarias: Especialmente de cobre, por riesgo de acumulación y fitotoxicidad en jóvenes.

3.4. Productos Recomendados

Tabla 8 Productos recomendados para el control de plagas y enfermedades.

Producto	Tipo	Dosis aproximada	Observaciones
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Insecticida bio	1–1,5 kg/ha	Contra Prays (generación filófaga).
<i>Aceite de parafina</i>	Insecticida	1–1,5% en agua	Contra cochinilla, sólo en parada vegetativa.
<i>Spinosad (Success 0.24 CB)</i>	Insecticida en cebo	1,2 L/ha por aplicación	Contra mosca del olivo. En mezcla con proteína.
<i>Oxicloruro de cobre</i>	Fungicida	300–400 g/hl	Contra repilo. Máx. 2–3 aplicaciones/año.
<i>Caldo bordelés</i>	Fungicida tradicional	Según fabricante	Alternativa ecológica al cobre industrial.
<i>Jabón potásico</i>	Insecticida de contacto	1–2%	Contra cochinilla/negrilla.
<i>Aceite de neem (azadiractina)</i>	Insecticida	1–2 L/ha	En tratamientos postcosecha si es necesario.

4. RECOLECCIÓN

La recolección influye directamente en la calidad final del aceite y en el rendimiento económico de la explotación. Si bien la determinación de la fecha de recolección debería atender exclusivamente a criterios cualitativos y cuantitativos de la aceituna, en la práctica influyen diversos factores externos que condicionan este proceso.

4.1. Factores que condicionan la recolección

Los olivareros suelen optar por adelantar la recolección para minimizar riesgos como fenómenos meteorológicos adversos (heladas, lluvias prolongadas, etc.) que puedan dificultar el acceso a la plantación o dañar la cosecha.

Por otro lado, la climatología es determinante en la elección de la fecha de recolección. Condiciones de lluvia pueden dificultar el acceso a la finca y afectar a la calidad del fruto.

Además, si la venta es directa a las almazaras o distribuidores de aceite de alta calidad pueden optar por la cosecha temprana para conservar más propiedades del aceite pese al menor rendimiento graso. Por consiguiente, el agricultor en este aspecto prefiere que la aceituna se recoja con mayor contenido graso para favorecer el proceso de transformación y obtener mayor rentabilidad de aceite. Esto suele generar un equilibrio entre la necesidad de recolección temprana y la espera para obtener una mayor rentabilidad.

Basándose en la experiencia de olivareros de la zona en plantaciones de seto, la fecha más propicia para la recolección suele iniciarse en las dos primeras semanas de noviembre para la variedad arbequina, buscando un balance entre el estado óptimo de maduración de la aceituna y las condiciones climáticas predominantes. No obstante, la variedad seleccionada es muy precoz, es una de las primeras en alcanzar el envero, pudiéndose cosechar una semana antes del momento ideal para la variedad Arbequina. Es por esto que se considera que el momento óptimo de recolección son las dos últimas semanas de octubre.

4.2. Proceso de recolección

La recolección se lleva a cabo mediante una máquina cosechadora cabalgante autopropulsada, diseñada específicamente para el olivar en seto. Este sistema mecanizado ha revolucionado la recolección en plantaciones superintensivas al permitir una cosecha rápida, eficiente y con mínima intervención manual. La cosechadora cabalgante se desplaza a lo largo de las líneas del olivar, abrazando el seto de 1,5 m de ancho y 2,60 m máximo de alto y sacudiendo las ramas mediante un sistema de vibración controlada, lo que favorece el desprendimiento del fruto sin causar daños significativos a la estructura del árbol.



Figura 32 Máquina cabalgante autopropulsada

Una de sus principales ventajas es que reduce significativamente la cantidad de aceituna que queda en el olivo, optimizando el rendimiento de la cosecha y garantizando una recolección prácticamente completa. Además, cuenta con un sistema de limpieza integrado que elimina impurezas como hojas y pequeñas ramas antes de que la aceituna llegue a la tolva, facilitando así su posterior procesamiento en la almazara.

Estas cosechadoras se adaptan eficientemente a las dimensiones del seto, que pueden alcanzar hasta los 4 m de altura. Sin embargo, no todas las máquinas están diseñadas para trabajar con estas dimensiones. Por ello, la altura propuesta del seto de 2,60 m permite que los cabezales vibradores operen de manera óptima y que la máquina se desplace sin dificultades a lo largo de la hilera, mejorando la eficiencia del proceso y ampliando la disponibilidad de maquinaria en el mercado, facilitando su subcontratación.

Si bien este sistema presenta múltiples ventajas en términos de rapidez y eficiencia, es importante considerar que el uso prolongado de estas cosechadoras puede provocar cierto desgaste en la base del tronco debido al contacto repetido con las barras recolectoras. Este descortezado no suele afectar de manera significativa al desarrollo del árbol, pero en algunos casos puede generar pequeñas heridas que podrían ser vías de entrada para enfermedades si no se manejan adecuadamente. Para minimizar este impacto, es recomendable mantener un adecuado programa de poda y monitoreo del estado de los árboles después de cada cosecha.

Características de la máquina cosechadora a subcontratar propuesta para este olivar:

- Potencia: 175 CV
- Sacudidores: 24
- Velocidad de trabajo: 10 km/h.

ANEXO 4: Ingeniería del proceso productivo. Técnicas de cultivo y maquinaria

- Velocidad de transporte: 27 km/h.
- Capacidad de recolección: 1 ha en 1,5 h.
- La capacidad total las tolvas $2000 \times 2 = 4000$ L.

En condiciones de plena producción y con riego, se estima un rendimiento medio de 15 kg/árbol para el olivar del presente proyecto. Dado que la plantación tiene una densidad de 1666 árboles/ha, esto representa una producción aproximada de 24 990 kg/ha, o considerando las 20,77 ha en producción, serían 519 552 kg para toda la explotación.

Teniendo en cuenta que 1 kg de aceituna equivale aproximadamente a 1,11 L, se estima una producción total de 576 702 L de aceituna. Con una capacidad de recolección de 1,5 h/ha, se calcula un tiempo total de trabajo de 31,15 h para recolectar toda la finca. A razón de jornadas de 8 h/día, la campaña se completaría en aproximadamente 4 días de trabajo efectivo.

Desde el punto de vista operativo, la capacidad de las tolvas (5000 L) permite recolectar aproximadamente 240 árboles, considerando un rendimiento unitario medio de 16,65 L/árbol (15 kg $\times$ 1,11 L/kg). Dado que el marco de plantación entre árboles en línea es de 1,5 m, se verifica que la longitud máxima de cada calle de recolección no supera los 360 m, con el fin de evitar la necesidad de retornar por la misma calle con la tolva llena, lo que reduciría la eficiencia operativa de la máquina.

Para optimizar el proceso y evitar paradas durante la descarga, se recomienda aprovechar los dos tractores con dos remolques de 15 t cada uno, equivalentes a una capacidad de carga de 16 650 L de aceituna/remolque, lo que permite cubrir la descarga de aproximadamente 0,60 ha por cada remolque (1 ha = 27 750 L aprox.). Estas 0,60 ha se llevarían a cabo en 1 hora, considerando la capacidad de recolección ya citada.

La estrategia recomendada consiste en tener un remolque disponible en campo para la descarga inmediata de la cosechadora, mientras el otro realiza el transporte hacia la almazara. Dado que la almazara se encuentra a una distancia máxima de 7,5 km, y considerando una velocidad media de 35 km/h con carga, el tiempo total estimado para ida, descarga y retorno es de aproximadamente 41 minutos, que se redondea a 50 minutos para incluir posibles contratiempos (esperas, pesaje, etc.). Este tiempo es inferior al que tarda en llenarse un remolque completo, por lo que se garantiza la continuidad del proceso sin interrupciones.

Dado el elevado coste de adquisición y mantenimiento de la maquinaria para la recolección (como es el caso de las cosechadoras cabalgantes autopropulsadas), se recomienda optar por la subcontratación del servicio de recolección a empresas especializadas. Esta opción permite al titular de la explotación acceder a tecnología de última generación, con equipos eficientes y personal capacitado, sin asumir la inversión inicial, el coste de amortización, ni los gastos derivados de su uso discontinuo (seguros, mantenimiento, averías, etc.).

4.3. Época de recolección recomendada

Si bien la experiencia local sugiere que la recolección suele iniciarse en noviembre, con el uso de la maquinaria mencionada, se recomienda anticiparla a mediados de octubre, coincidiendo con el estado óptimo de maduración de la variedad de aceituna seleccionada.

BIBLIOGRAFÍA

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (2017). El cultivo del olivo (7ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa

Mundo Lombriz. (2025). Humus de lombriz: Dosificaciones. Consultado el 19 de enero de 2025 en <https://mundolombriz.com/humus-de-lombriz/dosificaciones/>

Humus Spain. (2025). Sitio web oficial. Consultado el 19 de enero de 2025 en <https://humus-spain.es/>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA). (2005). Vida Rural, 218, 30-40. Consultado el 19 de enero de 2025 en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2005_218_30_40.pdf

Todolivo. (2023). Sistema Todolivo Olivar en Seto®. Córdoba: Todolivo. Recuperado de <https://todolivo.com/pdf/OLIVAR-EN-SETO.pdf>

Universidad de Zaragoza. (2019). Estudio del humus de lombriz. Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/84507/files/3470.pdf>

Forero Agro. (2019). Humus líquido con potasa: ficha técnica. Recuperado de <https://foreroagro.com/tienda/wp-content/uploads/2019/06/Humus-LIQUIDO-con-potasa.pdf>

Biosur. (2021). Ficha técnica humus de lombriz. Recuperado de <https://www.biosur.es/wp-content/uploads/2021/09/HUMUS-DE-LOMRIZ-FICHA-TECNICA.pdf>

Bauhaus. (2021). Ficha técnica humus de lombriz. Recuperado de https://media.cdn.bauhaus/m/1009722/BH_DOC_1009722.pdf

Plantae (2025) Plantae - Sonda/Sensor inteligente, LO MEJOR para el RIEGO

Prieto Jiménez, R. (2020). *Gestión integrada de plagas en el olivar*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Córdoba.

Herz, A., & Hassan, S. A. (2002). Trials to assess the use of mass-reared egg parasitoids

for control of *P. unionalis*. En *PlantwisePlus Knowledge Bank*. Recuperado de Arambourg, Y. (1986). *Traité d'entomologie oléicole*. Madrid: International Olive Oil Council.

Mazomenos, B. E., Pantazi-Mazomenou, A., & Stefanou, D. (2002). The use of pheromone traps for monitoring *P. unionalis*. En *PlantwisePlus Knowledge Bank*.

Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (2025). Convocatoria de ayudas para la modernización de explotaciones agrarias 2025. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

MAPA (2023). Plan Estratégico de la PAC 2023-2027. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

PEPAC (2023). Política Agraria Común 2023-2027: intervenciones FEADER y FEAGA. Comisión Europea.



ANEXO 5

INGENIERÍA DEL PROYECTO.

RIEGO E INSTALACIONES

COMPLEMENTARIAS

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 5

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	ELECCIÓN SISTEMA DE RIEGO.....	7
3.	DISEÑO AGRONÓMICO	8
3.1.	Necesidades hídricas del olivo.....	8
3.2.	Necesidades de riego teniendo en cuenta la reserva de agua del suelo	13
3.3.	Planificación operativa del riego	13
4.	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE RIEGO	7
4.1.	Cabezal de riego actual	20
4.1.1.	Pre-filtro ciclónico.....	20
4.1.2.	Filtro de anillas	20
4.1.3.	Sistema de fertirrigación.....	21
4.1.4.	Bombas	22
4.2.	Elementos accesorios del sistema de riego	25
4.2.1.	Manómetros.....	25
4.2.2.	Caudalímetro	25
4.2.3.	Válvulas.....	26
4.2.4.	Ventosas	26
4.2.5.	Accesorios: Conectores, codos y reductores	26
4.2.6.	Arquetas.....	27
4.2.7.	Componentes no disponibles y propuesta de mejora	27
4.3.	Tubería primaria o principal	27
4.4.	Tuberías secundarias y terciarias	28
4.4.1.	Longitud equivalente del ramal	28
4.5.	Tuberías portaramales.....	28
4.6.	Ramales portagoteros.....	29
5.	CÁLCULO HIDRAULICO	29
6.	INSTALACIÓN	36

6.1.	Complementos de riego	36
6.2.	Tubería primaria	36
6.3.	Tubería secundarias o terciarias.....	36
6.4.	Tubería portaramales y tuberías portagotos.....	37
6.5.	Complementación del cabezal de riego	38
6.5.1.	Programador de riego	38
6.5.2.	Variador de frecuencia.....	38
6.5.3.	Electroválvulas como llaves	39
7.	CASETA DE RIEGO	40
8.	SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	40
9.	PROGRAMACIÓN DEL RIEGO Y EVALUACIÓN DE COSTES	43
	BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Necesidades hídricas del olivo	11
Tabla 2	Valores de Lámina Neta y Lámina Bruta	12
Tabla 3	Superficie total de olivos por sector	14
Tabla 4	Resumen de las características de riego para cada subunidad de riego.....	16
Tabla 5	Parámetros riego Subunidad 1.....	17
Tabla 6	Parámetros riego Subunidad 2.....	17
Tabla 7	Parámetros riego Subunidad 3.....	18
Tabla 8	Parámetros riego Subunidad 4.....	18
Tabla 9	Parámetros riego Subunidad 5.....	18
Tabla 10	Parámetros riego Subunidad 6.....	19
Tabla 11	Parámetros riego Subunidad 7	19
Tabla 12	Parámetros riego Subunidad 8.....	19
Tabla 13	Características de las bombas de la explotación.....	22
Tabla 14	Longitudes de las tubería primariass.	28
Tabla 15	Pérdidas de carga para cada tramo de tubería hasta el punto más desfavorable	33

Tabla 16 Energía unitaria de cada subunidad.....	42
Tabla 17 Coste riego subunidad 1	43
Tabla 18 Coste riego subunidad 2	43
Tabla 19 Coste riego subunidad 3	44
Tabla 20 Coste riego subunidad 4	44
Tabla 21 Coste riego subunidad 5	44
Tabla 22 Coste riego subunidad 6	45
Tabla 23 Coste riego subunidad 7	45
Tabla 24 Coste riego subunidad 8.1	45
Tabla 25 Coste riego subunidad 8.2	46
Tabla 26 Lámina bruta por mes y año desde la plantación del olivar	46
Tabla 27 Costes anuales de cada subunidad para el año 5	47
Tabla 28 Costes anuales de cada subunidad para el año 4	47
Tabla 29 Costes anuales de cada subunidad para el año 3	48
Tabla 30 Costes anuales de cada subunidad para el año 2	48
Tabla 31 Costes anuales de cada subunidad para el año 1	48
Tabla 32 Costes anuales de cada subunidad para el año 0	49
Tabla 33 Ejemplo calendario de riego mes de mayo para cada subunidad	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema Red de tuberías primarias y arquetas. Fuente: Elaboración propia. .	13
Figura 2 Distribución de los 6 sectores.	14
Figura 3 Tomas y cotas de las subunidades de riego.....	16
Figura 4 Ciclones y filtros de anillas en los diferentes cabezales de riego	21
Figura 5 Curvas características de la bomba IDROSAND 9/330 a la izquierda y de la 6TA30/1600 a la derecha.....	24
Figura 6 Caudalímetros de cada uno de los pozos.....	25
Figura 7 Válvulas de mariposa.	26
Figura 8 Arquetas ya existentes.....	27
Figura 9 Tuberías portagoteros disponibles.....	29
Figura 10 Punto más desfavorable del sistema de riego.....	31
Figura 11 Descomposición sector en 2 subunidades	32

Figura 12 Distribución subunidades de riego	35
Figura 13 Programador de riego. Fuente: Maher	38
Figura 14 Electroválvula. Fuente: Mundo riego.....	39
Figura 15 Cuadro eléctrico general, cuadro eléctrico pozo mayor y cuadro eléctrico pozo menor	42

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se desarrollará el diseño del sistema de riego para el olivar superintensivo proyectado, diferenciando las necesidades según la fase de desarrollo del cultivo. El sistema se plantea con el objetivo de garantizar un suministro hídrico eficiente que permita un crecimiento adecuado en las primeras etapas y mantenga una producción estable en la fase adulta.

El diseño tendrá en cuenta tanto las características edafoclimáticas de la finca, estudiadas en el Anexo N°1, como la eficiencia en el uso del agua, empleando criterios técnicos que aseguren su aprovechamiento óptimo y eviten situaciones de estrés hídrico o exceso de humedad, que podrían comprometer la sanidad y el rendimiento del cultivo.

2. ELECCIÓN SISTEMA DE RIEGO

Para esta explotación se ha optado por la instalación de un sistema de riego por goteo superficial, dada su eficiencia en el uso del agua y su idoneidad para plantaciones superintensivas como esta. Este tipo de riego permite un control preciso del aporte hídrico, adaptándolo a las necesidades del cultivo en cada fase fenológica y favoreciendo una alta uniformidad de distribución.

Entre las ventajas principales destacan el ahorro de agua, la reducción de enfermedades al evitar el encharcamiento, el control efectivo de la salinidad en el bulbo húmedo y la posibilidad de automatizar el sistema para mejorar la gestión del riego y la fertirrigación.

Además, se ha tenido en cuenta que la finca contaba previamente con una plantación de viñedo que disponía de un sistema de riego por goteo ya instalado. Es por esto que se pretende aprovechar al máximo los materiales existentes, como tuberías, conexiones y puntos de toma, reduciendo así los costes de implantación y fomentando la reutilización de infraestructuras en buen estado.

En función de las características edafoclimáticas del entorno y de los elementos ya disponibles, se ha planteado una adaptación técnica del sistema, la cual se describe a continuación de forma detallada.

3. DISEÑO AGRONÓMICO

3.1. Necesidades hídricas del olivo

El olivo, aunque es un cultivo tolerante a la sequía, presenta una respuesta productiva favorable cuando se gestiona con estrategias de riego eficientes. En el caso del olivar superintensivo, se busca equilibrar el suministro hídrico para favorecer el crecimiento vegetativo en las primeras etapas y garantizar una producción estable en la fase adulta, sin recurrir al riego pleno que podría resultar contraproducente en términos de calidad del fruto y eficiencia del uso del agua.

La estimación de las necesidades hídricas se ha realizado siguiendo la metodología FAO 56, adaptada a las condiciones edafoclimáticas del entorno y a los criterios de gestión establecidos por la Confederación Hidrográfica del Guadiana. La finca se ubica dentro de la masa de agua subterránea Campo de Calatrava, que cuenta con una dotación máxima autorizada de 1350 m³/ha y año.

Como parte del cálculo, se ha determinado el porcentaje de superficie cubierta por la copa de los olivos, dato fundamental para aplicar el coeficiente de reducción (K_r) en la estimación de la evapotranspiración real del cultivo. Considerando un marco de plantación de 4x1,5 m (1666 árboles/ha) y una dimensión media de copa de 1x1,5 m, se obtiene el siguiente valor de superficie cubierta (S_c):

$$S_c = \frac{A \times N}{100} = \frac{1 \times 1,5 \times 1666}{100} = 24,99 \cong 25\%$$

Siendo:

- A : área de la copa, al ser olivar en seto se calcula como el ancho de la copa por el largo.
- N : Número total de árboles por hectárea

Este porcentaje indica 1/4 del suelo queda cubierto por vegetación, lo que permite ajustar de forma más realista el volumen de agua a aplicar según el estado fenológico del cultivo.

Durante la fase de endurecimiento del hueso, comprendida entre los meses de julio y agosto, el olivo presenta una notable tolerancia al estrés hídrico, por lo que resulta adecuado aplicar una estrategia de riego deficitario controlado (RDC). Esta técnica consiste en restringir parcialmente el suministro de agua en momentos concretos del ciclo, sin afectar de forma significativa la producción ni la calidad del aceite.

Además de su adaptación a la sequía, se ha comprobado que un exceso de riego puede provocar asfixia radicular y favorecer la alternancia de producción o vecería, especialmente en sistemas intensivos. Por ello, se recomienda evitar aportes excesivos de agua, priorizando un manejo racional del riego que mantenga el equilibrio entre el desarrollo vegetativo y reproductivo del árbol.

La estrategia RDC presenta múltiples ventajas: permite reducir el vigor del árbol, mejora la eficiencia hídrica, incrementa la calidad del aceite, disminuye los costes de producción y recolección y reduce el riesgo de enfermedades. Esta metodología permite un mejor ajuste a la dotación hídrica disponible en la masa de agua de Campo de Calatrava.

Para calcular la evapotranspiración máxima del cultivo (ET_C) se ha seguido la fórmula propuesta por la FAO 56 (Doorenbos y Pruitt, 1977, Allen *et al.*, 1998):

$$ET_C = ET_0 \times K_C \times K_R$$

Donde:

- ET_C es la evapotranspiración del cultivo (mm).
- ET_0 es la evapotranspiración de referencia.
- K_C es el coeficiente del cultivo (olivo).
- K_R es el coeficiente reductor por superficie cubierta.

Según el capítulo sobre riego del libro El cultivo del olivo (Orgaz *et al.*, 2017), el K_C del olivo varía a lo largo del ciclo fenológico y depende de factores como el estado del árbol, el marco de plantación, el sistema de riego y las condiciones climáticas locales.

En el caso del olivar en seto con riego localizado, el valor de K_C recomendado se sitúa generalmente entre 0,45 (primavera) y 0,65 (verano). Para este proyecto de diseño de riego, al no contar con datos locales detallados, se propone usar un valor medio de $K_C = 0,55$, el cual representa de forma adecuada las necesidades del cultivo en producción bajo condiciones normales (Orgaz *et al.*, 2017).

El coeficiente reductor K_R se calcula en función del porcentaje de superficie cubierta (S_C) mediante la fórmula propuesta por Fereres *et al.* (1981):

$$K_R = 2 \times \frac{S_C}{100} = 2 \times \frac{25}{100} = 0,5$$

Este valor permite ajustar la ET_C a la superficie efectivamente cubierta por vegetación.

Además, se ha considerado el contenido de agua útil disponible en el suelo (AS), el cual se calcula mes a mes mediante un balance hídrico que integra la precipitación efectiva (PE), la ET_C y los aportes de riego, según la expresión:

$$AS_t = \max(0, \min(DASP, AS_{t-1} + PE - ET_{Ct} + RN_t))$$

Donde:

- AS_t : agua disponible en el suelo en el mes actual (mm).
- AS_{t-1} : agua disponible el mes anterior (mm).
- PE : precipitación efectiva del mes (mm).
- ET_{Ct} : evapotranspiración del cultivo en ese mes (mm).
- RN_t : riego neto aplicado en el mes, si procede (mm).
- $DASP$: cantidad máxima de agua útil almacenable en el perfil del suelo (mm).

El valor de $DASP$ se ha calculado a partir de los datos obtenidos en el estudio edafológico (apartado 4.2.2 del Anexo N°1), donde se identificaron los siguientes valores:

- Profundidad útil (PU) de 80 cm, 800 mm.
- Capacidad de campo (CC) del 36,015 %.
- Punto de marchitez permanente (PMP) del 21,015 %.

Aplicando la fórmula que indican Orgaz *et al.*, (2017):

$$DASP(\%) = 0,75 \times (CC - PMP) = 0,75 \times (36,015 - 21,015) = 11,25\%$$

$$DASP(mm) = DASP(\%)/100 \times PU = 11,25/100 \times 800 = 90mm$$

A partir de los datos de precipitación mensual obtenidos en el estudio climatológica, se obtiene la PE , fracción de lluvia total que realmente queda disponible para el cultivo tras descontar pérdidas por escorrentía, evaporación y percolación profunda. Para su estimación, se aplica el método del Bureau of Reclamation recogido en El cultivo del olivo (Orgaz *et al.*, 2017), que ajusta la PE en función de la precipitación mensual. En los meses de verano (julio y agosto), estas lluvias no se consideran efectivas y se descartan.

Al ser la precipitación mensual menor de 250 mm se emplea la siguiente fórmula:

$$PE = P \times \frac{125 - 0,2 \times P}{125}$$

El déficit de agua en el suelo (DAS) debe ser siempre menor al $DASP$ y se calcula como:

$$DAS_t = DASP - AS_t$$

Cuando el valor de AS desciende a cero y el balance hídrico mensual continúa siendo negativo, se estima el riego neto necesario mediante:

$$RN_t = DAS_t - DAS_{t-1} + ET_{Ct} - PE_t$$

Esta estrategia permite identificar los momentos en los que debe aplicarse el riego para evitar déficits perjudiciales, sin excesos. Especial relevancia adquiere la técnica del RDC durante la fase de endurecimiento del hueso (julio-agosto), cuando el olivo tolera bien la reducción de agua sin afectar el rendimiento, mejorando incluso la calidad del aceite y la eficiencia hídrica (Orgaz *et al.*, 2017).

Aunque en el capítulo de riego del libro El cultivo del olivo (Orgaz *et al.*, 2017) se recomienda limitar a una dotación de 59 mm/mes durante los meses de verano bajo estrategias de RDC en olivar superintensivo, en este caso se ha optado por limitar dicha dotación a 27 mm/mes de junio a agosto. Esta decisión se debe a que la variedad seleccionada, presenta una alta tolerancia al estrés hídrico y, por otro lado, se encuentra la necesidad de adaptar el manejo del riego a la dotación máxima autorizada por la confederación (1350 m³/ha y año). De este modo, se garantiza un uso eficiente del agua disponible, manteniendo el cultivo dentro de márgenes fisiológicamente aceptables sin comprometer la sostenibilidad del sistema ni la calidad del producto final.

Tabla 1 Necesidades hídricas del olivo

	Precip	PE	ET₀	Kc	Kr	ET_c	ET_c-PE	RN(1)	RN(2)	D	DAS
	<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>			<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>	<i>mm/mes</i>
E	26,40	25,30	30,40	0,55	0,50	8,36	-16,94	0,00	0,00	-16,94	0,00
F	22,40	21,50	43,00	0,55	0,50	11,83	-9,68	0,00	0,00	-9,68	0,00
M	36,80	34,60	80,30	0,65	0,50	26,10	-8,50	0,00	0,00	-8,50	0,00
A	43,10	40,30	110,40	0,65	0,50	35,88	-4,42	0,00	0,00	-4,42	0,00
My	29,10	27,50	159,20	0,65	0,50	51,74	24,24	24,24	24,24	0,00	0,00
Jn	14,00	13,60	200,50	0,65	0,50	65,16	51,56	51,56	27,00	24,56	24,56
Jl	2,60	0,00	233,90	0,45	0,50	52,63	52,63	52,63	27,00	25,63	50,19
Ag	7,70	0,00	207,00	0,45	0,50	46,58	46,58	46,58	27,00	19,58	69,77
S	23,90	22,90	135,70	0,65	0,50	44,10	21,20	21,20	21,20	0,00	69,77
O	45,00	42,10	83,30	0,65	0,50	27,07	-15,03	0,00	0,00	-15,03	54,74
N	33,30	31,30	39,30	0,60	0,50	11,79	-19,51	0,00	0,00	-19,51	35,23
D	37,50	35,30	26,10	0,60	0,50	7,83	-27,47	0,00	0,00	-27,47	7,76
AÑO								196,21	126,44		

RN (1): Riego neto ignorando la reserva de agua del suelo. ($ET_c - PE > 0$).

RN (2): Riego neto aprovechando la reserva de agua del suelo.

D: Déficit de agua en el suelo ($ET_c - PE - RN2$).

DAS: Déficit acumulado de agua en el suelo.

El sistema de riego por goteo destaca por su elevada eficiencia, pudiéndose alcanzar rendimientos potenciales, en base a la lámina media del cuarto menor, del orden del 95 % en la aplicación del agua, así se evitan atascamientos de goteros y las pérdidas en la conducción. Por ello, para garantizar estos niveles de eficacia, hay que realizar un mantenimiento periódico de toda la instalación, con el fin de prevenir posibles fugas, obstrucciones en los goteros y acumulaciones de sales en las tuberías.

La lámina bruta de riego se obtiene a partir de la lámina neta necesaria y el rendimiento.

$$Hb = \frac{Hn}{Ra \times Rc}$$

Donde:

- Hb es la lámina bruta de riego (mm).
- Hn es la lámina neta (mm).
- Ra es el rendimiento de aplicación del riego por goteo, adoptado como 0,95. Considerando un CVm (Coeficiente de Variación de Manufactura) de 0,03 y 2 emisores por planta, la Uniformidad de Distribución del cuarto inferior ($UD_{1/4}$) se calcula mediante:

$$UD_{1/4} = 1 - \sqrt{\left(1 - \left(\frac{q_{min}}{\bar{q}}\right)^2\right) + \left(1,271 \times \frac{CV_m}{\sqrt{n}}\right)^2}$$

- Este valor representa el rendimiento potencial del sistema. Siendo el primer término bajo la raíz nulo, el valor de $UD_{1/4}$ es de 0,98. Sin embargo, al tener en cuenta pérdidas menores por evaporación, se emplea un valor ajustado de 0,95.
- Rc rendimiento de conducción al controlar las aplicaciones con los volúmenes medidos en el contador para no sobrepasar la dotación. Se toma el valor de 1.

De esta forma se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2 Valores de Lámina Neta y Lámina Bruta

MES	My	Jn	Jl	Ag	S	Total
Hn (mm)	24,24	27	27	27	21,2	126,44
Hb (mm)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32	133,09

La lámina bruta anual aplicada es de 133,09 mm (1330,9 m³/ha), cumpliendo con la dotación máxima autorizada de 1350 m³/ha. El riego se inicia en mayo, junto con la fertirrigación como se ha mencionado en el Anexo N°4, en línea con la adaptación varietal y las condiciones climáticas de la zona. Esta estrategia permite optimizar el uso del agua sin comprometer la eficiencia ni la instalación.

3.2. Necesidades de riego teniendo en cuenta la reserva de agua del suelo

El diseño del riego considera la capacidad del suelo para almacenar agua útil, con el objetivo de evitar tanto el agotamiento como el exceso de humedad. Según el estudio edafológico (Anexo N° 1), el perfil presenta una profundidad útil de 80 cm, con un *DASP* de 90 mm, calculado en el punto anterior (3.1 Necesidades hídricas del olivo).

Durante el ciclo anual, el DAS en ningún momento supera este valor, lo que garantiza que el cultivo dispone de una humedad suficiente sin llegar a niveles críticos. Esto permite ajustar el riego de forma eficiente y adaptada a la dinámica hídrica del suelo.

3.3. Planificación operativa del riego

Como ya se ha mencionado a lo largo del presente proyecto, la parcela contaba anteriormente con una explotación de viñedo en regadío. Tras el arranque del cultivo, se retiraron las tuberías secundarias y los ramales portagoteros, mientras que se mantuvo la red de tuberías principales o primarias, al tener solo dos años y estar en perfectas condiciones. Estas últimas fueron debidamente señalizadas para evitar daños durante las labores de preparación del terreno, tal y como se indica en el Anexo N°3. La instalación de riego actualmente disponible en la explotación se representa en el siguiente esquema, donde las líneas azules hacen referencia a las tuberías primarias y los círculos de color burdeos a las arquetas. La infraestructura existente es la siguiente:

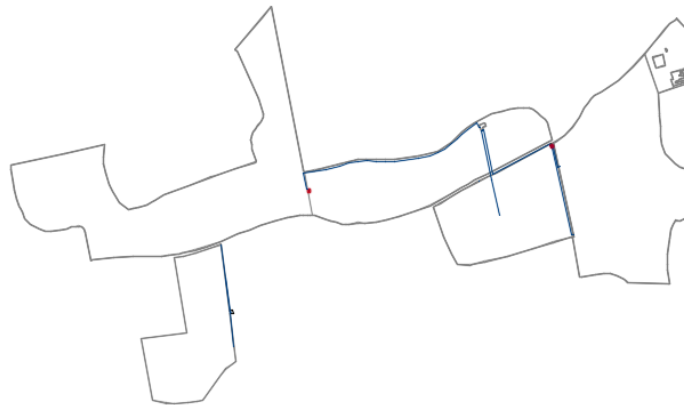


Figura 1 Esquema Red de tuberías primarias y arquetas. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la red de tuberías primarias existente, se ha diseñado una nueva distribución de tuberías secundarias y terciarias, desde las cuales partirán los ramales portagoteros. Esta distribución divide la finca en 6 sectores. Se ha optado por esta configuración para aprovechar las salidas disponibles en las arquetas existentes y reutilizar las bombas ya instaladas en la explotación. Esta sectorización permite alcanzar

la presión necesaria en los puntos más alejados, mediante la apertura y cierre selectivo de llaves, optimizando así el funcionamiento del sistema sin necesidad de realizar una inversión adicional en equipos de impulsión.

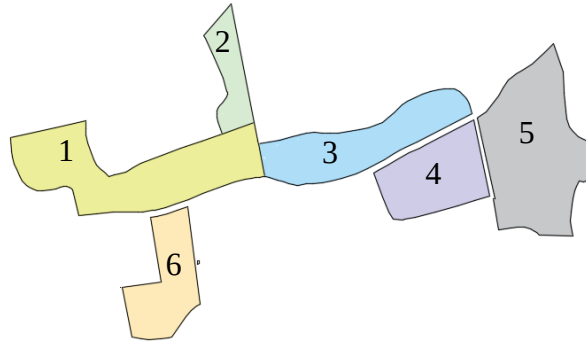


Figura 2 Distribución de los 6 sectores.

Después de haber obtenido las láminas de riego a aplicar, se procede a calcular la frecuencia de riego y el tiempo de aplicación considerando que la superficie por olivo es de 4 x 1,5 m (6 m²) y el número de olivos en de cada sector para obtener la superficie total por olivos.

Tabla 3 Superficie total de olivos por sector

	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR 6	TOTAL
Nº Olivos	9031	2101	5806	4631	9265	3788	34 622
Superficie total olivos (ha)	5,4185	1,2606	3,4836	2,7786	5,5588	2,2726	20,77

Para determinar el número total de emisores por olivo, se ha considerado la relación entre el porcentaje de suelo humedecido por planta y la superficie mojada que aporta cada emisor, en función del volumen del bulbo húmedo generado. Estas dimensiones dependen fundamentalmente de la textura del suelo. Según los análisis edafológicos recogidos en el Anexo N°1, el suelo de la finca presenta una textura franco arcillo arenosa, lo que lo sitúa dentro de la categoría de suelos de textura media. Se emplea la siguiente fórmula para estimar el diámetro del bulbo en función del caudal del gotero (Fuentes, 1998):

$$D = 0,7 + 0,11 \times q$$

donde D es el diámetro de la proyección horizontal del bulbo húmedo (en metros) y q el caudal del gotero en litros por hora. En este caso, los emisores de los goteros que se pretenden aprovechar presentan un caudal de 3 L/h, lo que supone un diámetro de 1,03 m aproximadamente. Por lo que se estima una superficie mojada de 0,83 m² por emisor.

El porcentaje de suelo mojado (P) es la relación entre la superficie de suelo mojado con respecto a la total. P se fija en función del cultivo y climatología, y en la mayor parte de cultivos leñosos debe estar entre el 33 % y el 66 % de la superficie cultivada tomada a la profundidad donde hay mayor densidad de raíces y que suele considerarse a 30 cm (Keller y Bliesner, 1990). En este caso, y teniendo en cuenta la disposición de 4 x 1,5 m y una profundidad efectiva de 80 cm, se adopta un valor de referencia del 50 % como umbral mínimo recomendable para asegurar el desarrollo radicular.

Con esta base, se procede a calcular el número de emisores necesarios por planta mediante la siguiente relación y teniendo en cuenta que el ancho del seto es de 1 m:

$$n = \frac{P \times \text{Superficie Cubierta por el olivo}}{\text{Superficie mojada por Gotero}}$$

$$n = \frac{0,6 \times (1,5 \times 1)}{0,83} = 1,08 \cong 1 \text{ emisor/olivo}$$

Se obtiene que un solo gotero cubriría alrededor del 60% de dicha superficie. No obstante, cabe destacar que esta fórmula es una estimación simplificada, derivada de ensayos experimentales y basada en condiciones ideales. En la práctica, factores como la compactación del suelo, su estructura real, la pendiente, el tiempo de aplicación y el espaciamiento entre goteros influyen significativamente en la forma y extensión del bulbo húmedo. Por tanto, la aplicación de esta fórmula puede llevar a una sobreestimación del área realmente humedecida en campo.

En consecuencia, y atendiendo tanto a criterios técnicos como agronómicos, se recomienda la instalación de al menos 2 emisores/olivo, es decir, una separación de 0,75 m entre emisores. Esto garantiza una mejor distribución del agua en el perfil del suelo, favorece un desarrollo más equilibrado del sistema radicular, y mejora la eficiencia del riego, especialmente en plantaciones en seto donde la densidad de cultivo y la competencia entre plantas hacen más relevante un riego homogéneo.

Debido a la diferencia de superficie de los distintos sectores, se plantea dividir los sectores más grandes en dos, consiguiendo subunidades de riego de superficie homogénea.

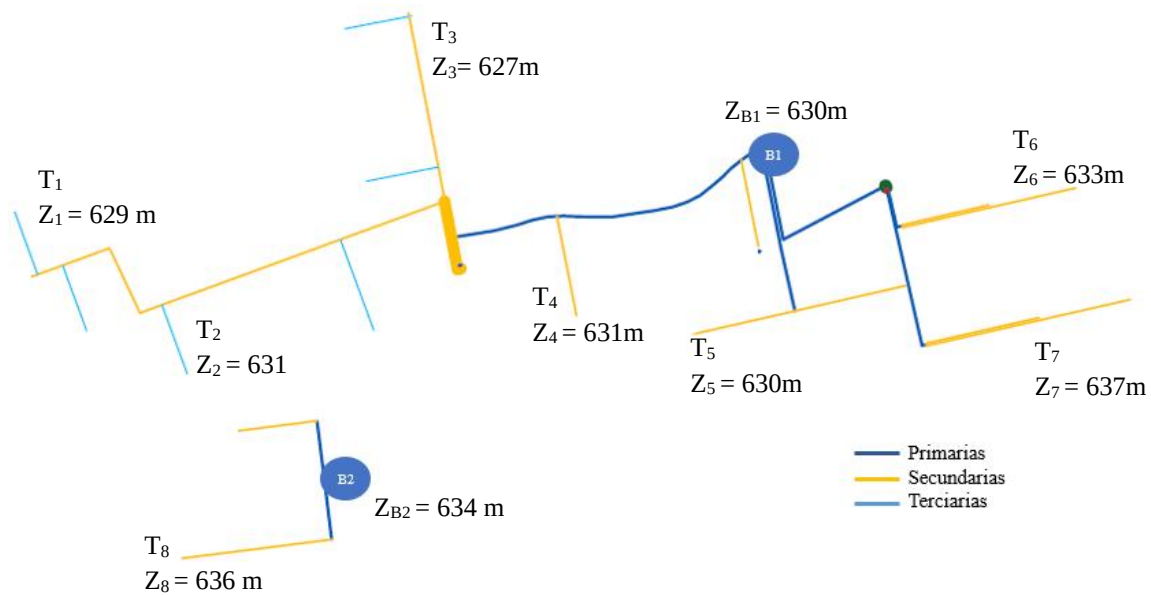


Figura 3 Tomas y cotas de las subunidades de riego

Tabla 4 Resumen de las características de riego para cada subunidad de riego.

Subunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Nº Olivos	3227	5804	2101	5806	4631	4342	4923	3788	34622
Superficie total olivos (ha)	1,936	3,4825	1,2606	3,4836	2,7786	2,6049	2,9539	2,270	20,77
Separación Ramales (Sr)	4	4	4	4	4	4	4	4	
Separación Goteros (S)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Emisores /olivo	2	2	2	2	2	2	2	2	
Total Emisores	6453	11608	4202	11612	9262	8683	9846	8142	51821
Caudal/gotero (L/h)	3	3	3	3	3	3	3	3	
Caudal Total (m³/h)	19,36	34,825	12,606	34,836	27,786	26,049	29,539	24,426	155,462

La Tabla 4 resume las principales características del sistema de riego por sectores. En todas las subunidades se mantiene una separación entre ramales de 4 m, correspondiente a la distancia entre calles, y una separación entre emisores de 0,75 m, lo que implica dos emisores por olivo. Cada gotero suministra un caudal de 3 L/h. Con estos datos, se calcula un caudal total de 210,74 m³/h para toda la explotación, valor que se toma como base para el dimensionamiento hidráulico y el cálculo del tiempo de aplicación del riego (TAR), se obtiene al dividir el volumen de agua necesario entre el caudal total. A partir de la *Hb* y la superficie ocupada por cada sector, se determinan las variables de aplicación específicas para cada uno de los sectores.

Además, el número de riegos al mes se ha establecido en función de las necesidades hídricas del olivar en superintensivo, considerando la evolución de la evapotranspiración

a lo largo del ciclo vegetativo, la eficiencia del sistema de riego por goteo y la capacidad de retención del suelo. Se ha adoptado una frecuencia creciente entre mayo y agosto, coincidiendo con los meses de máxima demanda hídrica, y decreciente en septiembre, conforme disminuye la actividad vegetativa y las temperaturas. Este enfoque permite adaptar la programación del riego a las condiciones climáticas y fisiológicas del cultivo, favoreciendo una aplicación eficiente y sostenida del agua (Keller y Bliesner, 1990; Orgaz *et al.*, 2017; Barragán, 2010).

Tabla 5 Parámetros riego Subunidad 1

	Subunidad 1				
Nº Olivos	3227				
Superficie (ha)	1,9360				
Caudal Total (m ³ /h)	19,36				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32
Vol agua (m ³ /mes)	494,07	550,21	550,21	550,21	432,12
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
Frecuencia (días/riego)	164,69	137,55	110,04	110,04	144,04
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44

Tabla 6 Parámetros riego Subunidad 2

	Subunidad 2				
Nº Olivos	5804				
Superficie (ha)	3,4825				
Caudal Total (m ³ /h)	34,825				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32
Vol agua (m ³ /mes)	888,73	989,73	989,73	989,73	777,29
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
Frecuencia (días/riego)	296,24	247,43	197,95	197,95	259,10
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44

Tabla 7 Parámetros riego Subunidad 3

	Subunidad 3				
Nº Olivos	2101				
Superficie (ha)	1,2606				
Caudal Total (m3/h)	12,606				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32
Vol agua (m ³ /mes)	321,71	358,26	358,26	358,26	281,37
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
Frecuencia (días/riego)	107,24	89,57	71,65	71,65	93,79
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44

Tabla 8 Parámetros riego Subunidad 4

	Subunidad 4				
Nº Olivos	5806				
Superficie (ha)	3,4836				
Caudal Total (m3/h)	34,836				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32
Vol agua (m ³ /mes)	889,01	990,04	990,04	990,04	777,54
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
Frecuencia (días/riego)	296,34	247,51	198,01	198,01	259,18
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44

Tabla 9 Parámetros riego Subunidad 5

	Subunidad 5				
Nº Olivos	4631				
Superficie (ha)	2,7786				
Caudal Total (m3/h)	27,786				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32
Vol agua (m ³ /mes)	709,10	789,68	789,68	789,68	620,18
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
Frecuencia (días/riego)	236,37	197,42	157,94	157,94	206,73
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44

Tabla 10 Parámetros riego Subunidad 6

	Subunidad 6				
Nº Olivos	4342				
Superficie (ha)	2,6049				
Caudal Total (m3/h)	26,049				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32
Vol agua (m³/mes)	664,77	740,31	740,31	740,31	581,41
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
Frecuencia (días/riego)	221,59	185,08	148,06	148,06	193,80
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44

Tabla 11 Parámetros riego Subunidad 7

	Subunidad 7				
Nº Olivos	4923				
Superficie (ha)	2,9539				
Caudal Total (m3/h)	29,539				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	26,52	27,52	28,52	29,52
Vol agua (m³/mes)	753,84	783,37	812,91	842,45	871,99
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84
Frecuencia (días/riego)	251,28	195,84	162,58	168,49	290,66
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84

Tabla 12 Parámetros riego Subunidad 8

	Subunidad 8				
Nº Olivos	3788				
Superficie (ha)	2,2726				
Caudal Total (m3/h)	22,726				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Hb (mm/mes)	25,52	26,52	27,52	28,52	29,52
Vol agua (m³/mes)	579,97	602,69	625,42	648,15	670,87
Nº Riegos al mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (mm)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84
Frecuencia (días/riego)	193,32	150,67	125,08	129,63	223,62
TAR (h)	10,33	7,50	6,20	6,20	10,00
TAR Total (h riego/mes)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84

4. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE RIEGO

A continuación, se detallan tanto los componentes que integran la instalación principal como los elementos propuestos para su complemento:

4.1. Cabezal de riego actual

Punto inicial del sistema, desde donde se controla la distribución del agua. Está equipado actualmente con un sistema de filtrado, manómetros y unidad de fertirrigación.

4.1.1. Pre-filtro ciclónico

Para optimizar la eficiencia del sistema de filtrado y proteger los filtros principales, se cuenta con un pre-filtro ciclónico a la entrada de cada uno de los cabezales de riego. El ciclón es un dispositivo hidráulico que aprovecha la fuerza centrífuga generada por el flujo de agua para separar las partículas sólidas más pesadas (como arenas, limos y residuos) antes de que alcancen los filtros de anillas. El agua entra tangencialmente en el cuerpo del ciclón, provocando un movimiento de rotación que impulsa las partículas hacia las paredes interiores y posteriormente hacia la parte inferior, donde se acumulan en un depósito de sedimentos. Esta separación mecánica reduce la carga de sólidos que deben soportar los filtros posteriores, prolongando su vida útil, disminuyendo la frecuencia de limpiezas y mejorando la eficiencia general del sistema de riego por goteo. Su instalación se recomienda en zonas donde la captación de agua proviene de pozos o masas subterráneas, como es el caso de este proyecto, ya que suelen presentar presencia de arenas y partículas finas en suspensión.

4.1.2. Filtro de anillas

El sistema de riego cuenta con filtros de anillas, un tipo de filtro mecánico cuya función es retener partículas sólidas en suspensión mediante un conjunto de discos ranurados que, al comprimirse, forman un cuerpo filtrante tridimensional.

En la instalación existente se dispone de dos unidades de filtrado: un filtro de anillas de gran capacidad, de 3 pulgadas, diseñado para trabajar con caudales elevados (alrededor de 50 m³/h) y asociado a una bomba de 30 CV, y un filtro de anillas de 2 pulgadas, dimensionado para caudales medios (hasta unos 20–25 m³/h), vinculado a una bomba de 4,5 CV. Ambos filtros están contruidos con materiales resistentes a la presión y a la corrosión, como poliamida reforzada y anillas de polipropileno, y permiten una limpieza

periódica mediante contralavado. Dado su buen estado de conservación y adecuación a los rangos de caudal del sistema, se prevé su reutilización en el nuevo sistema de riego.

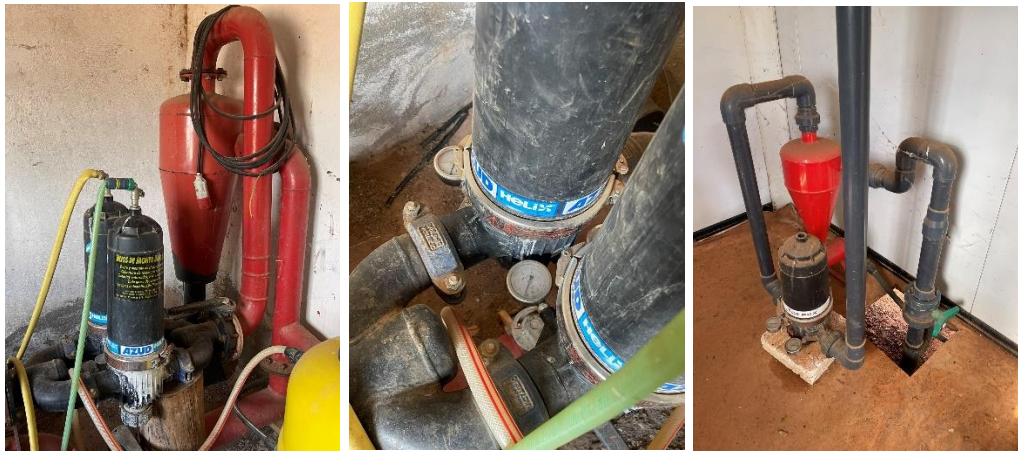


Figura 4 Ciclones y filtros de anillas en los diferentes cabezales de riego

4.1.3. Sistema de fertirrigación

La instalación cuenta con un sistema de fertirrigación localizado en el pozo de mayor caudal, que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través de la red de riego. Este sistema dispone de una bomba de pistón Gamar de 170 L/h que trabaja a 10 bar de 0,37 kW, que inyecta directamente la solución nutritiva en la tubería principal, y de un único depósito de fertilizantes, lo que limita la posibilidad de aplicar diferentes productos de forma simultánea o secuencial. Para el pozo de menor caudal, no se dispone actualmente de sistema de inyección, por lo que será necesario incorporarlo.

Un sistema de fertirrigación completo y funcional debe contar, al menos, con los siguientes elementos:

- Depósito de fertilizante, en este caso, no es necesario adquirir un depósito adicional, ya que se utiliza solo humus líquido en la fertirrigación. Este producto suele comercializarse junto con su propio contenedor incorporado, lo que permite conectarlo directamente al sistema sin necesidad de un tanque específico adicional.
- Bomba, que puede ser hidráulico, eléctrico o venturi, para introducir la solución.
- Válvula antirretorno, que impiden la contaminación del agua de riego por retorno de fertilizante.
- Sistema de agitación o recirculación, para asegurar la homogeneidad de la disolución.
- Filtros previos a la inyección, justo en la salida del depósito.

Todo esto será necesario adquirirlo para el pozo de menor caudal.

4.1.4. Bombas

En la explotación agrícola objeto de estudio, se dispone actualmente de dos bombas de BBC Elettropompe sumergibles destinadas a la extracción de agua para riego. Ambas se seleccionaron en función de las necesidades específicas de caudal y altura manométrica, así como de las características físico-químicas del agua disponible.

A continuación, se recoge en forma de tabla las características de las bombas instaladas:

Tabla 13 Características de las bombas de la explotación

Modelo	IDROSAND 9/330	6TA30/1600
Perforaciones	6"	8"
Tipo de motor	Asíncrono trifásico, rebobinable, refrigerado por agua	
Potencia	5,5 CV (4,0 kW)	30 CV (22 kW)
Tensión de trabajo	400 V (trifásico)	400/690 V (conexión estrella-triángulo)
Velocidad nominal	2850 rpm	2880 rpm
Grado de protección	IP68	
Clase de aislamiento	Y	
Material del cuerpo	Acero inoxidable AISI 304	Fundición mecánica EN GJL-200
Material de impulsores/difusores	Noryl® reforzado con fibra de vidrio	Acero inoxidable semi-axiales
Eje y acoplamiento	Acero inoxidable AISI 420B / AISI 416B	Acero inoxidable AISI 410
Caudal nominal	Hasta 74 m ³ /h	Hasta 96 m ³ /h
Caudal nominal real	15 m ³ /h	46 m ³ /h
Altura manométrica aproximada	89 m (según ficha técnica a 0 caudal)	120 m (según ficha técnica a 0 caudal)
Contenido máximo de arena permitido	300 g/m ³	50 g/m ³
pH admisible del agua	6 – 10	6 – 10
Profundidad máxima de inmersión	200 m	200 m
Profundidad real de inmersión	60	75m

Vida útil esperada y mantenimiento periódico de las bombas instaladas

Las bombas sumergibles IDROSAND 9/330 y 6TA30/1600 instaladas en la explotación cuentan con una antigüedad de 6 años. En condiciones de operación agrícola adecuadas, la vida útil esperada de estos equipos se sitúa entre los 10-15 años. Factores como la calidad del agua, la concentración de sólidos en suspensión, el número de arranques diarios y la estabilidad del suministro eléctrico pueden afectar esta estimación.

La bomba IDROSAND 9/330, diseñada para soportar hasta 300 g/m³ de arena, podría alcanzar los 12 años de servicio sin problemas significativos. La bomba 6TA30/1600, de mayor robustez, podría prolongar su vida útil hasta los 15 años. Dado que actualmente ambas bombas han completado aproximadamente la mitad de su vida útil prevista, resulta necesario intensificar el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento básico recomendado incluye la inspección anual del cableado eléctrico, comprobando su resistencia de aislamiento, la verificación de la estanqueidad del motor mediante el control de los sellos mecánicos y la limpieza de impulsores y difusores cada dos campañas, especialmente si se detecta disminución de caudal o incremento del consumo eléctrico. Además, deben realizarse controles periódicos del caudal y de la presión de trabajo, y supervisar el número de arranques por hora para evitar daños prematuros en los motores.

Llevar un registro técnico actualizado de todas las operaciones de mantenimiento permitirá anticipar reparaciones mayores y optimizar el rendimiento y la eficiencia energética del sistema de riego, asegurando su fiabilidad a medio y largo plazo.

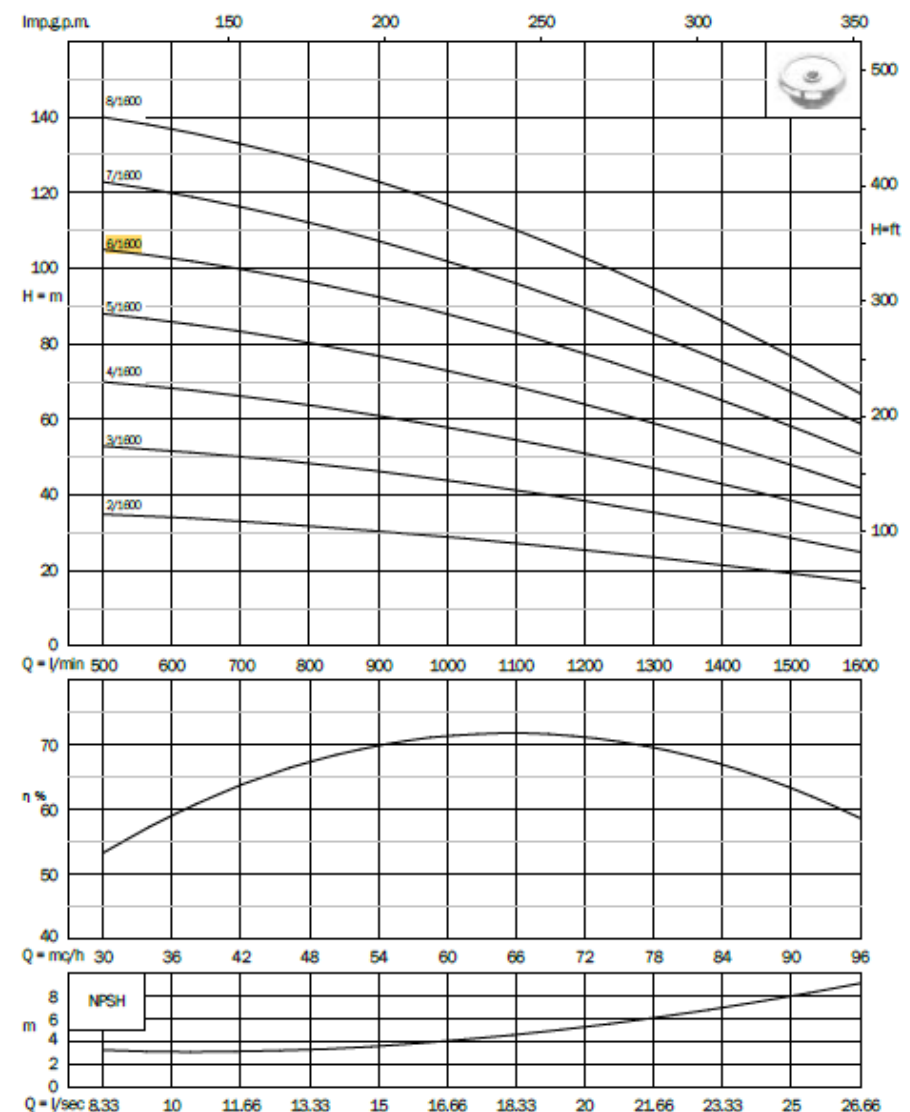
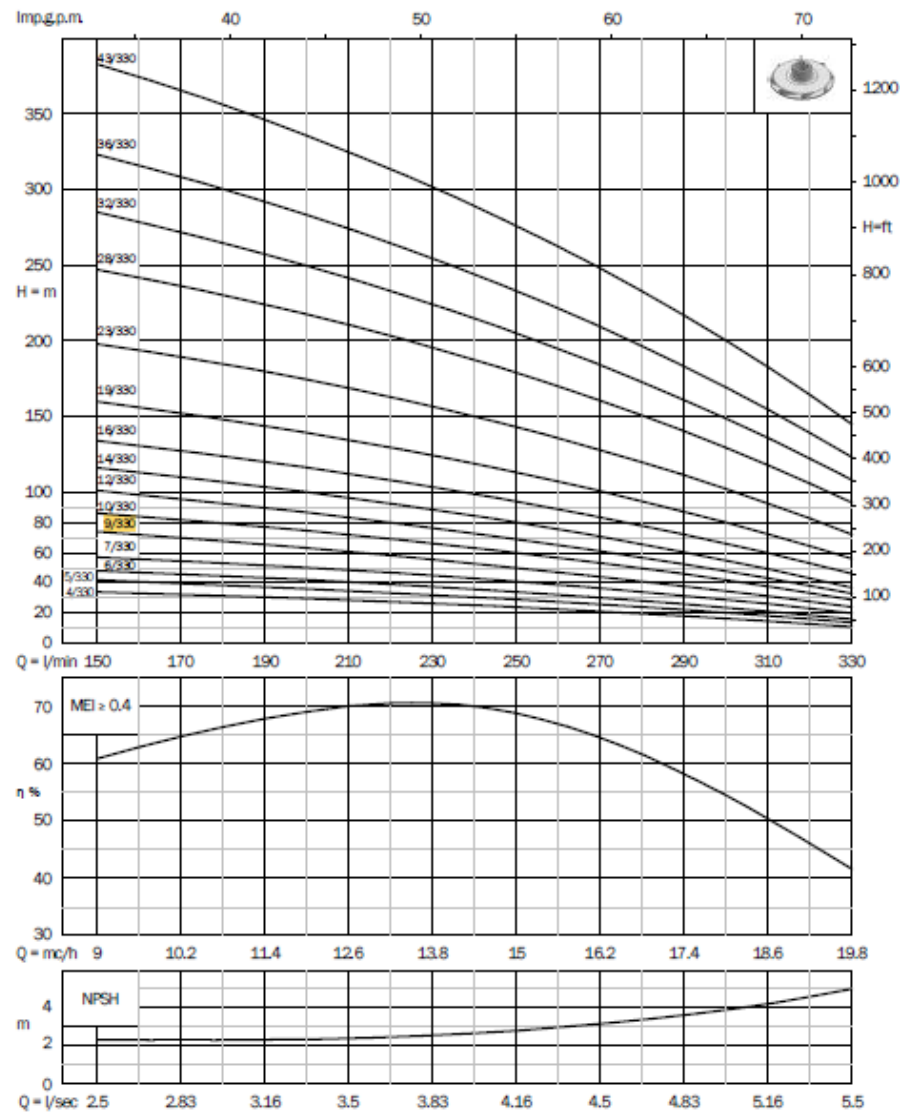


Figura 5 Curvas características de la bomba IDROSAND 9/330 a la izquierda y de la 6TA30/1600 a la derecha

4.2. Elementos accesorios del sistema de riego

4.2.1. Manómetros

Se han conservado los 6 manómetros instalados estratégicamente en la instalación original, cuya función es indicar la presión del agua en la entrada y salida de los filtros y de algunas tuberías, facilitando el control del sistema y la detección de posibles anomalías. Este tipo de instrumento es de gran importancia en instalaciones de riego presurizado, ya que permite ajustar la presión de trabajo para cada sector según el diseño hidráulico del sistema (Barragán, 2010).

4.2.2. Caudalímetro

Se dispone de caudalímetros instalados en las conducciones principales de ambos pozos, en cumplimiento de la normativa vigente de la Confederación Hidrográfica del Guadiana para el registro del volumen de agua extraído. Estos dispositivos permiten medir con precisión el caudal de agua captado, proporcionando datos para el control del riego, la planificación de los turnos de riego y la gestión eficiente del recurso hídrico disponible. Asimismo, los caudalímetros facilitan la adecuación de la fertirrigación en función del caudal aplicado, optimizando la dosificación de fertilizantes. Su correcta instalación y mantenimiento garantizan cumplimiento de los requisitos legales en materia de control y uso sostenible del agua subterránea.

Están instalados en tuberías de 80 mm para el pozo de mayor caudal y de 60 mm para el de menor. Ambos se encuentran ya registrados y sellados por la confederación.



Figura 6 Caudalímetros de cada uno de los pozos.

4.2.3. Válvulas

En primer lugar, se dispone de válvulas antirretorno situadas inmediatamente después de cada caudalímetro. Estas válvulas permiten asegurar que el flujo de agua circule únicamente en el sentido correcto, evitando retrocesos que podrían afectar a la medición.

Además, se cuenta con llaves de paso (válvulas de mariposa) localizadas tanto en las arquetas de distribución como en la caseta de riego, las cuales permiten derivar el agua hacia diferentes tuberías, en función de las necesidades operativas de la explotación. Estas válvulas de mariposa son dispositivos de cierre rápido que permiten controlar el paso de agua mediante un disco giratorio situado en el centro del conducto. Cuando el disco se encuentra alineado con el flujo, la válvula está abierta, y al girarlo perpendicularmente, bloquea completamente el paso. Son especialmente utilizadas en instalaciones hidráulicas agrícolas por su bajo coste, facilidad de maniobra, mínimo espacio requerido y reducidas pérdidas de carga cuando están completamente abiertas.

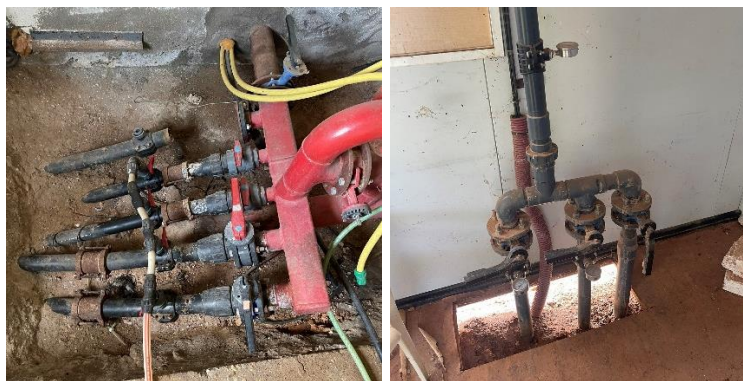


Figura 7 Válvulas de mariposa.

4.2.4. Ventosas

El sistema dispone de ventosas instaladas en los puntos altos de la red, especialmente cerca del cabezal y en las arquetas de conexión. Estos dispositivos permiten liberar el aire acumulado en las conducciones, evitando su arrastre junto al agua, lo que podría provocar pérdidas de carga, golpes de ariete o reducción en la eficiencia hidráulica.

4.2.5. Accesorios: Conectores, codos y reductores

La instalación mantiene diversos accesorios de conexión y adaptación, necesarios para garantizar la continuidad de la red, permitir cambios de dirección o unir tuberías de distinto diámetro. Se han revisado y se encuentran en buen estado, por lo que su sustitución no es necesaria. Estos elementos están fabricados en material plástico resistente a la presión y a la intemperie.

4.2.6. Arquetas

Se conservan dos arquetas que se encuentran a la intemperie y que permiten la localización y acceso a válvulas y derivaciones de la instalación. Su conservación facilita las labores de mantenimiento y sectorización de la red.



Figura 8 Arquetas ya existentes.

4.2.7. Componentes no disponibles y propuesta de mejora

Actualmente, la instalación no dispone de elementos de control automático como programador de riego, electroválvulas, sensores de presión ni variador de frecuencia. La ausencia de estos dispositivos limita la capacidad de automatización y eficiencia del sistema, impidiendo la programación precisa del riego, la gestión remota y la adaptación dinámica del sistema a cambios de presión o caudal.

Se recomienda, por tanto, su incorporación en una segunda fase, especialmente si se pretende acceder a ayudas públicas para modernización de regadíos o mejora de la eficiencia energética. La literatura especializada (Orgaz y Villalobos, 2017; Barragán, 2010) destaca la importancia de contar con estos equipos en instalaciones modernas, especialmente en cultivos de alta densidad como el olivar superintensivo.

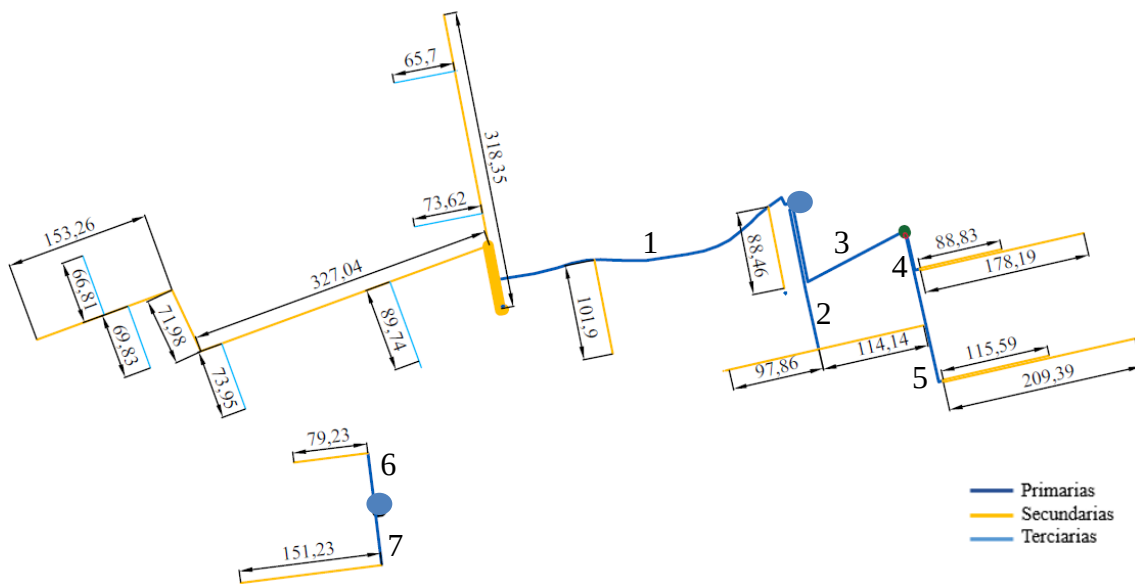
4.3. Tubería primaria o principal

Conduce el agua desde el cabezal hasta los distintos sectores. En este proyecto, se ha aprovechado la red primaria de PVC de 110 mm, correspondiente a la antigua instalación de riego por goteo del viñedo, en buen estado de conservación, lo que supone una reducción en los costes de implantación.

4.4. Tuberías secundarias y terciarias

Se trata de conducciones intermedias que enlazan la red principal con los ramales portagotos. Según el diseño hidráulico, estos pueden ser tuberías secundarias si derivan directamente de la principal, o como terciarias si parten de una red secundaria común. Están fabricados en polietileno de baja densidad y su trazado se ha planificado considerando la división por sectores, el relieve de la finca y las arquetas ya existentes. Estas tuberías también se aprovechan, no es necesario adquirirlas. Las secundarias son de 63 mm y la terciarias de 50 mm.

4.4.1. Longitud equivalente del ramal



Las longitudes de las tuberías principales se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 14 Longitudes de las tuberías primarias.

TUBERÍA	1	2	3	4	5	6	7
LOGITUD (m)	368,38	150,00	196,63	35,00	120,00	60,00	60,00

4.5. Tuberías portaramales

Son las encargadas de realizar la conexión entre las tuberías secundarias y terciarias y los ramales portagotos. Se aprovecharán las tuberías existentes procedentes de la antigua instalación de riego del viñedo, que presentan un diámetro nominal de 20 mm. Tras la revisión del estado general de las mismas, se ha considerado también su reutilización viable.

4.6. Ramales portagateros

Elementos finales de la red, encargados de aplicar el agua directamente al pie de cada planta. En esta plantación se dispone un ramal por cada fila de olivos, con emisores integrados de 3 L/h situados a una distancia de 0,75 m, coincidiendo con los ramales portagateros de la instalación previa que se revisaron antes de su retira y al contar solo con 2 años de antigüedad se considera que no es necesario su sustitución por unos nuevos.



Figura 9 Tuberías portagateros disponibles

Los emisores son autocompensantes integrados en tuberías de 16 mm, con un rango de funcionamiento comprendido entre 0,5 y 4 bar, un caudal nominal de 3 L/h y un espesor de 1,20 mm. Su comportamiento hidráulico se ajusta a la ecuación característica:

$$q = 3 \times h^0 \text{ donde } q \text{ es el caudal (L/h) y } h \text{ la presión de trabajo (bar).}$$

Al tratarse de una finca con topografía uniforme en la mayor parte de su superficie y solo ligeras pendientes en zonas puntuales, se ha considerado una presión máxima de trabajo de 2 bar o 20 mca, garantizando así la estabilidad del caudal en toda la red y evitando sobrepresiones que puedan dañar los emisores o reducir su vida útil.

5. CÁLCULO HIDRAULICO

El sistema de riego busca la máxima eficiencia hídrica, la simplicidad operativa y el aprovechamiento de la mayor parte de las infraestructuras existentes.

Considerando la instalación que se propone y aprovechando los elementos que existente se van a realizar la comprobación del dimensionamiento hidráulico de los ramales portagateros asegurando una presión mínima suficiente en el emisor más desfavorable de

cada sector. Aunque se ha intentado seguir una disposición general con pendiente descendente en todos los ramales, las condiciones topográficas de la parcela han obligado a mantener tramos con ligera pendiente ascendente en determinadas zonas. Esto implica que el punto de menor presión no siempre se sitúa en la zona intermedia del ramal, como sería lo habitual, sino que puede desplazarse hacia los extremos, dependiendo de la orientación de la pendiente y del recorrido del tubo.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en los ramales portagoteros y en las tuberías portaramales se ha empleado una expresión empírica derivada de la ecuación de Blasius, válida para tuberías de polietileno de pequeño diámetro y régimen hidráulico liso, como las empleadas en este proyecto. La expresión original para la pendiente motriz es:

$$I = \frac{hf}{L} = \frac{0,316 \times v^{0,25}}{2g} \times \left(\frac{4}{\pi}\right)^{1,75} \times \frac{Q_{L/h}^{1,75}}{D_{mm}^{4,75}}$$

De la cual se deriva la ecuación más utilizada para el cálculo directo de la pérdida de carga por fricción:

$$hf = 0,465 \times \frac{Q_{L/h}^{1,75}}{D_{mm}^{4,75}} \times L$$

Donde:

- I es la pendiente motriz (m/m).
- hf son las pérdidas de carga (mca).
- L es la longitud del tramo considerado (m).
- Q es el caudal (L/h).
- D es el diámetro interior de la tubería (mm).
- v es la viscosidad cinemática del agua, tomada a 20 °C como $1,1 \times 10^{-6}$ m²/s.
- g es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

Para el cálculo de las pérdidas de carga en los ramales portagoteros, donde el caudal disminuye progresivamente desde el inicio hasta el final del tramo, se aplica una corrección a la fórmula de Blasius mediante el coeficiente reductor de Christiansen (F). Este coeficiente permite ajustar la estimación de pérdidas en tramos no uniformes, teniendo en cuenta la reducción de caudal a lo largo del ramal.

La ecuación modificada para el cálculo de la pérdida de carga es:

$$hf_{ramal} = F \times 0,465 \times \frac{Q_{L/h}^{1,75}}{D_{mm}^{4,75}} \times L \times \left(1 + \frac{le}{Sg}\right)$$

Donde F se define como:

$$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}$$

Se consideran los siguientes parámetros:

- le : longitud equivalente por inserción de goteros, estimada en 0,23 m tras aplicar el método descrito por Rodríguez Sinobas (2011), ajustado a una separación de 0,75 m entre emisores, presión nominal de 2 bar y caudal de 3 L/h.
- S_g : separación entre emisores, valor de 0,75 m.
- N : número de emisores en el ramal.
- m : coeficiente de fricción de Blasius, tomado como 1,75.

Este ajuste permite estimar las pérdidas de carga en el sistema de riego localizado con goteros integrados, en el que el caudal disminuye progresivamente a lo largo de la conducción. Para garantizar el correcto diseño hidráulico, los cálculos se realizan considerando la situación más desfavorable del sistema, correspondiente al ramal más alejado, con una pendiente ascendente y un mayor número de puntos singulares (codos, reducciones, válvulas, etc.) que incrementan las pérdidas de carga. Esta combinación de factores representa el punto con mayor riesgo de insuficiencia de presión en los emisores, por lo que verificar que se alcanza la presión mínima de 5 mca a la que funcionan los goteros en este escenario, asegura un adecuado funcionamiento en el conjunto de la red.

De esta forma, se procede a realizar los cálculos hidráulicos para el siguiente punto que aparece indicado con la flecha verde en la siguiente figura:

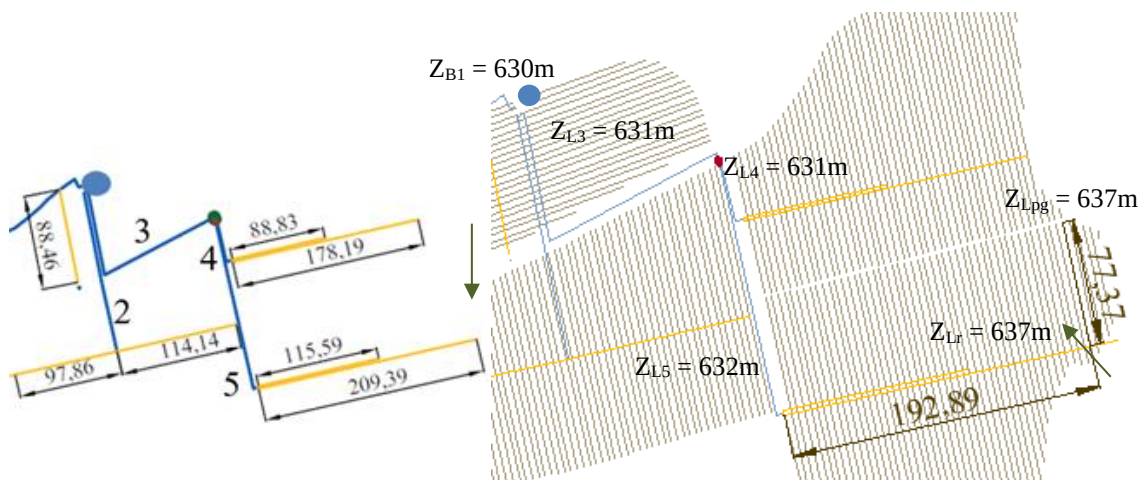


Figura 10 Punto más desfavorable del sistema de riego

A su vez, esa subunidad donde se encuentra el punto de riego más desfavorable, cuenta con dos tuberías portaramales de 63 mm, una de 115,59 m y la otra de 209,39 m. La primera suministra a los ramales portagoteros de la primera mitad de la izquierda de la subunidad y la segunda de mayor longitud va ciega hasta los 115,59 m y a partir de aquí de suministro a la segunda mitad de la derecha de la subunidad.

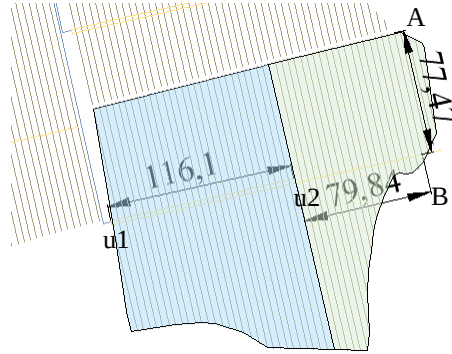


Figura 11 Descomposición sector en 2 subunidades

Considerando que el punto más desfavorable se encuentra en un ramal portagoteros de 111,40 m que procede de una tubería portaramal con una longitud hasta ese punto de 136,89 m. Se procede a calcular las pérdidas de carga para cada uno de los tramos por los que recorre el agua hasta llegar a dicho punto. Para ello se procede a analizar individualmente cada tramo de tubería que compone el sistema. Las longitudes de los distintos tramos hasta dicho punto son las siguientes:

Tubería portagoteros (L_{pg})

$$N^{\circ}Gotos(N) = \frac{L_{pg}}{S_g} = \frac{77,47}{0,75} \cong 103 \text{ emisores}$$

$$Q_{min} = N \times q_g \leq Q_p; Q_{min} = 103 \times 3 = 310 \text{ L/h} \leq 46 \text{ 000 L/h}$$

$$F = \frac{1}{1,75 + 1} + \frac{1}{2 \times 103} + \frac{\sqrt{1,75 - 1}}{6 \times 103^2} = 0,3684$$

$$hf_{pg} = 0,3684 \times 0,465 \times \frac{310^{1,75}}{14^{4,75}} \times 77,47 \times \left(1 + \frac{0,23}{0,75}\right) = 1,43 \text{ mca}$$

Tuberías restantes

De la misma forma, se procede a calcular las pérdidas de carga para cada uno de los tramos restantes que facilitan el suministro de agua hasta dicho punto más desfavorable. Para ello, se tendrán en cuenta las características hidráulicas de cada tramo, aplicando la fórmula de pérdidas de carga en tuberías a presión, en régimen permanente.

Los tramos a analizar incluyen:

- Tubería subunidad 2 (L_{u2}): desde la conexión con la tubería portagoteros hasta el inicio de la subunidad 1.
- Tubería subunidad 1 (L_{u1}): hasta el punto de unión con tubería principal tramo 4-5.
- Tubería tramo 4-5 (L_{4-5}): transporta el agua en el tramo 4-5.
- Tubería tramo 3 (L_3): que conecta directamente con el cabezal de riego y proporciona el caudal necesario al sistema.

Cada tramo será evaluado individualmente, considerando tanto las pérdidas lineales como las localizadas (codos, válvulas, conexiones y accesorios). El objetivo es determinar la pérdida de carga total hasta el punto más desfavorable y comprobar que la presión disponible en ese punto cumple con los requerimientos de los emisores (entre 5 y 40 mca).

Se toma como referencia la cota del pozo (630 m), y mediante la diferencia altimétrica se calculan las cotas de los distintos puntos del sistema. Estas diferencias se integran en el balance de cargas para obtener la presión efectiva en el punto más alejado.

Se parte de los siguientes datos comunes para las tuberías portaramales de la subunidad 1 y de la 2: Separación entre ramales de 4 m, separación entre goteros de 0,75 m y caudal de gotero 3 L/h.

$$N^{\circ} \text{Goteros}(N) = \frac{S_u}{S_g \times S_r}$$

Tabla 15 Pérdidas de carga para cada tramo de tubería hasta el punto más desfavorable

	Longitud (m)	Superficie unitaria S_u (ha)	Cota (m)	D interior (mm)	Nº Goteros	Qmin (L/h)	F	Hf (mca)
L_3	196,63	-	1	96,8	-	16 900	-	0,85
L_{4-5}	155,00	-	2	96,8	-	16 900	-	0,66
L_{u1}	116,1	1,69	4	55,4	5633	16 900	0,3637	3,36
L_{u2}	79,84	1,15	7	55,4	3833	11 500	0,3638	1,18
L_{pg}	77,47	-	7	14	103	310	0,3685	1,43

Una vez obtenidas las pérdidas de carga en cada tramo, se calcula la energía mínima en cada punto para comprobar de nuevo el correcto funcionamiento del sistema asegurando que la presión en los goteros no sea ni inferior a 5 mca ni superior a 40 mca. De esta forma se parte de que la energía en A (h_A) debe ser mayor o igual a 5 mca.

$$H_{u2} = z_A + h_A + hf_{pg} = z_{u2} + h_{u2} + hf_{u2} \rightarrow$$

$$h_{u2} = 7 + 5 + 1,43 - 7 - 1,18 = 5,25; H_{u2} = 13,73 \text{ mca}$$

$$H_{u1} = z_{u2} + h_{u2} + hf_{u2} = z_{u1} + h_1 + hf_{u1} \rightarrow$$

$$h_{u1} = 7 + 5,25 + 1,18 - 4 - 3,36 = 6,07; H_{u1} = 13,43 \text{ mca}$$

$$H_{u2} + hf_{u2-T} = 13,73 + 0,85 + 0,66 + 1,18 = 16,42 \text{ mca}$$

$$H_{u1} + hf_{u1-T} = 13,43 + 0,85 + 0,66 + 1,43 = 16,37 \text{ mca}$$

Por consiguiente, la energía mínima en el pozo debe ser de:

$$H_T \geq 16,42 \text{ mca}$$

Estas mismas operaciones han sido replicadas en una hoja de cálculo para varios puntos del sistema identificados visualmente como potencialmente desfavorables. En todos los casos analizados se ha comprobado que, trabajando con una presión nominal en el cabezal de 2 bares (20 mca), se asegura una presión mínima superior a 5 mca en el gotero más desfavorable de cada ramal evaluado. Este valor garantiza el funcionamiento adecuado de los emisores, cumpliendo con sus especificaciones técnicas.

Asimismo, se han realizado los cálculos inversos con el fin de comprobar que, bajo una presión de trabajo de 2 bares, en ningún punto del sistema se alcanza una presión superior a 40 mca, umbral máximo admisible para los goteros empleados. Esto permite descartar riesgos de sobrepresión que podrían comprometer la durabilidad del sistema o generar desigualdades en la distribución del caudal.

Este análisis se ha extendido también al caso del pozo con menor caudal disponible. También para este escenario, el sistema mantiene su funcionamiento dentro de los márgenes hidráulicos adecuados si se establece una presión de operación de 2 bares, validando así el diseño frente a posibles fluctuaciones en el suministro.

En definitiva, el diseño hidráulico existente, que se plantea reutilizar para la nueva plantación, se ajusta a los principios fundamentales de uniformidad hidráulica y eficiencia energética. Su adecuación ha sido verificada mediante el análisis de pérdidas de carga en régimen permanente, lo que permite garantizar una distribución homogénea del caudal a lo largo de toda la red, incluso en los puntos más desfavorables desde el punto de vista altimétrico o de longitud de recorrido.

Adicionalmente, se ha verificado que los caudales nominales disponibles en cada uno de los pozos permiten abastecer las subunidades de riego asignadas. Para ello, se ha calculado la superficie máxima que puede regarse con cada caudal, utilizando la expresión:

$$S_{max} = \frac{Q_p}{q_g} \times S_g \times S_r$$

Donde:

- Q_p es el caudal nominal del pozo (L/h).
- q_g es el caudal unitario por gotero (L/h).
- S_g es la separación entre goteros (m).
- S_r es la separación entre ramales (m).

Para el pozo 1 ($Q_{p1} = 46\ 000\text{L/h}$):

$$S_{max1} = \frac{Q_{p1}}{q_g} \times S_g \times S_r = \frac{46\ 000}{3} \times 0,75 \times 4 = 46\ 000\ m^2 = 4,6\ ha$$

Para el pozo 2 ($Q_{p2} = 15\ 000\text{L/h}$):

$$S_{max2} = \frac{Q_{p2}}{q_g} \times S_g \times S_r = \frac{15\ 000}{3} \times 0,75 \times 4 = 15\ 000\ m^2 = 1,5\ ha$$

La subunidad de mayor superficie alimentada por el pozo 1 corresponde a la subunidad 2 (3,48 ha), valor inferior al máximo permitido, por lo que no se presenta ningún problema de abastecimiento. En el caso del pozo 2, al estar asignado exclusivamente a la subunidad 8, cuya superficie total es de 2,44 ha, ha sido necesario dividirlo en dos subunidades (8.1 y 8.2), con una superficie compatible con la capacidad hidráulica disponible ($\leq 1,5\ ha$).

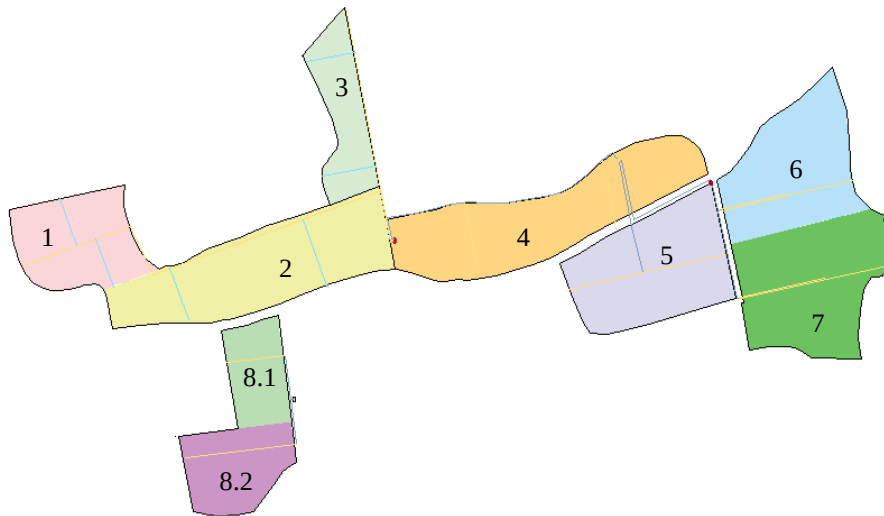


Figura 12 Distribución subunidades de riego

6. INSTALACIÓN

6.1. Complementos de riego

La instalación comenzará con la incorporación de los complementos de riego previstos como mejora respecto al sistema anterior utilizado en el viñedo. Esta etapa incluye la instalación del variador de frecuencia, del programador de riego y de las electroválvulas.

En primer lugar, se instalará un variador de frecuencia en cada caseta de riego, conectado a las bombas existentes, permitiendo la regulación automática de la presión y el caudal en función de la demanda. Posteriormente, se incorporará un programador de riego en cada cabezal, configurado para gestionar los turnos de riego de forma eficiente y automatizada.

Finalmente, se procederá a la sustitución de las llaves manuales por electroválvulas en las distintas tuberías principales (110 mm, 63 mm y 53 mm), de acuerdo a las dimensiones correspondientes de cada línea. Cada electroválvula será instalada en el punto de corte de su sector, asegurando su correcta conexión eléctrica al programador y su integración funcional en el sistema automatizado.

6.2. Tubería primaria

Las tuberías primarias del sistema de riego ya se encuentran correctamente instaladas a 60 cm de profundidad y en estado operativo, procedentes de la infraestructura previa utilizada para el cultivo de viñedo. Por tanto, no se considera necesario realizar ninguna intervención adicional sobre ellas en esta fase del proyecto.

6.3. Tubería secundarias o terciarias

Aunque se dispone de las tuberías secundarias y terciarias procedentes de la anterior instalación de riego, es necesario llevar a cabo su correcta instalación para adaptarlas al nuevo diseño del sistema de olivar superintensivo. El proceso de instalación se desarrollará en las siguientes fases:

1. Revisión y clasificación: A pesar de que se revisaron antes de retirarlas y guardarlas, se recomienda de nuevo verificar el estado de las tuberías, conexiones y accesorios para descartar elementos deteriorados o incompatibles.

2. Distribución en campo: Se transportarán las tuberías hasta el área de trabajo y se dispondrán siguiendo el trazado previsto en el plano de replanteo.
3. Apertura de zanjas: Se excavarán zanjas con una profundidad mínima de 50 cm y ancho de 30 cm, suficiente para proteger las tuberías frente a daños mecánicos, insolación directa y heladas superficiales.
4. Instalación de tuberías: Se extenderán las tuberías secundarias desde las tomas principales y, a partir de estas, se instalarán las tuberías terciarias.
5. Uniones y conexiones: Se realizarán las uniones necesarias mediante accesorios adecuados, asegurando su estanqueidad y resistencia a la presión de trabajo. Se utilizarán accesorios de compresión de alta resistencia, como codos y tees de polietileno de alta densidad (PEAD), que permiten realizar cambios de dirección y ramificaciones en la red principal de riego. Los empalmes lineales se efectúan mediante manguitos de compresión, garantizando una unión estanca y segura a las presiones de trabajo habituales.
6. Comprobación previa: Antes del tapado definitivo, se efectuará una primera prueba hidráulica para comprobar la ausencia de fugas.
7. Relleno y compactación: Una vez verificada la correcta instalación, se procederá al relleno de las zanjas, utilizando el material previamente extraído y realizando una compactación manual o mecánica ligera para evitar asentamientos futuros.
8. Pruebas finales: Con la red ya enterrada, se llevará a cabo una prueba final de presión para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

6.4. Tubería portaramales y tuberías portagotos

La instalación de las tuberías portaramales y los ramales portagotos se realizará de forma superficial, sin enterramiento, para facilitar su mantenimiento, inspección y reparación en caso de incidencias. El proceso de instalación seguirá las siguientes fases:

- Distribución de tuberías portaramales: Se colocarán las tuberías portaramales sobre el terreno, conectadas a las tuberías secundarias o terciarias mediante codos, tees y manguitos de compresión adaptados al diámetro (20 mm), además de válvulas de paso que permitirán controlar el suministro de agua a los portagotos de cada línea de plantación. Estas tuberías tendrán una altura aproximada de 20 cm respecto al nivel del suelo (50 cm enterradas), permitiendo un acceso sencillo para las conexiones y mantenimiento.

1. Instalación de tuberías portagoteros: A partir de los portaramales, se conectarán las tuberías portagoteros, que distribuirán el agua de riego directamente a las líneas de cultivo. La conexión se realizará mediante microtomas o accesorios de punción, asegurando la estanqueidad y correcta sujeción.
2. Comprobación de estanqueidad: Una vez finalizada la instalación, se realizará una prueba hidráulica para verificar la correcta unión y funcionamiento de todos los componentes.

6.5. Complementación del cabezal de riego

Se plantea incorporar al cabezal de riego un programador automático y elementos de regulación como válvulas y variador de frecuencia. Para adaptar el caudal y la presión a las necesidades de cada sector, garantizando un funcionamiento eficiente.

6.5.1. Programador de riego

Debido a la existencia de dos pozos independientes, cada uno con su propio cabezal de riego, se instalará un programador de riego automático para gestionar de manera eficiente el funcionamiento de cada sistema de bombeo y la distribución del agua hacia los distintos sectores. Los programadores permitirán establecer los horarios, la frecuencia y la duración de los turnos de riego, optimizando el uso del recurso hídrico y adaptándose a las necesidades del cultivo en función de su fase fenológica y de las condiciones climáticas.



Figura 13 Programador de riego. Fuente: Maher

6.5.2. Variador de frecuencia

Dado que la explotación cuenta con dos pozos independientes, cada uno equipado con una bomba diferente, se proyecta la instalación de un variador de frecuencia específico para cada bomba. Estos variadores permitirán adaptar de manera automática la velocidad

de giro de cada motor a la demanda real de caudal y presión del sistema, optimizando el consumo energético y asegurando un funcionamiento hidráulico eficiente.

El primer variador estará dimensionado para la bomba IDROSAND 9/330 (5,5 CV - 4,0 kW), mientras que el segundo se dimensionará para la bomba 6TA30/1600 (30 CV - 22 kW). Ambos serán trifásicos, de 400 V, con control de presión mediante PID interno, protecciones frente a sobrecargas, trabajo en seco y arranque y parada suaves. Además, deberán contar con entradas analógicas para integrar sensores de presión y garantizar un suministro hídrico adaptado a las necesidades de cada sector de riego.

6.5.3. Electroválvulas como llaves

Como actuación complementaria, se plantea la sustitución progresiva de las llaves manuales actuales por electroválvulas automáticas adecuadas a las dimensiones de las tuberías existentes. Para las tuberías de 110 mm, se propone la instalación de electroválvulas de membrana de 4" (DN100-DN110) con conexión por bridas y capacidad para manejar altos caudales, siendo necesarias 11. Para las tuberías de 63 mm, se seleccionarían electroválvulas de 2" (DN63-DN65) de poliamida reforzada, con conexiones roscadas o bridada según el caso para sustituir las 3 llaves manuales. Finalmente, para las 4 líneas de fertirrigación de 53 mm (3 existentes y la nueva que se incorpora al pozo de menor caudal), se utilizarían 4 electroválvulas de 1½" (DN50), resistentes a soluciones fertilizantes, adaptadas mediante accesorios de reducción.

Todas las electroválvulas serían del tipo normalmente cerradas, de apertura indirecta mediante solenoide de 24 V AC o 12 V DC, compatibles con el programador instalado y con presión mínima de funcionamiento adecuada para riego localizado. Esta actuación permitiría en el futuro una automatización completa del sistema de riego, optimizando la eficiencia hídrica y reduciendo las necesidades de intervención manual.



Figura 14 Electroválvula. Fuente: Mundo riego

7. CASETA DE RIEGO

La explotación cuenta con dos casetas de riego diferenciadas, una para cada pozo. La primera caseta, de mayor tamaño, está construida con ladrillo y cuenta con una superficie útil de 53 m². En su interior se encuentra el pozo principal de mayor caudal, el sistema de fertilización y el cuadro eléctrico general de la finca. Este cuadro eléctrico gestiona el suministro de energía a los cuadros eléctricos de cada pozo y al resto de instalaciones eléctricas de la explotación, aunque estas últimas no se incluyen en el ámbito del presente proyecto. Debido a su amplitud, esta caseta también se utiliza como espacio de almacenamiento de material agrícola, incluyendo gomas de goteros, accesorios de riego y repuestos de maquinaria como ruedas.

La segunda caseta corresponde al otro pozo de riego y es de tipo prefabricado, construida en panel sándwich de chapa. Su función principal es albergar el cuadro eléctrico asociado a dicho pozo y proteger los elementos de control del sistema de riego de esta zona.

8. SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro eléctrico del sistema de riego se realizará a través de los cuadros eléctricos ya existentes en cada una de las casetas de riego. La caseta principal, construida en ladrillo, alberga el cuadro eléctrico general de la finca, que alimenta tanto su propio pozo y sistema de riego como el cuadro eléctrico secundario de la caseta prefabricada asociada al segundo pozo. Este cuadro principal también suministra energía al resto de las instalaciones agrícolas de la finca, aunque estas últimas no forman parte de este proyecto.

Con la incorporación de los dos variadores de frecuencia (uno de 4,0 kW para la bomba IDROSAND 9/330 y otro de 22 kW para la bomba 6TA30/1600), dos programadores de riego automáticos y 18 electroválvulas (de distintos calibres) se requiere una revisión técnica completa de la instalación existente, para asegurar su compatibilidad, seguridad y eficiencia operativa.

Revisión técnica necesaria

1. Verificación de capacidad del cuadro general: Se debe comprobar que la potencia contratada y la capacidad del interruptor general automático (IGA) son suficientes para soportar el consumo simultáneo de ambos variadores y los elementos de

- control. La potencia total instalada pasará a superar los 30 kW, por lo que puede ser necesario ajustar la potencia contratada o instalar un cuadro de protección específico para el sistema de riego, independiente del resto de la finca.
2. Dimensionado de protecciones: Cada variador de frecuencia requiere protecciones adecuadas frente a sobrecargas, cortocircuitos y fugas a tierra. Se recomienda instalar magnetotérmicos específicos por curva y corriente nominal ajustados a cada equipo (p. ej. curva C o D para motores). Asimismo, las electroválvulas (24 V AC o 12 V DC) requieren fuentes de alimentación protegidas con fusibles o interruptores de baja intensidad (≤ 2 A), agrupadas por sectores (Schneider Electric, 2020).
 3. Revisión del cableado y caída de tensión: Se deben revisar las secciones de los conductores desde el cuadro general a cada uno de los pozos y a los variadores. Para la bomba de 22 kW, la sección recomendada es mínimo 10 mm² para distancias cortas, y hasta 16 mm² si supera los 50 m. Para el variador de 4,0 kW se recomienda una sección mínima de 4 mm², dependiendo de la distancia. Las caídas de tensión deben mantenerse por debajo del 3 %, REBT (ITC-BT-19).
 4. Espacio disponible en los cuadros: Es necesario verificar que los cuadros actuales tienen espacio físico y capacidad térmica para alojar los nuevos componentes: variadores, relés, fuentes de alimentación, contactores o transformadores. Si no es así, se recomienda instalar un subcuadro de riego independiente con elementos dedicados.
 5. Protección diferencial y puesta a tierra: Los circuitos nuevos deben contar con protecciones diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) para protección de personas, y asegurar una correcta puesta a tierra tanto en los cuadros como en las masas metálicas (chasis de bombas, variadores, etc.).
 6. Compatibilidad electromagnética (EMC): La instalación de variadores de frecuencia puede generar interferencias electromagnéticas. Se recomienda el uso de reactancias de línea o filtros EMC si se detectan perturbaciones en el sistema eléctrico, sobre todo en instalaciones compartidas con otros equipos sensibles (Danfoss, 2019).
 7. Ventilación y seguridad: Los variadores deben instalarse en un entorno bien ventilado y protegido de polvo y humedad. En caso necesario, se deberá mejorar la ventilación del cuadro o caseta mediante rejillas de ventilación o ventiladores forzados.

La instalación eléctrica actual puede aprovecharse parcialmente, pero será imprescindible realizar una adecuación de protecciones, verificación de capacidad, ajuste de cableado y posible creación de un subcuadro exclusivo para el sistema de riego, especialmente para gestionar los variadores y componentes de control sin comprometer la seguridad ni la estabilidad del resto de la instalación.

Estas actuaciones permitirán garantizar un funcionamiento eficiente, seguro y conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), y dejar preparada la explotación para una automatización completa del riego.

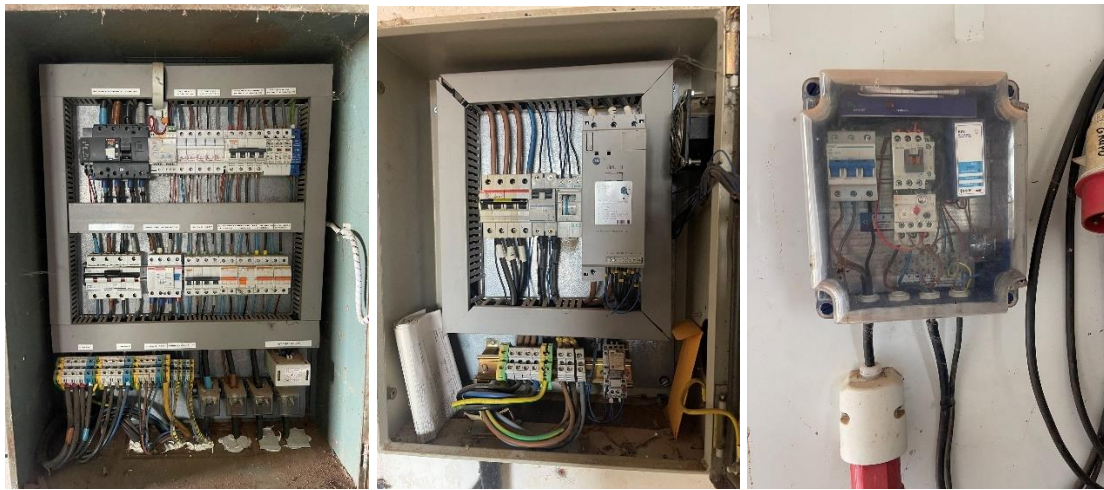


Figura 15 Cuadro eléctrico general, cuadro eléctrico pozo mayor y cuadro eléctrico pozo menor

Finalmente, se ha calculado el consumo energético unitario de cada bomba en base a su potencia nominal y al caudal real suministrado, con el objetivo de cuantificar la eficiencia energética del sistema de riego por subunidad. Este parámetro permite estimar los costes energéticos asociados al riego y justificar técnicamente la distribución de sectores y subunidades según las capacidades hidráulicas disponibles.

El cálculo se ha realizado utilizando la expresión:

$$\text{Energía unitaria } E/V \text{ (kWh/m}^3\text{)} = \frac{\text{Potencia (kW)}}{Q_p \text{ (m}^3\text{/h)}}$$

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 16 Energía unitaria de cada subunidad

Bomba	Subunidad/es	Potencia (kW)	Q_p (m ³ /h)	E/V (kWh/m ³)
IDROSAND 9/330	8	4,0	15	0,267
6TA30/1600	1 a 7	22,0	46	0,478

9. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO Y EVALUACIÓN DE COSTES

Se ha realizado un análisis individualizado de cada una de las subunidades de riego, teniendo en cuenta los datos específicos de aplicación del riego recogidos en el apartado 3.3 (Planificación operativa del riego). Para la estimación del coste energético, se ha considerado un precio medio de 0,125 €/kWh, valor que representa la media del coste eléctrico en los últimos 5 años en la zona de estudio, Almagro (Ciudad Real).

Tabla 17 Coste riego subunidad 1

	Subunidad 1				
Nº Olivos	3227				
Nº Goteros	6453				
Superficie (ha)	1,9360				
Caudal Total (m3/h)	19,36				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m ³ /mes)	494,07	550,21	550,21	550,21	432,12
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	164,69	137,55	110,04	110,04	144,04
TAR (h)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	78,72	65,75	52,60	52,60	68,85
Energía/mes (kWh)	236,16	263,00	263,00	263,00	206,55
Coste/riego (€/riego)	9,84	8,22	6,58	6,58	8,61
Coste/mes (€/mes)	29,52	32,88	32,88	32,88	25,82

Tabla 18 Coste riego subunidad 2

	Subunidad 2				
Nº Olivos	5804				
Nº Goteros	11608				
Superficie (ha)	3,4825				
Caudal Total (m3/h)	34,825				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m ³ /mes)	888,73	989,73	989,73	989,73	777,29
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	296,24	247,43	197,95	197,95	259,10
TAR (h)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	141,60	118,27	94,62	94,62	123,85
Energía/mes (kWh)	424,81	473,09	473,09	473,09	371,55
Coste/riego (€/riego)	17,70	14,78	11,83	11,83	15,48
Coste/mes (€/mes)	53,10	59,14	59,14	59,14	46,44

Tabla 19 Coste riego subunidad 3

	Subunidad 3				
Nº Olivos	2101				
Nº Goteros	4202				
Superficie (ha)	1,2606				
Caudal Total (m3/h)	12,606				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	321,71	358,26	358,26	358,26	281,37
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	107,24	89,57	71,65	71,65	93,79
TAR (h)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	51,26	42,81	34,25	34,25	44,83
Energía/mes (kWh)	153,78	171,25	171,25	171,25	134,49
Coste/riego (€/riego)	6,41	5,35	4,28	4,28	5,60
Coste/mes (€/mes)	19,22	21,41	21,41	21,41	16,81

Tabla 20 Coste riego subunidad 4

	Subunidad 4				
Nº Olivos	5806				
Nº Goteros	11612				
Superficie (ha)	3,4836				
Caudal Total (m3/h)	34,836				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	889,01	990,04	990,04	990,04	777,54
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	296,34	247,51	198,01	198,01	259,18
TAR (h)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	141,65	118,31	94,65	94,65	123,89
Energía/mes (kWh)	424,95	473,24	473,24	473,24	371,66
Coste/riego (€/riego)	17,71	14,79	11,83	11,83	15,49
Coste/mes (€/mes)	53,12	59,15	59,15	59,15	46,46

Tabla 21 Coste riego subunidad 5

	Subunidad 5				
Nº Olivos	4631				
Nº Goteros	9262				
Superficie (ha)	2,7786				
Caudal Total (m3/h)	27,786				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	709,10	789,68	789,68	789,68	620,18
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	236,37	197,42	157,94	157,94	206,73
TAR (h)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	112,98	94,37	75,49	75,49	98,82
Energía/mes (kWh)	338,95	377,47	377,47	377,47	296,45
Coste/riego (€/riego)	14,12	11,80	9,44	9,44	12,35
Coste/mes (€/mes)	42,37	47,18	47,18	47,18	37,06

Tabla 22 Coste riego subunidad 6

	Subunidad 6				
Nº Olivos	4342				
Nº Goteros	9846				
Superficie (ha)	2,6049				
Caudal Total (m3/h)	26,049				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	664,77	740,31	740,31	740,31	581,41
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	221,59	185,08	148,06	148,06	193,80
TAR (h)	8,51	7,11	5,68	5,68	7,44
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	120,11	100,32	80,26	80,26	105,05
Energía/mes (kWh)	360,33	401,28	401,28	401,28	315,15
Coste/riego (€/riego)	15,01	12,54	10,03	10,03	13,13
Coste/mes (€/mes)	45,04	50,16	50,16	50,16	39,39

Tabla 23 Coste riego subunidad 7

	Subunidad 7				
Nº Olivos	4923				
Nº Goteros	9846				
Superficie (ha)	2,9539				
Caudal Total (m3/h)	29,539				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	753,84	783,37	812,91	842,45	871,99
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	251,28	195,84	162,58	168,49	290,66
TAR (h)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84
E/V (kWh/m3)	0,478				
Energía/riego (kWh)	120,11	93,61	77,71	80,54	138,94
Energía/mes (kWh)	360,33	374,45	388,57	402,69	416,81
Coste/riego (€/riego)	15,01	11,70	9,71	10,07	17,37
Coste/mes (€/mes)	45,04	46,81	48,57	50,34	52,10

Tabla 24 Coste riego subunidad 8.1

	Subunidad 8.1				
Nº Olivos	1688				
Nº Goteros	3375				
Superficie (ha)	1,0126				
Caudal Total (m3/h)	10,126				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	258,42	268,54	278,67	288,79	298,92
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	86,14	67,14	55,73	57,76	99,64
TAR (h)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84
E/V (kWh/m3)	0,267				
Energía/riego (kWh)	23,00	17,93	14,88	15,42	26,60
Energía/mes (kWh)	69,00	71,70	74,40	77,11	79,81
Coste/riego (€/riego)	2,87	2,24	1,86	1,93	3,33
Coste/mes (€/mes)	8,62	8,96	9,30	9,64	9,98

Tabla 25 Coste riego subunidad 8.2

	Subunidad 8.2				
Nº Olivos	2100				
Nº Goteros	4200				
Superficie (ha)	1,26				
Caudal Total (m3/h)	12,6				
	My	Jn	Jl	Ag	S
Vol agua (m³/mes)	321,55	334,15	346,75	359,35	371,95
NºRiegos /mes	3	4	5	5	3
Dosis riego (m3/riego)	107,18	83,54	69,35	71,87	123,98
TAR (h)	8,51	6,63	5,50	5,70	9,84
E/V (kWh/m3)	0,267				
Energía/riego (kWh)	28,62	22,30	18,52	19,19	33,10
Energía/mes (kWh)	85,85	89,22	92,58	95,95	99,31
Coste/riego (€/riego)	3,58	2,79	2,31	2,40	4,14
Coste/mes (€/mes)	10,73	11,15	11,57	11,99	12,41

Las tablas anteriores (Tabla 17 - Tabla 25) presentan un resumen de los principales parámetros considerados en la programación del riego para cada subunidad, incluyendo el coste energético total asociado a la explotación.

En el caso del olivar joven, la planificación del riego se ha ajustado teniendo en cuenta las siguientes pautas:

- Durante los primeros 4 años de implantación del cultivo, se recomienda suspender el riego a partir del mes de julio. Esta medida busca reducir la turgencia en brotes y hojas, disminuyendo así el riesgo de daños por heladas tardías. Además, el olivo en fase juvenil presenta una mayor tolerancia al déficit hídrico que en su etapa adulta.
- La lámina bruta anual se incrementará progresivamente con el paso de los años, de forma que en el 1º año se aplicará el 20 % de la dotación de referencia, en el 2º año 40 %, el 60 % en el 3º, el 80 % en el 4º y el 100 % a partir del 5º año.
- En el año 0, correspondiente al año de la plantación, se aplicará únicamente un 10 % de la lámina bruta calculada para un olivar en producción. Además de los 15 L/pies que se aplican en abril tras la plantación, lo que corresponde a una lámina de 2,5 mm

Tabla 26 Lámina bruta por mes y año desde la plantación del olivar

Hb (mm)	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	Total
AÑO 5	-	25,52	28,42	28,42	28,42	22,32	133,09
AÑO 4	-	20,41	22,74	22,74	-	-	65,886
AÑO 3	-	15,31	17,05	17,05	-	-	49,415
AÑO 2	-	10,21	11,37	11,37	-	-	32,943
AÑO 1	-	5,10	5,68	5,68	-	-	16,472
AÑO 0	2,50	2,55	2,84	2,84	-	-	10,736

A partir de estos criterios, se ha procedido a calcular el volumen total de agua aplicada y su correspondiente coste energético para cada uno de los primeros años de la plantación. El cálculo se inicia en el año 5, aplicando la lámina bruta completa correspondiente a un olivar en estado adulto, y posteriormente se retrocede hasta el año 0, ajustando los valores en función de los porcentajes de reducción establecidos previamente para cada etapa del desarrollo del cultivo.

Tabla 27 Costes anuales de cada subunidad para el año 5

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
1	1,936	137,60	2663,94	0,478	1273,36	159,17
2	3,483	137,60	4791,92	0,478	2290,54	286,32
3	1,261	137,60	1734,59	0,478	829,13	103,64
4	3,484	137,60	4793,43	0,478	2291,26	286,41
5	2,779	137,60	3823,35	0,478	1827,56	228,45
6	2,605	137,60	3584,34	0,478	1713,32	214,16
7	2,954	137,60	4064,57	0,478	1942,86	242,86
8.1	1,010	137,60	1389,76	0,267	371,07	46,38
8.2	1,260	137,60	1733,76	0,267	462,91	57,86
ANUAL	20,77	-	28579,66	-	13002,01	1625,25

Tabla 28 Costes anuales de cada subunidad para el año 4

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
1	1,936	65,89	1275,56	0,478	609,72	76,21
2	3,483	65,89	2294,82	0,478	1096,92	137,12
3	1,261	65,89	830,83	0,478	397,14	49,64
4	3,484	65,89	2295,48	0,478	1097,24	137,15
5	2,779	65,89	1830,98	0,478	875,21	109,40
6	2,605	65,89	1716,34	0,478	820,41	102,55
7	2,954	65,89	1946,28	0,478	930,32	116,29
8.1	1,01	65,89	665,45	0,267	177,68	22,21
8.2	1,26	65,89	830,17	0,267	221,65	27,71
ANUAL	20,77	-	13685,91	-	6226,29	778,29

Tabla 29 Costes anuales de cada subunidad para el año 3

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
1	1,936	49,41	956,67	0,478	457,29	57,16
2	3,483	49,41	1721,12	0,478	822,69	102,84
3	1,261	49,41	623,12	0,478	297,85	37,23
4	3,484	49,41	1721,61	0,478	822,93	102,87
5	2,779	49,41	1373,24	0,478	656,41	82,05
6	2,605	49,41	1287,25	0,478	615,31	76,91
7	2,954	49,41	1459,71	0,478	697,74	87,22
8.1	1,01	49,41	499,09	0,267	133,26	16,66
8.2	1,26	49,41	622,63	0,267	166,24	20,78
ANUAL	20,77	-	10264,43	-	4669,72	583,71

Tabla 30 Costes anuales de cada subunidad para el año 2

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
1	1,936	32,94	637,78	0,478	304,86	38,11
2	3,483	32,94	1147,41	0,478	548,46	68,56
3	1,261	32,94	415,41	0,478	198,57	24,82
4	3,484	32,94	1147,74	0,478	548,62	68,58
5	2,779	32,94	915,49	0,478	437,60	54,70
6	2,605	32,94	858,17	0,478	410,20	51,28
7	2,954	32,94	973,14	0,478	465,16	58,15
8.1	1,01	32,94	332,73	0,267	88,84	11,10
8.2	1,26	32,94	415,08	0,267	110,83	13,85
ANUAL	20,77	-	6842,95	-	3113,14	389,14

Tabla 31 Costes anuales de cada subunidad para el año 1

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
1	1,936	16,47	318,89	0,478	152,43	19,05
2	3,483	16,47	573,71	0,478	274,23	34,28
3	1,261	16,47	207,71	0,478	99,28	12,41
4	3,484	16,47	573,87	0,478	274,31	34,29
5	2,779	16,47	457,75	0,478	218,80	27,35
6	2,605	16,47	429,08	0,478	205,10	25,64
7	2,954	16,47	486,57	0,478	232,58	29,07
8.1	1,01	16,47	166,36	0,267	44,42	5,55
8.2	1,26	16,47	207,54	0,267	55,41	6,93
ANUAL	20,77	-	3421,48	-	1556,57	194,57

Tabla 32 Costes anuales de cada subunidad para el año 0

Subunidad	Superficie (ha)	Lámina bruta (mm)	Volumen total (m³)	E/V (kWh/m³)	Energía total (kWh)	Coste total Anual (€)
1	1,936	10,74	207,84	0,478	99,35	12,42
2	3,483	10,74	373,93	0,478	178,74	22,34
3	1,261	10,74	135,38	0,478	64,71	8,09
4	3,484	10,74	374,03	0,478	178,79	22,35
5	2,779	10,74	298,35	0,478	142,61	17,83
6	2,605	10,74	279,67	0,478	133,68	16,71
7	2,954	10,74	317,14	0,478	151,59	18,95
8.1	1,01	10,74	108,43	0,267	28,95	3,62
8.2	1,26	10,74	135,27	0,267	36,12	4,51
ANUAL	20,77	-	2230,04	-	1014,54	126,82

Finalmente, en relación con la programación del riego, conviene señalar que la subunidad 3, al presentar una superficie reducida, puede regarse simultáneamente con otras subunidades como la 1, 5, 6 o 7, sin superar en ningún caso el umbral de 4,60 ha, que corresponde a la superficie máxima admisible para riego simultáneo con la bomba de 30CV, garantizando así el correcto funcionamiento hidráulico del sistema. No obstante, y con el objetivo de asegurar una presión de trabajo adecuada y evitar posibles incidencias, se recomienda optar por el riego conjunto de las subunidades 1 y 3, dado que ambas presentan las superficies más reducidas entre las alimentadas por dicha bomba.

Como ejemplo ilustrativo, se plantea un posible calendario de riego para el mes de mayo, teniendo en cuenta que el TAR no supera las 8,5 horas por jornada para ninguna subunidad. Esto permitiría, en condiciones normales, el riego secuencial de dos e incluso tres subunidades en un mismo día, siempre que se ejecuten de forma consecutiva y no simultánea. Esta estrategia podría resultar especialmente útil si la explotación cuenta con contratos eléctricos de tipo variable, permitiendo concentrar los riegos en fines de semana o franjas horarias con menor coste energético.

De hecho, el calendario propuesto se ha elaborado bajo la hipótesis de que la explotación dispone de un contrato eléctrico con discriminación horaria, en el que el precio del kWh resulta más económico durante los fines de semana. Por ello, se ha priorizado regar en estos días las subunidades de mayor superficie, que presentan un mayor caudal requerido y un mayor consumo energético, optimizando así el coste total del sistema.

Aun así, el calendario de riego parte del criterio base de regar una subunidad por día, con la excepción de la subunidad 3, que puede combinarse con otra de forma segura. En cuanto a la subunidad 8, al estar conectada a un pozo y bomba independiente, puede regarse simultáneamente con otras subunidades, siempre y cuando no se rieguen de forma conjunta sus divisiones internas (8.1 y 8.2), a fin de preservar el equilibrio hidráulico del sistema.

Tabla 33 Ejemplo calendario de riego mes de mayo para cada subunidad

	MAYO						
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Semana 1	-	7	6	5	1 - 3	2 - 8.1	4 - 8.2
Semana 2	-	7	6	5	1 - 3	2 - 8.1	4 - 8.2
Semana 3	-	7	6	5	1 - 3	2 - 8.1	4 - 8.2
Semana 4	-	7	6	5	1 - 3	2 - 8.1	4 - 8.2

Por último, en lo que respecta al momento del día más adecuado para realizar el riego, se recomienda llevarlo a cabo preferentemente durante las horas nocturnas o en las primeras horas de la mañana, tal y como señalan Orgaz, Fereres y Testi (2017). Esta práctica permite minimizar las pérdidas por evaporación y mejora la eficiencia en el uso del agua, ya que las temperaturas más bajas y la menor radiación solar favorecen una mayor absorción por parte del sistema radicular. Además, en el caso que dispongan de tarifas eléctricas con discriminación horaria, el riego nocturno permite reducir el coste energético, aprovechando las franjas horarias de menor precio, que habitualmente coinciden con las horas valle o los fines de semana.

BIBLIOGRAFÍA

Barranco, D., Fernández-Escobar, R. & Rallo, L. (2017). *El cultivo del olivo* (7ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa.

Orgaz, F., Villalobos, F.J., & Testi, L. (2017). Capítulo sobre el riego en *El cultivo del olivo*, Mundi-Prensa.

Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). *Sprinkler and Trickle Irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Barragán, J. (2010). *Manual de Riego Localizado*. Ediciones Mundi-Prensa.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56.

FAO (2002). Irrigation Manual. Volume II: Module 4. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

BBC Elettropompe. (2024). Submersed electric pumps – Product catalog, de <https://www.bbc.it/en/products/1-submersed/>

AZUD. (2024). Azud Premier PC – Goteros autocompensantes, de <https://azud.com/producto/azud-premier-pc/>

ABB. (2021). Manual técnico de instalaciones eléctricas. ABB Group.

Danfoss. (2019). Guía técnica de compatibilidad electromagnética (EMC) en sistemas con variadores de frecuencia. Danfoss Drives.

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. (2003). Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Secretaría General de Energía. <https://industria.gob.es>

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Boletín Oficial del Estado, núm. 224, de 18 de septiembre de 2002.

Schneider Electric. (2020). Guía técnica para la protección de motores eléctricos. Schneider Electric España.

Schneider Electric. (2021). Manual de instalación técnica – Variadores Altivar 320. Schneider Electric.



ANEXO 6

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 6

1. CUADROS UNITARIOS DE PRECIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA	3
2. CUADRO DE DESCOMPUESTOS	4

1. CUADROS UNITARIOS DE PRECIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01.01.01	h	Tractor 210 CV	19,73
01.01.03	h	Tractorista	14,20
01.01.25	h	Subsolador 7 puas 3,5 m	6,00
01.02.01	l	Gasol tractor 120 CV	1,00
01.02.02	h	Cultivador 5,55 m	0,00
01.03.01	h	Plantadora suspendida 1 linea leñosos, i/tractor	275,60
01.03.03	ud	Planta Lecciana raíz con bolsa	3,75
01.04.01	h	Rulo 3 m	0,00
01.05.01	ud	Sonda humedad suelo 30 cm	148,00
01.06.01	h	Sembradora mecánica 3,5 m	60,00
01.06.02	ud	Saco de 25 kg mezcla de Leguminosas	75,00
01.07.01	t	Hummus Sólido	0,40
01.07.02	h	Remolque esparcidor estiércol 9t	9,38
2.2.3.1	m	Tub DN16mm PE gotero integrado 4L/h 0,5 ud//ml	0,18
m21M05EC040	h	Miniexcavadora hidráulica cadenas 1,2 t.	34,62
m21M07CG030	h	Camión con grúa 12 t.	55,14
m21O01OA030	h	Oficial primera	21,29
m21O01OA070	h	Peón ordinario	18,50
m21O01OB200	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	23,27
m21O01OB210	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	22,11
m21P17RG070	ud	Grupo presión sumergido bombas 0,37 kW	414,73
m21P26SV060	ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 4"	287,79
m23O01OA030	h	Oficial primera	22,52
m23O01OA070	h	Peón ordinario	19,59
m23O01OB200	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61
m23O01OB210	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38
m23O01OB240	h	Oficial 1ª electricista	24,39
m23O01OB250	h	Oficial 2ª electricista	23,38
m23O01OB260	h	Ayudante electricista	23,20
m23O01OB525	h	Técnico Software de Gestión	32,68
m23P15AD270	m	Conductor de cobre XLPE 1x16mm ² , 0,61/kV	4,61
m23P15AH120	ud	Material auxiliar eléctrico	1,04
m23P15AK060	ud	Borna unipolar 1x16 mm ²	1,61
m23P15GC010	m	Tubo PVC corrug.forrado M 25/gp7	0,54
m23P26L080	ud	Filtro malla 120mesh, 1 1/2" PP	53,29
m23P26SP010	ud	Program.electrónico 2 estaciones	116,18
m23P26SP040	ud	Program.electrónico 8 estaciones	150,87
m23P26SV040	ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 1 1/2"	104,72
m23P26SV050	ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 2"	143,64
m23P26TPA010	m	Tub.polietileno a.d. PE50 PN6 DN=20mm	0,53
m23P26TPA110	m	Tub.polietileno a.d. PE50 PN10 DN=50mm	3,63
m23P26TPA120	m	Tub.polietileno a.d. PE50 PN10 DN=63mm	5,78
m23P26VR070	ud	Variador de Frecuencia trifásico 400V 22kW	461,43
m23P26VR071	ud	Variador de Frecuencia trifásico 400V 4kW	461,43
m23P26VT050	ud	Válvula retenc.bronce ø=1 1/4"	61,11
m23P26VW020	ud	Manómetro de 0 a 15 BAR	12,34
m23P26VW030	ud	Lira para manómetro	14,33
m001OA070	h	Peón ordinario	11,25

2. CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 PLANTACION						
1.1.	ha		LABOR SUBSOLADO			
			Pase de labor de subsolado con tractor de 210 CV y subsolador de 7 brazos, 3,5 m y rodillo de púas para desterronado a una profundidad de 0,60 m de altura.			
01.01.01	0,440	h	Tractor 210 CV	19,73	8,68	
01.01.03	0,440	h	Tractorista	14,20	6,25	
01.01.25	0,440	h	Subsolador 7 púas 3,5 m	6,00	2,64	
%CI0600	0,176	%	Costes Indirectos	6,00	1,06	
						Mano de obra..... 6,25
						Maquinaria 11,32
						Otros 1,06
TOTAL PARTIDA.....						18,63
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS						
1.2.	ha		LABOR CULTIVADOR			
			Pase de cultivador con tractor de 120 CV y cultivador de 37 brazos y 5,55 m de ancho, profundidad de 15-20 cm			
01.02.01	5,750	l	Gasol tractor 120 CV	1,00	5,75	
01.02.02	0,460	h	Cultivador 5,55 m	0,00	0,00	
01.01.03	0,460	h	Tractorista	14,20	6,53	
%CI0600	0,123	%	Costes Indirectos	6,00	0,74	
						Mano de obra..... 6,53
						Maquinaria 5,75
						Otros 0,74
TOTAL PARTIDA.....						13,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con DOS CÉNTIMOS						
1.3.	ha		MARQUEO Y PLANTACION			
			Marqueo, apertura y plantación del plantón de olivo variedad "Lecciana" certificado, en formato bolsa para plántones, mediante el empleo de plantadora de una línea equipada con sistema de autoguiado por señal RTK. La labor incluye el marqueo previo con tecnología GNSS conforme a un marco de plantación de 4,00 x 1,50 m, correspondiente a una densidad media de 1666 plantas/ha. Comprende la apertura de hoyos, preparación y colocación manual del plantón, así como el tapado del mismo. Se contempla además el suministro y la colocación manual de protectores contra fauna cinegética por parte de los operarios de la plantadora. Los protectores consisten en tubos de polipropileno bicapa, estabilizados y con efecto invernadero, de 50 cm de altura y 11 cm de diámetro. Se incluye también el suministro y colocación de tutores de bambú de 1 m de altura y 15 mm de diámetro.			
01.03.01	2,100	h	Plantadora suspendida 1 línea leñosos, i/tractor	275,60	578,76	
01.03.02	2,100	h	Tractor con autoguiado (Señal RTK)	18,50	38,85	
01.01.03	2,100	h	Tractorista	14,20	29,82	
m0010A070	6,240	h	Peón ordinario	11,25	70,20	
01.03.03	1.833,000	ud	Planta Lecciana raíz con bolsa	3,75	6.873,75	
01.03.04	1.668,000	ud	Protectores plástico duro 50 cm (11 cm diámetro)	0,33	550,44	
01.03.05	1.668,000	ud	Tutores de Bambú 1 m (15 mm diámetro)	0,16	266,88	
%CI0600	84,087	%	Costes Indirectos	6,00	504,52	
						Mano de obra..... 100,02
						Maquinaria 578,76
						Materiales 6.873,75
						Otros 1.360,69
TOTAL PARTIDA.....						8.913,22
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL NOVECIENTOS TRECE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS						
1.4.	ha		RULO			
			Pase de labor de rulo con tractor de 120 CV y rulo de 3 m, disponible en la explotación.			
01.01.03	8,500	h	Tractorista	14,20	120,70	
01.02.01	103,850	l	Gasol tractor 120 CV	1,00	103,85	
01.04.01	8,500	h	Rulo 3 m	0,00	0,00	
%CI0600	2,246	%	Costes Indirectos	6,00	13,48	
						Mano de obra..... 120,70
						Maquinaria 103,85
						Otros 13,48
TOTAL PARTIDA.....						238,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con TRES CÉNTIMOS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1.5.		INSTALACIÓN SENSORES			
		Suministro e instalación manual de sondas de humedad del suelo de 30 cm y 60 cm de profundidad, incluyendo su correcta disposición en campo para el monitoreo de la humedad del suelo. Se incluye también el suministro, montaje y configuración de estación meteorológica completa, así como del software necesario para la gestión, visualización y análisis de los datos recopilados por los sensores instalados y por la estación.			
m23O01OB525	8,000 h	Técnico Software de Gestión	32,68	261,44	
m23O01OB260	8,000 h	Ayudante electricista	23,20	185,60	
01.05.01	3,000 ud	Sonda humedad suelo 30 cm	148,00	444,00	
01.05.02	3,000 ud	Sonda humedad suelo 60 cm	148,00	444,00	
01.05.03	1,000 ud	Estación meteorológica	650,00	650,00	
01.05.04	1,000 ud	Software	144,00	144,00	
%CI0600	21,290 %	Costes Indirectos	6,00	127,74	

Mano de obra.....	447,04
Materiales	444,00
Otros	1.365,74

TOTAL PARTIDA..... 2.256,78

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

1.6.	ha	CUBIERTA VEGETAL			
		Implantación de cubierta vegetal mediante la siembra de una mezcla de leguminosas, utilizando sembradora mecánica de 3,5 m de ancho de trabajo. La operación incluye el aporte de un saco de 25 kg de mezcla específica de leguminosas por hectárea, el consumo de gasoil agrícola necesario para el funcionamiento de tractor de 120 CV, y la intervención de un tractorista especializado.			
01.02.01	4,815 l	Gasoil tractor 120 CV	1,00	4,82	
01.06.01	1,156 h	Sembradora mecánica 3,5 m	60,00	69,36	
01.01.03	1,156 h	Tractorista	14,20	16,42	
01.06.02	0,963 ud	Saco de 25 kg mezcla de Leguminosas	75,00	72,23	
%CI0600	1,628 %	Costes Indirectos	6,00	9,77	

Mano de obra.....	16,42
Maquinaria	74,18
Materiales	72,23
Otros	9,77

TOTAL PARTIDA..... 172,60

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

1.7.	ha	ENMIENDA ORGANICA			
		Aplicación de enmienda orgánica mediante la distribución en campo de humus sólido, a razón de 52,20 t/ha. La operación se realiza con remolque esparcidor de estiércol de 9 t, acoplado a tractor de 120 CV, e incluye el consumo de gasoil necesario, así como la participación de un tractorista especializado			
01.02.01	6,820 l	Gasoil tractor 120 CV	1,00	6,82	
01.07.02	0,550 h	Remolque esparcidor estiércol 9t	9,38	5,16	
01.01.03	0,550 h	Tractorista	14,20	7,81	
01.07.01	52,200 t	Hummus Sólido	0,40	20,88	
%CI0600	0,407 %	Costes Indirectos	6,00	2,44	

Mano de obra.....	7,81
Maquinaria	11,98
Materiales	20,88
Otros	2,44

TOTAL PARTIDA..... 43,11

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 02 RIEGO**SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

m21E02ES040	m3	EXCAVACIÓN ZANJA PARA RIEGO TERRENOS FLOJO C/MEDIOS MECÁNICOS			
		Excavación en zanjas de riego, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ			
m21O01OA070	0,150 h	Peón ordinario	18,50	2,78	
m21M05EC040	0,150 h	Minieexcavadora hidráulica cadenas 1,2 t.	34,62	5,19	
%CI0600	0,080 %	Costes Indirectos	6,00	0,48	
			Mano de obra.....		2,78
			Maquinaria		5,19
			Otros		0,48
			TOTAL PARTIDA.....		8,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERIAS Y APARATOS DE RIEGO

m23U10APA020	m	TUBERÍA PVC Ø20mm 6atm			
		Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 20 mm exterior y 6 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.			
m23O01OA030	0,030 h	Oficial primera	22,52	0,68	
m23O01OA070	0,030 h	Peón ordinario	19,59	0,59	
m23P26TPA010	1,000 m	Tub.polietileno a.d. PE50 PN6 DN=20mm	0,53	0,53	
%CI0600	0,018 %	Costes Indirectos	6,00	0,11	
			Mano de obra.....		1,27
			Materiales		0,53
			Otros		0,11
			TOTAL PARTIDA.....		1,91

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EURO con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

m23U10APA190	m	TUBERÍA PVC Ø50mm 10atm			
		Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 50 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.			
m23O01OA030	0,070 h	Oficial primera	22,52	1,58	
m23O01OA070	0,070 h	Peón ordinario	19,59	1,37	
m23P26TPA110	1,000 m	Tub.polietileno a.d. PE50 PN10 DN=50mm	3,63	3,63	
%CI0600	0,066 %	Costes Indirectos	6,00	0,40	
			Mano de obra.....		2,95
			Materiales		3,63
			Otros		0,40
			TOTAL PARTIDA.....		6,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

m23U10APA200	m	TUBERÍA PVC Ø63mm 10atm			
		Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 63 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.,			
m23O01OA030	0,081 h	Oficial primera	22,52	1,82	
m23O01OA070	0,081 h	Peón ordinario	19,59	1,59	
m23P26TPA120	1,000 m	Tub.polietileno a.d. PE50 PN10 DN=63mm	5,78	5,78	
%CI0600	0,092 %	Costes Indirectos	6,00	0,55	
			Mano de obra.....		3,41
			Materiales		5,78
			Otros		0,55
			TOTAL PARTIDA.....		9,74

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
m23U10DP010	ud	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 2 ESTACIONES			
		Suministro e instalación de programador electrónico de 2 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.			
m23O01OB240	3,000 h	Oficial 1ª electricista	24,39	73,17	
m23O01OB260	3,084 h	Ayudante electricista	23,20	71,55	
m23P26SP010	1,000 ud	Program.electrónico 2 estaciones	116,18	116,18	
%CI0600	2,609 %	Costes Indirectos	6,00	15,65	
		Mano de obra.....			144,72
		Materiales			116,18
		Otros			15,65
		TOTAL PARTIDA.....			276,55
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
m23U10DP040	ud	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 8 ESTACIONES			
		Suministro e instalación de programador electrónico de 8 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.			
m23O01OB240	8,250 h	Oficial 1ª electricista	24,39	201,22	
m23O01OB260	8,250 h	Ayudante electricista	23,20	191,40	
m23P26SP040	1,000 ud	Program.electrónico 8 estaciones	150,87	150,87	
%CI0600	5,435 %	Costes Indirectos	6,00	32,61	
		Mano de obra.....			392,62
		Materiales			150,87
		Otros			32,61
		TOTAL PARTIDA.....			576,10
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con DIEZ CÉNTIMOS					
m23U10DE049	ud	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 4kW			
		Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 4kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.			
m23O01OA030	1,300 h	Oficial primera	22,52	29,28	
m23O01OA070	1,300 h	Peón ordinario	19,59	25,47	
m23P26VR071	1,000 ud	Variador de Frecuencia trifásico 400V 4kW	461,43	461,43	
%CI0600	5,162 %	Costes Indirectos	6,00	30,97	
		Mano de obra.....			54,75
		Materiales			461,43
		Otros			30,97
		TOTAL PARTIDA.....			547,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS					
m23U10DE050	ud	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 22kW			
		Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 22kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.			
m23O01OA030	2,500 h	Oficial primera	22,52	56,30	
m23O01OA070	2,500 h	Peón ordinario	19,59	48,98	
m23P26VR070	1,000 ud	Variador de Frecuencia trifásico 400V 22kW	461,43	461,43	
%CI0600	5,667 %	Costes Indirectos	6,00	34,00	
		Mano de obra.....			105,28
		Materiales			461,43
		Otros			34,00
		TOTAL PARTIDA.....			600,71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
m23U10DE020	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 1 1/2" 24 voltios (DN50) Suministro e instalación de electroválvula de 1 1/2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide de 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 5 - 18 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.			
m23O01OA030	0,650 h	Oficial primera	22,52	14,64	
m23O01OA070	0,650 h	Peón ordinario	19,59	12,73	
m23P26SV040	1,000 ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 1 1/2"	104,72	104,72	
%CI0600	1,321 %	Costes Indirectos	6,00	7,93	
					Mano de obra..... 27,37
					Materiales 104,72
					Otros 7,93
TOTAL PARTIDA.....					140,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA EUROS con DOS CÉNTIMOS					
m23U10DE030	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 2" 24 voltios (DN63) Suministro e instalación de electroválvula de 2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 10 - 29 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.			
m23O01OA030	1,050 h	Oficial primera	22,52	23,65	
m23O01OA070	1,050 h	Peón ordinario	19,59	20,57	
m23P26SV050	1,000 ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 2"	143,64	143,64	
%CI0600	1,879 %	Costes Indirectos	6,00	11,27	
					Mano de obra..... 44,22
					Materiales 143,64
					Otros 11,27
TOTAL PARTIDA.....					199,13
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS con TRECE CÉNTIMOS					
m21U10DE040	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 4" 24 voltios (DN110) Suministro e instalación de electroválvula de 4" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 15. 100 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.			
m21O01OA030	1,250 h	Oficial primera	21,29	26,61	
m21O01OA070	1,250 h	Peón ordinario	18,50	23,13	
m21P26SV060	1,000 ud	Electrov. 24 V reguladora caudal 4"	287,79	287,79	
%CI0600	3,375 %	Costes Indirectos	6,00	20,25	
					Mano de obra..... 49,74
					Materiales 287,79
					Otros 20,25
TOTAL PARTIDA.....					357,78
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTO

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.2.3	m	TUB PE-BD DN16mm GOTERO INTEGRADO 3L/H Suministro en instalación de tubería de polietileno de baja densidad para riego agrícola de 4atm, con goteros integrados autocompensantes de 3L/h - 2 ud por árbol separados a 0,75 m. Incluso pp de medios auxiliares y montaje.			
m21O01OA070	0,005 h	Peón ordinario	18,50	0,09	
2.2.3.1	1,050 m	Tub DN16mm PE gotero integrado 4L/h 0,5 ud//ml	0,18	0,19	
%CI0600	0,003 %	Costes Indirectos	6,00	0,02	

Mano de obra.....	0,09
Materiales	0,19
Otros	0,02

TOTAL PARTIDA..... 0,30

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

2.4		EQUIPO FERTIRRIEGO			
m21E20DC010	1,000 ud	GRUPO PRESIÓN SUMERGIDO 0,37 kW 0,17 m3/h 10 bar	784,92	784,92	
2.4.1.	1,000 ud	Agitador eléctrico eje vertical depósito de 1000 L	392,04	392,04	
2.4.2.	2.077,000 l	HUMUS LÍQUIDO	0,80	1.661,60	
m23U10E060	2,000 m	ALIM. CUADRO A BOMBA-DEPÓSITO 16 mm2	10,30	20,60	
m23U10DV160	1,000 ud	VÁLVULA RETENCIÓN BRONCE Ø=1 1/4	83,86	83,86	
m23U10DF080	1,000 ud	FILTRO MALLA 120 mesh, 1 1/2" POLIPROPILENO	68,54	68,54	
m23U10DV540	1,000 ud	MANÓMETRO DE 0 A 15 bar	53,71	53,71	

Mano de obra.....	193,35
Maquinaria	110,28
Materiales	571,40
Otros	2.190,24

TOTAL PARTIDA..... 3.065,27

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SESENTA Y CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 MAQUINARIA

3.1.	TRACTOR 160 CV con autoguiado Tractor agrícola de 160 CV de potencia nominal, equipado con sistema de autoguiado por GNSS (RTK o SATCOR15), adecuado para labores mecanizadas de alta precisión, permite una mayor eficiencia operativa, reducción del solape y optimización de insumos.

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 100.000,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO MIL EUROS

3.2.	CULTIVADOR CON INTERCEPA 3,55m Apero de cultivo de 3,55 m de anchura de trabajo, equipado con sistema intercepas hidráulico para el manejo mecánico del suelo entre líneas de cultivo y en la zona de proyección de copa, sin dañar el tronco de los árboles.

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 5.000,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL EUROS

3.3.	TRITURADORA DE MARTILLOS 3,5m Máquina trituradora de eje horizontal con martillos flotantes, de 3,5 m de ancho de labor, adecuada para la trituración de restos de poda, cubierta vegetal o malas hierbas, favoreciendo su incorporación al suelo y el mantenimiento del cubierto vegetal.

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 7.000,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL EUROS

3.4.	ATOMIZADOR HIDRÁULICO arrastrado 1000L 3,5m Atomizador hidráulico arrastrado con depósito de 1000 L de capacidad y 3,5 m de ancho de cobertura, diseñado para tratamientos fitosanitarios en cultivos leñosos. Equipado con bomba de presión, agitador, y ventilador de alto rendimiento que asegura una distribución uniforme del caldo sobre la vegetación.

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 7.800,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL OCHOCIENTOS EUROS



ANEXO 7

PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 7

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ACTIVIDADES Y TIEMPO ESTIMADO.....	5
2.1. Preparación Del Terreno	5
2.1.1. Subsolado	5
2.1.2. Aporte enmienda orgánica de fondo.....	5
2.1.3. Pase de cultivador.....	6
2.2. Encargo Y Plantación Del Material Vegetal.....	6
2.2.1. Encargo del material vegetal	6
2.2.2. Replanteo, marcaje y plantación	7
2.2.3. Reposición de mallas.....	8
2.3. Sistema De Riego.....	8
2.3.1. Complementación de los cabezales de riego.	8
2.3.2. Instalación de las tuberías primarias.....	9
2.3.3. Instalación de las tuberías secundarias, terciarias y portaramales.....	9
2.3.4. Instalación de los ramales portagotos.....	9
2.4. Instalación de sensores y control automatizado del riego.....	10
2.5. Solicitud de ayuda a la incorporación de jóvenes agricultores	10
2.6. Seguimiento post-implantación inicial	11
2.7. Nota sobre condicionantes climáticos y logísticos	11
2.8. Duración total estimada y calendario general	12
3. DIAGRAMA DE GANTT	14
BIBLIOGRAFÍA	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Duración y época recomendado de cada actividad del programa de ejecución	13
Tabla 2 Diagrama de Gantt de la programación de la ejecución.....	14

1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto definir la programación temporal de las actuaciones necesarias para la correcta ejecución del proyecto. Se detallan las fases principales de la intervención, desde la preparación del terreno hasta la entrada en producción del cultivo, estableciendo una secuencia lógica y coherente que garantice la eficiencia en la ejecución, el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles y el cumplimiento de los plazos necesarios para optar a las ayudas destinadas a jóvenes agricultores. La programación propuesta considera las particularidades climáticas y agronómicas de la zona, así como la disponibilidad del material vegetal y de maquinaria.

2. ACTIVIDADES Y TIEMPO ESTIMADO

2.1. Preparación Del Terreno

La preparación del terreno es una etapa de gran importancia para asegurar el correcto establecimiento del cultivo y su posterior desarrollo. Las labores se han programado para iniciarse con una antelación mínima de 5 meses respecto a la fecha prevista de plantación (marzo), preferiblemente en otoño del año previo, aprovechando así la humedad del suelo tras las primeras lluvias y evitando las temperaturas extremas del verano. Las tareas incluidas en esta fase son las siguientes:

2.1.1. Subsulado

Se realizará un pase con subsolador de 7 púas y 3,5m de ancho a 70 cm de profundidad para descompactar el perfil edáfico y mejorar la infiltración y aireación del suelo. En las zonas marcadas por la presencia de las tuberías primarias, se limitará la profundidad a 30cm para evitar daños.

Duración estimada: 4-5 días efectivos para la totalidad de la superficie (22,70 ha).

2.1.2. Aporte enmienda orgánica de fondo

Se aplicará humus de lombriz sólido en los primeros 15 cm del horizonte superficial, en base a los bajos niveles de materia orgánica detectados (0,62 y 1,08 g/100g). La dosis se ajusta para los niveles óptimos (1,5-2,5%), distribuyéndose con remolque esparcidor.

Duración estimada: 3 días, incluyendo transporte y distribución. Alquiler remolque.

2.1.3. Pase de cultivador

Una vez aplicado el humus, se realizará un pase de cultivador de 37 dientes (5,55m) para incorporarlo al suelo y nivelar la superficie.

Duración estimada: 2 días.

Justo antes de replanteo y marcado se realizará otro pase del cultivador con el objetivo de acondicionar el terreno, asegurando una superficie uniforme y en condiciones óptimas para la plantación tras la instalación de la red de riego.

Duración estimada: 2 días.

En total, la preparación del terreno se estima en aproximadamente 12 días laborales efectivos, pudiendo extenderse en función de las condiciones meteorológicas o logísticas.

Esta fase debe quedar concluida al menos un mes antes de la plantación, para permitir el asentamiento del terreno y facilitar el replanteo y marcado posterior.

2.2. Encargo Y Plantación Del Material Vegetal

2.2.1. Encargo del material vegetal

Se recomienda realizar el pedido del material vegetal con al menos dos años de antelación respecto a la fecha prevista de plantación, con el fin de garantizar su disponibilidad y asegurar la calidad en el vivero. Asimismo, es aconsejable realizar una visita al vivero aproximadamente cuatro meses antes de la plantación para comprobar el estado del pedido y verificar que los plántones cumplen con las características morfológicas establecidas en el Anexo N°4.

El pedido incluirá un total de 38 062 plántones de Lecciana, calculados para una densidad de 1666 plantas/ha, un marco de 4 x 1,5 m, y añadiendo un 10 % adicional (3460 plantas) para reponer mueras y asegurar el éxito del establecimiento.

Los plántones deberán ser certificados, con un solo eje a 60 cm, sistema radicular bien desarrollado, sanos y de unos 6-8 meses de edad, con altura aproximada de 1 m.

Duración estimada para encargo y confirmación: 1 semana (1 año antes de la plantación).

Recepción y almacenamiento en finca: 2 días antes de la plantación, manteniéndose en condiciones óptimas de humedad y sombra.

2.2.2. Replanteo, marcaje y plantación

Una vez preparado el terreno, se procede al replanteo y marcaje de la plantación, siguiendo el diseño previamente establecido. Se utilizará un marco de 4 x 1,5 m, con diferentes orientaciones adaptadas a la topografía de las parcelas.

Replanteo y marcaje

La plantación se llevará a cabo utilizando un sistema de autoguiado asistido por señal RTK, lo que garantiza una alta precisión en el trazado y permite respetar el marco de plantación definido. Se dejará un cabecero de 6 m en los extremos perpendiculares a las calles, en los límites de las parcelas, para facilitar las maniobras de la maquinaria.

Duración estimada: 2 días.

Plantación, colocación de protectores y tutores

Se llevará a cabo a finales de marzo o principios de abril con máquina plantadora suspendida, para garantizar rapidez y homogeneidad en la colocación. Los plántones se introducirán a una profundidad adecuada, procurando el contacto radicular con el suelo, evitando bolsas de aire y realizando un primer riego tras la plantación. Además, se instalarán protectores individuales y tutores para evitar daños por fauna silvestre y mejorar el desarrollo vertical del eje principal.

Duración estimada: 5-6 días para 22,70 ha, dependiendo del clima y medios disponibles.

Colocación de postes

Se instalarán cada 15 m, un poste cada 10 árboles y se instala un único alambre a una altura de 80 cm.

Duración estimada: 2 días adicionales.

Siembra de cubierta

En octubre del mismo año de la plantación, se procederá a la instalación de la cubierta vegetal. Previamente, se llevará a cabo un pase superficial con el cultivador, seguido de la siembra. Por último, se realizará un pase con el rulo de 3 m de ancho.

Duración estimada: 7 días.

2.2.3. Reposición de marras

Durante el primer año tras la plantación, se realizará un seguimiento continuo del estado de los plantones para detectar fallos de arraigo o mortalidad.

La reposición de marras se efectuará al final del primer invierno o inicio de la primavera siguiente, antes de la brotación, utilizando el 10 % de plantas adicionales encargadas inicialmente. Se prestará especial atención a su correcta implantación, asegurando humedad adecuada y protección individual.

Duración estimada: 1-2 días, en función de las marras detectadas.

2.3. Sistema De Riego

2.3.1. Complementación de los cabezales de riego.

La finca cuenta con dos cabezales de riego previamente instalados, aprovechados de la antigua plantación de viñedo. Estos cabezales disponen ya de varios elementos en funcionamiento, como: Prefiltro ciclónico, filtro de anillas, sistema de fertirrigación (solo el pozo grande), bombas y parte de las conexiones a la red principal. No obstante, para adaptar la instalación al nuevo sistema de olivar superintensivo, será necesario realizar mejoras y ampliaciones específicas, que incluyen:

- Instalación de un programador de riego automático para cada cabezal, que permitan gestionar los turnos de riego según las necesidades hídricas del cultivo y el calendario de prescripciones.
- Incorporación de un variador de frecuencia en cada una de las bombas para optimizar el rendimiento energético de estas, adaptando el caudal y presión a cada subunidad.
- Montaje de electroválvulas sectoriales, que permitirán automatizar la apertura y cierre del riego en las distintas zonas de la explotación.
- Verificación y, en su caso, sustitución de componentes deteriorados o inadecuados para los nuevos caudales y presiones requeridos.
- Instalación del sistema de fertirriego en el pozo menor.
- Verificación del suministro energético.

Duración estimada: 3 días, incluyendo montaje eléctrico y puesta en marcha.

2.3.2. Instalación de las tuberías primarias.

La finca dispone de una red de riego parcial ya instalada, heredada del antiguo viñedo. Se prevé reutilizar la totalidad de las tuberías primarias, siempre que su estado sea adecuado ya que son compatibles con los caudales y presiones del sistema proyectado.

Por consiguiente, se realizará una revisión y comprobación de la red existente andas de llevar a cabo la plantación, incluyendo pruebas de presión para detectar posibles fugas o grandes pérdidas de carga.

Duración estimada: 1 días.

2.3.3. Instalación de las tuberías secundarias, terciarias y portaramales.

Las tuberías secundarias, terciarias y portaramales sí deberán instalarse en su totalidad un par de meses antes de la plantación, ya que se trata de un nuevo cultivo con una densidad y distribución diferentes.

Las tuberías secundarias y terciarias se instalarán enterradas a una profundidad de 50 cm. Una vez realizada la zanja, se procederá a su colocación junto con las conexiones correspondientes. A estas tuberías se acoplarán, cada 4 m, las tuberías portaramales de 70cm de longitud, dispuestas de forma vertical hasta alcanzar los 20 cm por encima del nivel del suelo, punto en el que se conectarán posteriormente los ramales portagoteros. Antes de cubrir completamente las tuberías secundarias y terciarias (dejando únicamente visibles los extremos de las tuberías portaramales) se comprobará el correcto funcionamiento del sistema. Finalmente, se realizarán las pruebas definitivas para garantizar su operatividad.

Duración estimada: 3 días.

2.3.4. Instalación de los ramales portagoteros.

Los ramales con goteros integrados, procedentes también de la antigua red de riego, se instalarán una vez completada la plantación del olivar y se dispondrán en superficie, conectados a las tuberías portaramales. Estos ramales se colocarán paralelos a las líneas de plantación, permitiendo un acceso cómodo para su inspección, limpieza y mantenimiento. Cada fila de olivos contará con una línea de gote, equipada con goteros autocompensantes que garantizan una distribución uniforme del caudal.

Las labores para realizar durante esta fase incluirán:

- Colocación de los ramales a lo largo de cada línea de plantación.
- Conexión a los portaramales, mediante accesorios de compresión o punzonado.
- Comprobación del funcionamiento de los goteros, asegurando que no hay obstrucciones ni fugas.

Duración estimada: 4-5 días en total.

2.4. Instalación de sensores y control automatizado del riego

La estación agroclimática automática se instalará junto a la caseta de riego del pozo grande, donde se recopilan los datos ambientales para la gestión del riego.

Se colocarán las 12 sondas capacitivas, distribuidas los 6 puntos previamente definidos como representativos de la finca en el Anexo N°4. En cada punto se instalarán dos sondas, ubicadas en la misma línea que los goteros y a una distancia de entre 15 y 20 cm de estos, para evaluar con precisión la disponibilidad hídrica en la zona radicular del olivo.

Los sensores, junto con el programador de riego, se integrarán en un sistema de control automatizado, que permitirá la gestión remota mediante conexión 4G o Wi-Fi, accesible desde PC o smartphone.

Duración estimada de instalación y calibración: 1 día.

2.5. Solicitud de ayuda a la incorporación de jóvenes agricultores

De acuerdo con la normativa vigente en Castilla-La Mancha (Intervención 6961.1 del PEPAC 2023-2027), las actuaciones subvencionables no pueden haberse iniciado antes de la fecha de presentación de la solicitud de ayuda, salvo algunas excepciones muy concretas (formación, asesoramiento, etc.).

Por ello, la solicitud de ayuda a la incorporación como joven agricultor/a se debe presentar previamente a la ejecución del proyecto, y marcará el inicio oficial del calendario subvencionable.

Fecha prevista de solicitud de ayuda: 1 de septiembre de 2025 (puede ajustarse según la

convocatoria oficial publicada ese año)

Esta fecha se ha planificado para:

- Cumplir con los plazos de la convocatoria autonómica.
- Tener aprobado el Plan Empresarial antes del inicio de las labores de campo.
- Garantizar que los gastos del proyecto (plantones, maquinaria, riego) sean considerados elegibles.

Una vez presentada la solicitud, se podrá iniciar la ejecución material del proyecto siguiendo el cronograma técnico, comenzando con el encargo del material vegetal.

2.6. Seguimiento post-implantación inicial

Tras la finalización de la plantación y la puesta en marcha del sistema de riego, hay que realizar un seguimiento agronómico intensivo durante los primeros meses, con el objetivo de garantizar el arraigo de las plantas y la correcta funcionalidad del sistema.

Las tareas incluidas en esta fase son:

- Verificación del funcionamiento del sistema de riego: presión en ramales, distribución homogénea, comprobación del bulbo húmedo.
- Lectura y ajuste de los sensores instalados: contraste entre datos reales y condiciones del terreno; evaluación del contenido hídrico y respuesta del cultivo.
- Revisión visual del arraigo y estado vegetativo: control de marras, crecimiento inicial de brotes, detección de síntomas de estrés.
- Ajuste de calendarios de fertirrigación y mantenimiento según datos obtenidos.

Esta fase tendrá una duración estimada de 2 meses tras la plantación (abril-mayo), y muy importantes en sistemas superintensivos donde el éxito del primer año marca la rentabilidad futura.

2.7. Nota sobre condicionantes climáticos y logísticos

El calendario general de ejecución descrito en este anexo está sujeto a posibles variaciones por causas meteorológicas y logísticas, especialmente en las siguientes fases:

- Preparación del terreno: puede verse afectada por lluvias intensas en septiembre-octubre, que dificulten las labores de subsolado y aportes de materia orgánica.
- Plantación: se recomienda retrasarlo si hay riesgo de helada o vientos fuertes en marzo, especialmente al manejar plántones jóvenes.
- Recepción del material vegetal: depende de la disponibilidad del vivero y de la antelación con que se haga el pedido.
- Instalación de componentes electrónicos y sensores: puede retrasarse en caso de escasez de equipos, o por problemas de conectividad (ej. cobertura 4G insuficiente en campo abierto).

Por todo ello, se aconseja incorporar márgenes de tiempo de al menos una semana entre fases críticas para absorber posibles retrasos sin comprometer el conjunto del cronograma.

2.8. Duración total estimada y calendario general

A continuación, se presenta un resumen estimado de los tiempos de ejecución para cada fase del proyecto, considerando una ejecución consecutiva y coordinada de las actividades, bajo condiciones normales de disponibilidad de maquinaria, mano de obra y condiciones meteorológicas.

ANEXO 7: Programación de la Ejecución

Tabla 1 Duración y época recomendado de cada actividad del programa de ejecución

ACTIVIDAD	DURACIÓN ESTIMADA	ÉPOCA RECOMENDADA
Encargo de plantones	1 día	Febrero (Año 0)
Revisión instalación tuberías primarias	1 día	Abril (Año 0)
Solicitud ayuda de incorporación a joven agricultor	7 días	Septiembre (Año 1)
Preparación del terreno (subsulado, aporte enmienda y cultivador)	10 días	Octubre
Visita al vivero	1 día	Diciembre
Complementación cabezales de riego	3 días	Enero (Año 2)
Instalación tuberías secundarias, terciarias y portaramales	3 días	Enero
Pase de Cultivador	2 días	Marzo
Replanteo y marqueo	2 días	Marzo
Recepción del material vegetal	1 días	Marzo
Plantación, tutores y protectores	6 días	Marzo - Abril
Colocación de ramales portagoteros	4 días	Marzo - Abril
Colocación postes	2 días	Abril
Instalación de sensores y estación climática	1 días	Abril
Integración del sistema de control remoto	1 días	Abril
Seguimiento post-plantación	60 días	Abril-Mayo
Cultivador, Siembra de cubierta y Pase de rulo	7 días	Octubre
Reposición de marras	1-2 días	Marzo (Año 3)

3. DIAGRAMA DE GANTT

Tabla 2 Diagrama de Gantt de la programación de la ejecución

AÑO	0						1						2												3							
MES	F			A			S			O			D			E			M			A			MY			O			A	
SEMANA	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Encargo de plantones																																
Revisión instalación tuberías primarias																																
Solicitud ayuda de incorporación a joven agricultor																																
Preparación del terreno (subsolado, aporte enmienda y cultivador)																																
Visita al vivero																																
Complementación cabezales de riego																																
Instalación tuberías secundarias, terciarias y portaramales																																
Pase de Cultivador																																
Replanteo y marcado																																
Recepción del material vegetal																																
Plantación, tutores y protectores																																
Colocación de ramales portagoteros																																
Colocación postes																																
Instalación de sensores y estación climática																																
Integración del sistema de control remoto																																
Seguimiento post-plantación																																
Cultivador, Siembra de cubierta y Pase de rulo																																
Reposición de marras																																

BIBLIOGRAFÍA

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (Eds.). (2017). *El cultivo del olivo* (7.^a ed.). Mundi-Prensa.

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). (2023). *Plan estratégico de la PAC 2023-2027*. Gobierno de España. <https://www.mapa.gob.es/es/pac/pepac/>

Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (2025). *Convocatoria de ayudas a la modernización de explotaciones agrarias (Intervención 6841.2)*. Consejería de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural.

Todolivo S.L. (s.f.). *Variedades de olivo y sistemas de plantación superintensivos*. <https://www.todolivo.com>

Agromillora Group. (s.f.). *Fichas técnicas de variedades y sistemas de producción*. <https://www.agromillora.com>

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). FAO. <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e00.htm>



ANEXO 8

EVALUACIÓN ECONÓMICO- FINANCIERA

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 8

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	DETERMINACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS.....	5
2.1.	Análisis De Costes	5
2.2.	Análisis De Beneficios.....	9
3.	FLUJO DE CAJA.....	12
4.	INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	13
4.1.	Valor Actual Neto	13
4.2.	Tasa Interna De Rendimiento	15
4.3.	Relación Beneficio/Coste.....	15
4.4.	Período De Recuperación Del Capital	16
5.	OTROS ESCENARIOS	17
6.	CONCLUSIÓN	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Representación Beneficios, costes y flujo de caja.....	13
Gráfico 2	Representación Beneficios, costes y flujo de caja escenario pesimista	19
Gráfico 4	Representación Beneficios, costes y flujo de caja escenario pesimista	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Costes anuales de riego y fertirrigación para cada año	7
Tabla 2	Resumen costes desde el año 0 hasta el año 35.....	8
Tabla 3	Beneficios venta aceituna año 3-11.....	9
Tabla 4	Beneficios venta aceituna año 12-20.....	9
Tabla 5	Beneficios venta aceituna año 21-29.....	9
Tabla 6	Beneficios venta aceituna año 30-35.....	9
Tabla 7	Resumen beneficios desde el año 0 hasta el año 35.	11
Tabla 8	Flujo de caja.	12
Tabla 9	VAN.	14
Tabla 10	Relación Beneficio - coste.....	16

Tabla 11 Periodo de recuperación del capital.....	16
Tabla 12 Flujo de caja escenario medio	18
Tabla 13 Resumen VAN, TIR y B/C para el escenario medio.....	19
Tabla 14 Recuperación capital escenario medio	20
Tabla 15 Flujo de caja escenario pesimista	20
Tabla 16 Resumen VAN, TIR y B/C para el escenario pesimista.....	22
Tabla 17 Recuperación capital escenario pesimista	22

1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto evaluar la viabilidad económico-financiera del proyecto de implantación de un olivar superintensivo de 22,70 ha en el término municipal de Almagro (Ciudad Real), mediante el análisis de los flujos de caja generados a lo largo de la vida útil del cultivo, estimada en 35 años.

A partir de los costes de inversión inicial, los gastos de explotación y los ingresos previstos por la venta de producción, se calculan los principales indicadores de rentabilidad: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio/Coste (B/C) y Período de Recuperación del Capital (Payback). Estos permitirán determinar la conveniencia económica del proyecto y su capacidad para generar beneficios sostenibles en el medio y largo plazo.

2. DETERMINACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

A continuación, se realiza una estimación detallada de los costes y beneficios previstos a lo largo de la vida útil del olivar proyectado. Cada uno de los conceptos se imputa al año correspondiente según su naturaleza, permitiendo así la elaboración de los flujos de caja que servirán de base para el análisis de rentabilidad.

2.1. Análisis De Costes

Los costes identificados y su asignación temporal se detallan a continuación:

- Inversión inicial (1): Se imputará en su totalidad al año 0, un valor de 511 521,42 €, correspondiente al presupuesto de ejecución material previsto (véase Documento IV Presupuesto y mediciones).
- Honorarios técnicos (2): Se consideran también en el año 0, con una cuantía total de 2000 €, destinados a la redacción y dirección técnica del proyecto.
- Control de malas hierbas (3): Esta labor se llevará a cabo mediante un pase de desbrozadora seguido de una pasada con intercepa, lo que implica recorrer dos veces la misma calle. Para el cálculo del rendimiento operativo, se ha considerado una anchura de calle de 4 m, una velocidad efectiva de trabajo de 7 km/h para la

desbrozadora y de 5 km/h para el intercepa. Bajo estas condiciones, el rendimiento medio se estima en 2,4 ha/h, lo que equivale a un tiempo de trabajo de aproximadamente 0,42 h/ha.

Teniendo en cuenta un coste horario de 11,25 €/h para el operario y 12,5 €/h en concepto de combustible, el coste directo asociado al control de malas hierbas se ha valorado en:

$$C_{control\ MH} = 2 \times 0,42\ h/ha \times (11,25 + 12,5)\text{€/h} = 20\ \text{€/ha}$$

- Poda (4): Se contempla una poda de formación los tres primeros años (4 h/ha), de mantenimiento cada 2–3 años desde el año 4 (5,5 h/ha) y de renovación a partir del año 10 (7 h/ha). Considerando un coste de operario de 11,25 €/h y trituración de restos (0,42 h/ha a 23,75 €/h), los costes por hectárea son:

$$C_{poda\ (años\ 1-3)} = 4\ h/ha \times 11,25\ \text{€/h} + 0,42\ h/ha \times 23,75\ \text{€/h} = 24,98\ \text{€/ha}$$

$$C_{poda\ (años\ 4-9)} = 5,5\ h/ha \times 11,25\ \text{€/h} + 0,42\ h/ha \times 23,75\ \text{€/h} = 71,85\ \text{€/ha}$$

$$C_{poda\ (años\ 10-35)} = 7\ h/ha \times 11,25\ \text{€/h} + 0,42\ h/ha \times 23,75\ \text{€/h} = 88,73\ \text{€/ha}$$

- Tratamientos fitosanitarios (5): Según el calendario fitosanitario, véase el Anexo N°4, se contempla la aplicación de productos biológicos para el control de plagas y enfermedades, con una frecuencia de 3 a 4 tratamientos anuales desde el año 1.

El coste medio por tratamiento es de 43,52 €/ha, incluyendo el coste de producto y aplicación mecanizada. Considerando cuatro tratamientos al año supone un coste anual de 174,08 €/ha

- Análisis foliares (6): Se plantea la realización de un análisis foliar cada dos años, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones de fertilización. El coste estimado por análisis es de 57,05 €, que dividido entre las 20,77 ha de la finca, supone 2,75 €/ha cada 2 años.
- Riego-Fertirrigación (7): 5 aplicaciones a partir del segundo año una por mes desde mayo a septiembre, en cada aplicación se aplica 100L/ha a 0,80 €/l, sumando a estos los costes anuales energéticos por el agua calculado en el Anexo N°5.

Tabla 1 Costes anuales de riego y fertirrigación para cada año

Subunidad	Lámina bruta/ subunidad (mm/ha)	Volumen (m ³ /ha)	E/V (kWh/m ³ / ha)	Energía total (kWh/ha)	Coste riego Anual (€/ha)	Coste riego+ fertirriego Anual (€/ha)
AÑO 0	0,52	107,37	0,478/0,267	48,85	6,11	86,11
AÑO 1	0,79	164,73	0,478/0,267	74,94	9,37	89,37
AÑO 2	1,59	329,46	0,478/0,267	149,89	18,74	98,74
AÑO 3	2,38	494,19	0,478/0,267	224,83	28,10	108,10
AÑO 4	3,17	658,93	0,478/0,267	299,77	37,47	117,47
AÑO 5	6,63	1376,00	0,478/0,267	626,00	78,25	158,25

A lo largo del ciclo de vida del proyecto, será necesario contemplar la renovación (8) de determinados componentes del sistema de riego, ya que los fabricantes establecen una vida útil media de 15 años para la mayoría de los elementos hidráulicos. Dado que la instalación cuenta ya con dos años de uso, se prevé su reposición completa en el año 13 de la explotación.

La intervención incluirá la sustitución de la red principal de tuberías, los ramales portagotos y las bombas de impulsión, con un presupuesto base estimado de 95 796,74 €. Este importe no contempla las sondas de humedad, cuya renovación se ha previsto cada 8 años (888 €), ni tampoco el coste asociado a la aplicación de gestión del riego y monitoreo climático, que se ha calculado como una licencia anual de 500 €, comenzando desde el año de instalación.

Sobre el presupuesto de ejecución material indicado se han aplicado los coeficientes habituales: 13 % en concepto de gastos generales y 6 % de beneficio industrial, lo que eleva la inversión total prevista para esta reposición técnica a 113 989,12 €, imputable en el año 13 del horizonte financiero y 1056,72 € cada 8 años, correspondiente con la renovación de los sensores.

- Cosecha (9): A partir del año 3, la recolección será externalizada mediante el empleo de empresas especializadas en cosecha mecanizada para olivar en seto. El coste medio contratado es de 150 €/ha, lo que representa un coste anual de 3115,50 € para la totalidad de la superficie del proyecto (20,77 ha útiles).
- Transporte de la aceituna a almazara (10): se estima un tiempo medio de 1,38 h/ha por campaña, considerando que 0,60 ha llenan un remolquen de 15 t en una hora y

que el tiempo total estimado de ida, descarga y retorno se ha redondeado a 50 minutos. Suponiendo un coste horario de 11,25 €/h para el operario y 12,5 €/h de consumo de combustible, el coste unitario de transporte por hectárea asciende a:

$$C_{transporte} = 1,38 \text{ h/ha} \times (11,25 + 12,5) \text{ €/h} = 19,71 \text{ €/ha}$$

Cabe destacar que no se vende la aceituna ecológica de máxima calidad a la almazara, los gastos de molturación serán asumidos por dicha entidad y no por el promotor.

Tabla 2 Resumen costes desde el año 0 hasta el año 35.

COSTES											
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL €
0	511521,42	2000	-	0	-	-	1788,50	-	-	-	515309,92
1	-	-	414,36	518,83	3615,64	0,00	1856,21	-	-	-	6405,05
2	-	-	414,36	518,83	3615,64	57,05	2050,83	-	-	-	6656,72
3	-	-	414,36	518,83	3615,64	0,00	2245,24	-	3115,50	409,38	10318,95
4	-	-	414,36	1492,32	3615,64	57,05	2439,85	-	3115,50	409,38	11544,10
5	-	-	414,36	1492,32	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12334,06
6	-	-	414,36	1492,32	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12391,11
7	-	-	414,36	1492,32	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12334,06
8	-	-	414,36	1492,32	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12391,11
9	-	-	414,36	1492,32	3615,64	0,00	3286,85	1056,72	3115,50	409,38	13390,78
10	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
11	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
12	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
13	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	113989,12	3115,50	409,38	126673,77
14	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
15	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
16	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
17	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	1056,72	3115,50	409,38	13741,37
18	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
19	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
20	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
21	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
22	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
23	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
24	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
25	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	1056,72	3115,50	409,38	13741,37
26	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
27	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
28	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	113989,12	3115,50	409,38	126730,82
29	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
30	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
31	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
32	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
33	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65
34	-	-	414,36	1842,92	3615,64	57,05	3286,85	-	3115,50	409,38	12741,70
35	-	-	414,36	1842,92	3615,64	0,00	3286,85	-	3115,50	409,38	12684,65

2.2. Análisis De Beneficios

Los ingresos anuales del proyecto provendrán principalmente de la venta de la aceituna ecológica, cuyo precio medio se ha fijado en 0,85 €/kg, valor calculado a partir de la media de los últimos cinco años para aceituna ecológica de alta calidad destinado a almazara.

Tabla 3 Beneficios venta aceituna año 3-11.

AÑO	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t/ha	7,64	8,51	10,47	10,71	13,05	12,60	13,10	13,63	13,10
€/ha	6495,42	7233,22	8902,62	9106,62	11091,93	10708,30	11138,40	11581,25	11135,85
TOTAL MIL €	134909,80	150233,91	184907,35	189144,43	230379,46	222411,39	231344,57	240542,56	231291,60

Tabla 4 Beneficios venta aceituna año 12-20.

AÑO	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t/ha	12,30	11,98	12,58	11,00	10,69	9,96	10,16	10,56	10,02
€/ha	10454,15	10183,85	10695,55	9350,85	9084,80	8462,60	8633,45	8976,85	8519,55
TOTAL MIL €	217132,70	211518,56	222146,57	194217,15	188691,30	175768,20	179316,76	186449,17	176951,05

Tabla 5 Beneficios venta aceituna año 21-29.

AÑO	21	22	23	24	25	26	27	28	29
t/ha	10,90	10,48	9,84	9,58	8,81	7,70	7,48	6,97	7,11
€/ha	9265,00	8908,68	8363,32	8147,08	7486,89	6545,60	6359,36	5923,82	6043,42
TOTAL MIL €	192434,05	185033,28	173706,16	169214,85	155502,60	135952,01	132083,91	123037,74	125521,73

Tabla 6 Beneficios venta aceituna año 30-35.

AÑO	30	31	32	33	34	35
t/ha	7,39	7,02	7,63	7,34	6,40	6,23
€/ha	6283,80	5963,69	6485,50	8363,32	8147,08	7486,89
TOTAL MIL €	130514,42	123865,74	134703,84	129523,30	112909,00	109989,65

A ello se suman los pagos directos de la PAC aplicables a cultivos permanentes bajo manejo ecológico. La explotación dispone de derechos de ayuda sobre la totalidad de la superficie útil (22,77 ha), lo que permite acceder al régimen de pagos directos de la PAC 2023–2027. La estrategia de manejo contempla el cumplimiento del eco-régimen de cubierta vegetal en cultivos leñosos, a través de vegetación espontánea o sembrada.

Teniendo en cuenta la condición de joven agricultora, mujer titular, y las hectáreas con derecho, el importe anual estimado por pagos directos asciende a 5711,40 €, incluyendo:

- Ayuda básica a la renta: 2002,05 €
- Pago redistributivo: 635,40 €
- Eco-régimen: 1411,74 €
- Complemento joven agricultora: 1662,21 €

Además, se contemplan dos subvenciones de especial relevancia: Por un lado, la ayuda a la incorporación de jóvenes agricultores, promovida por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y cofinanciada por el FEADER, que alcanza una cuantía máxima de 40.000 €. Esta subvención se percibe de forma fraccionada en dos pagos: el primero, correspondiente al 60 % del total (24 000 €), se prevé ingresar en el año 2, una vez ejecutadas las inversiones iniciales y formalizada la instalación. El segundo pago, del 40 % restante (16 000 €), se estima para el año 4, condicionado a la correcta ejecución del plan empresarial.

Por otro lado, se contempla la ayuda a la modernización de explotaciones agrarias (Intervención 6841.2 del FEADER), vinculada a la adquisición de maquinaria necesaria para la gestión del cultivo. La inversión subvencionable asciende a 102 000 €, con un porcentaje de ayuda del 60 %, lo que representa un apoyo económico de 61 200 €. Esta subvención se prevé percibir en el año 2, tras la adquisición del equipamiento y la correspondiente justificación técnica y económica.

Asimismo, en el año 1 se contempla la venta de maquinaria actualmente disponible en la explotación que será sustituida en el marco del proyecto. En concreto, se prevé la enajenación de un tractor de 90 CV con pala, adquirido en 2005, y de una trituradora de martillos de 2,40 m, del año 2022.

Atendiendo a los precios medios del mercado de segunda mano para maquinaria agrícola con estas características, se estima un ingreso total por desinversión de 32 000 €, 25 000 € por la venta del tractor y 7000 € por la trituradora de martillos.

La combinación de ingresos por cosecha, ayudas directas y subvenciones a la inversión permite construir un flujo de caja sólido que refuerza la rentabilidad y sostenibilidad financiera del proyecto a largo plazo.

Tabla 7 Resumen beneficios desde el año 0 hasta el año 35.

BENEFICIOS						
AÑO	VENTA ACEITUNA	VENTA MÁQUINA	PAC	AYUDA INCORPORACIÓN	AYUDA MODERNI- ZACIÓN EXPLOTACIÓN	TOTAL
0	-	32000	-	-	-	32000,00
1	0,00	-	5711,4	-	-	5712,40
2	0,00	-	5711,4	24000	61200	90913,40
3	134909,80	-	5711,4	-	-	140624,20
4	150233,91	-	5711,4	16000	-	171949,31
5	184907,35	-	5711,4	-	-	190623,75
6	189144,43	-	5711,4	-	-	194861,83
7	230379,46	-	5711,4	-	-	236097,86
8	222411,39	-	5711,4	-	-	228130,79
9	231344,57	-	5711,4	-	-	237064,97
10	240542,56	-	5711,4	-	-	246263,96
11	231291,60	-	5711,4	-	-	237014,00
12	217132,70	-	5711,4	-	-	222856,10
13	211518,56	-	5711,4	-	-	217242,96
14	222146,57	-	5711,4	-	-	227871,97
15	194217,15	-	5711,4	-	-	199943,55
16	188691,30	-	5711,4	-	-	194418,70
17	175768,20	-	5711,4	-	-	181496,60
18	179316,76	-	5711,4	-	-	185046,16
19	186449,17	-	5711,4	-	-	192179,57
20	176951,05	-	5711,4	-	-	182682,45
21	192434,05	-	5711,4	-	-	198166,45
22	185033,28	-	5711,4	-	-	190766,68
23	173706,16	-	5711,4	-	-	179440,56
24	169214,85	-	5711,4	-	-	174950,25
25	155502,60	-	5711,4	-	-	161239,00
26	135952,01	-	5711,4	-	-	141689,41
27	132083,91	-	5711,4	-	-	137822,31
28	123037,74	-	5711,4	-	-	128777,14
29	125521,73	-	5711,4	-	-	131262,13
30	130514,42	-	5711,4	-	-	136255,82
31	123865,74	-	5711,4	-	-	129608,14
32	134703,84	-	5711,4	-	-	140447,24
33	129523,30	-	5711,4	-	-	135267,70
34	112909,00	-	5711,4	-	-	118654,40
35	109989,65	-	5711,4	-	-	115736,05

3. FLUJO DE CAJA

El flujo de caja corresponde con la diferencia entre beneficios y costes de cada año a lo largo de la vida útil de la plantación, representado de esta manera el beneficio neto que se obtendría anualmente.

Tabla 8 Flujo de caja.

AÑO	INVERSIÓN INICIAL	BENEFICIOS	COSTES	FLUJO DE CAJA
0	511.521,42	32000	3788,5047	-483.309,92
1		5712,4	6405,0511	-692,65
2		90913,4	6656,716	84.256,68
3		140624,204	10318,9499	130.305,25
4		171949,31	11544,1047	160.405,21
5		190623,748	12334,0553	178.289,69
6		194861,828	12391,1053	182.470,72
7		236097,855	12334,0553	223.763,80
8		228130,791	12391,1053	215.739,69
9		237064,968	13390,7753	223.674,19
10		246263,963	12741,7029	233.522,26
11		237014,005	12684,6529	224.329,35
12		222856,096	12741,7029	210.114,39
13		217242,965	126673,7729	90.569,19
14		227871,974	12741,7029	215.130,27
15		199943,555	12684,6529	187.258,90
16		194418,696	12741,7029	181.676,99
17		181496,602	13741,3729	167.755,23
18		185046,157	12741,7029	172.304,45
19		192179,575	12684,6529	179.494,92
20		182682,454	12741,7029	169.940,75
21		198166,45	12684,6529	185.481,80
22		190766,684	12741,7029	178.024,98
23		179440,556	12684,6529	166.755,90
24		174950,252	12741,7029	162.208,55
25		161239,001	13741,3729	147.497,63
26		141689,408	12741,7029	128.947,71
27		137822,307	12684,6529	125.137,65
28		128777,141	126730,8229	2.046,32
29		131262,13	12684,6529	118.577,48
30		136255,822	12741,7029	123.514,12
31		129608,137	12684,6529	116.923,48
32		140447,235	12741,7029	127.705,53
33		135267,699	12684,6529	122.583,05
34		118654,402	12741,7029	105.912,70
35		115736,054	12684,6529	103.051,40

Como se puede observar en la Tabla 8, sería a partir del año 2 cuando se empezarían a

obtener beneficios. A continuación, en el Gráfico 1 se representa los costes, los beneficios y los flujos de caja anuales, ya comentados donde se aprecia visualmente la proporción que representa la inversión inicial frente a los beneficios que se obtienen, así como del flujo de caja.

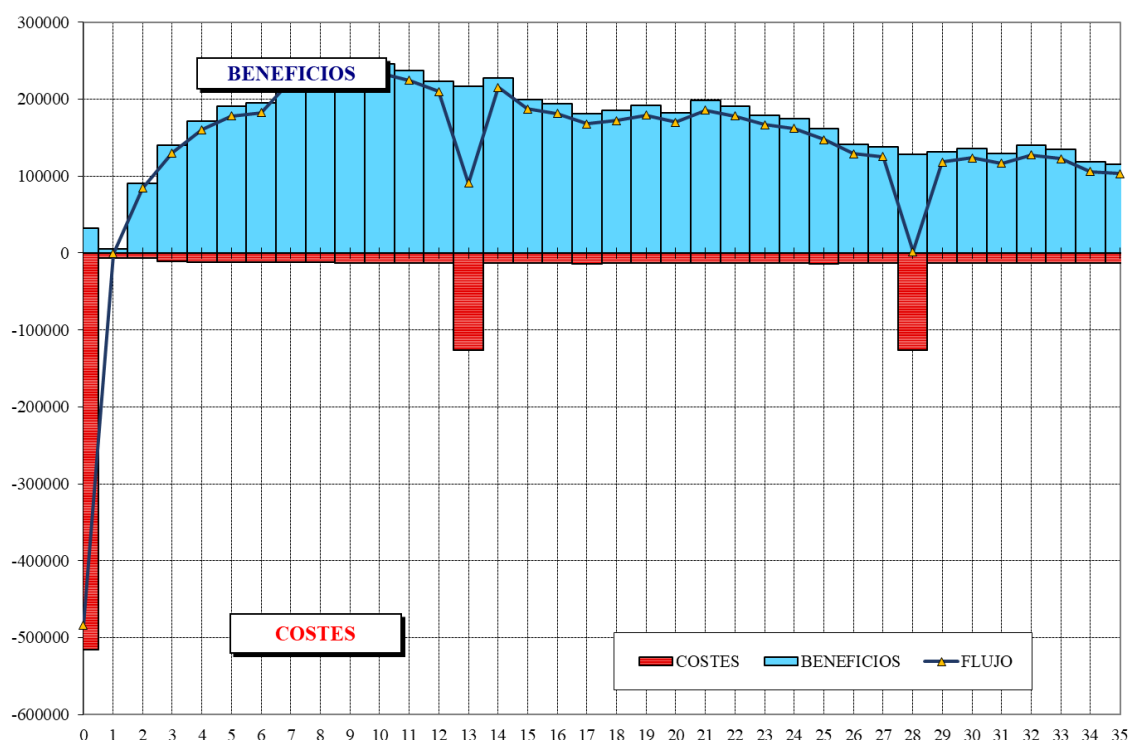


Gráfico 1 Representación Beneficios, costes y flujo de caja

4. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Una vez definidos y valorados los distintos flujos de ingresos y costes del proyecto, se procede a su evaluación económico-financiera mediante el cálculo de los principales indicadores de rentabilidad: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), relación beneficio/coste y plazo de recuperación de la inversión (Payback).

4.1. Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto representa la suma de los flujos netos de caja generados por la explotación, actualizados a una determinada tasa de descuento. Para este análisis se ha adoptado una tasa de actualización del 2 %, en coherencia con la política monetaria vigente del Banco Central Europeo. Esta tasa corresponde al tipo de interés aplicado a la facilidad de depósito, que fue reducido al 2,00 % en la decisión del Consejo de Gobierno del 5 de junio de 2025, como medida para ajustar las condiciones financieras a los

objetivos de estabilidad de precios en la zona euro.

La fórmula empleada para su cálculo es:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

donde:

- B_t = beneficios en el año t
- C_t = costes en el año t
- r = tasa de descuento (0,02)
- n = horizonte temporal del proyecto (35 años)

Tabla 9 VAN.

AÑO	VAN (€)	AÑO	VAN (€)	AÑO	VAN (€)
0	-483309,92	13	70012,93	26	77056,48
1	-679,07	14	163041,86	27	73313,40
2	80984,89	15	139136,12	28	1175,35
3	122789,55	16	132341,85	29	66772,44
4	148189,62	17	119804,50	30	68188,55
5	161482,47	18	120640,58	31	63284,36
6	162028,78	19	123210,84	32	67764,81
7	194799,85	20	114365,25	33	63771,22
8	184131,74	21	122376,40	34	54018,46
9	187160,56	22	115153,51	35	51528,55
10	191569,59	23	105749,24	TOTAL	3 398 701,23
11	180419,81	24	100848,54		
12	165673,76	25	89904,36		

Los resultados se resumen en la Tabla 9, que recoge el valor actual neto de cada flujo neto de caja anual a lo largo del horizonte del proyecto. Aplicando una tasa de descuento del 2 %, el VAN total acumulado alcanza los 3 398 701,23 €, lo que evidencia una alta rentabilidad financiera del proyecto a largo plazo. Este valor refleja la capacidad del sistema para generar beneficios netos sostenidos una vez superada la fase inicial de inversión.

4.2. Tasa Interna De Rendimiento

La TIR representa el tipo de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. En otras palabras, es la rentabilidad implícita del flujo de caja generado, y actúa como umbral entre un proyecto económicamente viable y uno no rentable.

Para su cálculo, se emplea la misma fórmula del VAN, igualando el resultado a cero y considerando como incógnita la tasa de actualización:

$$VAN_{\rho} = \sum_{t=0}^t \frac{B_t - C_t}{(1 + \rho)^t} = 0 \rightarrow \rho = TIR$$

Para el cálculo se ha utilizado el flujo de caja neto real año a año generado por el proyecto, considerando una inversión inicial de 483 309,92 € en el año 0 y los cobros y pagos anuales recogidos en el cuadro financiero del presente anexo. La TIR obtenida es del 25,95 %, lo que implica que el proyecto podría soportar una tasa de descuento significativamente superior al 2 % considerado como referencia, sin comprometer su rentabilidad.

Este resultado refleja una elevada eficiencia económica, con un margen financiero holgado frente a posibles escenarios desfavorables. La diferencia entre la TIR del proyecto y el coste de oportunidad del capital evidencia la atractividad de la inversión y su capacidad para generar beneficios sostenidos a largo plazo.

4.3. Relación Beneficio/Coste

La relación beneficio/coste es un indicador que permite valorar la eficiencia económica del proyecto, al comparar el valor actual de los ingresos obtenidos con el de los costes incurridos. Se calcula mediante la razón entre la suma de los beneficios actualizados y la suma de los costes actualizados, utilizando la siguiente expresión:

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^t \frac{B_t}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=0}^t \frac{C_t}{(1 + r)^t}}$$

Aplicando esta fórmula a los datos del proyecto, y considerando una tasa de descuento del 2 %, se obtiene:

Tabla 10 Relación Beneficio - coste.

AÑO	B	C	AÑO	B	C	AÑO	B	C
0	32000,00	515309,92	13	167935,88	97922,95	26	84670,66	7614,18
1	5600,39	6279,46	14	172698,48	9656,62	27	80744,86	7431,46
2	87383,12	6398,23	15	148561,01	9424,88	28	73966,31	72790,96
3	132513,33	9723,78	16	141623,49	9281,64	29	73915,32	7142,88
4	158854,58	10664,97	17	129618,08	9813,57	30	75222,87	7034,32
5	172653,80	11171,33	18	129561,80	8921,22	31	70149,88	6865,52
6	173031,73	11002,95	19	131917,97	8707,14	32	74525,98	6761,17
7	205537,39	10737,54	20	122940,05	8574,80	33	70370,14	6598,92
8	194707,43	10575,69	21	130745,43	8369,03	34	60517,09	6498,63
9	198365,36	11204,80	22	123395,34	8241,83	35	57871,22	6342,68
10	202022,22	10452,63	23	113793,29	8044,05	TOTAL	4370807,10	972105,87
11	190621,60	10201,80	24	108770,33	7921,79	B/C	4,50	
12	175720,51	10046,75	25	98280,15	8375,79			

El resultado obtenido indica que, por cada euro invertido en el proyecto, se generan 4,50€ de retorno actualizado (superior a 1), lo que demuestra una rentabilidad económica muy elevada y una alta eficiencia en la asignación de los recursos.

4.4. Período De Recuperación Del Capital

El período de recuperación del capital, o Payback, es el indicador que permite determinar el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial a partir de los flujos netos de caja generados por el proyecto. Se calcula como el año en el que el saldo acumulado de dichos flujos se vuelve positivo por primera vez.

Tabla 11 Periodo de recuperación del capital

AÑO	BENEFICIOS	COSTES	FLUJO DE CAJA	SALDO
0	32000	-515309,925	-483309,92	-515309,925
1	5712,4	-6405,0511	-692,65	-516002,58
2	90913,4	-6656,716	84256,68	-431745,89
3	140624,204	-10318,9499	130305,25	-301440,64
4	171949,31	-11544,1047	160405,21	-141035,43
5	190623,748	-12334,0553	178289,69	37254,26
6	194861,828	-12391,1053	182470,72	219724,98
7	236097,855	-12334,0553	223763,80	443488,78
8	228130,791	-12391,1053	215739,69	659228,47
9	237064,968	-13390,7753	223674,19	882902,66
10	246263,963	-12741,7029	233522,26	1116424,92

11	237014,005	-12684,6529	224329,35	1340754,27
12	222856,096	-12741,7029	210114,39	1550868,67
13	217242,965	-126673,773	90569,19	1641437,86
14	227871,974	-12741,7029	215130,27	1856568,13
15	199943,555	-12684,6529	187258,90	2043827,03
16	194418,696	-12741,7029	181676,99	2225504,02
17	181496,602	-13741,3729	167755,23	2393259,25
18	185046,157	-12741,7029	172304,45	2565563,71
19	192179,575	-12684,6529	179494,92	2745058,63
20	182682,454	-12741,7029	169940,75	2914999,38
21	198166,45	-12684,6529	185481,80	3100481,17
22	190766,684	-12741,7029	178024,98	3278506,16
23	179440,556	-12684,6529	166755,90	3445262,06
24	174950,252	-12741,7029	162208,55	3607470,61
25	161239,001	-13741,3729	147497,63	3754968,24
26	141689,408	-12741,7029	128947,71	3883915,94
27	137822,307	-12684,6529	125137,65	4009053,60
28	128777,141	-126730,823	2046,32	4011099,91
29	131262,13	-12684,6529	118577,48	4129677,39
30	136255,822	-12741,7029	123514,12	4253191,51
31	129608,137	-12684,6529	116923,48	4370114,99
32	140447,235	-12741,7029	127705,53	4497820,53
33	135267,699	-12684,6529	122583,05	4620403,57
34	118654,402	-12741,7029	105912,70	4726316,27
35	115736,054	-12684,6529	103051,40	4829367,67

A partir de los datos obtenidos en la Tabla 11, y considerando el flujo neto anual desde el año 0 hasta el 35, se observa que el saldo acumulado alcanza un valor positivo por primera vez en el año 5, con un superávit de 37 254,26 €. Esto significa que la inversión inicial queda totalmente recuperada antes de la finalización del sexto ejercicio, lo que refleja un retorno rápido del capital invertido.

El resultado obtenido refuerza la solvencia del proyecto a medio plazo y sugiere una estructura de ingresos suficientemente sólida para cubrir la inversión inicial en un horizonte razonable.

5. OTROS ESCENARIOS

Con objeto de evaluar la sensibilidad económica del proyecto ante posibles variaciones en las condiciones productivas y de mercado, se ha procedido a estudiar diferentes escenarios. Dado que la TIR obtenida en el escenario base alcanza un valor del 25,95 %,

se ha considerado este caso como el “Escenario Óptimo”, al considerarse la producción media de la planta obtenida de los valores proporcionados por los viveros. De esta forma, se plantea el estudio de dos escenarios más desfavorables: un “Escenario Medio” y otro “Escenario Pesimista”.

En el Escenario Medio, se reduce la producción estimada en un 20 % respecto al escenario óptimo y se ajusta el precio medio de la aceituna ecológica a 0,75 €/kg. Se mantienen constantes el resto de variables, incluidos los pagos directos procedentes de la PAC y las ayudas a la incorporación.

En el Escenario Pesimista, se suprime la percepción de ayudas por incorporación de jóvenes agricultores y por modernización de la maquinaria de la explotación, además de aplicar una reducción del 30 % en la producción respecto al escenario óptimo. Asimismo, se ajusta el precio de venta de la aceituna a 0,70 €/kg. Este escenario refleja una situación de mercado adversa, con menores rendimientos y precios, y sin apoyo institucional.

A continuación, se presentan los flujos de caja proyectados para cada uno de estos tres escenarios, lo que permitirá contrastar la viabilidad económica del proyecto en distintos contextos de riesgo.

Tabla 12 Flujo de caja escenario medio

AÑO	Inversión Inicial	Cobros	Pagos	Flujo de caja
0	511.521,42	32000,00	3788,5047	-483.309,92
1		5712,40	6405,0511	-692,65
2		90913,40	6656,716	84.256,68
3		86660,28	10318,9499	76.341,33
4		111855,75	11544,1047	100.311,64
5		116660,81	12334,0553	104.326,75
6		119204,06	12391,1053	106.812,95
7		143946,07	12334,0553	131.612,02
8		139166,23	12391,1053	126.775,13
9		144527,14	13390,7753	131.136,37
10		150046,94	12741,7029	137.305,23
11		144497,36	12684,6529	131.812,71
12		136003,02	12741,7029	123.261,31
13		132635,54	126673,7729	5.961,77
14		139013,34	12741,7029	126.271,64
15		122256,69	12684,6529	109.572,04
16		118942,18	12741,7029	106.200,47
17		111189,32	13741,3729	97.447,95
18		113319,45	12741,7029	100.577,75

Anexo 8: Evaluación Económico-Financiera

19	117599,90	12684,6529	104.915,25
20	111902,03	12741,7029	99.160,33
21	121192,83	12684,6529	108.508,18
22	116753,37	12741,7029	104.011,67
23	109958,09	12684,6529	97.273,44
24	107264,31	12741,7029	94.522,61
25	99037,96	13741,3729	85.296,59
26	87308,60	12741,7029	74.566,90
27	84988,74	12684,6529	72.304,09
28	79562,04	126730,8229	-47.168,78
29	81053,44	12684,6529	68.368,78
30	84050,05	12741,7029	71.308,35
31	80061,84	12684,6529	67.377,19
32	86565,70	12741,7029	73.824,00
33	83458,38	12684,6529	70.773,73
34	73490,80	12741,7029	60.749,10
35	71740,19	12684,6529	59.055,54

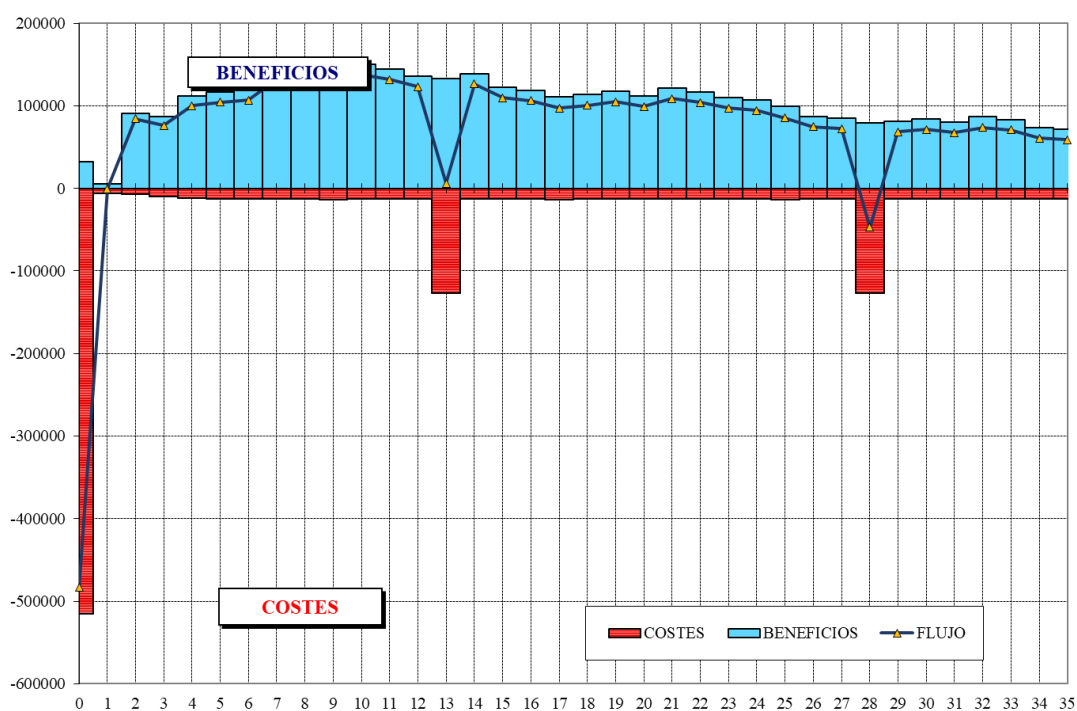


Gráfico 2 Representación Beneficios, costes y flujo de caja escenario pesimista

Tabla 13 Resumen VAN, TIR y B/C para el escenario medio

VAN	1 759 118,431
TIR	17,78%
B/C	2,810

Tabla 14 Recuperación capital escenario medio

AÑO	Inversión Inicial	Cobros	Pagos	Flujo de caja	SALDO
0	-511.521,42	32000,00	-3788,5047	-483.309,92	-515.309,92
1		5712,40	-6405,0511	-692,65	-516.002,58
2		90913,40	-6656,716	84.256,68	-431.745,89
3		86660,28	-10318,9499	76.341,33	-355.404,56
4		111855,75	-11544,1047	100.311,64	-255.092,92
5		116660,81	-12334,0553	104.326,75	-150.766,16
6		119204,06	-12391,1053	106.812,95	-43.953,21
7		143946,07	-12334,0553	131.612,02	87.658,81
8		139166,23	-12391,1053	126.775,13	214.433,93
9		144527,14	-13390,7753	131.136,37	345.570,30
10		150046,94	-12741,7029	137.305,23	482.875,53
11		144497,36	-12684,6529	131.812,71	614.688,24
12		136003,02	-12741,7029	123.261,31	737.949,56
13		132635,54	-126673,773	5.961,77	743.911,32
14		139013,34	-12741,7029	126.271,64	870.182,97
15		122256,69	-12684,6529	109.572,04	979.755,01
16		118942,18	-12741,7029	106.200,47	1.085.955,48
17		111189,32	-13741,3729	97.447,95	1.183.403,43
18		113319,45	-12741,7029	100.577,75	1.283.981,18
19		117599,90	-12684,6529	104.915,25	1.388.896,43
20		111902,03	-12741,7029	99.160,33	1.488.056,76
21		121192,83	-12684,6529	108.508,18	1.596.564,94
22		116753,37	-12741,7029	104.011,67	1.700.576,61
23		109958,09	-12684,6529	97.273,44	1.797.850,05
24		107264,31	-12741,7029	94.522,61	1.892.372,65
25		99037,96	-13741,3729	85.296,59	1.977.669,24
26		87308,60	-12741,7029	74.566,90	2.052.236,14
27		84988,74	-12684,6529	72.304,09	2.124.540,24
28		79562,04	-126730,823	-47.168,78	2.077.371,46
29		81053,44	-12684,6529	68.368,78	2.145.740,24
30		84050,05	-12741,7029	71.308,35	2.217.048,59
31		80061,84	-12684,6529	67.377,19	2.284.425,78
32		86565,70	-12741,7029	73.824,00	2.358.249,78
33		83458,38	-12684,6529	70.773,73	2.429.023,51
34		73490,80	-12741,7029	60.749,10	2.489.772,60
35		71740,19	-12684,6529	59.055,54	2.548.828,14

Tabla 15 Flujo de caja escenario pesimista

AÑO	Inversión Inicial	Cobros	Pagos	Flujo de caja
0	511.521,42	32000,00	3788,5047	-483.309,92
1		5712,40	6405,0511	-692,65
2		5713,40	6656,716	-943,32
3		71820,20	10318,9499	61.501,25
4		79330,02	11544,1047	67.785,91

Anexo 8: Evaluación Económico-Financiera

5	96321,00	12334,0553	83.986,95
6	98398,17	12391,1053	86.007,06
7	118604,33	12334,0553	106.270,28
8	114700,98	12391,1053	102.309,88
9	119079,24	13390,7753	105.688,46
10	123587,26	12741,7029	110.845,55
11	119055,29	12684,6529	106.370,63
12	112118,42	12741,7029	99.376,72
13	109368,50	126673,7729	-17.305,28
14	114577,22	12741,7029	101.835,52
15	100892,81	12684,6529	88.208,15
16	98186,14	12741,7029	85.444,43
17	91854,82	13741,3729	78.113,45
18	93594,61	12741,7029	80.852,91
19	97090,50	12684,6529	84.405,84
20	92437,42	12741,7029	79.695,71
21	100025,08	12684,6529	87.340,43
22	96399,71	12741,7029	83.658,01
23	90850,42	12684,6529	78.165,76
24	88650,68	12741,7029	75.908,97
25	81932,67	13741,3729	68.191,30
26	72353,88	12741,7029	59.612,18
27	70459,51	12684,6529	57.774,86
28	66027,89	126730,8229	-60.702,93
29	67246,05	12684,6529	54.561,39
30	69693,47	12741,7029	56.951,76
31	66436,61	12684,6529	53.751,96
32	71748,28	12741,7029	59.006,58
33	69210,82	12684,6529	56.526,16
34	61070,81	12741,7029	48.329,11
35	59641,33	12684,6529	46.956,68

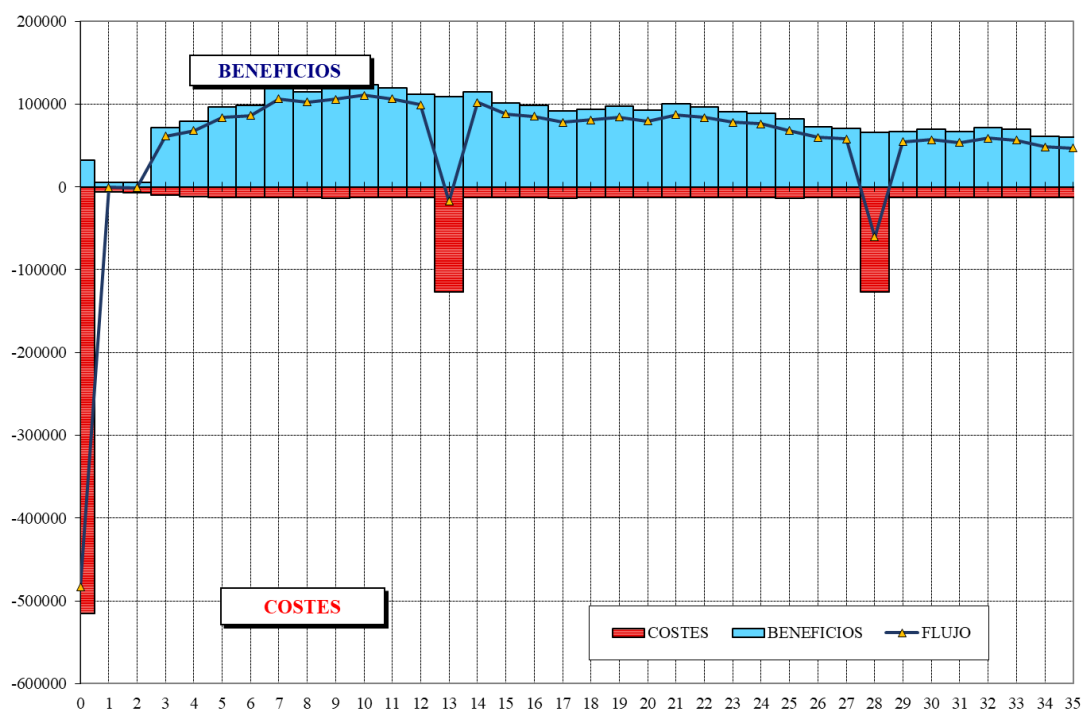


Gráfico 3 Representación Beneficios, costes y flujo de caja escenario pesimista

Tabla 16 Resumen VAN, TIR y B/C para el escenario pesimista

VAN	1 211 560,054
TIR	12,96%
B/C	2,246

Tabla 17 Recuperación capital escenario pesimista

AÑO	Inversión Inicial	Cobros	Pagos	Flujo de caja	SALDO
0	-511.521,42	32000,00	-3788,5047	-483.309,92	-515.309,92
1		5712,40	-6405,0511	-692,65	-516.002,58
2		5713,40	-6656,716	-943,32	-516.945,89
3		71820,20	-10318,9499	61.501,25	-455.444,64
4		79330,02	-11544,1047	67.785,91	-387.658,73
5		96321,00	-12334,0553	83.986,95	-303.671,78
6		98398,17	-12391,1053	86.007,06	-217.664,72
7		118604,33	-12334,0553	106.270,28	-111.394,44
8		114700,98	-12391,1053	102.309,88	-9.084,56
9		119079,24	-13390,7753	105.688,46	96.603,90
10		123587,26	-12741,7029	110.845,55	207.449,45
11		119055,29	-12684,6529	106.370,63	313.820,09
12		112118,42	-12741,7029	99.376,72	413.196,80
13		109368,50	-126673,773	-17.305,28	395.891,53
14		114577,22	-12741,7029	101.835,52	497.727,05

15	100892,81	-12684,6529	88.208,15	585.935,20
16	98186,14	-12741,7029	85.444,43	671.379,63
17	91854,82	-13741,3729	78.113,45	749.493,08
18	93594,61	-12741,7029	80.852,91	830.345,99
19	97090,50	-12684,6529	84.405,84	914.751,83
20	92437,42	-12741,7029	79.695,71	994.447,54
21	100025,08	-12684,6529	87.340,43	1.081.787,97
22	96399,71	-12741,7029	83.658,01	1.165.445,98
23	90850,42	-12684,6529	78.165,76	1.243.611,74
24	88650,68	-12741,7029	75.908,97	1.319.520,72
25	81932,67	-13741,3729	68.191,30	1.387.712,02
26	72353,88	-12741,7029	59.612,18	1.447.324,20
27	70459,51	-12684,6529	57.774,86	1.505.099,06
28	66027,89	-126730,823	-60.702,93	1.444.396,13
29	67246,05	-12684,6529	54.561,39	1.498.957,53
30	69693,47	-12741,7029	56.951,76	1.555.909,29
31	66436,61	-12684,6529	53.751,96	1.609.661,25
32	71748,28	-12741,7029	59.006,58	1.668.667,82
33	69210,82	-12684,6529	56.526,16	1.725.193,99
34	61070,81	-12741,7029	48.329,11	1.773.523,10
35	59641,33	-12684,6529	46.956,68	1.820.479,77

6. CONCLUSIÓN

El análisis económico-financiero realizado sobre el proyecto de plantación de un olivar superintensivo de 22,70 ha en el término municipal de Almagro confirma su viabilidad técnica y su rentabilidad a medio y largo plazo. Los resultados obtenidos en el Escenario Óptimo (con un VAN de 3 398 701,23 €, una TIR del 25,95 %, una relación beneficio/coste de 4,50 y un periodo de recuperación de la inversión en el año 5) reflejan la elevada capacidad del sistema productivo para generar excedentes económicos de forma sostenida. Se trata, además, de una inversión muy rentable, ya que se aprovecha la instalación de riego ya existente, se cuenta con la ayuda de incorporación de jóvenes agricultores, la ayuda de modernización y derechos de la PAC en la totalidad de las hectáreas cultivadas.

Con el objetivo de valorar la sensibilidad del proyecto ante cambios en el entorno productivo y comercial, se han analizado dos escenarios adicionales. En el escenario medio, donde se reduce la producción un 20 % y el precio de venta a 0,75 €/kg, el VAN obtenido asciende a 1 759 118,431€, con una TIR del 17,78%, una relación beneficio/coste de 2,81 y un periodo de recuperación en el año 7. Por su parte, en el

escenario pesimista, que contempla una reducción del 30 % en la producción, un precio de venta de 0,70 €/kg y la supresión de las ayudas a la incorporación y modernización, el VAN se reduce a 1 211 560,054€, la TIR se sitúa en 12,96%, la relación beneficio/coste es de 2,246 y el capital se recupera en el año 9.

Estos resultados permiten concluir que, incluso en condiciones más desfavorables, el proyecto mantiene su viabilidad económica, especialmente en el escenario medio, donde los indicadores siguen reflejando un margen suficiente para afrontar posibles variaciones en los rendimientos o en los precios de mercado.

En consecuencia, se mantiene el escenario óptimo como base del proyecto, al estar respaldado por datos reales aportados por viveros especializados y precios medios contrastados en campañas recientes de aceituna ecológica en la comarca. Si bien se trata del supuesto más favorable, representa una situación técnicamente posible, alcanzable mediante un manejo adecuado del cultivo, la disponibilidad de dotación hídrica y el acceso a las ayudas institucionales actualmente vigentes.

Por tanto, la inversión proyectada se considera plenamente justificada, tanto desde un enfoque técnico como económico, consolidando una explotación profesionalizada, moderna y alineada con los principios de sostenibilidad, digitalización y relevo generacional del sector agrario.



ANEXO 9

ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

ÍNDICE ANEXO 9

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	ASPECTOS ÉTICOS	5
3.	ASPECTOS ECONÓMICOS.....	6
4.	ASPECTOS SOCIALES	7
5.	ASPECTOS AMBIENTALES	8
	BIBLIOGRAFÍA	10

1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto analizar de forma estructurada y razonada los principales impactos derivados del proyecto de implantación de una explotación de olivar superintensivo con riego por goteo en el término municipal de Almagro (Ciudad Real), desde una perspectiva ética, económica, social y ambiental. Este análisis, transversal al enfoque técnico y económico desarrollado en los anexos anteriores, permite enmarcar el proyecto dentro de los principios de sostenibilidad y responsabilidad que debe regir toda actividad agraria moderna, especialmente en un contexto de creciente presión sobre los recursos naturales y demanda social de modelos productivos respetuosos con el entorno y la comunidad.

El enfoque adoptado integra criterios del desarrollo rural sostenible recogidos en las políticas europeas y nacionales (MAPA, 2023), así como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Agenda 2030 de Naciones Unidas. Esta visión permite valorar no solo la viabilidad técnica y financiera del proyecto, sino también su coherencia con valores éticos fundamentales como la equidad generacional, la gestión responsable de los recursos o la justicia social.

2. ASPECTOS ÉTICOS

Desde el punto de vista ético, el proyecto responde a principios de sostenibilidad, equidad y responsabilidad intergeneracional. En primer lugar, la decisión de reconvertir una antigua finca vitícola, con limitaciones productivas y dificultades de mecanización, hacia un sistema de olivicultura tecnificada busca garantizar el aprovechamiento racional de los recursos disponibles, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (WCED, 1987).

Asimismo, se prioriza la adopción de prácticas agrarias compatibles con la producción ecológica, como la gestión integrada del suelo mediante cubiertas vegetales o el control biológico de plagas, aspectos recogidos detalladamente en el Anexo N°4. Esta orientación no solo responde a exigencias normativas, sino a un compromiso ético explícito con la salud de los consumidores, la protección del medio ambiente y el bienestar animal.

En segundo lugar, el proyecto promueve la equidad en el acceso a la actividad agraria,

facilitando la incorporación de una joven agricultora como promotora de la inversión. Este factor tiene más relevancia en un contexto marcado por el envejecimiento del sector primario y las dificultades de acceso para nuevos profesionales. En este sentido, la iniciativa contribuye al cumplimiento de lo establecido en la Ley 19/1995 de Modernización de las Explotaciones Agrarias y en la normativa de ayudas a la primera instalación de jóvenes agricultores de Castilla-La Mancha (DOCM, 2022).

Por último, cabe destacar la responsabilidad social asumida por la promotora en el diseño de un proyecto con vocación de permanencia, capacidad de generación de empleo y coherencia con el entorno agrario y natural en el que se inserta. Esta actitud ética se traduce en decisiones técnicas conscientes, como la selección de variedades adaptadas, la optimización de la huella hídrica y energética, o la integración paisajística de la plantación.

3. ASPECTOS ECONÓMICOS

Desde la perspectiva económica, el proyecto de implantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo se configura como una inversión racional orientada a maximizar la eficiencia productiva y garantizar la sostenibilidad económica de la explotación familiar en el medio y largo plazo. El análisis económico-financiero desarrollado en el Anexo N°8 ha permitido establecer con rigor los costes de inversión inicial, los gastos anuales de explotación y los ingresos esperados, con resultados que avalan su viabilidad en términos de rentabilidad y recuperación del capital.

La transición desde un modelo vitícola de baja rentabilidad hacia un sistema de olivicultura en seto mecanizable representa una gran mejora en la estructura de costes, al permitir economías de escala, reducción de la dependencia de mano de obra y mejora de la eficiencia hídrica y energética. La implementación de tecnologías de fertirrigación y sensores de humedad, detalladas en los Anexos N°4 y N°5, redundan en una mayor precisión en la gestión de los insumos y, por tanto, en un ahorro operativo que mejora la cuenta de resultados de la explotación.

Asimismo, el proyecto ha sido concebido para ser compatible con los requisitos de las ayudas públicas a la modernización de explotaciones agrarias y a la incorporación de jóvenes agricultores, lo que contribuye a mitigar el riesgo financiero inicial y favorece la

solvencia del plan de inversión. Estas subvenciones, contempladas en la programación de la Política Agraria Común (PAC) y gestionadas por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, permiten reducir la carga financiera durante la fase no productiva del cultivo, estimada en los primeros 3 años.

En cuanto al análisis de rentabilidad, los indicadores económicos calculados muestran un Valor Actual Neto (VAN) positivo, una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al tipo de actualización considerado, y un período de recuperación del capital inferior a 10 años. Estos resultados confirman la conveniencia económica del proyecto y su alineación con los principios de racionalidad y eficiencia en la gestión de los recursos disponibles.

Cabe destacar que, más allá del beneficio privado, el proyecto puede generar externalidades económicas positivas en su entorno rural inmediato, al dinamizar la demanda de servicios técnicos, viveros, empresas de riego y maquinaria agrícola. También puede tener un efecto en otras explotaciones cercanas interesadas en replicar modelos productivos más tecnificados y sostenibles, contribuyendo así a la revitalización del tejido agrario local.

4. ASPECTOS SOCIALES

El impacto social del proyecto trasciende la mejora de la eficiencia agronómica o económica de una explotación concreta, situándose en el marco más amplio de las políticas de desarrollo rural y cohesión territorial. Uno de los pilares fundamentales del proyecto es precisamente su contribución al relevo generacional en el campo, mediante la incorporación de una joven agricultora como titular de la explotación, en línea con los objetivos estratégicos definidos por la PAC y la Ley 19/1995 de modernización de explotaciones agrarias.

La iniciativa representa una respuesta directa al desafío demográfico que afecta a amplias zonas del medio rural español, especialmente en Castilla-La Mancha, donde la despoblación, el envejecimiento y la masculinización del sector agrario son fenómenos estructurales. Al facilitar el acceso de una mujer joven al emprendimiento agrícola, se contribuye a la diversificación social del sector primario y se favorece la consolidación de una nueva generación de agricultores tecnificados y comprometidos con la sostenibilidad.

El modelo productivo adoptado, basado en el cultivo en seto mecanizado, no elimina por completo la demanda de mano de obra, especialmente en tareas puntuales de mantenimiento, vigilancia, seguimiento técnico y operaciones de poda o recolección. Esta circunstancia permite mantener un cierto nivel de empleo en el entorno inmediato, con la posibilidad de incorporar trabajadores cualificados en prácticas sostenibles y uso de nuevas tecnologías agrarias.

Además, el proyecto puede tener un efecto multiplicador sobre la economía local mediante la contratación de servicios técnicos, suministro de insumos, maquinaria, transporte o asesoramiento agronómico, favoreciendo la creación y consolidación de empleos indirectos ligados al sector agroalimentario.

Desde una perspectiva más amplia, cabe destacar que el proyecto se plantea con una vocación de continuidad familiar, lo que garantiza el mantenimiento de la titularidad local y evita procesos de concentración agraria o abandono, frecuentes en otras zonas rurales. Esta continuidad en la gestión desde el ámbito familiar fortalece el arraigo en el territorio y refuerza el capital social de la comunidad.

5. ASPECTOS AMBIENTALES

El enfoque ambiental del proyecto ha sido muy relevante, dado que la sostenibilidad ecológica constituye un eje transversal de todas las decisiones agronómicas, de diseño e implantación adoptadas. La reconversión de una finca de viñedo en abandono hacia un sistema de olivar superintensivo ecológico, con gestión eficiente del agua y de los nutrientes, representa una oportunidad clara para restaurar la funcionalidad agroambiental del suelo, reducir el riesgo de erosión y fomentar la biodiversidad funcional del agrosistema.

En primer lugar, se ha optado por un sistema de producción ecológica, prescindiendo del uso de fitosanitarios y fertilizantes de síntesis. Tal como se recoge en el Anexo N°4, la fertilización se realiza mediante fertirrigación controlada con productos autorizados en agricultura ecológica, apoyada por análisis foliares periódicos para ajustar las dosis a las necesidades reales del cultivo. Esta estrategia contribuye a preservar la calidad del suelo y del agua, evitando procesos de salinización o contaminación difusa de acuíferos.

En cuanto al manejo del suelo, se ha implementado una cubierta vegetal con especies leguminosas adaptadas al medio, cuya función no se limita a la mejora estructural del horizonte superficial, sino que también aporta nitrógeno, aumenta la materia orgánica y reduce la escorrentía superficial. Esta medida, indicada en el Anexo N°3, resulta especialmente eficaz en las condiciones edafoclimáticas de la comarca, donde la pluviometría irregular y las pendientes moderadas exigen un manejo activo frente a la erosión.

Por otra parte, el sistema de riego por goteo, diseñado según criterios de eficiencia hidráulica (Anexo N°5), permite un uso racional del recurso hídrico, priorizando el ajuste a las dotaciones máximas establecidas por la Confederación Hidrográfica del Guadiana y la aplicación de estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC) durante las fases fenológicas menos sensibles del cultivo. Esta medida, además de reducir el consumo de agua, mejora la calidad del aceite y minimiza el estrés hídrico en la planta, con menor impacto sobre el equilibrio hídrico regional.

En relación con la biodiversidad, el proyecto respeta las zonas de vegetación espontánea existentes en bordes de parcela y lindes, lo que permite el mantenimiento de corredores ecológicos funcionales. Además, el uso de cubiertas y la ausencia de herbicidas favorecen la presencia de polinizadores, insectos auxiliares y microfauna beneficiosa para el control biológico de plagas.

Por último, la planificación del uso de maquinaria contempla la optimización de labores mediante tractores y aperos eficientes, reduciendo el consumo de combustible y, por tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La localización del parque de maquinaria en una nave propia adyacente a la finca reduce desplazamientos innecesarios y contribuye a la eficiencia energética del conjunto de la explotación.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper 56). FAO, Roma.

DOCM (2022). Orden 109/2022, de 15 de junio, de la Consejería de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural, por la que se establecen las bases reguladoras de las ayudas a la incorporación de jóvenes agricultores y ganaderos en Castilla-La Mancha. Diario Oficial de Castilla-La Mancha.

Fereres, E., Goldhamer, D., & Parsons, L. (1981). Irrigation scheduling and management. California Department of Water Resources.

MAPA (2023). Estrategia nacional frente al reto demográfico. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España.

Orgaz, F., Villalobos, F. J., & Testi, L. (2017). Riego. En: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (Eds.), El cultivo del olivo (7ª ed., pp. 325-362). Mundi-Prensa, Madrid.

WCED (1987). Our Common Future. World Commission on Environment and Development (Informe Brundtland). Oxford University Press.



DOCUMENTO II

PLANOS

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

Autora: Paula Valencia Villaescusa

Curso 2024/2025

CONTENIDO

1. UBICACIÓN PARCELAS
2. ORIENTACIONES PARCELAS Y MARCO DE PLANTACIÓN
3. DISTRIBUCIÓN RED DE TUBERÍAS Y ELEMENTOS DE RIEGO
4. DISTRIBUCIÓN RED DE TUBERÍAS PORTAGOTEROS



DOCUMENTO III

PLIEGO DE CONDICIONES

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

Autora: Paula Valencia Villaescusa

Curso 2024/2025

ÍNDICE

1. TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES	5
1.1. Objetivo del pliego.....	5
1.2. Documentación contractual del proyecto.....	5
1.3. Normativa de referencia.....	6
1.4. Emplazamiento y características generales de la finca	6
1.5. Agentes intervinientes.....	7
2. TÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	7
2.1. EPÍGRAFE I. Ejecución de Trabajos Agronómicos Previos	7
2.1.1. CAPÍTULO 1. Subsolado y mejora del suelo	7
2.1.2. CAPÍTULO 2. Aporte de enmienda orgánica y labores superficiales	8
2.1.3. CAPÍTULO 3. Encargo y recepción del material vegetal	8
2.1.4. CAPÍTULO 4. Replanteo, plantación y colocación de tutores/protectores	8
2.2. EPÍGRAFE II. Ejecución de las Instalaciones de Riego	9
2.2.1. CAPÍTULO 1. Cabezal de riego: filtrado, fertirrigación, bombeo.....	9
2.2.2. CAPÍTULO 2. Red hidráulica: tubería principal, secundaria, portaramales y portagoteros.....	9
2.2.3. CAPÍTULO 3. Elementos de control y seguridad: válvulas, ventosas, manómetros, caudalímetros.....	10
2.2.4. CAPÍTULO 4. Automatización del riego y sensores	11
2.2.5. CAPÍTULO 5. Pruebas de presión y puesta en marcha	11
2.2.6. CAPÍTULO 6. Obras e instalaciones complementarias	12
3. TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	12
3.1. EPÍGRAFE I. Obligaciones y derechos del contratista	12
3.2. EPÍGRAFE II. Prescripciones generales sobre materiales, maquinaria y personal	13

3.3.	EPÍGRAFE III. Control de calidad, seguimiento y certificación de obra	15
3.4.	EPÍGRAFE IV. Facultades de la dirección facultativa y libro de órdenes	16
4.	TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	17
4.1.	EPÍGRAFE I. Presupuesto base y precios unitarios	17
4.2.	EPÍGRAFE II. Forma de pago, certificaciones y penalizaciones	18
4.3.	EPÍGRAFE III. Precios contradictorios, modificaciones y liquidaciones	19
4.4.	EPÍGRAFE IV. Garantías, fianzas y seguros	20
5.	TÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	22
5.1.	EPÍGRAFE I. Seguridad y salud en el trabajo	22
5.2.	EPÍGRAFE II. Responsabilidad civil y daños a terceros	23
5.3.	EPÍGRAFE III. Rescisión del contrato y resolución de conflictos	24
	BIBLIOGRAFÍA	26

1. TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Objetivo del pliego

El presente pliego tiene como finalidad establecer las condiciones técnicas, administrativas y económicas que regirán la ejecución del proyecto de plantación de olivar superintensivo con riego por goteo en una superficie de 22,70 ha, ubicada en el término municipal de Almagro (Ciudad Real).

El pliego forma parte de la documentación del proyecto y servirá como base para la ejecución de los trabajos definidos, incluyendo la preparación del terreno, la plantación, la instalación del sistema de riego y el resto de actuaciones previstas.

Su contenido fija los criterios de calidad exigidos, las obligaciones del contratista y del promotor, y los aspectos relacionados con el control de obra, la recepción y las condiciones generales del contrato.

1.2. Documentación contractual del proyecto

Forman parte del contrato de obra, y servirán como base para la ejecución de los trabajos, los siguientes documentos, que se ordenan según su valor en caso de discrepancia:

- Memoria y anexos
- Planos
- Pliego de condiciones
- Mediciones y presupuesto
- Programación de ejecución

Las obras deberán ejecutarse conforme a lo establecido en esta documentación, así como a las instrucciones que, en su caso, dicte la Dirección Facultativa. En caso de contradicción entre documentos, prevalecerá el contenido literal sobre el gráfico, y las cotas sobre las mediciones a escala.

1.3. Normativa de referencia

Los trabajos descritos en este proyecto deberán ejecutarse conforme a la legislación vigente en materia agraria, ambiental y de ejecución de obras, aplicable en el ámbito del proyecto.

En particular, se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones:

- Normativa estatal y autonómica sobre ayudas a la incorporación de jóvenes agricultores.
- Legislación sobre sanidad vegetal y uso sostenible de productos fitosanitarios.
- Normas UNE e instrucciones técnicas sobre instalaciones de riego localizado.
- Reglamento de prevención de riesgos laborales en obras agrarias (Real Decreto 1627/1997).
- Cualquier otra disposición que resulte de aplicación por razón de la actividad, ubicación o características del proyecto.

En todo momento, la ejecución deberá ajustarse también a las buenas prácticas agronómicas y recomendaciones técnicas reconocidas en el cultivo del olivar en seto bajo condiciones de regadío.

1.4. Emplazamiento y características generales de la finca

El objetivo de actuación del presente proyecto se localiza en el término municipal de Almagro (Ciudad Real), en una finca de uso agrícola con una superficie de 22,70 ha, destinada a la implantación de un olivar en sistema superintensivo.

Se trata de una explotación de regadío que dispone de acceso a red hidráulica, aptitud agronómica adecuada y condiciones topográficas favorables para el cultivo mecanizado. El terreno presenta una ligera pendiente y suelos francos, con niveles de materia orgánica bajos, lo que justifica la mejora edáfica previa contemplada en el proyecto.

La zona cuenta con un clima mediterráneo continental, caracterizado por inviernos fríos y veranos secos y calurosos, siendo necesaria la dotación de un sistema de riego por goteo para garantizar la viabilidad y el rendimiento del cultivo.

1.5. Agentes intervinientes

En la ejecución del presente proyecto intervendrán los siguientes agentes:

- Promotor: Persona física beneficiaria de la ayuda a la incorporación de jóvenes agricultores, responsable de la financiación y puesta en marcha del proyecto.
- Dirección facultativa: Ingeniero agrónomo encargado de la redacción del proyecto, seguimiento técnico de las obras, resolución de incidencias y validación de las certificaciones.
- Contratista: Empresa o profesional seleccionado por el promotor para la ejecución de los trabajos definidos en el proyecto. Deberá disponer de medios técnicos y humanos suficientes, así como cumplir con la normativa vigente.

Todos los agentes deberán colaborar para asegurar la correcta ejecución del proyecto, el cumplimiento de plazos y la calidad de los trabajos realizados.

2. TÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

2.1. EPÍGRAFE I. Ejecución de Trabajos Agronómicos Previos

2.1.1. CAPÍTULO 1. Subsulado y mejora del suelo

Antes de la plantación, se llevará a cabo un subsulado profundo para descompactar el perfil del suelo y mejorar la infiltración y aireación. Esta labor se realizará con un subsolador de al menos cinco brazos, trabajando a una profundidad aproximada de 70 cm, salvo en las zonas donde se ubiquen tuberías principales, donde la profundidad se limitará a 30 cm.

Posteriormente, se aplicará enmienda orgánica de fondo, basada en humus de lombriz, en dosis adaptadas a los resultados del análisis de suelo, con el objetivo de elevar el contenido de materia orgánica hasta niveles óptimos (entre 1,5 % y 2,5 %).

El humus se distribuirá mediante remolque esparcidor, y se incorporará al terreno con un pase de cultivador. Este trabajo también permitirá nivelar la superficie y preparar la cama de siembra para el posterior replanteo y plantación.

Estas labores se ejecutarán preferentemente en otoño del año previo a la plantación, aprovechando la humedad del suelo tras las primeras lluvias y evitando las temperaturas extremas.

2.1.2. CAPÍTULO 2. Aporte de enmienda orgánica y labores superficiales

Tras el subsolado, se procederá a la aplicación de enmienda orgánica sólida, con el objetivo de mejorar la estructura del suelo y aumentar el contenido de materia orgánica. Se empleará humus de lombriz, distribuido uniformemente mediante remolque esparcidor, a razón de la dosis recomendada según los análisis de suelo (aproximadamente 3000-5000 kg/ha).

Una vez aplicado, se realizará un pase de cultivador de dientes para su incorporación al horizonte superficial del suelo (15-20 cm) y para dejar la superficie nivelada y mullida, apta para el replanteo.

Estas labores se completarán con un segundo pase de cultivador justo antes de la plantación, para asegurar que el terreno esté adecuadamente afinado y sin costras superficiales.

2.1.3. CAPÍTULO 3. Encargo y recepción del material vegetal

El material vegetal empleado será planta certificada de olivo variedad Lecciana, con sistema radicular bien desarrollado, un solo eje recto y altura aproximada de 1 metro. Los plantones deberán estar libres de enfermedades y cumplir las exigencias morfológicas descritas en el proyecto.

El encargo al vivero se deberá realizar con al menos un año de antelación, con un margen adicional del 10 % respecto al número total de plantas, para cubrir posibles marras.

La recepción de los plantones se hará en la propia finca, 48 horas antes de la plantación, y se almacenarán en condiciones de humedad y sombra hasta su uso, evitando desecación o estrés térmico.

2.1.4. CAPÍTULO 4. Replanteo, plantación y colocación de tutores/protectores

El replanteo se realizará mediante sistema de autoguiado con señal RTK, siguiendo un marco de plantación de 4 x 1,5 m, adaptado a la topografía de la finca. Se dejará un

cabecero de al menos 6 m en los extremos para facilitar las maniobras del apero.

La plantación se llevará a cabo con plantadora mecánica suspendida, asegurando que las raíces queden bien asentadas y se realice un primer riego inmediato. Cada planta irá acompañada de un protector individual contra fauna y un tutor de fibra o madera para guiar el crecimiento vertical del eje principal.

2.2. EPÍGRAFE II. Ejecución de las Instalaciones de Riego

2.2.1. CAPÍTULO 1. Cabezal de riego: filtrado, fertirrigación, bombeo

El cabezal de riego constituye el punto de control central del sistema hidráulico. Se ubicará en una zona accesible y protegida, dimensionado para abastecer la totalidad de la finca con la presión y caudal adecuados.

El sistema incluirá:

- Filtro de anillas automático, con limpieza mediante contralavado hidráulico, adaptado al caudal máximo previsto. Este filtro garantizará la retención de sólidos en suspensión y protegerá la red de goteo.
- Sistema de fertirrigación, compuesto por un inyector venturi con válvula antirretorno y depósito auxiliar, o en su caso, una bomba dosificadora eléctrica, que permita la aplicación localizada y controlada de fertilizantes líquidos solubles. Este sistema se integrará con la automatización si procede.
- Grupo de bombeo, sólo si la finca no dispone de presión suficiente en la toma de agua. Se considerará una bomba centrífuga, acoplada a motor eléctrico trifásico o alternador, dimensionada según la curva hidráulica de la instalación. Incluirá protección contra marcha en seco, presostato y válvula de retención.

El cabezal irá equipado con manómetros de entrada y salida, válvulas de corte y un purgador manual. Estará instalado sobre bancada firme y dentro de una caseta prefabricada o construida in situ con ventilación adecuada.

2.2.2. CAPÍTULO 2. Red hidráulica: tubería principal, secundaria, portaramales y portagotos

La red de riego se distribuirá en tres niveles principales:

- Tubería principal: de PEAD o PVC PN 10-12, con diámetro calculado para garantizar un caudal uniforme a toda la instalación, teniendo en cuenta las pérdidas de carga y la topografía del terreno. Esta línea discurrirá desde el cabezal hasta los sectores de riego, enterrada a una profundidad mínima de 70 cm.
- Tuberías secundarias y terciarias: conectarán la línea principal con los portaramales. Se instalarán siguiendo la topografía del terreno, con válvulas de seccionamiento manual para facilitar el mantenimiento por sectores.
- Portaramales: tubos de PE de baja densidad dispuestos a lo largo de las calles del olivar, con conexión a los portagoteros mediante conectores tipo “start” con válvula.
- Portagoteros: tubería de goteo autocompensante, con goteros integrados a 40 cm de separación y caudal nominal de 2,2 L/h. Se colocarán dos líneas por fila de árboles, una a cada lado del eje de plantación, con una ligera pendiente para facilitar el drenaje.

Toda la red se dispondrá enterrada o superficial según el tramo, respetando radios de curvatura, uniones estancas y las instrucciones del fabricante. Las zanjas se compactarán tras la instalación.

2.2.3. CAPÍTULO 3. Elementos de control y seguridad: válvulas, ventosas, manómetros, caudalímetros

Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento hidráulico y prevenir daños por sobrepresión, aireación o mal funcionamiento, se instalarán los siguientes elementos auxiliares:

- Válvulas de compuerta o bola, de PVC o latón, colocadas en puntos estratégicos (entrada/salida del cabezal, sectores de riego, ramales principales) para permitir el corte de caudal en operaciones de mantenimiento o emergencia.
- Ventosas automáticas dobles efecto, ubicadas en los puntos altos del trazado de la red, especialmente en cambios de pendiente, para evacuar el aire durante el llenado y evitar cavitación en la descarga.
- Manómetros de glicerina, colocados en el cabezal y a lo largo de la red (inicio y fin de sectores), que permitan monitorizar las presiones de trabajo y detectar obstrucciones o pérdidas.

- Caudalímetro volumétrico o electromagnético, instalado tras el cabezal, que registre el consumo total de agua y permita el seguimiento agronómico y cumplimiento normativo en caso de ayudas o auditorías.

Estos elementos deberán estar alojados en arquetas registrables, bien niveladas y protegidas contra heladas, vandalismo y animales.

2.2.4. CAPÍTULO 4. Automatización del riego y sensores

Se contempla la posibilidad de instalar un sistema de automatización para el manejo del riego y la fertirrigación. Este incluirá:

- Programador de riego con control de válvulas eléctricas (24 V AC), compatible con sondas de humedad, y con capacidad para definir tiempos, frecuencia y duración por sectores.
- Módulo de fertirrigación integrado o independiente, capaz de gestionar la inyección de fertilizantes en función del caudal o tiempo, con alarmas de caudal mínimo/máximo.
- Sensores de humedad del suelo tipo capacitivo o tensiométrico, colocados en diferentes profundidades (0-30 y 30-60 cm) en zonas representativas de la finca, con conexión directa o inalámbrica al programador.

Este sistema permitirá adaptar el riego a las necesidades reales del cultivo, optimizando el uso del agua y fertilizantes, y reduciendo costes de operación.

2.2.5. CAPÍTULO 5. Pruebas de presión y puesta en marcha

Antes de la entrada en funcionamiento, se realizará una prueba de estanqueidad en toda la red, presurizando con agua hasta el 25 % por encima de la presión de trabajo. Se verificará la ausencia de fugas, deformaciones o pérdidas de carga anómalas.

La prueba incluirá:

- Control visual de todas las uniones.
- Comprobación del correcto funcionamiento de ventosas, válvulas y filtros.
- Medición de caudal real y presión residual en cada sector.

Una vez verificado, se llevará a cabo la puesta en marcha del sistema, ajustando los

tiempos de riego y fertirrigación, y activando los sensores si están instalados. Se entregará al promotor un parte de pruebas y manual básico de funcionamiento.

2.2.6. CAPÍTULO 6. Obras e instalaciones complementarias

Para la correcta ejecución del sistema, se realizarán las siguientes obras auxiliares:

- Zanjas de instalación, con profundidad y anchura adecuada según el tipo de tubería, con relleno y compactación manual o mecánica, y señalización si se dejan superficiales.
- Canalizaciones eléctricas y conexiones, necesarias para la alimentación del programador y elementos eléctricos, cumpliendo con la normativa de baja tensión.
- Cartelería y elementos de señalización, si se requiere por normativa de ayudas o por seguridad de operación.

3. TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

3.1. EPÍGRAFE I. Obligaciones y derechos del contratista

El contratista seleccionado para la ejecución de las obras previstas en este proyecto deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Ejecutar los trabajos de acuerdo con los documentos del proyecto y las instrucciones de la Dirección Facultativa, respetando los plazos establecidos y con la calidad exigida.
- Aportar los medios humanos, técnicos y materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluidos los equipos de seguridad y protección, tanto para el personal como para la maquinaria empleada.
- Cumplir con la normativa vigente en materia laboral, de prevención de riesgos laborales, medioambiental y cualquier otra que resulte de aplicación durante la ejecución de la obra.

- Comunicar con antelación a la Dirección Facultativa la fecha de inicio de los trabajos, así como cualquier incidencia relevante que afecte al desarrollo de los mismos.
- Mantener las zonas de trabajo en condiciones adecuadas de limpieza y orden, retirando residuos y materiales sobrantes al finalizar cada fase.
- Aceptar y respetar el contenido del Libro de Órdenes, en el que quedarán reflejadas todas las indicaciones del director de obra que deberán cumplirse obligatoriamente.

El contratista tendrá derecho a:

- Recibir por parte del promotor las certificaciones parciales y/o finales que reflejen fielmente los trabajos realizados.
- Proponer, si fuera necesario, mejoras o ajustes técnicos, siempre que cuenten con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa.
- Obtener, una vez recepcionada la obra y transcurrido el plazo de garantía, la devolución de la fianza o retenciones correspondientes.

3.2. EPÍGRAFE II. Prescripciones generales sobre materiales, maquinaria y personal

Materiales

Todos los materiales que se empleen en la ejecución del presente proyecto deberán cumplir con las especificaciones técnicas indicadas en los documentos del proyecto, así como con la normativa vigente en materia de calidad y marcado:

- Se exigirá marcado CE para todos aquellos productos que estén sujetos a esta obligación, de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011, que establece condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
- Los tubos, accesorios y goteros deberán cumplir las normas UNE correspondientes:
 - o UNE 53394 para tubería de polietileno de baja densidad.
 - o UNE 14816 para goteros integrados autocompensantes.
 - o UNE 681 y similares para juntas elásticas.
- No se permitirá el uso de materiales usados, defectuosos o que no estén aprobados por la Dirección Facultativa.

- El contratista deberá presentar, si así se solicita, las fichas técnicas y certificados de calidad de cada componente, y en su caso, muestras representativas para su validación previa al uso.

Maquinaria

La maquinaria empleada para la ejecución de las labores agrícolas y de instalación deberá estar en correcto estado de funcionamiento, disponer de las revisiones técnicas vigentes (ITV agrícola, si corresponde), y cumplir con la legislación en materia de seguridad:

- Deberá respetarse lo establecido en el Real Decreto 1215/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.
- Todos los equipos deberán contar con los resguardos y protecciones necesarios para evitar accidentes por atrapamiento, vuelco o proyección de partículas.
- Se utilizarán aperos específicos para labores en olivar superintensivo (plantadora, cultivador, subsolador, remolque esparcidor...), y para instalación de riego (retroexcavadora, soldadora de PEAD, etc.), evitando el uso de maquinaria inadecuada que pueda dañar la estructura del suelo o el material vegetal.

Personal

El personal encargado de la ejecución de las obras deberá estar cualificado y conocer las labores a desempeñar. El contratista será responsable del cumplimiento de la normativa en materia laboral y de prevención:

- Se aplicará lo dispuesto en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y su desarrollo en el Real Decreto 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad en obras de construcción.
- Todo el personal deberá estar dado de alta en la Seguridad Social y disponer de la formación específica en prevención de riesgos laborales, así como de los EPI (equipos de protección individual) correspondientes: calzado de seguridad, chaleco reflectante, casco, guantes, protección auditiva o visual si corresponde, etc.
- Se garantizará la correcta señalización y delimitación de las zonas de trabajo, especialmente durante las labores de excavación, manipulación de fertilizantes o uso de maquinaria pesada.

3.3. EPÍGRAFE III. Control de calidad, seguimiento y certificación de obra

El control de calidad durante la ejecución del presente proyecto se ajustará a las directrices marcadas por la Dirección Facultativa, quien será responsable de verificar que los trabajos se desarrollan conforme a lo previsto en el proyecto técnico y a la normativa vigente.

Seguimiento técnico

El seguimiento se llevará a cabo mediante visitas periódicas a la finca, con objetivo de:

- Verificar la correcta ejecución de las labores agronómicas previas (subsolado, aplicación de enmienda, preparación del terreno).
- Supervisar la plantación, controlando la correcta distribución del marco, la calidad del material vegetal y su correcta disposición (profundidad, verticalidad, aporcado, colocación de protectores y tutores).
- Comprobar la instalación de la red de riego, especialmente las tuberías secundarias y terciarias, su correcta disposición en zanja, la conexión de los portaramales, el montaje de los portagotos, y el cierre adecuado de zanjas mediante compactación del terreno.

Dado que tanto las casetas de riego como las arquetas de registro ya se encuentran ejecutadas, no se incluye en este proyecto ninguna obra de construcción, limitándose las actuaciones hidráulicas a la instalación de tuberías, válvulas y accesorios, así como a la realización de las pruebas de funcionamiento.

Todas las observaciones, instrucciones y correcciones que la Dirección Facultativa estime oportunas quedarán reflejadas en el Libro de Órdenes, que deberá estar disponible en la finca desde el inicio de los trabajos.

Control de calidad de materiales

El contratista deberá garantizar que los materiales suministrados cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto y las normas UNE de aplicación. En caso de duda, la Dirección Facultativa podrá exigir:

- Presentación de fichas técnicas y certificados de calidad.
- Realización de ensayos puntuales o pruebas de funcionamiento.

No se admitirán materiales dañados, defectuosos o que no estén debidamente identificados.

Certificación de obra

La certificación de los trabajos se realizará en función de las mediciones reales ejecutadas, ajustadas a las unidades del proyecto, y emitidas por la Dirección Facultativa, quien dará conformidad a cada fase terminada.

Las certificaciones podrán emitirse por fases (plantación, riego, pruebas), y siempre que el avance de obra lo justifique. La certificación final se emitirá una vez terminados todos los trabajos y tras haber superado las pruebas de presión y funcionamiento del sistema de riego, y la recepción conforme de la plantación.

3.4. EPÍGRAFE IV. Facultades de la dirección facultativa y libro de órdenes

La Dirección Facultativa, representada por el ingeniero agrónomo redactor del proyecto o técnico designado por el promotor, asumirá las funciones de supervisión, control y validación de todas las fases de la ejecución, conforme a lo establecido en la normativa aplicable y en este Pliego de Condiciones.

Entre sus funciones principales se encuentran:

- Autorizar el inicio de los trabajos, una vez verificado que el contratista dispone de los medios materiales y humanos adecuados, así como del conocimiento del contenido del proyecto.
- Supervisar la ejecución de las labores agrícolas y la instalación del sistema de riego, verificando su conformidad con los planos, mediciones y especificaciones técnicas recogidas en la documentación del proyecto.
- Emitir órdenes de obra, que serán de obligado cumplimiento por parte del contratista. Dichas órdenes quedarán reflejadas en el Libro de Órdenes y Asistencias, conforme al Real Decreto 1627/1997, que regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Validar los materiales y componentes suministrados, pudiendo rechazar aquellos que no cumplan con los requisitos de calidad establecidos.

- Aprobar las certificaciones parciales y finales, basadas en las mediciones ejecutadas y conforme al ritmo de avance de los trabajos.
- Informar al promotor de cualquier desviación o incumplimiento que pudiera afectar a la calidad, seguridad o funcionalidad del proyecto.
- En caso de necesidad, podrá proponer modificaciones menores sobre la marcha de las obras, siempre que no alteren la finalidad del proyecto ni sus parámetros básicos, informando de ello al promotor.

La Dirección Facultativa tendrá en todo momento libre acceso a la finca durante la ejecución del proyecto, y podrá requerir la paralización de los trabajos si detecta deficiencias graves o riesgos inminentes para las personas, los cultivos o las infraestructuras.

4. TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

4.1. EPÍGRAFE I. Presupuesto base y precios unitarios

El presupuesto base del presente proyecto asciende a un total de 511 521,42 € (IVA incluido), desglosado según las partidas contempladas en el Documento IV de Mediciones y Presupuesto. Este importe corresponde a la ejecución completa de los trabajos definidos en la memoria técnica, planos y anexos del proyecto, y ha sido calculado con base en precios de mercado actualizados y contrastados en obras similares en el ámbito regional.

A efectos contractuales, se consideran como precios unitarios aquellos expresados en euros por unidad de medida (€/ha, €/L, €/ud, €/h, etc.), tal y como se recoge en la columna correspondiente del cuadro de precios del presupuesto. Estos precios son de aplicación directa en la medición y certificación de las unidades de obra realmente ejecutadas, constituyendo la base para la emisión de certificaciones y liquidaciones.

Los precios unitarios incluyen, salvo mención expresa en contrario, el suministro de materiales, transporte hasta la finca, carga y descarga, instalación, uso de maquinaria,

mano de obra, medios auxiliares, medidas de seguridad, gestión de residuos, beneficio industrial y gastos generales. Asimismo, incorporan cualquier coste derivado de la correcta ejecución y funcionalidad de cada unidad, conforme a las especificaciones del pliego y a la normativa vigente.

Para cada unidad de obra, los precios se han definido atendiendo a criterios de racionalidad técnica, economía de medios y adecuación al contexto local de ejecución. Se ha tenido en cuenta el marco de plantación propuesto, el tipo de material vegetal (planta certificada de olivo variedad Lecciana), las labores agronómicas previas necesarias, la complejidad de la instalación hidráulica (riego por goteo con fertirrigación y control por sensores) y las condiciones topográficas de la parcela.

La relación completa de partidas, unidades, precios unitarios e importes parciales se detalla en el Documento IV, con indicación del subtotal por capítulos, la aplicación del IVA correspondiente y el presupuesto total del proyecto.

En caso de modificación del alcance de los trabajos durante la ejecución (introducción de partidas no previstas, variación de rendimientos, ajustes de diseño, etc.), los precios unitarios servirán de referencia para valorar las desviaciones, siempre que las nuevas unidades sean técnicamente equivalentes a las inicialmente previstas.

4.2. EPÍGRAFE II. Forma de pago, certificaciones y penalizaciones

La forma de pago para la ejecución de los trabajos definidos en el presente proyecto se establecerá mediante certificaciones mensuales, conforme al avance real de las unidades de obra ejecutadas, verificadas y aprobadas por la dirección facultativa. Estas certificaciones se emitirán siguiendo el sistema de medición recogido en el Documento IV y conforme a los precios unitarios definidos en el presupuesto base.

Cada certificación parcial deberá estar debidamente justificada mediante actas de replanteo y partes de trabajo firmados por ambas partes. El abono de los importes certificados se efectuará dentro de los 30 días siguientes a la aprobación de cada certificación, en función de la disponibilidad presupuestaria del promotor y condicionado a la correcta ejecución de los trabajos y al cumplimiento de los plazos establecidos.

Se establece una certificación final al término de la obra, correspondiente al 5 % del importe total, que se hará efectiva una vez suscrito el acta de recepción favorable de las obras sin reservas, o bien, una vez subsanadas las incidencias detectadas en el acta de recepción provisional. En caso de que existan partidas sin ejecutar por causas justificadas, se procederá a su liquidación conforme a lo establecido en el EPÍGRAFE III. Precios contradictorios, modificaciones y liquidaciones del punto 4.3.

Como garantía del cumplimiento del calendario de ejecución, se aplicarán penalizaciones económicas en caso de incumplimiento injustificado de los plazos contractuales. En particular, se contempla una penalización del 0,5 % diario sobre el importe de la parte pendiente de ejecutar, hasta un máximo del 10 % del presupuesto adjudicado. La aplicación de esta penalización no exime al contratista de la obligación de finalizar los trabajos.

Asimismo, cualquier interrupción de los trabajos no justificada o la ejecución deficiente de unidades de obra que implique su demolición o repetición conllevará una penalización adicional del 3 % del valor de la unidad afectada, además del coste de su subsanación, que correrá a cargo del contratista.

Esta estructura de pagos y penalizaciones busca asegurar una ejecución técnica rigurosa, alineada con los objetivos de viabilidad financiera reflejados en el Anexo N°8 del presente TFM.

4.3. EPÍGRAFE III. Precios contradictorios, modificaciones y liquidaciones

Durante el desarrollo de las obras podrá ser necesaria la introducción de modificaciones técnicas justificadas respecto al proyecto inicialmente aprobado, bien por causas imprevistas durante la ejecución, por necesidades técnicas detectadas por la dirección facultativa, o como consecuencia de ajustes de diseño que redunden en una mejor adaptación de la plantación a las condiciones reales del terreno.

En tales casos, las nuevas unidades de obra que no estuvieran contempladas en el presupuesto original se valorarán mediante precios contradictorios, conforme a los siguientes criterios:

- En primer lugar, se tomará como referencia el precio unitario de partidas similares recogidas en el presupuesto base.
- En caso de no existir partida análoga, se calculará un nuevo precio contradictorio a partir de los costes directos de materiales, maquinaria y mano de obra, aplicando un coeficiente de gastos generales y beneficio industrial del 13 %, según lo establecido en el Documento IV.
- Si se tratase de unidades complejas o específicas (como sensores, válvulas automáticas, sistemas de control remoto, etc.), se podrá recurrir a ofertas justificadas de proveedores homologados, siempre con aprobación de la dirección de obra.

Las modificaciones deberán ser aprobadas por la propiedad y recogidas en una orden de cambio o acta complementaria firmada por ambas partes. Su ejecución no podrá iniciarse sin esta validación previa, salvo en casos de emergencia que afecten a la seguridad o funcionalidad del sistema, los cuales deberán ser comunicados y regularizados posteriormente.

Al término de los trabajos, se procederá a la liquidación final de las obras, tomando como base la medición real ejecutada y las posibles variaciones introducidas. La liquidación recogerá, con detalle, las diferencias entre las unidades previstas y las realmente ejecutadas, tanto en cantidad como en precio, ajustando el importe total del contrato.

Esta cláusula resulta de gran importancia en un proyecto agrícola donde la variabilidad de condiciones edafológicas, topográficas y climatológicas puede generar la necesidad de ajustes técnicos in situ. Así ha quedado recogido en el Anexo N°6, donde se prevén posibles modificaciones del trazado del riego o ajustes en las maniobras de plantación en función de la consolidación del terreno y de la logística del material vegetal.

4.4. EPÍGRAFE IV. Garantías, fianzas y seguros

Con objetivo de asegurar el correcto cumplimiento de las obligaciones contractuales derivadas del presente proyecto, así como la cobertura de eventuales responsabilidades derivadas de la ejecución, se establecen las siguientes condiciones en materia de garantías, fianzas y seguros:

a) Garantía provisional

Dado que la ejecución de este proyecto responde a una iniciativa privada no sujeta a contratación pública, no se exige garantía provisional previa al inicio de los trabajos. No obstante, se recomienda formalizar una carta de compromiso técnico por parte del contratista, aceptando las condiciones técnicas y económicas reflejadas en el proyecto.

b) Garantía definitiva

El adjudicatario de las obras deberá constituir una garantía definitiva equivalente al 5 % del importe total adjudicado (IVA excluido), antes del inicio de las obras. Esta garantía podrá formalizarse mediante depósito en metálico, aval bancario o contrato de seguro de caución, y tendrá vigencia hasta la recepción definitiva de las obras sin reservas.

Su devolución se realizará una vez transcurrido el período de garantía técnica, establecido en 12 meses desde la firma del acta de recepción provisional, y previa comprobación por parte de la dirección facultativa de que no existen defectos de ejecución ni vicios ocultos.

c) Fianzas por equipos sensibles

Dada la inclusión en el proyecto de elementos de alta tecnología (sensores de humedad, válvulas automáticas, programadores de fertirrigación, etc.), se podrá exigir una fianza específica por estos elementos en caso de subcontratación a terceros, por un valor equivalente al 100 % del coste de reposición de los equipos. Esta fianza podrá retenerse total o parcialmente en caso de mal funcionamiento derivado de una mala instalación.

d) Seguros obligatorios

El contratista deberá suscribir y mantener en vigor durante todo el período de ejecución un seguro de responsabilidad civil con cobertura mínima de 300 000 €, que cubra daños materiales, personales y medioambientales que pudieran producirse como consecuencia de su actividad. Asimismo, deberá disponer de seguro para su personal laboral conforme a la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre).

En el caso de que el contratista emplee maquinaria propia o subcontratada, se exigirá la acreditación de su seguro de circulación y de responsabilidad civil por maquinaria agrícola, así como de su correcto mantenimiento técnico.

5. TÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

5.1. EPÍGRAFE I. Seguridad y salud en el trabajo

Durante la ejecución de los trabajos descritos en el presente proyecto, se deberá cumplir con lo establecido en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, así como en su desarrollo reglamentario a través del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Dado que en este proyecto no se ejecutan obras de edificación ni estructuras permanentes, y las actuaciones se limitan a labores agrícolas (plantación, aplicación de enmiendas, instalación de tuberías y elementos de riego), no será obligatorio el nombramiento de un coordinador de seguridad y salud, siempre que no concurren varios contratistas o subcontratistas en la obra. No obstante, será responsabilidad del contratista aplicar y documentar las medidas de prevención adecuadas a cada fase de trabajo.

Las principales medidas a aplicar son:

- Disposición y uso obligatorio de Equipos de Protección Individual (EPI) por parte de todo el personal, incluyendo calzado de seguridad, guantes, gafas de protección, protección auditiva y chaleco reflectante, según el tipo de labor.
- Instalación de señalización temporal durante las fases de movimiento de maquinaria o apertura de zanjas, especialmente en zonas de paso o cruce de caminos internos.
- Formación y habilitación del personal en materia de prevención, especialmente en el manejo de maquinaria agrícola y herramientas de instalación hidráulica.
- Aseguramiento de la estabilidad de taludes y protección de bordes durante la apertura de zanjas para evitar derrumbes y caídas accidentales.
- Realización de las labores de plantación y tendido de tuberías respetando las condiciones meteorológicas de seguridad, evitando jornadas con fuertes vientos, lluvias intensas o temperaturas extremas.
- Prohibición expresa de realizar trabajos bajo condiciones inseguras, con equipos defectuosos, o sin la supervisión correspondiente.

Será responsabilidad del contratista velar por el cumplimiento de estas disposiciones,

así como disponer de la documentación preventiva correspondiente (evaluación de riesgos, instrucciones de seguridad, partes de entrega de EPIs, etc.), que podrá ser solicitada en cualquier momento por la Dirección Facultativa o la Administración competente.

5.2. EPÍGRAFE II. Responsabilidad civil y daños a terceros

El contratista será plenamente responsable de todos los daños materiales y personales que puedan ocasionarse como consecuencia directa o indirecta de los trabajos realizados, tanto a personas como a bienes ajenos a la obra.

Esta responsabilidad se extenderá a:

- Accidentes o lesiones causadas a terceros por el uso de maquinaria agrícola, herramientas, vehículos o durante la ejecución de maniobras de plantación, movimiento de tierras o instalación de elementos de riego.
- Daños a infraestructuras públicas o privadas colindantes (caminos, lindes, conducciones existentes, vallados, etc.).
- Afecciones ambientales derivadas de vertidos, emisiones o manejo incorrecto de residuos, fertilizantes o productos empleados en obra.

Para cubrir dicha responsabilidad, el contratista deberá disponer de un seguro de responsabilidad civil en vigor, con una cobertura mínima suficiente para responder de los posibles daños que pudieran producirse durante el desarrollo de los trabajos. La Dirección Facultativa podrá solicitar una copia del certificado de la póliza y su justificante de pago antes del inicio de las actuaciones.

Asimismo, cualquier daño causado sobre la propia finca del promotor (plantas, instalaciones existentes, caminos de acceso, estructuras ya construidas, etc.) deberá ser subsanado por el contratista, sin coste adicional, y en un plazo razonable, bajo indicaciones de la Dirección Facultativa.

La formalización de este seguro no exime al contratista de su responsabilidad directa, ni limita la obligación de reparar o indemnizar los perjuicios ocasionados.

5.3. EPÍGRAFE III. Rescisión del contrato y resolución de conflictos

La rescisión del contrato podrá tener lugar por cualquiera de las causas siguientes:

- Incumplimiento grave de las condiciones técnicas, de calidad o de seguridad establecidas en el proyecto y en el presente pliego.
- Retrasos injustificados en la ejecución de los trabajos, respecto al calendario aprobado, sin causa debidamente acreditada.
- Negativa a cumplir órdenes emitidas por la Dirección Facultativa.
- Falta de medios materiales o personales suficientes, que impidan el desarrollo normal de los trabajos.
- Desaparición, abandono o suspensión unilateral de los trabajos por parte del contratista, sin autorización expresa del promotor.

En caso de que concurra alguna de estas situaciones, el promotor, con el informe de la Dirección Facultativa, podrá rescindir el contrato y exigir la reparación de los daños y perjuicios ocasionados.

Resolución de conflictos

Cualquier discrepancia que pudiera surgir entre el promotor y el contratista durante la ejecución de los trabajos será resuelta, en primera instancia, por la Dirección Facultativa, mediante las anotaciones en el Libro de Órdenes y Asistencias o mediante informe técnico razonado.

Si no se alcanzara acuerdo, ambas partes se comprometen a intentar resolver el conflicto mediante negociación directa o mediación.

En última instancia, y si no se alcanzara una solución amistosa, las partes se someterán a los Juzgados y Tribunales de Ciudad Real, con renuncia expresa a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles.

Almagro, junio de 2025.

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'P' and 'V' with a horizontal line extending to the right.

Fdo: Paula Valencia Villaescusa

La graduada en Ingeniería Agronómica

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1995). Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1995. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-24292>

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1997a). Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo. BOE núm. 188, de 7 de agosto de 1997. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-17800>

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1997b). Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 256, de 25 de octubre de 1997. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-22942>

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2011). Reglamento (UE) nº 305/2011, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Diario Oficial de la Unión Europea L88/5. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0305>

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2020). Código Técnico de la Edificación (CTE). <https://www.codigotecnico.org/>

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2017). Real Decreto 55/2017, de 3 de febrero, por el que se regula la revisión de precios en los contratos del sector público. BOE núm. 29, de 3 de febrero de 2017. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-1038>

Asociación Española de Normalización (UNE). (2007). UNE 53394:2007. Tuberías de polietileno para riego localizado. UNE.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2009). UNE 14816:2009. Goteros integrados autocompensantes para riego localizado. UNE.

Asociación Española de Normalización (UNE). (varios años). UNE-EN 681. Juntas elastoméricas para canalizaciones. UNE.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA). (2020). Guía técnica del olivar en seto. Junta de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescayderosarrollorural/ifapa/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2006). Irrigation and Drainage Paper No. 61: Guidelines for irrigation design and management. <https://www.fao.org/3/y5692e/y5692e00.htm>

Fernández, J. E., & Cuevas, M. V. (Eds.). (2015). Fertirrigación: Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Mundi-Prensa.



DOCUMENTO IV

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Proyecto de plantación de 22,70 ha de olivar superintensivo con riego por goteo en Almagro (Ciudad Real) para la incorporación de jóvenes a la empresa agraria.

Autora: Paula Valencia Villaescusa

Curso 2024/2025

CONTENIDO

1. CUADRO DE PRECIOS 1.....	5
2. CUADRO DE PRECIOS 2.....	7
3. PRESUPUESTO Y MEDICIONES	11
4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	14

1. CUADRO DE PRECIOS 1

CAPÍTULO 01 PLANTACION

1.1.	ha	LABOR SUBSOLADO Pase de labor de subsolado con tractor de 210 CV y subsolador de 7 brazos, 3,5 m y rodillo de puas para desterronado a una profundidad de 0,60 m de altura.	18,63
		DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
1.2.	ha	LABOR CULTIVADOR Pase de labor de cultivador con tractor de 120 CV y cultivador de 37 brazos y 5,55 m de ancho a una profundidad máxima de 0,20 m.	13,02
		TRECE EUROS con DOS CÉNTIMOS	
1.3.	ha	MARQUEO Y PLANTACION Marqueo, apertura y plantación del plantón de olivo variedad "Lecciana" certificado, en formato bolsa para plantones, mediante el empleo de plantadora de una línea equipada con sistema de autoguiado por señal RTK. La labor incluye el marqueo previo con tecnología GNSS conforme a un marco de plantación de 4,00 x 1,50 m, correspondiente a una densidad media de 1666 plantas/ha. Comprende la apertura de hoyos, preparación y colocación manual del plantón, así como el tapado del mismo. Se contempla además el suministro y la colocación manual de protectores contra fauna cinegética por parte de los operarios de la plantadora. Los protectores consisten en tubos de polipropileno bicapa, estabilizados y con efecto invernadero, de 50 cm de altura y 11 cm de diámetro. Se incluye también el suministro y colocación de tutores de bambú de 1 m de altura y 15 mm de diámetro.	8.913,22
		OCHO MIL NOVECIENTOS TRECE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	
1.4.	ha	RULO Pase de labor de rulo con tractor de 120 CV y rulo de 3 m, disponible en la explotación.	238,03
		DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con TRES CÉNTIMOS	
1.5.		INSTALACIÓN SENSORES Suministro e instalación manual de sondas de humedad del suelo de 30 cm y 60 cm de profundidad, incluyendo su correcta disposición en campo para el monitoreo de la humedad del suelo. Se incluye también el suministro, montaje y configuración de estación meteorológica completa, así como del software necesario para la gestión, visualización y análisis de los datos recopilados por los sensores instalados y por la estación.	2.256,78
		DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
1.6.	ha	CUBIERTA VEGETAL Implantación de cubierta vegetal mediante la siembra de una mezcla de leguminosas, utilizando sembradora mecánica de 3,5 m de ancho de trabajo. La operación incluye el aporte de un saco de 25 kg de mezcla específica de leguminosas por hectárea, el consumo de gasoil agrícola necesario para el funcionamiento de tractor de 120 CV, y la intervención de un tractorista especializado.	172,60
		CIENTO SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
1.7.	ha	ENMIENDA ORGANICA Aplicación de enmienda orgánica mediante la distribución en campo de humus sólido, a razón de 52,20 t/ha. La operación se realiza con remolque esparcidor de estiércol de 9 t, acoplado a tractor de 120 CV, e incluye el consumo de gasoil necesario, así como la participación de un tractorista especializado.	43,11
		CUARENTA Y TRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS	

CAPÍTULO 02 RIEGO

SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

m21E02ES040	m3	EXCAVACIÓN ZANJA PARA RIEGO TERRENOS FLOJO C/MEDIOS MECÁNICOS Excavación en zanjas de riego, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	8,45
		OCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERIAS Y APARATOS DE RIEGO

m23U10APA020	m	TUBERÍA PVC Ø20mm 6atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 20 mm exterior y 6 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.	1,91
		UN EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
m23U10APA190	m	TUBERÍA PVC Ø50mm 10atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 50 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.	6,98
SEIS		EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
m23U10APA200	m	TUBERÍA PVC Ø63mm 10atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 63 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.	9,74
		NUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
m23U10DP010	ud	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 2 ESTACIONES Suministro e instalación de programador electrónico de 2 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.	276,55
		DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
m23U10DP040	ud	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 8 ESTACIONES Suministro e instalación de programador electrónico de 8 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.	576,10
		QUINIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	
m23U10DE049	ud	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 4kW Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 4kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.	547,15
		QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
m23U10DE050	ud	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 22kW Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 22kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.	600,71
		SEISCIENTOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
m23U10DE020	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 1 1/2" 24 voltios (DN50) Suministro e instalación de electroválvula de 1 1/2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide de 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 5 - 18 m3/hora, incluso p.p. piezas de	140,02
		CIENTO CUARENTA EUROS con DOS CÉNTIMOS	
m23U10DE030	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 2" 24 voltios (DN63) Suministro e instalación de electroválvula de 2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 10 - 29 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.	199,13
		CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
m21U10DE040	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 4" 24 voltios (DN110) Suministro e instalación de electroválvula de 4" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 15. 100 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.	357,78
		TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
2.2.3	m	TUB PE-BD DN16mm GOTERO INTEGRADO 3L/H Suministro en instalación de tubería de polietileno de baja densidad para riego agrícola de 4atm, con goteros integrados autocompensantes de 3L/h - 2 ud por árbol separados a 0,75 m. Incluso pp de medios auxiliares y montaje	0,30
		CERO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
2.4		EQUIPO FERTIRRIEGO	3.065,27
		TRES MIL SESENTA Y CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 MAQUINARIA			
3.1.		TRACTOR 160 CV con autoguiado	100.000,00
		Tractor agrícola de 160 CV de potencia nominal, equipado con sistema de autoguiado por GNSS (RTK o SATCOR15), adecuado para labores mecanizadas de alta precisión, permite una mayor eficiencia operativa, reducción del solape y optimización de insumos.	
		CIENT MIL EUROS	
3.2.		CULTIVADOR CON INTERCEPA 3,55m	5.000,00
		Apero de cultivo de 3,55 m de anchura de trabajo, equipado con sistema intercepas hidráulico para el manejo mecánico del suelo entre líneas de cultivo y en la zona de proyección de copa, sin dañar el tronco de los árboles.	
		CINCO MIL EUROS	
3.3.		TRITURADORA DE MARTILLOS 3,5m	7.000,00
		Máquina trituradora de eje horizontal con martillos flotantes, de 3,5 m de ancho de labor, adecuada para la trituración de restos de poda, cubierta vegetal o malas hierbas, favoreciendo su incorporación al suelo y el mantenimiento del cubierto vegetal.	
		SIETE MIL EUROS	
3.4.		ATOMIZADOR HIDRÁULICO arrastrado 1000L 3,5m	7.800,00
		Atomizador hidráulico arrastrado con depósito de 1000 L de capacidad y 3,5 m de ancho de cobertura, diseñado para tratamientos fitosanitarios en cultivos leñosos. Equipado con bomba de presión, agitador, y ventilador de alto rendimiento que asegura una distribución uniforme del caldo sobre la vegetación.	
		SIETE MIL OCHOCIENTOS EUROS	

2. CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 PLANTACION			
1.1.	ha	LABOR SUBSOLADO	
		Pase de labor de subsolado con tractor de 210 CV y subsolador de 7 brazos, 3,5 m y rodillo de puas para desterronado a una profundidad de 0,60 m de altura.	
		Mano de obra.....	6,25
		Maquinaria	11,32
		Resto de obra y materiales.....	1,06
		TOTAL PARTIDA.....	18,63
1.2.	ha	LABOR CULTIVADOR	
		Pase de labor de cultivador con tractor de 120 CV y cultivador de 37 brazos y 5,55 m de ancho a una profundidad máxima de 0,20 m.	
		Mano de obra.....	6,53
		Maquinaria	5,75
		Resto de obra y materiales.....	0,74
		TOTAL PARTIDA.....	13,02
1.3.	ha	MARQUEO Y PLANTACION	
		Marqueo, apertura y plantación del plantón de olivo variedad "Lecciana" certificado, en formato bolsa para plantones, mediante el empleo de plantadora de una línea equipada con sistema de autoguiado por señal RTK. La labor incluye el marqueo previo con tecnología GNSS conforme a un marco de plantación de 4,00 x 1,50 m, correspondiente a una densidad media de 1666 plantas/ha. Comprende la apertura de hoyos, preparación y colocación manual del plantón, así como el tapado del mismo. Se contempla además el suministro y la colocación manual de protectores contra fauna cinegética por parte de los operarios de la plantadora. Los protectores consisten en tubos de polipropileno bicapa, estabilizados y con efecto invernadero, de 50 cm de altura y 11 cm de diámetro. Se incluye también el suministro y colocación de tutores de bambú de 1 m de altura y 15 mm de diámetro.	
		Mano de obra.....	100,02
		Maquinaria	578,76
		Resto de obra y materiales.....	8.234,44
		TOTAL PARTIDA.....	8.913,22

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
1.4.	ha	RULO Pase de labor de rulo con tractor de 120 CV y rulo de 3 m, disponible en la explotación.	
		Mano de obra.....	120,70
		Maquinaria.....	103,85
		Resto de obra y materiales.....	13,48
		TOTAL PARTIDA.....	238,03
1.5.		INSTALACIÓN SENSORES Suministro e instalación manual de sondas de humedad del suelo de 30 cm y 60 cm de profundidad, incluyendo su correcta disposición en campo para el monitoreo de la humedad del suelo. Se incluye también el suministro, montaje y configuración de estación meteorológica completa, así como del software necesario para la gestión, visualización y análisis de los datos recopilados por los sensores instalados y por la estación.	
		Mano de obra.....	447,04
		Resto de obra y materiales.....	1.809,74
		TOTAL PARTIDA.....	2.256,78
1.6.	ha	CUBIERTA VEGETAL Implantación de cubierta vegetal mediante la siembra de una mezcla de leguminosas, utilizando sembradora mecánica de 3,5 m de ancho de trabajo. La operación incluye el aporte de un saco de 25 kg de mezcla específica de leguminosas por hectárea, el consumo de gasoil agrícola necesario para el funcionamiento de tractor de 120 CV, y la intervención de un tractorista especializado.	
		Mano de obra.....	16,42
		Maquinaria.....	74,18
		Resto de obra y materiales.....	82,00
		TOTAL PARTIDA.....	172,60
1.7.	ha	ENMIENDA ORGANICA Aplicación de enmienda orgánica mediante la distribución en campo de humus sólido, a razón de 52,20 t/ha. La operación se realiza con remolque esparcidor de estiércol de 9 t, acoplado a tractor de 120 CV, e incluye el consumo de gasoil necesario, así como la participación de un tractorista especializado.	
		Mano de obra.....	7,81
		Maquinaria.....	11,98
		Resto de obra y materiales.....	23,32
		TOTAL PARTIDA.....	43,11
CAPÍTULO 02 RIEGO			
SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS			
m21E02ES040	m3	EXCAVACIÓN ZANJA PARA RIEGO TERRENOS FLOJO C/MEDIOS MECÁNICOS Excavación en zanjas de riego, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	
		Mano de obra.....	2,78
		Maquinaria.....	5,19
		Resto de obra y materiales.....	0,48
		TOTAL PARTIDA.....	8,45
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERIAS Y APARATOS DE RIEGO			
m23U10APA020	m	TUBERÍA PVC Ø20mm 6atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 20 mm exterior y 6 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.	
		Mano de obra.....	1,27
		Resto de obra y materiales.....	0,64
		TOTAL PARTIDA.....	1,91

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
m23U10APA190	m	TUBERÍA PVC Ø50mm 10atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 50 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.	
		Mano de obra.....	2,95
		Resto de obra y materiales.....	4,03
		TOTAL PARTIDA.....	6,98
m23U10APA200	m	TUBERÍA PVC Ø63mm 10atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 63 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.	
		Mano de obra.....	3,41
		Resto de obra y materiales.....	6,33
		TOTAL PARTIDA.....	9,74
m23U10DP010	ud	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 2 ESTACIONES Suministro e instalación de programador electrónico de 2 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.	
		Mano de obra.....	144,72
		Resto de obra y materiales.....	131,83
		TOTAL PARTIDA.....	276,55
m23U10DP040	ud	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 8 ESTACIONES Suministro e instalación de programador electrónico de 8 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.	
		Mano de obra.....	392,62
		Resto de obra y materiales.....	183,48
		TOTAL PARTIDA.....	576,10
m23U10DE049	ud	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 4kW Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 4kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.	
		Mano de obra.....	54,75
		Resto de obra y materiales.....	492,40
		TOTAL PARTIDA.....	547,15
m23U10DE050	ud	VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 22kW Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 22kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.	
		Mano de obra.....	105,28
		Resto de obra y materiales.....	495,43
		TOTAL PARTIDA.....	600,71
m23U10DE020	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 1 1/2" 24 voltios (DN50) Suministro e instalación de electroválvula de 1 1/2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide de 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 5 - 18 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.	
		Mano de obra.....	27,37
		Resto de obra y materiales.....	112,65
		TOTAL PARTIDA.....	140,02

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
m23U10DE030	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 2" 24 voltios (DN63) Suministro e instalación de electroválvula de 2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 10 - 29 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.	
		Mano de obra.....	44,22
		Resto de obra y materiales.....	154,91
		TOTAL PARTIDA.....	199,13
m21U10DE040	ud	ELECTROVÁLVULA Ø 4" 24 voltios (DN110) Suministro e instalación de electroválvula de 4" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 15. 100 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.	
		Mano de obra.....	49,74
		Resto de obra y materiales.....	308,04
		TOTAL PARTIDA.....	357,78
2.2.3	m	TUB PE-BD DN16mm GOTERO INTEGRADO 3L/H Suministro en instalación de tubería de polietileno de baja densidad para riego agrícola de 4atm, con goteros integrados autocompensantes de 3L/h - 2 ud por árbol separados a 0,75 m. Incluso pp de medios auxiliares y montaje	
		Mano de obra.....	0,09
		Resto de obra y materiales.....	0,21
		TOTAL PARTIDA.....	0,30
2.4		EQUIPO FERTIRRIEGO	
		Mano de obra.....	193,35
		Maquinaria.....	110,28
		Resto de obra y materiales.....	2.761,64
		TOTAL PARTIDA.....	3.065,27

CAPÍTULO 03 MAQUINARIA

3.1.		TRACTOR 160 CV con autoguiado Tractor agrícola de 160 CV de potencia nominal, equipado con sistema de autoguiado por GNSS (RTK o SATCOR15), adecuado para labores mecanizadas de alta precisión, permite una mayor eficiencia operativa, reducción del solape y optimización de insumos.	
		TOTAL PARTIDA.....	100.000,00
3.2.		CULTIVADOR CON INTERCEPA 3,55m Apero de cultivo de 3,55 m de anchura de trabajo, equipado con sistema intercepas hidráulico para el manejo mecánico del suelo entre líneas de cultivo y en la zona de proyección de copa, sin dañar el tronco de los árboles.	
		TOTAL PARTIDA.....	5.000,00
3.3.		TRITURADORA DE MARTILLOS 3,5m Máquina trituradora de eje horizontal con martillos flotantes, de 3,5 m de ancho de labor, adecuada para la trituración de restos de poda, cubierta vegetal o malas hierbas, favoreciendo su incorporación al suelo y el mantenimiento del cubierto vegetal.	
		TOTAL PARTIDA.....	7.000,00
3.4.		ATOMIZADOR HIDRÁULICO arrastrado 1000L 3,5m Atomizador hidráulico arrastrado con depósito de 1000 L de capacidad y 3,5 m de ancho de cobertura, diseñado para tratamientos fitosanitarios en cultivos leñosos. Equipado con bomba de presión, agitador, y ventilador de alto rendimiento que asegura una distribución uniforme del caldo sobre la vegetación.	
		TOTAL PARTIDA.....	7.800,00

3. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 PLANTACION									
1.1.	ha LABOR SUBSOLADO Pase de labor de subsolado con tractor de 210 CV y subsolador de 7 brazos, 3,5 m y rodillo de puas para desterronado a una profundidad de 0,60 m de altura.						22,70	18,63	422,90
1.2.	ha LABOR CULTIVADOR Pase de labor de cultivador con tractor de 120 CV y cultivador de 37 brazos y 5,55 m de ancho a una profundidad máxima de 0,20 m.						22,70	13,02	295,55
1.3.	ha MARQUEO Y PLANTACION Marqueo, apertura y plantación del plantón de olivo variedad "Lecciana" certificado, en formato bolsa para plantones, mediante el empleo de plantadora de una línea equipada con sistema de autoguiado por señal RTK. La labor incluye el marqueo previo con tecnología GNSS conforme a un marco de plantación de 4,00 x 1,50 m, correspondiente a una densidad media de 1666 plantas/ha. Comprende la apertura de hoyos, preparación y colocación manual del plantón, así como el tapado del mismo. Se contempla además el suministro y la colocación manual de protectores contra fauna cinegética por parte de los operarios de la plantadora. Los protectores consisten en tubos de polipropileno bica-pa, estabilizados y con efecto invernadero, de 50 cm de altura y 11 cm de diámetro. Se incluye también el suministro y colocación de tutores de bambú de 1 m de altura y 15 mm de diámetro.						20,77	8.913,22	185.127,58
1.4.	ha RULO Pase de labor de rulo con tractor de 120 CV y rulo de 3 m, disponible en la explotación.						20,77	238,03	4.943,88
1.5.	INSTALACIÓN SENSORES Suministro e instalación manual de sondas de humedad del suelo de 30 cm y 60 cm de profundidad, incluyendo su correcta disposición en campo para el monitoreo de la humedad del suelo. Se incluye también el suministro, montaje y configuración de estación meteorológica completa, así como del software necesario para la gestión, visualización y análisis de los datos recopilados por los sensores instalados y por la estación.						1,00	2.256,78	2.256,78
1.6.	ha CUBIERTA VEGETAL Implantación de cubierta vegetal mediante la siembra de una mezcla de leguminosas, utilizando sembradora mecánica de 3,5 m de ancho de trabajo. La operación incluye el aporte de un saco de 25 kg de mezcla específica de leguminosas por hectárea, el consumo de gasoil agrícola necesario para el funcionamiento de tractor de 120 CV, y la intervención de un tractorista especializado.						20,77	172,60	3.584,90
1.7.	ha ENMIENDA ORGANICA Aplicación de enmienda orgánica mediante la distribución en campo de humus sólido, a razón de 52,20 t/ha. La operación se realiza con remolque esparcidor de estiércol de 9 t, acoplado a tractor de 120 CV, e incluye el consumo de gasoil necesario, así como la participación de un tractorista especializado.						22,70	43,11	978,60
TOTAL CAPÍTULO 01 PLANTACION									197.610,19

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 RIEGO									
SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
m21E02ES040	m3 EXCAVACIÓN ZANJA PARA RIEGO TERRENOS FLOJO C/MEDIOS MECÁNICOS Excavación en zanjas de riego, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.						380,16	8,45	3.212,35
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS									3.212,35
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERIAS Y APARATOS DE RIEGO									
m23U10APA020	m TUBERÍA PVC Ø20mm 6atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 20 mm exterior y 6 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.						244,30	1,91	466,61
m23U10APA190	m TUBERÍA PVC Ø50mm 10atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 50 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.						439,65	6,98	3.068,76
m23U10APA200	m TUBERÍA PVC Ø63mm 10atm Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad de ø 63 mm exterior y 10 atmósferas de trabajo, incluso p.p. de piezas especiales. Tubería conforme a UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020.						2.095,45	9,74	20.409,68
m23U10DP010	ud PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 2 ESTACIONES Suministro e instalación de programador electrónico de 2 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.						1,00	276,55	276,55
m23U10DP040	ud PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 8 ESTACIONES Suministro e instalación de programador electrónico de 8 estaciones con arranque de grupo de bombeo, tiempo de riego de 0 a 99 minutos, con programa de seguridad de 10 minutos por estación, simultaneidad de 2 o más programas, batería con autonomía para 24 h., transformador interno de 220 a 24 voltios.						1,00	576,10	576,10
m23U10DE049	ud VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 4kW Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 4kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.						1,00	547,15	547,15
m23U10DE050	ud VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO 400V 22kW Suministro e instalación de dos unidades de variador de frecuencia trifásico de 400V y 22kW, incluyendo trabajos de montaje eléctrico por parte de un oficial de primera y apoyo de peón ordinario. Se contempla tanto la conexión y configuración del equipo como su integración en el sistema eléctrico existente.						1,00	600,71	600,71

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
m23U10DE020	ud ELECTROVÁLVULA Ø 1 1/2" 24 voltios (DN50) Suministro e instalación de electroválvula de 1 1/2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 5 - 18 m3/hora, incluso p.p. piezas de						4,00	140,02	560,08
m23U10DE030	ud ELECTROVÁLVULA Ø 2" 24 voltios (DN63) Suministro e instalación de electroválvula de 2" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 10 - 29 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.						3,00	199,13	597,39
m21U10DE040	ud ELECTROVÁLVULA Ø 4" 24 voltios (DN110) Suministro e instalación de electroválvula de 4" ø, en fibra de vidrio y nylon o delrin, solenoide 24 V, en C.A., apertura automática y manual, caudal regulable, juntas de neopreno, presión máxima de funcionamiento 10 kg/cm2 caudal 15. 100 m3/hora, incluso p.p. piezas de conexión.						11,00	357,78	3.935,58
2.2.3	m TUB PE-BD DN16mm GOTERO INTEGRADO 3L/H Suministro en instalación de tubería de polietileno de baja densidad para riego agrícola de 4atm, con goteros integrados autocompensantes de 3L/h - 2 ud por árbol separados a 0,75 m. Incluso pp de medios auxiliares y montaje						52.779,54	0,30	15.833,86
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERIAS Y APARATOS DE RIEGO									46.872,47
2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS						1,00	3.212,35	3.212,35
2.2	TUBERIAS Y APARATOS DE RIEGO						1,00	46.872,47	46.872,47
2.4	EQUIPO FERTIRRIEGO						1,00	3.065,27	3.065,27
TOTAL CAPÍTULO 02 RIEGO									53.150,09
CAPÍTULO 03 MAQUINARIA									
3.1.	TRACTOR 160 CV con autoguiado Tractor agrícola de 160 CV de potencia nominal, equipado con sistema de autoguiado por GNSS (RTK o SATCOR15), adecuado para labores mecanizadas de alta precisión, permite una mayor eficiencia operativa, reducción del solape y optimización de insumos.						1,00	100.000,00	100.000,00
3.2.	CULTIVADOR CON INTERCEPA 3,55m Apero de cultivo de 3,55 m de anchura de trabajo, equipado con sistema intercepas hidráulico para el manejo mecánico del suelo entre líneas de cultivo y en la zona de proyección de copa, sin dañar el tronco de los árboles.						1,00	5.000,00	5.000,00
3.3.	TRITURADORA DE MARTILLOS 3,5m Máquina trituradora de eje horizontal con martillos flotantes, de 3,5 m de ancho de labor, adecuada para la trituración de restos de poda, cubierta vegetal o malas hierbas, favoreciendo su incorporación al suelo y el mantenimiento del cubierto vegetal.						1,00	7.000,00	7.000,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.4.	ATOMIZADOR HIDRÁULICO arrastrado 1000L 3,5m Atomizador hidráulico arrastrado con depósito de 1000 L de capacidad y 3,5 m de ancho de cobertura, diseñado para tratamientos fitosanitarios en cultivos leñosos. Equipado con bomba de presión, agitador, y ventilador de alto rendimiento que asegura una distribución uniforme del caldo sobre la vegetación.								
							1,00	7.800,00	7.800,00
	TOTAL CAPÍTULO 03 MAQUINARIA.....								119.800,00
	TOTAL								370.560,28

4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	PLANTACION.....	197.610,19	53,33
02	RIEGO	53.150,09	14,34
03	MAQUINARIA.....	119.800,00	32,33
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	370.560,28	
	13,00 % Gastos generales.....	48.172,84	
	6,00 % Beneficio industrial.....	22.233,62	
	SUMA DE G.G. y B.I.	70.406,46	
	16,00 % I.V.A.	70.554,68	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	511.521,42	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	511.521,42	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS ONCE MIL QUINIENTOS VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

Almagro, junio de 2025.



Fdo: Paula Valencia Villaescusa

La graduada en Ingeniería Agronómica