



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

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

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA

***Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)***

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor/a: Martín García Lárez

Tutor/a: María Gómez del Campo García-Valcárcel

Cotutor/a: Carlos A. Gilarranz Casado

Junio de 2024

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 1. ESTUDIO DEL SECTOR DEL OLIVO

ANEJO 2. CONDICIONANTES DE LA ZONA. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO,
EDAFOLÓGICO Y ANÁLISIS DEL AGUA

ANEJO 3. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

ANEJO 4. RIEGO

ANEJO 5. PRÁCTICAS CULTURALES

ANEJO 6. MAQUINARIA

ANEJO 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

ANEJO 8. ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

DOCUMENTO N°2 PLANOS

PLANO N°1. SITUACIÓN

PLANO N°2. EMPLAZAMIENTO

PLANO N°3. CURVAS DE NIVEL

PLANO N°4. MARCO DE PLANTACIÓN

PLANO N° 5. SUBUNIDADES DE RIEGO

PLANO N° 6 RED DE DISTRIBUCIÓN

PLANO N° 7 CABEZAL FERTIRRIEGO

DOCUMENTO N°3. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N° 4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°1

MEMORIA

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PROYECTO	4
1.1.	Situación y emplazamiento	4
1.2.	Encargo del proyecto	4
1.3.	Superficie de la parcela	5
2.	MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES	5
2.1.	Motivación del Proyecto	5
2.2.	Finalidad del Proyecto	6
2.3.	Criterios de la propiedad	6
2.4.	Directrices del Promotor	7
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
3.1.	Antecedentes	7
3.2.	Condicionantes agroclimáticos de la zona	8
3.3.	Condicionantes externos	15
4.	ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	16
4.1.	Elección de la variedad	16
4.2.	Selección del material vegetal	18
4.3.	Densidad y marco de plantación	18
4.4.	Labores preparatorias a la plantación	19
4.4.2.1.	Necesidades de Materia Orgánica	21
4.5.	Instalación del sistema de riego	23
4.6.	Época de la plantación	24
4.7.	Realización de la plantación	24
4.8.	Riego de implantación	26
4.9.	Cuidados tras la plantación	26
5.	TÉCNICAS DE CULTIVO	27
5.1.	Manejo del suelo	27
5.2.	Podas	28
5.3.	Tratamientos fitosanitarios	30
6.	FERTILIZACIÓN	32

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

7.	RECOLECCION	36
7.1.	Índices de madurez	36
7.2.	Mecanización de recolección	36
8.	INSTALACIÓN DE RIEGO	37
8.1.	Diseño agronómico	37
8.2.	Diseño hidráulico	40
9.	MAQUINARIA	42
10.	EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO	43
11.	VIABILIDAD DEL PROYECTO	44
11.1.	Inversión inicial	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Temperaturas medias y extremas. Estación meteorológica de Montiel (2013-2023)	9
Tabla 2	Pluviometría y ETP. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	9
Tabla 3	Medias de humedad relativa. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	10
Tabla 4	Resumen de los resultados de los análisis de suelo de las Calicata 1 y 2	11
Tabla 5	Resultados de la analítica del agua tomada en el sondeo existente en la finca	14
Tabla 6	Características de las variedades: Picual, Hojiblanca, Arbequina y Lecciana	16
Tabla 7	Aporte de enmienda orgánica para una finca de olivar superintensivo en el Campo de Montiel hasta 30 cm de profundidad	21
Tabla 8	Cuadro de defensa fitosanitaria (plagas y enfermedades)	31
Tabla 9	Aportación de nutrientes a un olivar por cada 100kg de capacidad productiva	34
Tabla 10	Aportaciones de nitrógeno por el agua de riego	34
Tabla 11	Aportaciones de agua y cálculo de las dosis totales mensuales de nutrientes a aportar	35
Tabla 12	Calendario fertilización anual de la finca en proyecto en Ciudad Real	35
Tabla 13	Tiempo y frecuencia de riego	39
Tabla 14	Ingreso de la venta de producción	46
Tabla 15	Flujos de caja para 15 años	47

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1. Situación y emplazamiento

La finca se sitúa en los términos municipales de Montiel polígono 62, parcela 65 y Alhambra (Ciudad Real) polígono 53, parcelas 75 y 90, en el paraje “Calares de la Vega”. La superficie útil de las parcelas es aproximadamente de 6,7 hectáreas.

La parcela tiene una altitud media de 803 m y a continuación se detallan las coordenadas UTM que corresponden a los vértices de la parcela objeto del estudio situada en los términos municipales de Alhambra y de Montiel, Ciudad Real, España. Las coordenadas están en sistema UTM (Zona 30):

- Coordenada 1: 490655.49 m E, 4293535.83 m N
- Coordenada 2: 490758.93 m E, 4293541.26 m N
- Coordenada 3: 490671.60 m E, 4293353.05 m N
- Coordenada 4: 490797.76 m E, 4293327.38 m N
- Coordenada 5: 490761.46 m E, 4293328.09 m N
- Coordenada 6: 490942.15 m E, 4293288.93 m N
- Coordenada 7: 490744.39 m E, 4293064.56 m N
- Coordenada 8: 490925.11 m E, 4293044.38 m N

El acceso a la explotación se realiza a través de la carretera CM-3127 entre La Solana y Villanueva de los Infantes, desde donde tiene acceso a través de un camino, como se muestra en el Plano 1 adjunto en el Documento Nº 2 de este proyecto.

1.2. Encargo del proyecto

Se encarga el presente proyecto por parte del promotor Arturo Serrano Megía para el establecimiento de un olivar intensivo en regadío, abasteciendo el agua de uno de los pozos que posee la finca.

Tras los estudios elaborados se ha decidido por la implantación de un olivar de variedad Lecciana, dadas las consideraciones que se han realizado en este proyecto.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Desde un punto de vista económico se trata de conseguir un sistema productivo que permita conseguir una máxima producción con el fin de obtener un beneficio óptimo.

A este objetivo llegaremos consiguiendo una máxima producción, el mejor precio de venta de aceituna y una producción con máximo rendimiento y mínimo coste.

1.3. Superficie de la parcela

El proyecto redactado se pretende realizar en dos parcelas contiguas con una superficie de 2,38 ha de la parcela 53:90:1 del TM Alhambra, Ciudad Real y 4,67 ha de las parcelas 53:75:2 y la 62:65:1 respectivamente, sitas en el paraje “Calares de la Vega”. La superficie íntegra de la parcela se destina a la plantación del olivar proyectado, exceptuando una pequeña superficie destinada a una pequeña nave para maquinaria y aperos. Los sistemas de bombeo con sus depósitos de fertilizantes y cuadros eléctricos se albergan en una caseta ubicada en una parcela contigua más al norte de la finca donde hay un pozo que abastece la finca. Como se muestra en el Plano 2, Emplazamiento, adjunto en el Documento N° 2 de este proyecto.

2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES

2.1. Motivación del Proyecto

Se han estudiado los cultivos existentes en la zona, comprobándose que el más extendido es el olivar, en su variedad Cornicabra y Picual. Por los datos recogidos en la zona y tras estudiar nuevas variedades, se optará la variedad Lecciana con mayor tolerancia al frío, buena resistencia, entrada en producción precoz, variedad adaptada al olivar en seto. Esta variedad destaca por su alta productividad, tiene un mayor rendimiento y una menor vecería, por lo que, una vez expuesto estos extremos a la propiedad, se decide por una plantación de variedad Lecciana.

Para una mejor rentabilidad y tras el preinforme realizado, la propiedad decide realizar la instalación de riego por goteo, utilizando agua que viene del sondeo incluido en la sección B de la Confederación hidrográfica del Guadiana. Esta decisión se basa en el expediente de aguas privadas que la propiedad posee en la sección B del catálogo de la misma confederación, con un volumen asignado de 13,400 m³ anuales.

2.2. Finalidad del Proyecto

El objetivo de este proyecto es experimentar y probar el manejo y la rentabilidad del olivar superintensivo en una superficie de 6,7 hectáreas. El propietario busca obtener una mayor rentabilidad y, al mismo tiempo, producir un fruto de la máxima calidad para su posterior elaboración en aceite de oliva virgen extra.

La producción a un mínimo coste es el objetivo prioritario que se expone en este Proyecto.

La idea del promotor es evaluar el desempeño del sistema superintensivo en esta parcela, y si satisface sus expectativas y objetivos, considerar la posibilidad de expandir este modelo de cultivo a la totalidad de su explotación.

El olivar tiene una gran dependencia de la mano de obra, generalmente para su recolección y poda que hasta ahora no han estado muy mecanizadas, suponiendo entre ambas un coste superior al 80% de los costes. Con este proyecto se busca alcanzar producciones adecuadas y constantes de aceituna, aprovechando los recursos hídricos disponibles.

2.3. Criterios de la propiedad

Una vez expuestas a la propiedad los pormenores que son a considerar, ésta, nos fija una serie de criterios que incluimos dentro del estudio del proyecto que se redacta. Se destacan los siguientes criterios:

- Variedad de la plantación: Lecciana.
- Planta de olivo que se utilizará deberá estar certificada.
- Plantación para una mecanización óptima, tanto de laboreo como de recogida de la producción.
- Instalación de una red de riego con material garantizado de calidad.

En definitiva, el promotor desea que el proyecto tenga los equipos y productos de la máxima calidad y durabilidad, con el coste económico que esto supone a cambio de evitar problemas futuros que puedan ocasionar pérdidas aún mayores a estos costes extras.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

2.4. Directrices del Promotor

El promotor del proyecto ha establecido directrices claras para asegurar un alto rendimiento en la plantación de olivar, motivadas por la tendencia alcista del precio de la aceituna en los últimos años. La máxima mecanización de la explotación es una prioridad debido a la escasez de mano de obra y los elevados costos asociados. Estas directrices sugieren la implantación de una plantación de olivar en sistema superintensivo, utilizando una variedad de olivo que garantice frutos de calidad óptima y un rendimiento económico competitivo. La elección de la variedad Lecciana, con su alta productividad, resistencia y adaptación a la mecanización, cumple con las expectativas del promotor para alcanzar los objetivos propuestos.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Antecedentes

La parcela en cuestión se encuentra actualmente en barbecho. Durante los últimos años, no ha sido utilizada para cultivo agrícola activo. Sin embargo, se ha llevado a cabo un control periódico de las malas hierbas para evitar el crecimiento desmedido de vegetación.

La vegetación en la parcela se compone mayoritariamente de hierbas que han ido controlando con pases de cultivador durante estos años. Desde el mes de mayo, la hierba se encuentra seca debido a las condiciones climáticas de la región.

El terreno está relativamente limpio de vegetación.

Las parcelas circundantes pertenecientes al mismo propietario están también dedicadas al cultivo del olivar.

Actualmente se dispone de agua de un aprovechamiento inscrito en el catálogo de aguas privadas CH GUADIANA el cual consiste sucintamente en un sondeo de 80m de profundidad con un diámetro de 21 cm entubado en PVC situado en la parcela 53:90:1 TM Alhambra, Ciudad Real.

El sondeo se encuentra fuera de cualquier masa considerada en riesgo cualitativa o cuantitativamente. La explotación se encuentra fuera de los acuíferos sobreexplotados (23

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

y 24). El propósito de la propiedad es utilizar esta agua para realizar la correspondiente instalación de riego mediante la distribución de la misma a través de tuberías.

La maquinaria pesada, tractores, picadoras, desbrozadoras, vibradores etc. se encuentran situadas en una nave ya construida en la finca. La propiedad tiene en explotación otra finca en el término municipal de Almedina, de 45 ha con cultivo también de olivar que posee toda la maquinaria con destino a esta finalidad además de otras 22 ha de viñedo.

Para albergar el equipo de bombeo y fertiirrigación, existe ya una caseta ubicada en una parcela contigua más al norte de la finca donde hay uno de los pozos que abastece la explotación

3.2. Condicionantes agroclimáticos de la zona

Para realizar la plantación, se han realizado estudios previos de climatología que afecta a la zona y que condicionan o pueden condicionar la plantación a realizar.

Con los datos obtenidos de los estudios previos se elabora en el proyecto un informe de los condicionantes para la ejecución de la plantación.

3.2.1. Climatología

La temperatura media anual de la zona, según los datos obtenidos de la estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) es de 15,1 °C. siendo los meses de enero y febrero los más fríos con temperaturas medias mínimas entre 1,8 y 2,6 °C y las temperaturas medias máximas entre 34,0 y 39,8 °C en los meses de Julio y Agosto.

Las altas temperaturas alcanzadas en la zona, entre los meses de julio y agosto no limitan la productividad del olivo ni la producción del aceite.

Las heladas son los factores de mayores condicionantes para la plantación. Sobre todo, las heladas primaverales y otoñales, que pueden originar importantes daños en el cultivo, no son habituales en la zona, según los datos del estudio climatológico realizado en el Anejo 2: condicionantes de la zona, de este proyecto, por lo que no será un dato para considerar en la elaboración del proyecto.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 1 Temperaturas medias y extremas. Estación meteorológica de Montiel (2013-2023)

	TEMPERATURAS MEDIAS			TEMPERATURAS EXTEMAS			
	MEDIAS	MAXIMAS	MINIMAS	MAXIMAS		MINIMAS	
				°C	DIA	°	DIA
ENERO	6,7	20,7	1,8	23,7	29/01/2021	-5,9	18/01/2017
FEBRERO	8,0	13,9	2,6	23,6	03/02/2020	-5,7	17/02/2016
MARZO	10,3	16,3	4,6	28,6	30/03/2023	-3,9	03/03/2023
ABRIL	12,8	19,2	6,7	29,0	29/04/2014	-0,8	07/04/2013
MAYO	16,9	24,3	9,5	38,4	14/05/2015	2,3	16/05/2013
JUNIO	21,7	29,7	13,4	39,0	15/06/2022	4,6	01/06/2013
JULIO	25,3	34,0	16,7	41,0	25/07/2022	8,9	29/07/2013
AGOSTO	24,7	39,8	16,5	43,2	14/08/2021	11,3	30/08/2020
SEPTIEMBRE	20,5	27,8	14,2	38,7	06/09/2016	7,1	29/09/2020
OCTUBRE	16,0	23,0	10,0	30,4	21/10/2014	-4,0	31/10/2013
NOVIEMBRE	10,2	16,0	5,1	26,4	02/11/2020	-8,5	17/11/2013
DICIEMBRE	8,0	13,8	3,1	24,7	31/12/2021	-6,5	02/12/2013
ANUAL	15,1	23,2	8,7				

Elaboración propia. Fuente: SIAR

En cuanto a pluviometría, según se muestra en la Tabla 2, en nuestra área de estudio, la precipitación media es de 417,91 mm, por lo que se optará por plantar el olivo con un sistema de riego para satisfacer sus necesidades de agua.

Tabla 2 Pluviometría y ETP. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)	ETP mes
ENERO	36,83	34,69
FEBRERO	27,94	49,94
MARZO	55,38	80,86
ABRIL	57,56	108,49
MAYO	25,05	145,25
JUNIO	22,11	190,06
JULIO	1,99	234,54
AGOSTO	14,05	206,14
SEPTIEMBRE	27,16	133,96
OCTUBRE	38,15	87,13
NOVIEMBRE	49,57	42,61
DICIEMBRE	44,88	32,05
ANUAL	417,91	1350,88

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Los meses de Marzo y Abril suelen ser los más lluviosos. Mientras que los meses de verano (Junio, Julio y Agosto) son en los que el olivo sufre más estrés hídrico, debido a la escasez de lluvia y la elevada demanda atmosférica

En nuestra área de estudio, según lo indicado en la Tabla 3, la humedad relativa es baja. Sin embargo, esto puede ocasionar un déficit hídrico durante la etapa de maduración de los frutos, que puede derivar en una disminución en el tamaño de la aceituna e incluso puede provocar su caída. Para manejar adecuadamente este equilibrio entre humedad, transpiración y evapotranspiración, se propone la instalación de un sistema de riego, como se mencionó anteriormente.

Tabla 3 Medias de humedad relativa. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	Hr (%)
ENERO	77,3
FEBRERO	72,3
MARZO	66,3
ABRIL	64,2
MAYO	51,8
JUNIO	41,8
JULIO	31,9
AGOSTO	35,1
SEPTIEMBR E	50,4
OCTUBRE	59,1
NOVIEMBRE	75,4
DICIEMBRE	78,4
ANUAL	58,9

Elaboración propia. Fuente SIAR

Con la instalación del riego se han considerado todas aquellas prácticas agronómicas que se pueden realizar para mejorar la eficiencia del uso del agua. Considerando el sistema de regadío proyectado, se ha estudiado y se refleja en el apartado correspondiente, el marco de plantación, el sistema de manejo del suelo, mantenimiento de la cobertura vegetal y control de malas hierbas.

No existe ningún factor climatológico limitante que nos pueda condicionar la plantación del proyecto, ya que las heladas que son los factores de mayores condicionantes para la plantación, no son habituales en la zona, según los datos del estudio climatológico realizado en el Anejo 2, por lo que no será un dato para considerar en la elaboración del proyecto.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

3.2.2. Estudio edafológico

Dada la importancia del suelo en el buen rendimiento del olivar, se ha ejecutado un estudio del mismo, realizándose, dos calicatas tomando muestras a dos profundidades por cata:

- Una primera muestra a 40 cm, en la zona en la que se va a quedar el cepellón de la planta y, por tanto va a desarrollarse en los primeros meses.
- Una segunda muestra a 1 m, con el fin de conocer la composición del suelo en horizontes más profundos a los que llegará el sistema radicular una vez se extienda y profundice.

De esta forma hemos obtenido un informe del terreno que compone la finca en el que se reflejan las características físicas y químicas del mismo.

Tabla 4 Resumen de los resultados de los análisis de suelo de las Calicata 1 y 2

		Calicata 1		Calicata 2	
Suelo	Uds	C1 - A	C1 - B	C2 - A	C2 - B
CARACTERIZACION Y PROPIEDADES HÍDRICAS					
Arcilla	%p/p	16	21	31	38
Limo	%p/p	23	18	16	15
Arena	%p/p	61	61	53	47
Densidad aparente	g/cc	1,55	1,57	1,53	1,49
CC	%p/p	20,3	22,9	29,9	34,6
PMP	%p/p	10,6	13,4	19,2	23,1
Agua útil	%p/p	9,7	9,5	10,7	11,5
CONDICIONES DE HABITABILIDAD					
PH agua	U. pH	6,65	6,89	8,3	8,21
PH KCl	U. pH	5,75	6,13	7,49	7,44
Cond. Elect 25°C (1:25)	mS/cm	0,1	0,156	0,157	0,162
Nitrógeno Kjeldahl	%p/p	0,06	0,004	0,09	0,09
Mat Orgánica oxi	%p/p	1,28	1	1,5	1,51
FERTILIDAD DEL SUELO					
CIC efectiva	meq/100g	12	12	20	23
Saturación Na (PSI)	%	1	1	<1	<1
Fosforo Disponible	mg/kg	15	9	29	33
Potasio intercambiable	mg/kg	178	158	325	320
Calcio Intercambiable	mg/kg	1163	1417	3357	3998
Magnesio Intercambiable	mg/kg	143	79	85	116

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Los resultados indican que el suelo es apto para el cultivo, ya que no presenta toxicidad, no es sódico ni salino, es pobre en caliza y no muestra presencia de yeso. Sin embargo, se han detectado ciertas limitaciones que se intentarán mitigar mediante prácticas de manejo adecuadas.

En la Calicata 1, se ha identificado un suelo predominantemente arenoso, lo que favorece la infiltración y el drenaje rápido, pero limita la capacidad de retención de agua y nutrientes. Por ello, se recomienda la instalación de sistemas de riego por goteo para asegurar un suministro constante de agua y reducir el riesgo de estrés hídrico. Asimismo, se sugiere incorporar materia orgánica para mejorar la capacidad de retención de nutrientes y agua. La densidad aparente, tiene unos valores de 1,55 g/cm³ y 1,57 g/cm³ que están en el límite superior y muy ligeramente fuera del rango umbral de 1,4 – 1,55 g/cm³, lo que indica un riesgo de compactación, por lo que se procederá a una preparación adecuada del suelo, incluyendo la incorporación de estiércol y la realización de pases de subsolador y chisel antes de la plantación, con el fin de mejorar la estructura del suelo y reducir la compactación. La capacidad de campo (CC) es baja, lo que indica una limitada capacidad para retener agua, por lo que se incrementará la frecuencia del riego durante períodos secos.

En la Calicata 2, el suelo presenta una textura más arcillosa, lo que mejora la retención de agua y nutrientes, aunque podría conllevar un riesgo de drenaje insuficiente. Para mitigar este riesgo, se monitoreará el drenaje para evitar la saturación del suelo y se considerará la adición de materia orgánica para mejorar la estructura y promover una mejor aireación. La capacidad de campo es mayor, lo que sugiere una mejor retención de agua, pero también un posible riesgo de saturación, por lo que se debe asegurar un buen drenaje y ajustar el riego según las condiciones meteorológicas. El pH del suelo es elevado (8,3 y 8,21), lo que puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes; por ello, se recomienda la aplicación de enmiendas ácidas para reducir el pH y mejorar la disponibilidad de nutrientes.

A pesar de las diferencias observadas en los perfiles de suelo analizados a partir de las dos calicatas realizadas en la parcela, se considera que la calicata 1 es la más representativa del terreno, abarcando aproximadamente el 90% de la superficie total. Por otro lado, la calicata 2 fue realizada en una zona que representa menos del 10% de la

Martín García Lárez

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

parcela, pero fue incluida en el análisis con el objetivo de prever posibles complicaciones específicas en esa área particular.

Tras el análisis de las muestras correspondientes a ambas calicatas y su posterior estudio, se ha determinado que los resultados de la calicata 2 no presentan características que puedan comprometer el desarrollo del cultivo, y dada su reducida extensión dentro de la parcela, se concluye que no influirá significativamente en el rendimiento general de la plantación.

Por lo tanto, se ha decidido diseñar y llevar a cabo la planificación del olivar superintensivo considerando las características del suelo obtenidas en la calicata 1, que representa la mayor parte del terreno y es la muestra más adecuada para guiar el diseño y desarrollo de la plantación.

En ambos perfiles de suelo, los niveles de materia orgánica se encuentran en un rango medio-bajo, por lo que se ha decidido incorporar estiércol bien descompuesto. Esto mejorará la estructura del suelo, incrementará la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes, promoviendo un mejor crecimiento del olivo. En general, no se ha encontrado ningún parámetro que presente un riesgo significativo para el desarrollo del cultivo. No hay riesgo de toxicidad, ni una gran carencia de cualquier elemento, ni valores realmente preocupantes para el normal desarrollo del olivo en este suelo.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

3.2.3. Agua de riego

Según los datos obtenidos del análisis de la misma, el agua de la parcela es adecuada para el riego de olivos, pero con ciertas observaciones.

Tabla 5 Resultados de la analítica del agua tomada en el sondeo existente en la finca

DETERMINACION	MÉTODO	RESULTADOS (mg/l)	PESO EQUIVALENTE	meq/L
ph	SMWW 4500H	6,82		
Conductividad Eléctrica	EN 27888	2,4		mS/cm
Carbonatos	ISO 9963	0	30	0,00
Bicarbonatos	ISO 9963	368	61,02	6,03
Cloruros	Crom.Iónica	347	35,45	9,79
Sulfatos	Crom.Iónica	610	48,03	12,70
Nitratos	Crom.Iónica	34	62	0,55
Calcio	Crom.Iónica	379	20,04	18,91
Magnesio	Crom.Iónica	70,5	12,15	5,80
Potasio	Crom.Iónica	4,5	39,1	0,12

Elaboración propia. Fuente: Laboratorio CSR

El riesgo de salinidad es alto, lo que requiere una gestión cuidadosa del riego para evitar la acumulación excesiva de sales en el suelo y en los cultivos. La dureza del agua y la alta concentración de cloruros y sodio también demandan precauciones, como la implementación de estrategias de lavado de sales del suelo y mantenimiento del sistema de riego, por lo que se tendrá en cuenta si es realmente necesario acidificar el agua y se usara ácido nítrico para ello o utilizar abonos ácidos.

El problema de salinidad se abordará directamente mediante riegos de lavado, es decir, se procederá a lavar el suelo tras varios riegos, dejando el sistema de riego abierto durante un tiempo prolongado para permitir una infiltración profunda. Este procedimiento se suele realizar al inicio de la campaña, cuando el agua contiene menores niveles de salinidad, optimizando así la efectividad del lavado y reduciendo la acumulación de sales en las zonas críticas del perfil del suelo.

Por ello, a la hora de calcular las necesidades de riego en el Anejo 4, hay que tener en cuenta que se va a realizar un riego con agua salina y realizarán los cálculos pertinentes.

Además se implantará cubierta vegetal para mejorar la infiltración y el lavado del suelo, además, las hojas y restos acumulan sales, las cuales no precipitarán en el terreno.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

En general, aunque el agua es utilizable, se recomienda un monitoreo constante de la calidad del agua y del suelo, y una adaptación de las prácticas agrícolas para mitigar los riesgos asociados.

3.3. Condicionantes externos

3.3.1. Accesos y comunicaciones

La finca se encuentra a escasos 1700 metros de la carretera CM-3127 en el tramo entre Villanueva de los Infantes y La Solana, con fácil acceso desde la misma, por un camino de servicio que permite el paso de vehículos de pequeño y gran tonelaje.

3.3.1. Castilla-La Mancha como productora de aceite de Oliva

Castilla-La Mancha es la segunda región de España en superficie de olivar, con un total de 450.000 hectáreas en 2021. Ha experimentado un notable crecimiento en la producción de aceite de oliva en la última década. La provincia de Ciudad Real destaca como la que tiene mayor extensión de olivar en la Castilla-La Mancha.

Las variedades dominantes son Cornicabra, Picual aunque también hay algo de Manzanilla y Arbequina.

En Ciudad Real, el rendimiento en secano fue de 1.210 kg/ha y en regadío de 5.320 kg/ha en 2022.

La producción total de aceituna de almazara en Castilla-La Mancha en 2021 fue de 38.499 toneladas en secano y 210.020 toneladas en regadío.

3.3.2. Volatilidad de los precios del aceite de oliva

El aceite de oliva está muy afectado por la volatilidad de sus precios. Esta volatilidad, a veces injustificada, se pretende justificar en ocasiones por la incidencia de la climatología y en otras por factores comerciales. Las elevadas temperaturas de los últimos años, junto con la sequía de 2022, redujeron significativamente el rendimiento del olivo, lo que provocó un incremento en el precio del aceite.

Hay que tener en alta consideración esta volatilidad de los precios del aceite, aunque realmente, el agricultor, poco o nada puede hacer para incidir en la mejora de esta volatilidad y o la caída de precios, que, en ocasiones, han llegado a extremos que no cubren los costes de producción.

4. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Procedemos a explicar a continuación el sistema de plantación elegido, se define el marco y densidad para seleccionar la variedad a utilizar. Esta selección se realiza considerando los datos de los estudios realizados con anterioridad y una vez analizados todos los condicionantes que intervienen, como son el agua de riego, el suelo y la climatología.

4.1. Elección de la variedad

La aceituna y el aceite que produce el olivo están condicionadas en gran manera por las características genéticas de la variedad elegida. Además, estas características influyen en el porte de la planta, en la fecha de floración, maduración y la aptitud de la planta frente a la mecanización de la recolección.

Las características que se relacionan en la Tabla 1, se han obtenido de un estudio realizado de diferentes plantaciones. Puede ocurrir que estos datos no se cumplan en función, sobre todo, de la climatología que afecte a la plantación en los diferentes años.

El rango de puntuación va de 1 (poco favorable) a 5 (muy favorable).

Tabla 6 Características de las variedades: Picual, Hojiblanca, Arbequina y Lecciana

	PICUAL	HOJIBLANCA	ARBEQUINA	LECCIANA
Productividad	Alta (5)	Alta (5)	Alta (5)	Alta (5)
Entrada en producción	Precoz (5)	Media (3)	Precoz (5)	Precoz (5)
Floración	Media (3)	Media-tardía (2)	Media (3)	Precoz (3)
Maduración	Precoz (3)	Tardía (2)	Precoz (3)	Precoz (3)
Vecería	Baja (2)	Media (3)	Baja (2)	Media (3)
Rendimiento graso	Alto (5)	Bajo (2)	Medio (3)	Medio (3)
Calidad del aceite	Excelente (5)	Medio (3)	Excelente (5)	Excelente (5)
Estabilidad	Alta (5)	Media (3)	Baja (2)	Alta (5)
Recolección	Fácil (5)	Difícil (2)	Difícil (2)	Fácil (5)
Tolerancia al frío	Media (3)	Media (3)	Media (3)	Alta (4)
Tolerancia a la sequía	Alta (5)	Alta (5)	Media (3)	Alta (5)
Tolerancia a la salinidad	Alta (5)	Alta (5)	Media (3)	Alta (5)
Repilo	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Resistente (3)
Tuberculosis	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Resistente (3)
Verticilosis	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Resistente (4)
Mosca	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)
PUNTUACIÓN	59	46	47	63

Elaboración propia. Fuente: El Cultivo del Olivo

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Lecciana es la mejor variedad según la puntuación total, con 63 puntos

La variedad elegida está destinada a aceituna de almazara. Por sus características, se ha elegido la variedad Lecciana, ya que reúne las propiedades apropiadas para el destino que se pretende.

Características de la variedad Lecciana:

- Es una variedad que se adapta perfectamente a las condiciones del suelo disponible y clima existente en la zona.
- Es resistente a las heladas.
- De vigor medio y precoz en la entrada en producción.
- De alta productividad.
- Se adapta bien a la mecanización ya que la relación peso del fruto/fuerza de retención es inferior a la Arbequina.
- Su maduración es muy temprana.
- Buen rendimiento graso (16%) en peso fresco.
- Calidad del aceite excelente, con una gran personalidad con características sensoriales altamente frutadas.
- Su composición presenta el más alto contenido en ácido oleico, bajo contenido en ácido linoleico y medio en palmítico.
- El alto contenido en polifenoles le confiere una buena estabilidad y su gran personalidad, con atributos de amargor suave y picante medianamente intenso, con notas verdes a hierba y almendra.
- Funciona bien en suelos de fertilidad media o baja

Está en la denominación de origen Campo de Montiel. En la provincia de Ciudad Real, donde se ubica la finca, será de las plantaciones pioneras en esta variedad. Se adapta perfectamente a las características del terreno que disponemos y a la climatología de la zona, por lo que se considera la idónea para la plantación que nos ocupa.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

4.2. Selección del material vegetal

El material vegetal elegido lleva una etiqueta amarilla, que es un Pasaporte Fitosanitario de categoría CAC (Conformitas Agraria Communitatis) asegurándose la sanidad actual y futura de la plantación. Procederá de la multiplicación por estaquillas semiherbáceas enraizadas en mesas de nebulización en vivero con las garantías suficientes de emisión del certificado y donde se comprobará el buen enraizamiento de las estaquillas y correcto crecimiento en visitas diferentes realizadas antes de la adquisición.

4.3. Densidad y marco de plantación

Se ha proyectado una plantación considerando la improductividad durante los primeros años, siendo muy importante el riego durante esta época. Se han analizado y estudiado otros factores que intervienen en la reducción de los años improductivos, como son el marco de plantación, la poda de formación, el material vegetal empleado, totalmente garantizado y la variedad que se ha elegido. Estos factores tienen una vital importancia en la precocidad de entrada en producción.

Se expone, en la elaboración del presente Proyecto, la gran importancia que tiene la disponibilidad del agua y de los nutrientes del suelo. Así mismo se expone la necesidad de conseguir la máxima cantidad de luz solar, dando a la poda de mantenimiento su gran importancia para conseguir una exposición a la luz solar de la masa foliar de la planta. A su vez, para conseguir el máximo de radiación solar, se ha estudiado, el marco y densidad de plantación idóneos.

Para el establecimiento de la plantación en la parcela, se ha optado por un marco de plantación superintensivo, con una disposición de 4 x 1,5 metros, lo que permite una densidad de 1.666 olivos por hectárea.

Esta elección se basa en la naturaleza de regadío del olivar, permitiendo un equilibrio entre la eficiencia en la utilización del espacio y la facilitación de las labores de manejo y recolección.

El marco de plantación seleccionado asegura calles con un ancho de 4 metros y una distancia entre plantas de 1,5 metros, optimizando así la maniobrabilidad de la maquinaria

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

agrícola, especialmente la máquina cabalgante utilizada para la recolección. Además, este marco permite una adecuada iluminación y aireación de las plantas, factores esenciales para evitar problemas de competencia entre los árboles y para mantener la salud del cultivo.

La orientación de las filas es NS ya que presenta una incidencia uniforme de insolación por ambas caras. Se ha definido de manera que se optimice la distribución de la radiación solar, minimizando riesgos de enfermedades y asegurando una producción uniforme. Se ha considerado la mecanización del olivar, con un diseño que facilita el paso de la maquinaria y los giros en los cabeceros, mejorando la eficiencia en la recolección y las tareas de mantenimiento.

El seto se estructurará con un ancho de 80 cm a 1 metro, dejando una distancia libre de 3 metros entre los setos, y una altura de 2,5 metros, donde los primeros 40-50 cm corresponderán al tronco libre de vegetación. Además, la parcela estará rodeada perimetralmente por una franja de 4,5 metros sin vegetación, y se ha dejado una distancia de 8 metros en los cabeceros para facilitar los giros de la maquinaria durante la recolección.

Por último, se instalará un sistema de riego con tuberías primarias y secundarias enterradas a unos 90 centímetros de profundidad en la zona central de las parcelas, asegurando un suministro de agua eficiente y acorde a las necesidades de la plantación.

Con la variedad Lecciana elegida y conociendo las características y necesidades mencionadas necesita un aporte de luz importante para su desarrollo y vida, se decide una plantación de 1.666 olivos/ha con un marco de 4 x 1,5.

4.4. Labores preparatorias a la plantación

Según las conclusiones de los estudios realizados, tenemos los datos necesarios, para establecer una correcta plantación y el idóneo crecimiento de los olivos. Se aplicarán las medidas correctoras, según los informes obtenidos, necesarias para el desarrollo de la plantación.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

4.4.1. Correcciones de las propiedades físicas del suelo.

El terreno de la finca no requiere trabajos de movimiento de tierras, ya que presenta un relieve y topografía muy homogéneos. No es necesario explanar ni rellenar vaguadas.

Según lo expuesto en el Anejo 2 en el estudio edafológico, la densidad aparente está en el límite superior del rango umbral ($1,55 \text{ g/cm}^3$ y $1,57 \text{ g/cm}^3$), lo que puede indicar riesgo de compactación del suelo que puede restringir el crecimiento radicular y afectar la infiltración de agua. Por lo tanto se realizarán, en la totalidad de la superficie de la parcela, unos trabajos de mejora del terreno, una buena preparación de suelo con pases de subsolador y chisel antes de la plantación para reducir la compactación y mejorar la estructura del suelo.

Durante el mes de Agosto antes de la plantación, se debe pasar el subsolador rompiendo el suelo en profundidad y se realizarán dos pases cruzando 60-80 centímetros.

Se pretende mover las tierras para mejorar su drenaje y abrir los posibles obstáculos que se encuentren en el terreno que impidan un correcto desarrollo de la raíz.

En Octubre, se realizarán dos pases de chisel porque la tierra está muy seca, además de un pase de rulo, obteniéndose un suelo suelto y mullido consiguiendo con estos trabajos la eliminación de obstáculos que impidan el desarrollo normal de las raíces, mejorar la infiltración y drenaje del agua y la aireación del suelo.

Además se realizan otros dos pases en el mes de Febrero para retirar hierbas y posteriormente un pase de rulo para dejar preparado el terreno.

En el mes de Marzo, se vuelven a dar dos pases de rulo para dejar la tierra lisa preparada para la plantación. Se realiza marcado de las líneas de cultivo con un tractor con GPS, el mismo que realizará la plantación. De esta manera este marcado nos facilitará la labor de enmienda orgánica conociendo la localización exacta de las líneas de cultivo ya que la tierra está muy plana y la plantación se realizará con GPS (RTK).

4.4.2. Correcciones de las propiedades químicas del suelo

Una vez realizados los análisis de suelo y agua, llegamos a la conclusión de que no tenemos problemas de pH, salinidad, exceso de sodio, ni toxicidad por boro y cloruro.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Aunque, se opta por realizar una enmienda orgánica antes de la plantación ya que los niveles de materia orgánica se encuentran en un rango medio-bajo, pero sin resultar una carencia reseñable de materia orgánica.

Se decide incorporar estiércol de ovino, ya que mejorará la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes, promoviendo un mejor crecimiento del olivo.

Dos semanas antes de plantar se llevará a cabo un marcado con el mismo tractor que se realizará la plantación, dejando marcada sobre el terreno la línea sobre la que se plantarán los árboles. Esta línea de marcado nos servirá de guía para aplicar la enmienda orgánica en la línea de los árboles.

Para la aplicación de la enmienda orgánica se utilizará estiércol de ovino con un carro enterrador que entierra la enmienda de ovino a uno 25-30cm.

4.4.2.1. Necesidades de Materia Orgánica

Los niveles de materia orgánica recomendados están entorno al 2%, y sin embargo algunas zonas de la finca tienen un valor inferior. Se propone corregir los niveles de materia orgánica hasta 30 cm de profundidad con estiércol de ovino, teniendo en cuenta los valores del análisis de suelo de las muestras de profundidad hasta 40cm que han sido desarrolladas en el Anejo 2

En el anejo 3, se realizan los cálculos de las necesidades de materia orgánica en ambas muestras resultando unas necesidades de 44,6 t/ha y 29,2 t/ha.

También se calcula la cantidad de estiércol necesaria para cubrir las necesidades en materia orgánica.

Tabla 7 Aporte de enmienda orgánica para una finca de olivar superintensivo en el Campo de Montiel hasta 30 cm de profundidad

Profundidad	Parámetro	Muestra A	Muestra B
De 0 a 30 cm	Materia Orgánica hasta recomendado (tn/ha)	45	29
	Materia Seca (%)	0,4	0,4
	Coeficiente Isohúmico	0,5	0,5
	Estiércol Total (tn/ha)	223	146
	Total Nitrógeno (N) (8kg/tn)	1786	1168
	Total Fósforo (P) (2kg/tn)	446	292
	Total Potasio (K) (7kg/tn)	1562	1022

Elaboración propia

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Como se puede ver en la Tabla 5, habría que incorporar al suelo entre 233 y 146 tn/ha de estiércol maduro

Esta cantidad resulta considerablemente grande y podría no ser práctica ni necesaria para los objetivos inmediatos de la plantación. Para optimizar la aplicación y asegurar una gestión efectiva, se ha decidido aplicar una dosis más moderada de 10 kg de estiércol por planta. Esta decisión se basa en los siguientes puntos:

Aplicar 10 kg por planta permite una incorporación gradual de la materia orgánica, evitando alteraciones excesivas del suelo y centrando el aporte donde las raíces se desarrollan.

Al aplicar el estiércol directamente en la zona de plantación, con un carro enterrador de enmienda, los nutrientes están disponibles donde más se necesitan, mejorando la absorción por las plantas.

Cantidades manejables minimizan el riesgo de contaminación del suelo y aguas subterráneas, controlando la mineralización y liberación de nutrientes.

La UE publicó la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura, esta directiva fue transpuesta a la legislación española por el Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero, que desarrolla con carácter básico para todo el territorio español las directrices marcadas en la referida Directiva sobre regulación de la aplicación de fertilizantes minerales, estiércoles y otros tipos de fertilizantes nitrogenados para reducir y prevenir la contaminación de las aguas por nitratos mediante la utilización de unas buenas prácticas agrarias. En ella se limita la cantidad de estiércol aplicado anualmente, no pudiendo sobrepasar la cantidad de 170 Kg N/ha y año.

En el caso en estudio se aplicará 16,89 toneladas por hectárea.

Teniendo en cuenta que el estiércol aporta 8 kg de Nitrógeno por tonelada de estiércol, en la finca se aportarán 135,12 toneladas de Nitrógeno por hectárea.

El límite legal es de 170 kg de N/ha. Como hemos calculado, el nitrógeno aportado es 135.04 kg de N/ha, lo cual es inferior al límite máximo permitido. Por lo tanto, cumple con la normativa.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Evaluamos también si esta cantidad de nitrógeno puede causar problemas en el olivar:

- El nitrógeno en exceso puede estimular un crecimiento vegetativo excesivo, lo que puede llevar a problemas de sombreado, mala ventilación y una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades. Aunque 135 kg de N/ha es una cantidad moderada, es importante monitorizar el crecimiento del olivar en los primeros años para evitar un crecimiento excesivo. Si se observa un crecimiento desmedido, se podría reducir la dosis de fertilización nitrogenada en los años siguientes.
- Un exceso de nitrógeno puede hacer que los brotes jóvenes sean más susceptibles a enfermedades como el repilo (*Cycloconium oleaginum*), por lo que se realizará un seguimiento fitosanitario regular para detectar cualquier signo temprano de enfermedades.
- El estiércol se mineraliza al 50% en el primer año, 35% en el segundo año y 15% en el tercer año. Por lo que aproximadamente la mitad del nitrógeno aplicado estará disponible para las plantas en el primer año, es decir, $135.04 \text{ kg de N/ha} \times 50\% = 67.52 \text{ kg de N/ha}$ en el primer año. Es una cantidad manejable y es poco probable que cause problemas.

Esta estrategia permite ajustar las aplicaciones en años posteriores según la respuesta de la plantación y los resultados de estudios de suelo futuros..

Para las 11.320 plantas de olivo, se aplicarán 113.200 kg (113 toneladas) de estiércol en las 6.7 hectáreas del olivar proyectado. Serán 16,89 toneladas por hectárea. Aunque se realizarán estudios de suelo en el futuro para ajustar las aplicaciones según sea necesario.

4.5. Instalación del sistema de riego

Previamente a la plantación se realizará la instalación de las tuberías primarias y secundarias. Mediante una retroexcavadora, se abrirá, en el terreno, una zanja de aproximadamente 100 cm de profundidad por 40 cm de ancho en la que irá colocada las tuberías para riego.

La tubería principal de la red de distribución será de PVC desde la toma general de agua hasta las tuberías terciarias que serán de PE 40 UNE EN 1220 que llevarán agua a los distintos sectores en los que es dividida la parcela como se muestra en el Plano 5.

Estas tuberías estarán totalmente enterradas en el momento que comience la plantación.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

En el fondo de la zanja, se colocará una camade arena de 20 cm de espesor y se rellenarán los laterales de la zanja con arena y gravilla, han superar la parte alta de la tubería, de esta forma se evitarán posibles averías por la vibración del paso de maquinaria.

Tomando el Plano 6: Red de distribución, se procederá la instalación de la tubería portagotos inmediatamente después de que pase la plantadora. Tras el paso de la máquina plantadora, dos operarios comienzan a desenrollar los rollos de tubería portagotos justo encima de la línea de plantación para poder dar el primer riego de implantación

4.6. Época de la plantación

El problema que tenemos en nuestra zona son las heladas. En la zona, las heladas, son normalmente inexistentes a finales de marzo, siendo éstas muy débiles.

En cualquiera de las situaciones, la época más adecuada para la plantación es la segunda quincena del mes de Abril. De esta forma se realizará el desarrollo de la planta sin que se vean afectadas por las heladas. Según lo expuesto anteriormente la plantación se realizará en la segunda quincena de Abril evitando las heladas.

4.7. Realización de la plantación

La plantación se realizará mediante máquina GPS, con precisión RTK, colocada en un tractor se irá instalando cada olivo con una separación de 1,5 m.

Las plantas se recibirán el mismo día de la plantación, ya que las traerá la empresa de servicios que realizará la plantación.

Se debe comprobar que las raíces tienen un color blanquecino, presentando buen estado y desarrollo con raicillas finas. Debe de tener hojas verdes, entrenudos largos, presentar indicios de vigor y crecimiento.

Es fundamental que los plantones no muestren signos de enfermedades o plagas y que estén certificados sanitariamente. Para asegurarse de la calidad de planta debe de llevar adosada una etiqueta de amarilla, que es un Pasaporte Fitosanitario de categoría CAC (Conformitas Agraria Communitatis).

A las plantas recepcionadas el día de la plantación se le colocará el tutor y el protector antes de que los operarios de la máquina lo vayan plantando.

Esta plantadora requerirá de tres operarios, dos dispensan la planta y uno de ellos la va

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

introduciendo en el surco que va abriendo la máquina, indicando esta al operario cuándo hacerlo para cumplir así con los 1,5 m de separación.

Otros operarios van comprobando que el tronco del plantón debe de quedar lo más derecho posible para su mecanización posterior.

El tractor irá guiado por GPS. Tras la plantación es aconsejable dar un riego de implantación poniendo la tierra en contacto con las raíces.

El riego se aplicará a través de las tuberías portagotos instaladas inmediatamente después del paso de la plantadora.

4.6.1. Tutorado y protección del plantón

Hasta que el tronco tenga el grosor suficiente para mantenerse solo, la planta estará acompañada de un tutor que es una barra que sirve de apoyo a la nueva planta, para sostenerla y mantenerla en posición vertical respecto al suelo.

Se eligen tutores de acero de alta resistencia, galvanizado, lo que les otorga una durabilidad y resistencia frente a las condiciones climáticas adversas. Con un diámetro de 20mm y una altura de 1,5m.

Los tutores se fueron colocando a la misma vez que el plantón, se entierran a unos 30 cm de profundidad, deben estar lo suficientemente clavado en el terreno y ser lo suficientemente fuerte para que impida que se mueva por efecto del viento y el peso de la copa del plantón.

No se debe de atar la planta al tutor con materiales rígidos, ya que pueden producir estrangulamientos y rozaduras en la planta. Se realizará el atado con goma de ancla de diámetro 10. Se debe de utilizar siempre material elástico que permita una movilidad del tronco de la planta diferente a la del tutor.

En nuestro caso no tenemos amenaza de roedores ni conejos pero colocamos un protector fabricado en polipropileno de doble cara y aditivado para la protección de la planta de la luz ultravioleta. Es resistente, flexible y rígido. Se coloca junto con el plantón, y el tutor previamente a la plantación.

La elección de tutor de hierro galvanizado y protector rígido y resistente de polipropileno de doble cara es para proteger la planta ante el intercepas que se pasará para el mantenimiento de la cubierta vegetal. Cuando se utilice el intercepas, chocará contra el protector rígido y perforado que protege a la planta y el tutor de hierro le da esa estabilidad y rigidez evitando que el árbol se mueva.

4.8. Riego de implantación

Previamente a la plantación, se instalarán las tuberías primarias y secundarias de riego. Con la utilización de una retroexcavadora, se abrirá, en el terreno, una zanja de aproximadamente 100 cm de profundidad por 40 cm de ancho en la que irá colocada las tuberías para riego. Esta tubería será de PVC e irá instalada desde la toma general de agua para riego hasta los distintos sectores en los que se divida la parcela. Esta tubería estará totalmente enterrada como se muestra en el detalle del Plano 6, adjunto en este proyecto.

Se instalarán las tuberías principales y secundarias antes de la plantación, y la tubería de portagotos se colocará una vez se haya plantado. La instalación de la tubería portagotos se realiza inmediatamente después de que pase la máquina de plantación, para dar un primer riego a los plántones recientemente colocados, sirve para que el cepellón de la planta quede bien compactado y unido al terreno y se deberá de aportar unos 30 a 50 litros de agua por planta. Se abrirá el riego durante unas 6 horas aproximadamente.

Como hemos comentado anteriormente se incorpora un enraizante por fertirrigación a las 72 horas de la plantación en los riegos de asentamiento donde se incorporará el enraizante durante los últimos 30 min del riego.

4.9. Cuidados tras la plantación

Después de la plantación, se deben reponer las plantas que no han sobrevivido al trasplante en el suelo. Esta tarea se debe realizar cuanto antes para evitar que haya una gran diferencia de crecimiento y tamaño con respecto a los demás olivos. Se estima en un 5% los plántones destinados a reposición de marras, del total de plantas encargadas a vivero. Lo que supone una cantidad de 566 plántones de Lecciana extra destinados a esta operación.

Se estará vigilante al estado hídrico de los plántones durante las semanas siguientes a la plantación. En caso de un periodo seco, sin lluvias, se realizarán los riegos necesarios para que la planta se encuentre en un estado óptimo.

5. TÉCNICAS DE CULTIVO

5.1. Manejo del suelo

El objetivo del manejo del suelo es mantener la capacidad productiva y una elevada productividad del olivar. Así se consigue la eliminación de las malas hierbas, mantener la fertilidad del suelo y su estructura, que aumenta la disponibilidad de agua en el suelo.

Se va a mantener cubierta vegetal para evitar la evaporación del agua del suelo y evitar la compactación, especialmente en calles. La cubierta vegetal se eliminará, en su momento para limitar la transpiración de esta.

No solo se busca mejorar las condiciones del suelo, sino también asegurar el acceso a la plantación durante periodos lluviosos, permitiendo la entrada de maquinaria incluso en épocas de mal tiempo. Facilitar la mecanización del cultivo, lo que es esencial para la eficiencia operativa en un sistema superintensivo.

Plantación joven

Cuando la plantación es joven, durante los tres primeros años de plantación no se llevará a cabo, en la línea de los árboles ningún tratamiento herbicida. El primer año la planta es muy sensible y se producirían daños irreversibles, se pasará un intercepas y si queda alguna hierba se retirará a mano. Se colocan tutores de hierro y protectores rígidos para proteger a la planta del intercepas, evitando que este tumbe o dañe a la planta. Dejaremos una cubierta vegetal espontánea en el centro de las calles junto con restos de poda. Se realizarán pases con desbrozadora en abril-mayo con hierba alta y otra en junio y se queda seca para el resto del verano.

Plantación adulta

A partir de los 3-4 años en las calles se dejará una cubierta vegetal natural durante los meses de otoño e invierno, y en los meses de primavera y verano el control del crecimiento se realiza mediante siega mecánica con desbrozadora y tractor a poder ser a mediados o finales de Marzo. Estos trabajos se realizan con desbrozadora picadora de 2-3 m de corte.

Con la planta en fase adulta, sí que se aplicarán herbicidas en la línea de los olivos

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Cubierta vegetal

Se optará por una cubierta vegetal espontánea, controlada mediante siegas y monitoreo de enfermedades. Mejora los problemas de erosión, mejora la infiltración y aireación del suelo y puede almacenar mayor cantidad de agua, ayuda a mantener o incrementar la disponibilidad de nutrientes todo ello se traduce a mayor producción, produce aporte de material orgánico después de la siega, aumenta la aireación, aumenta la consistencia del suelo y disminuye la compactación por el paso repetido de la maquinaria.

Durante la etapa joven de la planta, se realizarán pases con desbrozadora en abril-mayo con hierba alta y otra en junio y se queda seca para el resto del verano.

Ya en la etapa adulta de la planta, se dejará una cubierta vegetal natural durante los meses de otoño e invierno, y en los meses de primavera y verano el control del crecimiento se realiza mediante siega mecánica con desbrozadora y tractor a poder ser a mediados o finales de Marzo. En la línea de plantación se aplicarán herbicidas en la línea de los olivos

Herbicidas a utilizar

La aplicación de los herbicidas presenta algunos riesgos por su toxicidad por lo que su uso será muy restringido y se aplicarán solo cuando sea estrictamente necesario. La elección del herbicida dependerá de las hierbas presentes en la parcela.

Los herbicidas se aplicarán en primavera por el mes de Febrero o Marzo con la emergencia de malas hierbas. Se utilizará Oxifluorfen y Glifosato. Hay que ser cautos con el uso de herbicidas, por lo que hay que aplicarlo con baja presión y cuando no haya viento.

5.2. Podas

Entendemos por poda a los trabajos que se realizan en el árbol para la formación del olivo, manteniendo el equilibrio entre las funciones vegetativas y reproductivas, haciendo compatible la máxima producción y plena vitalidad. En las plantaciones jóvenes acorta el periodo improductivo y alarga el periodo productivo en las plantaciones adultas.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

5.2.1. Momentos de realizar la poda

En agosto-septiembre se inician los trabajos de desvareto.

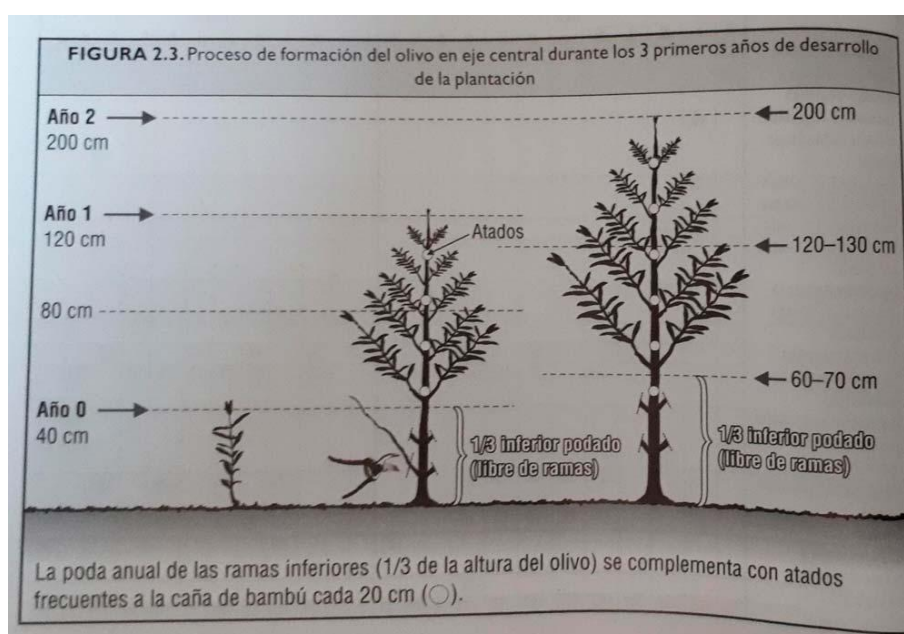
El momento óptimo para realizar la poda del olivo, comienza justo después de la campaña de recolección de la aceituna. En el Campo de Montiel coincide con los meses de marzo y abril.

5.2.2. Poda de formación

La poda de formación es de baja intensidad y busca desarrollar un esqueleto robusto en el olivo, adecuado al marco de plantación, para facilitar manejo y cuidados, y optimizar cantidad y calidad de cosechas. En setos, se mantiene la dominancia de la yema apical eliminando rebrotes, y se poda hasta un tercio de la altura de la planta, dejando los primeros 60 cm libres de vegetación. Atados cada 20-25 cm ayudan al crecimiento vertical. Se evitan podas severas para no alargar el periodo improductivo ni reducir las primeras cosechas tal y como se explica en la Ilustración 1.

Hasta el 3º-4º año, se eliminan brotes por debajo de 1-1.2 m, evitando intervenciones en la copa para desarrollar un tronco robusto. Tras 3-4 años, se fomenta el desarrollo de las mejores ramas para convertirlas en las principales, eliminando las que desvíen el crecimiento. La poda sigue siendo ligera, eliminando tutores y atados cuando el tronco sostiene la copa.

Ilustración 1 Poda del olivo en supertintensivo.



Detalle del proceso de poda de formación Fuente: Libro “La Revolución del Olivar”

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

5.2.3. Poda de producción o mantenimiento

En el olivar superintensivo, la poda de producción se realiza en el periodo adulto-joven para mantener una alta relación hoja/madera. Es una poda de intensidad mínima, especialmente en áreas con regadío, para aumentar la radiación solar captada por la copa, mejorando la calidad y cantidad de la cosecha y maximizando los rendimientos económicos.

La poda de producción en olivar superintensivo optimiza la productividad y la luz solar. Se eliminan ramas vigorosas y chupones grandes en el interior, se mantienen brotaciones con menos vigor para proteger la madera. Las ramas principales deben tener una inclinación cercana a los 60 grados. En el exterior, se eliminan ramas sobrantes para permitir la entrada de luz, y se realiza poda de ramas finas para reducir el consumo de agua.

Para setos, se limita la altura a 2,5-2,7 metros con poda de rebaje o topping mecánico y poda lateral manualmente para mantener una anchura adecuada y evitar sombreado interno. La poda de ramas bajas ("skirting") se hace mecánicamente a 50-60 cm del suelo mientras que la poda lateral se realizará de manera manual.

5.2.4. Poda de renovación

A medida que el olivo va envejeciendo, disminuye la relación hoja/madera y el olivo va acumulando madera lo que se traduce en descenso de la calidad y cantidad de la cosecha.

La renovación no se hará directamente sobre el tronco si no en segundas cruces de ramas principalmente, buscando poca competencia de la luz, ya que serán ramas secundarias del olivo.

La renovación debe de realizarse a medida que las ramas presenten los primeros síntomas de decadencia, aprovechando brotes espontáneos que el olivo produzca.

5.3. Tratamientos fitosanitarios

En el cultivo del olivo son varias las plagas y enfermedades que pueden ocasionar daños al olivar, siendo las más comunes en Ciudad Real:

- Mosca del olivo.
- Prays.
- Barrenillo del olivo.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

5.3.1. Enfermedades del olivo

Se relacionan a continuación las enfermedades más comunes del olivo en el Campo de Montiel.

- Repilo.
- Verticilosis.
- Tuberculosis.

Tabla 8 Cuadro de defensa fitosanitaria (plagas y enfermedades)

ESTADO FENOLOGICO	FECHA APROX.	TRATAMIENTO	PRODUCTO	DESCRIPCION
DESPUÉS DE LA RECOLECCIÓN	Febrero	Tratamiento Foliar	Cobre	Cura para prevenir ataque de hongos
INICIO DE BROTACIÓN	Marzo	Foliar	Insecticida	Prevención de plagas: mosca, prays
			Cobre	Prevención de hongos: repilo
INICIO FLORACION	Mayo	Foliar	Insecticida	Prevención de plagas
EUZOPHERA		Troncos y ramas	Insecticida	Solo en caso de presencia
CUAJADO DEL FRUTO	Junio	Foliar	Insecticida	Prevención de plagas: prays, mosca
EUZOPHERA	Septiembre	Troncos y ramas	Insecticida	Solo en caso de presencia
OTOÑO CUANDO BAJEN LAS TEMPERATURAS		Foliar	Cobre	Prevención de hongos: repilo
			Insecticida	Prevención de plagas: mosca
SIEGA QUIMICA	Octubre	Suelo	Herbicida	Secar la hierba de los ruedos

6. FERTILIZACIÓN

La fertilización tiene como objetivo aportar los nutrientes necesarios para asegurar un desarrollo óptimo de la plantación, alcanzando la producción deseada y de calidad. Un programa de fertilización eficiente no solo maximiza la rentabilidad del gasto en fertilizantes, sino que también respeta el medio ambiente. Se logra optimizando el uso de los recursos y evitando aplicaciones excesivas que puedan afectar negativamente al suelo y los ecosistemas circundantes.

En este contexto, la fertilización de fondo juega un papel fundamental al preparar el suelo para soportar las exigencias nutricionales del cultivo durante su ciclo productivo.

Se opta por realizar una enmienda orgánica antes de la plantación debido a los niveles medios-bajos de materia orgánica, sin llegar a ser una carencia grave. Se decide incorporar estiércol de ovino como enmienda orgánica para mejorar la estructura del suelo, incrementar la capacidad de retención de agua y optimizar la disponibilidad de nutrientes.

El estiércol se aplicará dos semanas antes de la plantación, marcando previamente las líneas de plantación con el tractor que se usará para esta tarea. Para garantizar una correcta distribución, se empleará un carro enterrador, que enterrará el estiércol a una profundidad de 25-30 cm, directamente en la línea donde se desarrollarán las raíces de los árboles. El objetivo es mejorar los niveles de materia orgánica en el suelo hasta una profundidad de 30 cm, en función de los valores obtenidos en los análisis de suelo desarrollados en el Anejo 2.

La cantidad total de estiércol a aplicar sería:

$$11.320 \text{ plantas} * 10\text{kg} = 113.200 \text{ kg}$$

Es decir aplicaría inicialmente 113 tn en las 6,7 ha del olivar que se proyecta. Teniendo en cuenta que es posible que se necesiten aplicaciones adicionales en años posteriores, por lo que se volverán a realizar estudios de suelo para hacer seguimiento del estado del suelo.

El abonado de fondo ya ha sido tratado anteriormente en esta memoria y también ha quedado explicado en el apartado 4.2. Correcciones de las propiedades químicas del suelo del Anejo 3.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Los olivos toman los nutrientes del suelo a través de las raíces. Aunque si el suelo no tiene suficiente agua debido a la sequía, los nutrientes pueden no estar disponibles para la absorción radicular. En esos casos, se recomienda aplicar los nutrientes por vía foliar, es decir, pulverizando los nutrientes en las hojas.

El análisis foliar nos da información sobre los elementos nutritivos necesarios para corregir deficiencias, pero no proporciona detalles sobre la cantidad y la forma de aplicarlos. El análisis foliar es el mejor método para conocer los contenidos en nutrientes en la hoja del olivo presentan variaciones en el tiempo y según el tipo y posición de la hoja muestreada.

El muestreo debe realizarse en una época en la que las concentraciones de los elementos en la hoja sean estables. Normalmente en la segunda quincena del mes de julio, aunque también se acepta durante todo el mes de julio y durante el reposo invernal. La edad y el tipo de hoja también influyen en el momento adecuado para el muestreo.

Los resultados del análisis foliar deben valorarse junto con las características generales de la plantación y con los síntomas observados en una inspección ocular detallada.

El nitrógeno se considera el nutriente más importante, absorbiéndose principalmente en forma de nitrato, y es crucial para la absorción de magnesio y potasio. Para planificar adecuadamente las necesidades de fertilización, es esencial conocer el tipo de suelo disponible. Se recomienda realizar un análisis del suelo antes de la plantación y posteriormente un análisis fisicoquímico cada 3-4 años. En este proyecto, el programa de fertilización se ha basado en los análisis de suelo realizados.

Un aspecto importante a la hora de elegir el sistema de mantenimiento del suelo es la erosión. El suelo más fértil es aquel que se pierde con la erosión del olivar, al que hemos incorporado los abonos, siendo un gasto que hemos realizado que no hemos aprovechado. El agua es indispensable para la vida y el desarrollo del olivo; por tanto, es fundamental conocer su contenido en sales minerales mediante análisis adecuados para tomar las medidas necesarias.

En este proyecto, se han incluido los resultados de los análisis de agua de riego de la finca. Al planificar un programa de fertilización, es importante analizar la capacidad

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

productiva, ya que las necesidades variarán según las expectativas. La fertilización se decidirá según el análisis foliar de N-P-K . En el desarrollo del programa de fertilización hay que considerar una serie de factores que serán necesario analizar, como son la composición del suelo y el agua de riego.

Tabla 9 Aportación de nutrientes a un olivar por cada 100kg de capacidad productiva

NUTRIENTE	Kg/t	kg/ha	g/olivo
N	15	124,5	74,7
P205	4	33,2	19,9
K20	15	124,5	74,7
MgO	3	24,9	14,9

Tabla 10 Aportaciones de nitrógeno por el agua de riego

APORTACIONES MENSUALES DE NUTRIENTES POR EL AGUA DE RIEGO					
MES	RIEGO m3/ha.mes	RIEGO l/olivo.día	AGUA DE RIEGO (kg/ha.mes)		
			N	K	Mg
MAYO	382,45	7,401	2,65	2,62	26,94
JUNIO	457,77	8,858	3,17	3,13	32,25
JULIO	466,88	9,035	3,24	3,19	32,89
AGOSTO	435,95	8,436	3,02	2,98	30,71
SEPTIEMBRE	204,24	3,952	1,42	1,40	14,39
TOTAL	1947,284	37,682	13,50	13,33	137,17

Elaboración propia

Consideraremos una producción de 8.300 kg/ha, teniendo en cuenta que la fertilización cambiará en función de la cosecha esperada.

En una primera aproximación, se estima la dosis de abonado, teniendo en cuenta la producción, los niveles de fertilidad del suelo y eficiencia de los fertilizantes. La aportación variará año tras año, dependiendo de los resultados del análisis foliar.

Para aplicar los fertilizantes se realiza una programación mensual a lo largo de los meses de riego. Se adopta la solución de aportar parte del fertilizante por vía foliar y otra parte por fertiirrigación. Las cantidades de N,P y K aportadas mensualmente no deben de ser homogéneas, ya que dependen del ciclo vegetativo del olivo.

La aplicación de fertilizantes se realizará en las siguientes proporciones:

- Nitrógeno: 70% mediante fertiirrigación.

30% foliar

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

- Potasio: 70% fertiirrigación.
30% foliar
- Fósforo: 100% fertiirrigación.

Tabla 11 Aportaciones de agua y cálculo de las dosis totales mensuales de nutrientes a aportar

MES	% MENSUAL			APORTACIÓN MENSUAL (kg/ha)		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
MAYO	50	20	0	55,50	6,64	0,00
JUNIO	25	20	20	27,75	6,64	22,23
JULIO	20	20	25	22,20	6,64	27,79
AGOSTO	5	20	25	5,55	6,64	27,79
SEPTIEMBRE	0	20	30	0,00	6,64	33,35
TOTAL	100	100	100	111,00	33,20	111,17

Tabla 12 Calendario fertilización anual de la finca en proyecto en Ciudad Real

ESTADO FENOLOGICO	FECHA APROX.	TRATAMIENTO	PRODUCTO	DESCRIPCION
DESPUES DE LA RECOLECCION	Febrero	Análisis foliar	N, P,K ,Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B	Evaluar el estado nutritivo del olivo tras la cosecha y con qué reservas cuenta para iniciar el ciclo, para diseñar el plan de abonado
		Tratamiento Foliar	Cobre	Cura para prevenir ataque de hongos
SALIDA DE INVIERNO		Suelo	Abono complejo N-P-K	Abonado de nutrientes N-P-K para el ciclo vegetativo
INICIO BROTACION	Marzo	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
			Estimulante vegetativo	Aminoácidos
INICIO FLORACION	Mayo	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
MITAD DEL CICLO	Julio	Análisis foliar	N, P,K ,Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B	Evaluar eficacia del plan de abonado, y corregir carencias
OTOÑO CUANDO BAJEN LAS TEMPERATURAS	Septiembre	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar

7. RECOLECCION

En el Campo de Montiel la recolección suele comenzar a finales de Noviembre, y puede prolongarse hasta finales del mes de Enero dependiendo, en algunos casos, de la climatología y en otros de los rendimientos que se quieran obtener. El momento y la eficiencia y cuidado en la recolección son cruciales para tener un aceite de oliva virgen extra de calidad y con unas características sensoriales excepcionales.

7.1. Índices de madurez

En general, la aceituna tiene que ser recogida cuando ha llegado a su madurez total y siempre antes de que se caiga del olivo. La variación del color de la aceituna es un indicador de su maduración. Desde un inicio verde, el fruto va cambiando su tonalidad a tonos amarillentos y posteriormente rojizos o violáceos. Este proceso está influenciado por factores como el clima, la carga del árbol, la fertilización y las características genéticas de la variedad.

Se realizará un análisis del fruto en laboratorio antes de comenzar a recolectar, donde se analizan, el grado de acidez, la grasa húmeda, el rendimiento (cantidad de aceite que tiene la aceituna) y los parámetro que consideremos necesarios.

Conoceremos así el grado de maduración que tiene la aceituna independientemente del aspecto y color que tenga.

Se deberá calcular el tiempo que se tardará en recogerla para evitar así entrar en el periodo de caída de la aceituna.

7.2. Mecanización de recolección

Se ha tenido en cuenta la distribución del olivar en su plantación de cara a la campaña de recolección. Se preparan las calles de manera que estén limpias y se intentan mantener los árboles a una altura que no supere los 2-2,5 para facilitar el avance de la máquina cabalgante y optimizar los tiempos de viraje, que pueda realizar un trabajo eficiente a una velocidad constante.

Aunque cabe destacar que la máquina es muy respetuosa con los árboles y realiza la recogida de la aceituna sin dañarla.

Se subcontrata una New Holland Olive con capacidad de hasta 1.600kg en cada una de sus dos tolvas. Es capaz de recolectar una hectárea en 1,5 horas. Cuenta con un sistema de sacudida SDC que desprende las aceitunas sin dañar el fruto o la planta.

8. INSTALACIÓN DE RIEGO

En el anejo 4, correspondiente a la instalación del riego, se desarrollan todos los pormenores analizados para el montaje de este. Se ha decidido la instalación de un riego localizado por su gran eficacia demostrada.

Se han realizado los cálculos de las necesidades de agua de riego, en función de las disponibilidades de la misma, concesión administrativa, climatología de la zona, meses de suministro y tipo de suelo.

El olivo es un árbol típico del clima mediterráneo bien acostumbrado a la sequía ya que ha sabido adaptarse a ello. A pesar de resistir a la sequía, la productividad del olivo, se ve afectada por la falta de agua.

8.1. Diseño agronómico

El diseño agronómico del riego es una parte fundamental en la gestión del olivar, permite maximizar la eficiencia del uso del agua y mejorar la producción agrícola. En el Anejo 4, se detalla el proceso de cálculo de las necesidades hídricas para un olivar adulto utilizando la metodología FAO del balance de agua, considerando factores como evapotranspiración de referencia, el coeficiente de cultivo, y las características específicas de la plantación

Se diseña una estrategia que conlleva riego en los meses secos, debido a que el cultivo puede sufrir déficit hídrico y podrá reducir la producción anual.

Las necesidades reales de agua para todos los meses del año se reflejan a continuación:

Table 1 Necesidades reales de riego para todo el año

	Precipitacion (mm)	PE (mm)	ETc ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	kc	k _i	ETc ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	ETc ($\frac{\text{mm}}{\text{día}}$)	NRn ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	NRn ($\frac{\text{mm}}{\text{día}}$)	NRn (l*planta/día)	NTr ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	NTr ($\frac{\text{mm}}{\text{día}}$)	NTr (l/árbol*día)
ENERO	36,83	12,10	34,69	0,4	0,43	13,88	0,45	-6,09	-0,20	-1,18	-7,12	-0,23	-1,38
FEBRERO	27,94	6,76	49,94	0,4	0,43	19,98	0,71	-1,89	-0,07	-0,40	-2,21	-0,08	- 0,47
MARZO	55,38	23,23	80,86	0,6	0,43	48,52	1,57	-2,22	-0,07	-0,43	-2,60	-0,08	-0,50
ABRIL	57,56	24,54	108,5	0,6	0,43	65,10	2,17	3,65	0,12	0,73	4,27	0,14	0,85
MAYO	25,05	5,03	145,2	0,6	0,43	87,12	2,81	32,69	1,05	6,33	38,24	1,23	7,40
JUNIO	22,11	3,27	190	0,5	0,43	95,00	3,17	37,87	1,26	7,57	44,29	1,48	8,86
JULIO	1,99	-8,81	234,5	0,35	0,43	82,08	2,65	44,34	1,43	8,58	51,86	1,51	9,03
AGOSTO	14,05	-1,57	206,1	0,4	0,43	82,44	2,66	37,27	1,20	7,21	43,59	1,41	8,44
SEPTIEMBRE	27,16	6,30	133,9	0,4	0,43	53,56	1,79	16,90	0,56	3,38	19,76	0,66	3,95
OCTUBRE	38,15	12,89	87,13	0,4	0,43	34,85	1,12	2,20	0,07	0,43	2,57	0,08	0,50
NOVIEMBRE	49,57	19,74	42,61	0,65	0,43	27,70	0,92	-7,75	-0,26	-1,55	-9,06	-0,30	-1,81
DICIEMBRE	44,88	16,93	32	0,5	0,43	16,00	0,52	-10,00	-0,32	-1,94	-11,70	-0,38	-2,26
TOTAL (mm/año)	400,67	120,4	1345			626,23		169,07			204,6		39,03

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Siendo:

- ETc: vapotranspiración máxima del cultivo
- kc: coeficiente de cultivo.
- k1: coeficiente corrector
- ETc: evapotranspiración máxima del cultivo
- PE: precipitación efectiva.
- NRn: necesidades de riego netas
- NTr: Necesidades Totales de Riego

La aportación anual de agua (NTr) sería de 204,6 mm, que son 2.043 m³/ha. Para las 6,7 ha del proyecto en cuestión habría que regar 13.708 m³ al año, dicho valor no es muy elevado, pero teniendo en cuenta que tenemos 2.100 m³/ha, para las 6,7 ha tenemos 14.070 m³ para regar al año.

No se tiene en cuenta la reserva de agua del suelo, para evitar causar déficit hídrico en el suelo. Se realizan los cálculos para que las necesidades de agua del olivo se cubran con agua de riego y así no agotar el agua del suelo.

Por ello se concluye que la reserva de agua disponible en el suelo no se reduce, porque podemos aportar el agua que necesita el olivo sólo con el riego sin necesidad de reducir la reserva que disponemos en el suelo.

Por otro lado, no se tiene en cuenta el consumo de agua de la cubierta vegetal ya que durante su desarrollo, consideramos que tomará el agua que haya en el suelo.

La cubierta vegetal afectará al agua de riego que necesita el olivo, la cubierta vegetal no utilizará el agua de riego ya que cuando se comienza a regar en el mes de Abril - Mayo, la cubierta vegetal estará seca o bien ya habrá sido desbrozada.

Se considera que toda la superficie regable está formada por suelo de textura media. Se ha considerado y seleccionado el siguiente emisor, según otras redes de riego localizados en la misma zona, comprobándose que la mayoría de las instalaciones, están dotadas de emisores auto compensantes con caudal nominal 2,2 L/h funcionando de forma apropiada y dando lugar a resultados muy satisfactorios en cuanto a eficiencia y uniformidad de la parcela.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

El emisor elegido es un gotero auto compensante que emite un caudal de 2,2 L/h con una separación entre goteros de 0,75 m con 2 emisores por olivo.

El tiempo de riego se ajusta de forma que la programación de riego sea lo más uniforme posible y cómoda para el agricultor, generando los menores costes posibles.

En el proyecto en estudio la alta frecuencia en riegos por goteo es desaconsejable ya que tenemos aguas de riego con alta salinidad. Además tenemos suelos arcillosos, con una baja tasa de infiltración de agua pero con una capacidad de almacenamiento de agua alta, por ello consideramos disminuir la frecuencia entre riegos, se realizan riegos más distanciados entre sí, cada 3 días, y son riegos más copiosos y largos.

Se estima el siguiente calendario de riegos anual con las frecuencias de riego mensuales:

Tabla 13 Tiempo y frecuencia de riego

	NRt ($\frac{mm}{\text{árbol} \cdot \text{día}}$)	Intervalo entre Riegos (días)	TIEMPO DE RIEGO (h/día)	TIEMPO DE RIEGO (h/mes)	TIEMPO DE RIEGO (h/día)
ENERO	0,00	-	-	-	-
FEBRERO	0,00	-	-	-	-
MARZO	0,00	-	-	-	-
ABRIL	0,85	5	0,97	29,13	58 min
MAYO	7,40	3	5,05	156,43	5 h y 3 min
JUNIO	8,86	3	6,04	181,19	6 h y 2 min
JULIO	9,03	3	6,16	190,96	6 h y 9 min
AGOSTO	8,44	3	5,75	178,31	5 h y 45 min
SEPTIEMBRE	3,95	5	4,49	134,73	4 h y 29 min
OCTUBRE	0,50	5	0,57	18	32 min
NOVIEMBRE	0,00	-	-	-	-
DICIEMBRE	0,00	-	-	-	-

Elaboración propia

Los tiempos de riego los ajustaremos de forma que la programación de riego sea lo más uniforme posible y cómoda para el agricultor, generando los menos costes posibles consecuencia de la puesta en marcha del sistema de riego.

El primer riego se realizará la última semana de Abril y el último riego se realizará la primera semana de Octubre.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

8.2. Diseño hidráulico

En el diseño agronómico hemos dejado indicados ya el caudal del emisor, número de emisores por olivo y número de laterales por fila de olivos. La colocación de laterales en la terciaria será en función del marco de plantación, es decir, de la separación que exista entre fila y fila de los olivos.

La explotación se regará a partir de un sondeo desde el cual se toma el agua mediante una bomba que bombea el agua hasta cada uno de los nudos de consumo.

En el Plano 6 adjunto en este proyecto se detalla la disposición de las tuberías primarias, secundarias y portagoterros, así como la ubicación de los emisores y las arquetas que albergan las electroválvulas que controlan el riego por sectores.

8.2.1. Tuberías primarias, secundarias y portagoterros

La distribución del agua se realiza mediante tuberías de PVC de diferentes diámetros según las necesidades y caudal que conducirán. Tanto los cálculos de caudal, así como los diámetros de las tuberías, se reflejan en el Anejo 4 de este Proyecto. De igual forma se estudian las tuberías de polietileno PE como portagoterros.

El dimensionado de las distintas tuberías es el siguiente:

Table 2 Dimensionada red de tuberías

MATERIAL	DN (mm)	PN (atm)	LONGITUD TOTAL (m)
PVC	90	0,6	1.956
PE40	40	0,6	236
PE	16	0,6	14.440

Elaboración propia

8.2.2. Equipo de bombeo

El tipo de bombeo será vertical sumergido de 8,94 CV de potencia que son 6,59 kW, instalado en el interior de una arqueta antes de la estación de filtrado, teniendo en cuenta un rendimiento aproximado al 75 %.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

8.2.3. Componentes de la instalación de riego

El cabezal está formado por un sistema de filtrado y un sistema completo de fertirrigación.

El filtro es el componente principal de la cabeza de riego, está destinado a retener las partículas que puedan ocasionar obturaciones en los emisores. La obturación lleva asociada la disminución del caudal, aumentos de pérdidas de carga y la ineficiencia del riego. Todos y cada uno de los componentes quedan definidos en el Anejo 5: Riego.

8.2.4. Componentes de la red de distribución

Tras el sistema de filtrado se proyecta la instalación de un contador de agua general que cuantifique el consumo realizado.

Las tuberías llevan el agua tratada y filtrada desde el cabezal de riego hasta el olivar. Se ha determinado el cálculo hidráulico y características de dichas tuberías.

- Tubería primaria de PVC que parte del cabezal de filtrado hasta la tubería secundaria.
- Tubería secundaria de PE 40 UNE EN 1220 trasladan el agua desde la tubería principal a las tuberías portagoteros.
- Portagoteros (subunidades) Las tuberías emisoras Azud PC System, son laterales con gotero integrado.

El final de los portagoteros no será ciego si no que la tubería estará abierta y se colocará un estrangulador para en caso de tener que realizar lavados o por simple mantenimiento de la red, se abrirá el estrangulador para dejar salir el agua y así expulsar las posibles partículas que pueda haber en la red.

En estas tuberías se instalan las válvulas de compuertas, válvulas de corte, electroválvulas y ventosas.

En el Plano 6 adjunto en este proyecto se detalla la disposición de las tuberías primarias, secundarias y portagoteros, así como la ubicación de los emisores y las arquetas que albergan las electroválvulas que controlan el riego por sectores

8.2.5. Caseta de riego

Ya existe una caseta cerca del sondeo para el resguardo de todo el equipo de filtración, así como de los componentes del sistema de fertirrigación. La caseta, de obra antigua tiene unas dimensiones de 6 x 6 m y cuenta con una pequeña red de agua corriente con un grifo para lavarse las manos, fregar algún utensilio o rellenar algún envase.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

9. MAQUINARIA

La explotación de la finca se realizará junto con otras, también destinada a olivar y viñedo, que el propietario posee en la misma localidad. Todas las labores necesarias, excepto la apertura de zanjas para canalizaciones con retroexcavadora y la plantación con tractor guiado por GPS, serán realizadas con maquinaria y personal de la Propiedad. La máquina cabalgante para la recolección también será externa. La maquinaria que actualmente tiene para realizar las labores es:

Table 3 Maquinaria en propiedad para la explotación

MAQUINARIA	FUNCION
2 TRACTORES	DIVERSAS ACTIVIDADES
PICADORA	PICAR RAMAS DE PODA
ATOMIZADOR	TRATAMIENTOS FOLIARES
DESBROZADORA	ELIMINACION VEGETACIÓN
MAQUÍQUINA CABALGALTE	RECOLECCIÓN
REMOLQUE	TRANSPORTE
BARRA DE DISCOS ROTATIVOS	PODA
SIERRA MECANICA	PODA

Elaboración propia

Cabe destacar la implementación de tecnología de precisión en el tractor John Deere 6230 nos permite optimizar las labores agrícolas, controlando los costos, trabajando de manera más sostenible y realizando un seguimiento detallado de las actividades en el campo.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

10. EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Son necesarios los correspondientes permisos para la realización del Proyecto elaborado. A continuación, en la Tabla 6 vemos los tiempos aproximados de inicio y duración de cada labor.

Table 4 Actividades programadas para la ejecución del proyecto

ACTIVIDAD	INICIO
Solicitud de permisos para la ejecución del proyecto	Febrero 2023
Labor de subsolador	18 Agosto 2023
Eliminación de piedras	21 Agosto 2023
Visita al vivero para observar el campo de pies madres y obtener la planta certificada para la plantación futura	6 Septiembre - 2023
Labor de cultivador y rulo	15 Octubre 2023
Instalación del cabezal de riego	11 Enero 2024
Equipo de bombeo y filtración	12 Enero 2024
Labor de cultivador y rulo	13 Marzo 2024
Marcado de la línea de plantación	17 Marzo 2024
Aplicación de enmienda orgánica	21 Marzo 2024
Replanteo de la red de riego	1 Abril 2024
Excavación para la red de distribución de tuberías enterradas	Del 3 al 15 Abril 2024
Colocación red de riego enterrada	Del 3 al 15 Abril 2024
Replanteo plantación	17 Abril 2024
Obtención de los plantones y preparación	2ª Quincena Abril 2024
Plantación con plantadora GPS	2ª Quincena Abril 2024
Instalación de la red de riego superficial (tubería portagotero) – justo después de la plantación	2ª Quincena Abril 2024
Revisión del conjunto	Mayo 2024

Elaboración propia

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

11.VIABILIDAD DEL PROYECTO

11.1. Inversión inicial

Se lleva a cabo un análisis del Proyecto, para determinar la viabilidad económica de este.

Del estudio económico realizado se obtienen los siguientes datos:

- Inversión inicial disponible es de 90.100 €.
- El presupuesto de ejecución según el estudio realizado es de 64.182,04 € que sumándole el IVA correspondiente arrojaría un importe total de 90.085,91 €.
- Flujos de caja. Se han analizado los posibles flujos de caja que pueda haber durante el periodo de tiempo analizado de viabilidad de la explotación.
- Pagos. Los pagos ordinarios se derivan de la adquisición del capital circulante, es decir, mano de obra, maquinaria, combustible, fertilizante, fitosanitarios, impuestos. Los pagos extraordinarios son los gastos de mantenimiento, renovación de equipos, maquinaria, sistema de riego etc.

Se ha considerado que a partir de 4 años el olivar empieza a estar en plena producción realizándose los mismos tratamientos anuales.

Todos los cálculos referentes a la viabilidad del proyecto están explicados en el Anejo7.

En la Tabla 8 vemos los gastos totales desglosados de la explotación.

Table 5 Gastos totales de la explotación

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
COMBUSTIBLE (RIEGO)	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €
FERTILIZANTES	1.798 €	2.098 €	2.397 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €
HERBICIDAS	0 €	0 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €
COBRE	0 €	0 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €
FUNGICIDA	0 €	0 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €
INSECTICIDA	0 €	0 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €
PODA DE FORMACION	1.005 €	1.139 €	1.340 €	1.340 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
PODA DE MANTENIMIENTO	0 €	0 €	0 €	0 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €
PODA DISCOS	0 €	0 €	0 €	0 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €
PODA SKIRTING	0 €	0 €	0 €	0 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €
ANALISIS FOLIAR	100 €	100 €	100 €	100 €	0 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €
COSTE DEL ATOMIZADOR	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €
RECOLECCION	0 €	0 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €	1.206 €
COSTE DE TRITURADORA	0 €	0 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €
COSTE DE DESBORZADORA	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €
GASTOS DE PERSONAL	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €
GASTO DE MANTENIMIENTO	1.500 €	1.500 €	1.500 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €
TOTAL €	10.853 €	11.287 €	14.856 €	17.786 €	18.121 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €	18.221 €

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

- Cobros:

Los cobros extraordinarios son procedentes de la Política Agraria Común de la Unión Europea, PAC. La región en la que se encuentra la explotación es la REGIÓN 7 de cultivos de regadío, y por el tipo de cultivo y explotación, tendrá un pago de Ayuda Básica a la Renta para la Sostenibilidad (ABRS) con una cuantía de 193,65 € / ha.

En definitiva, supondrá un total mensual de 1.297,5 €

Los cobros ordinarios son el resultado de la venta de la producción.

Para el cálculo de los cobros se ha tenido en cuenta la producción a partir del tercer año siendo el primer cobro el cuarto año. Los valores que se analizan son orientativos, ya que la producción puede variar de un año a otro, debido a diferentes condicionantes que puede sufrir la explotación.

Los precios de la aceituna están sometidos a una alta volatilidad, ocasionando grandes problemas para llegar a fijar un precio fijo. No obstante, se han recogido precios medios de liquidación de aceituna de un periodo desde el 2009 al año 2023. En la Tabla 8 de precios observamos la gran diferencia de precios entre los distintos años de estudio, siendo los valores reseñados los medias anuales.

Table 6 Precios de Aceituna en Campo de Montiel (2013-2023)

PRECIOS ACEITUNA	
AÑOS	€/kg
2023	1,533
2020	1,083
2019	0,715
2018	0,5222
2017	0,3971
2016	0,4164
2015	0,5357
2014	0,7615
2013	0,6968
PRECIO MEDIO	0,74

Elaboración propia

Se toma un valor medio de 0,74 €/kg como precio de la aceituna para estudiar la rentabilidad del proyecto.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Es imprescindible saber el rendimiento graso de nuestra producción para calcular los ingresos que tendremos. Para ello se han consultado los rendimientos de distintos productores y almazaras particulares y nos han comentado un rendimiento medio para la variedad Lecciana de un 16%.

La superficie de la finca que nos ocupa es de 6,7 ha con un marco de plantación de 4 x 1,5 m, lo que nos da un total de 1667 olivos/ha.

En la Tabla 10 vemos los ingresos de las ventas de producción.

Tabla 14 Ingreso de la venta de producción

COBROS DE LA VENTA DE LA PRODUCCION							
PRECIO DE LA ACEITUNA: 0,74 €/kg RENDIMIENTO LECCIANA: 16%				SUPERFICIE EXPLOTACION: 6,7 ha TOTAL OLIVOS/ha: 1667 olivos/ha			
AÑO	kg aceituna/ha	kg aceituna/arbol	kg aceituna totales	€/ha aceituna	PAC	€ totales aceituna	€/totales
1	0	0	0	0	1297,5	0,0	1297,5
2	0	0,0	0,0	0,0	1297,5	0,0	1297,5
3	2400	1,4	16080,0	1776,0	1297,5	11899,2	13196,7
4	5600	2,7	37520,0	4144,0	1297,5	27764,8	29062,3
5	7500	3,4	50250,0	5550,0	1297,5	37185,0	38482,5
6	8100	4,5	54270,0	5994,0	1297,5	40159,8	41457,3
7	8500	5,1	56950,0	6290,0	1297,5	42143,0	43440,5
8	9000	5,4	60300,0	6660,0	1297,5	44622,0	45919,5
9	9300	5,6	62310,0	6882,0	1297,5	46109,4	47406,9
10	8900	5,3	59630,0	6586,0	1297,5	44126,2	45423,7
11	9000	5,4	60300,0	6660,0	1297,5	44622,0	45919,5
12	11000	6,6	73700,0	8140,0	1297,5	54538,0	55835,5
13	9400	5,6	62980,0	6956,0	1297,5	46605,2	47902,7
14	9000	5,4	60300,0	6660,0	1297,5	44622,0	45919,5
15	10200	6,1	68340,0	7548,0	1297,5	50571,6	51869,1

Elaboración propia

Para realizar el estudio de viabilidad económica del Proyecto se han empleado diferentes criterios como, VAN, la relación BENEFICIO/COSTE y la TIR considerando una tasa de actualización del 4%.

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 15 Flujos de caja para 15 años

CONCEPTO	CAPITAL INICIAL (€)	INVERSION (€)	COBROS (€)	PAGOS (€)	FLUJOS DE CAJA (€)	TESORERIA (€)
AÑO 0	90.100	90.085,91	0,00	0,00	14,09	14,09
AÑO 1			1297,52	10852,89	-9555,37	-9541,28
AÑO 2			1297,52	11286,54	-9989,01	-19530,30
AÑO 3			13196,72	17000,39	-3803,67	-23333,96
AÑO 4			29062,32	19929,68	9132,64	-14201,32
AÑO 5			38482,52	20265,18	18217,34	4016,02
AÑO 6			41457,32	20365,18	21092,14	25108,17
AÑO 7			43440,52	20365,18	23075,34	48183,51
AÑO 8			45919,52	20365,18	25554,34	73737,86
AÑO 9			47406,92	20365,18	27041,74	100779,60
AÑO 10			45423,72	20365,18	25058,54	125838,14
AÑO 11			45919,52	20365,18	25554,34	151392,49
AÑO 12			55835,52	20365,18	35470,34	186862,83
AÑO 13			47902,72	20365,18	27537,54	214400,37
AÑO 14			45919,52	20365,18	25554,34	239954,72
AÑO 15			51869,12	20365,18	31503,94	271458,66

Elaboración propia

En el estudio realizado, se llega a la conclusión de que el Proyecto es rentable ya la TIR tiene un valor del 46% que es mayor que la tasa de actualización 4%. El plazo de recuperación de la inversión es de 4 años.

Para una vida útil del proyecto de 15 años, se obtiene un VAN de 80.430,34 €.

Como podemos ver en el Proyecto, a partir del año 4, con una mayor producción, los ingresos superaran cada vez más a los costes de explotación.

JUNIO DE 2024, MADRID



Fdo. Martín García Lárez

Plantación de in olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

ANEJO 1

ESTUDIO DEL SECTOR DEL OLIVO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE DEL OLIVAR	4
2.1.	Evolución de la Superficie de Olivar Nacional y en Castilla-La Mancha	5
2.2.	Evolución de la superficie en Secano vs Regadío en España y Castilla-La Mancha	7
2.2.1.	España	7
2.2.2.	Castilla – La Mancha	10
2.3.	Situación actual en España y en Castilla-La Mancha (2021)	12
2.3.1.	En España	12
2.3.2.	En Castilla-La Mancha	13
3.	ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	14
3.1.	Evolución de la producción en las últimas campañas registradas	14
3.2.	Rendimiento y producción en España en 2022	15
3.3.	Producción de aceite de oliva virgen. Campaña 2022-2023	16
3.4.	Análisis del rendimiento y producción de la aceituna de almazara en Castilla-La Mancha en 2022	17
4.	PRECIOS EN EL ACEITE	18
4.1.	Calidad del aceite	18
4.2.	Evolución de los precios (2018-2022)	19
4.3.	Evolución de los precios en 2023	20
5.	DENOMINACIONES DE ORIGEN	21
6.	VARIEDADES EN CIUDAD REAL	22
6.1.	Variedades a estudiar	22
7.	CONCLUSIÓN	23
8.	BIBLIOGRAFÍA	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evolución de la Superficie de Secano y Regadío en función de la aptitud de la aceituna	9
Tabla 2 Evolución de la Superficie Total de Olivar en Regadío y en Secano	9
Tabla 3 Evolución de la Superficie de Secano y Regadío en función de la aptitud de la aceituna	11
Tabla 4 Evolución de la Superficie Total de Olivar en Regadío y Secano	11
Tabla 5 Evolución de la producción de las últimas cinco campañas en España	14
Tabla 6 Rendimiento y producción en 2022 en España	15
Tabla 7 Denominaciones de Origen	21

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Distribución de la superficie de olivar a nivel provincial	4
Gráfica 2 Evolución Superficie de Olivar en España (2010-2021)	5
Gráfica 3 Evolución de la Superficie de Olivar en Castilla-La Mancha	6
Gráfica 4 Evolución de la Superficie de Olivar (Por Provincia) en Castilla-La Mancha	6
Gráfica 5 Evolución de la Superficie de Olivar de Secano y Regadío en Castilla -La Mancha.	10
Gráfica 6 Superficie de Secano y Regadío para distintas aptitudes de aceituna en España	12
Gráfica 7 Superficie de Secano y Regadío para distintas aptitudes de aceituna en Castilla-La Mancha.	13
Gráfica 8 Evolución de la producción en las últimas cinco campañas en España	15
Gráfica 9 Distribución de la producción de aceite de oliva según su acidez en España año 2022	16
Gráfica 10 Rendimiento de la superficie en producción de Castilla – La Mancha (kg/ha)	17
Gráfica 11 Evolución del precio del AOVE en los últimos cinco años	19
Gráfica 12 Evolución del precio del aceite hasta la semana 21 del año 2023	20

1. INTRODUCCIÓN

Se realizará un estudio del sector del olivo, a nivel nacional y a nivel autonómico en Castilla - La Mancha, donde se establecerá la plantación.

El estudio estará basado en la superficie de olivar, producción, estudio de los precios percibidos por los agricultores, las diferentes denominaciones de origen en Castilla - La Mancha y las variedades principales en la zona.

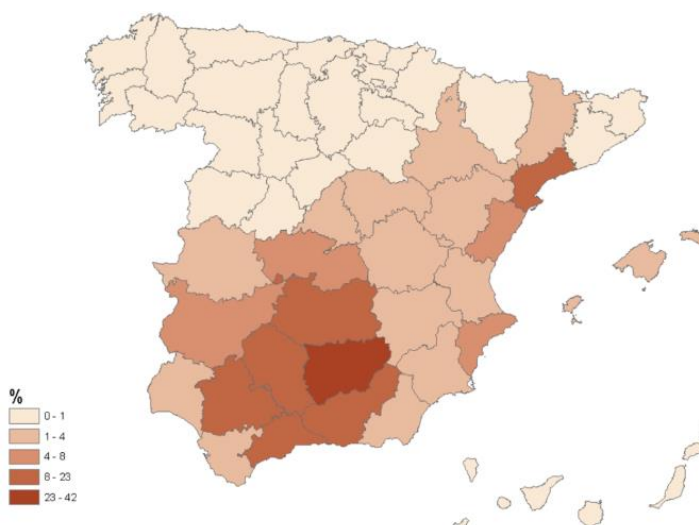
2. ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE DEL OLIVAR

La superficie mundial del olivar es, según los datos proporcionados por el Consejo Oleícola Internacional, superior a los 11,5 millones de Hectáreas. La superficie del olivar en España ha aumentado y en el año 2022 se encontraba entorno a los 2.768.267 millones de hectáreas.

Podemos observar en la Gráfica 1 la superficie de olivar cultivada en España, teniendo un papel principal en Andalucía (63%), mientras que nuestra área de plantación, Castilla-La Mancha le sigue con un 16%.

Se ha observado un importante crecimiento de la superficie de olivar en los últimos 10 años, incrementándose hasta un 10,6 %.

Gráfica 1 Distribución de la superficie de olivar a nivel provincial



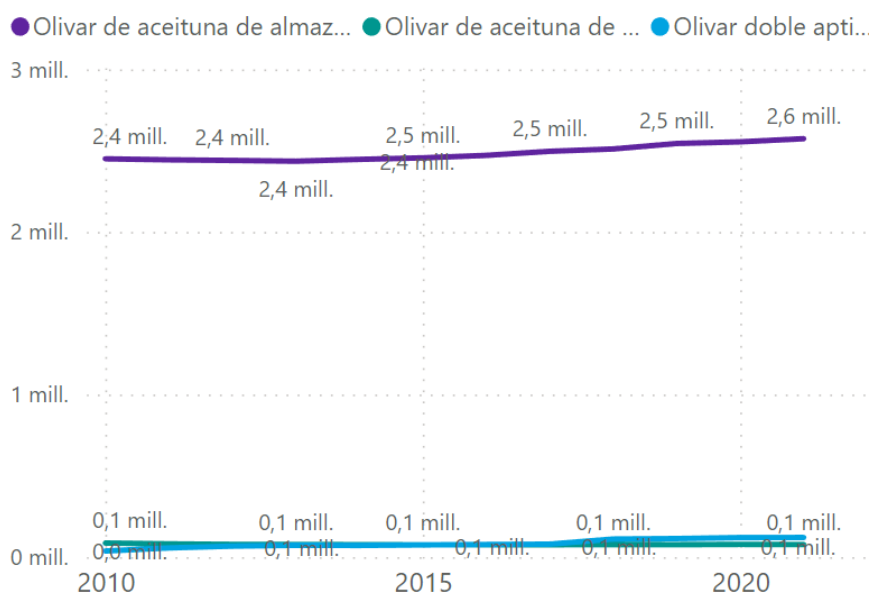
Elaboración Propia. Fuente MAPA

2.1. Evolución de la Superficie de Olivar Nacional y en Castilla-La Mancha

Para poder estudiar la evolución de olivar tanto en España como en Castilla-La Mancha se han recogido datos entre los años 2010 y 2021, para poder obtener una conclusión de cómo evoluciona el sector en esos 10 años.

En la Gráfica 2, observamos la evolución de la superficie del olivar desde 2010 hasta 2021 tanto para aceituna de almazara, de mesa o de doble aptitud, siendo la de mayor porcentaje la de almazara. Observando la aceituna de almazara que es la aceituna que produciremos, se observa un muy ligero descenso de la superficie en el territorio nacional hasta el año 2013 (2.439.860 ha) cuando comienza a crecer hasta el día de hoy (2.768.267 ha).

Gráfica 2 Evolución Superficie de Olivar en España (2010-2021)



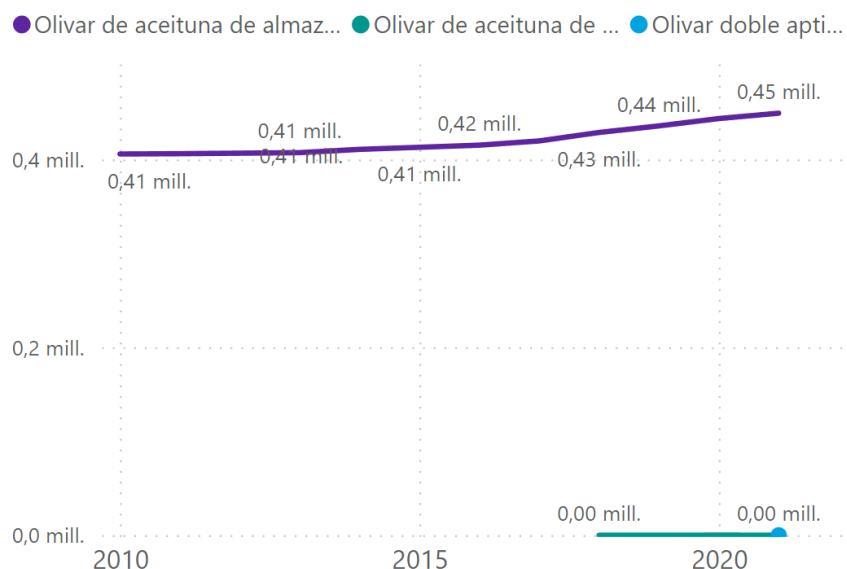
Fuente: ESYRCE

Centramos nuestro estudio en Castilla-La Mancha que es la región donde se ubica nuestro proyecto. En la Gráfica 3 se observa que la aceituna de doble aptitud al igual que la aceituna de mesa son cultivos muy poco extendidos no llegando a las 40 ha en Castilla-La Mancha, mientras que la aceituna para almazara ha ido creciendo en extensión hasta alcanzar las 450.000 ha.

La superficie de Olivar ha ido creciendo poco a poco a lo largo de esta década tanto en España como en Castilla-La Mancha, siendo nuestra región la segunda de España en superficie.

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

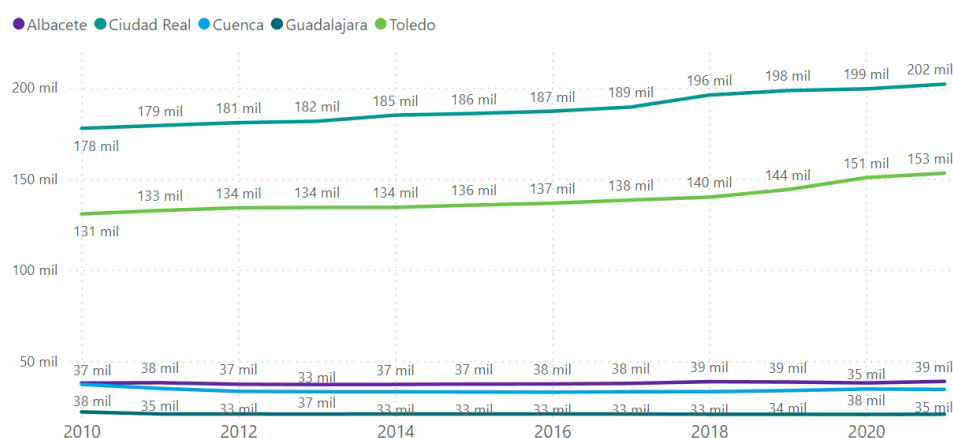
Gráfica 3 Evolución de la Superficie de Olivar en Castilla-La Mancha



Fuente: ESYRCE

A nivel provincial en Castilla – La Mancha, se observa (Gráfica 4) que las provincias con mayor superficie de olivar son Ciudad Real y Toledo, en nuestro caso vemos que Ciudad Real es la provincia con mayor extensión de olivar en la región y además se considera una de las principales zonas productoras de aceite de oliva en España.

Gráfica 4 Evolución de la Superficie de Olivar (Por Provincia) en Castilla-La Mancha



Fuente: ESYRCE

2.2. Evolución de la superficie en Secano vs Regadío en España y Castilla-La Mancha

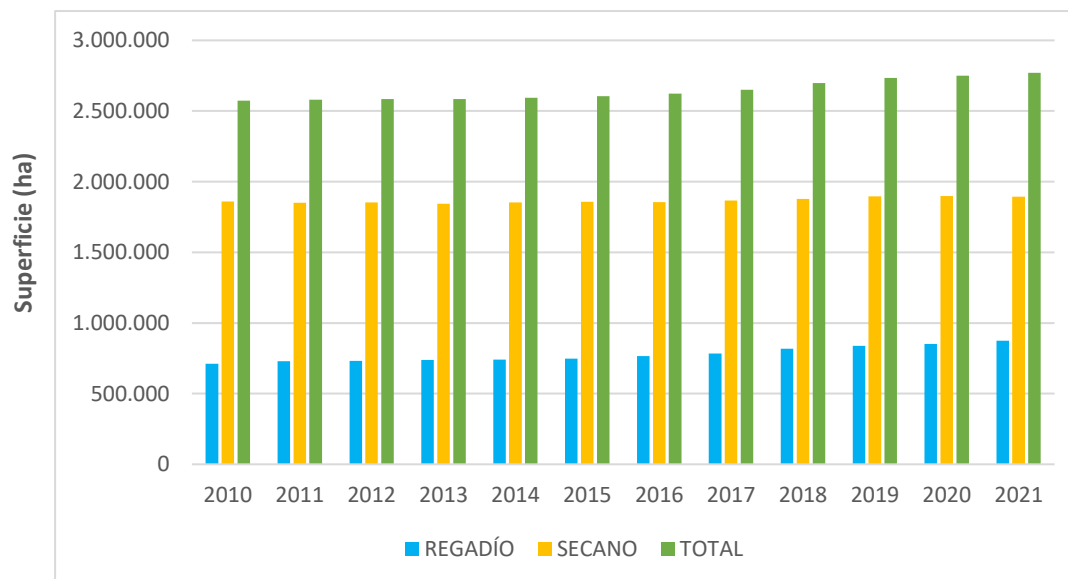
Se llevará a cabo un análisis de la evolución en los 10 últimos años de la superficie del olivar tanto en secano como en regadío, dependiendo de la aptitud de las aceitunas.

2.2.1. España

En 2010 la superficie de regadío era de 731.025 ha, poco a poco se ha incrementado hasta alcanzar las 875.530 ha en 2022, sin embargo, la superficie de secano aumenta en algo menos de 40.000 ha. (Tabla 1).

La mayor parte de la superficie de olivar la ocupa el secano, aproximadamente un 68%. En la Gráfica 4 y en la Tabla 2 vemos que el secano predomina, el regadío experimenta un incremento de la superficie, lo cual motiva a explotar la superficie en regadío en los siguientes años.

Gráfica 4 Evolución de la Superficie de Olivar de Secano y Regadío en España



Elaboración propia. Fuente MAPAMA

En las Tablas 1 y 2 vemos de forma más detalladas, la evolución de la superficie de olivares de secano y regadío en España en función de la aptitud de la aceituna, tanto para aceituna de mesa como para aceituna de almazara.

A lo largo de los años, se observa una ligera disminución en la superficie de regadío y secano de aceituna de mesa mientras que para la aceituna de doble aptitud se observa un incremento en la superficie de regadío y secano.

La demanda y el mercado para el aceite de oliva y la aceituna para almazara suelen ser más altos que para la aceituna de mesa, es por ello que la aceituna para almazara es cultivada en una superficie mucho mayor que el resto.

En 2010, la superficie de aceituna para almazara en regadío era de 657.331,60 hectáreas, y ha ido aumentando 140.000 hectáreas hasta 2021. En cuanto a la superficie de aceituna para almazara en secano, fue de 1.792.232 hectáreas en 2010 y se ha mantenido estable hasta 2021.

También comentar que la aceituna de mesa es más costosa de producir y de manejar por lo que los agricultores optan por aceituna de almazara.

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

ANEJO 1
ESTUDIO DEL SECTOR
DEL OLIVO

Tabla 1 Evolución de la Superficie de Secano y Regadío en función de la aptitud de la aceituna

Aceituna de MESA												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	41.665,12	38.057,56	36.195,40	35.695,43	35.187,47	34.400,15	35.245,71	34.079,39	33.871,33	34.275,97	34.837,39	34.728,69
SECANO	44534,73	42893,10	41538,32	41251,50	40768,67	40680,01	40064,67	41589,10	42684,89	41844,28	42812,31	42042,28
TOTAL	86199,85	80950,66	77733,72	76946,93	75956,14	75080,16	75310,38	75668,49	76556,22	76120,25	77649,70	76770,97

Doble Aptitud												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	13.338,28	20.351,35	25.713,51	24.137,45	22.634,99	19.658,68	20.088,18	21.672,80	38.308,92	40.963,07	45.230,82	44.916,53
SECANO	23690,61	35867,26	41456,62	48122,36	48799,00	55012,36	56946,51	57637,41	72367,35	72710,53	74453,68	75402,28
TOTAL	37028,89	56218,61	67170,13	72259,81	71433,99	74671,04	77034,69	79310,21	110676,27	113673,60	119684,50	120318,81

Aceituna de Almazara												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	657.331,60	671.011,34	669.116,30	679.340,80	682.688,93	694.649,52	711.588,76	729.106,56	746.324,36	762.248,76	772.160,90	795.885,76
SECANO	1.792.232	1.772.396	1.770.54	1.755.519	1.763.443	1.760.851	1.759.222	1.766.716	1.763.888	1.781.577	1.781.760	1.777.448
TOTAL	2.449.564	2.443.407	2.439.660	2434..860	2.446.132	2.455.501	2.470.811	2.495.822	2.510.212	2.543.826	2.553.921	2573..334

Elaboración propia. Fuente: ESYRCE

Tabla 2 Evolución de la Superficie Total de Olivar en Regadío y en Secano

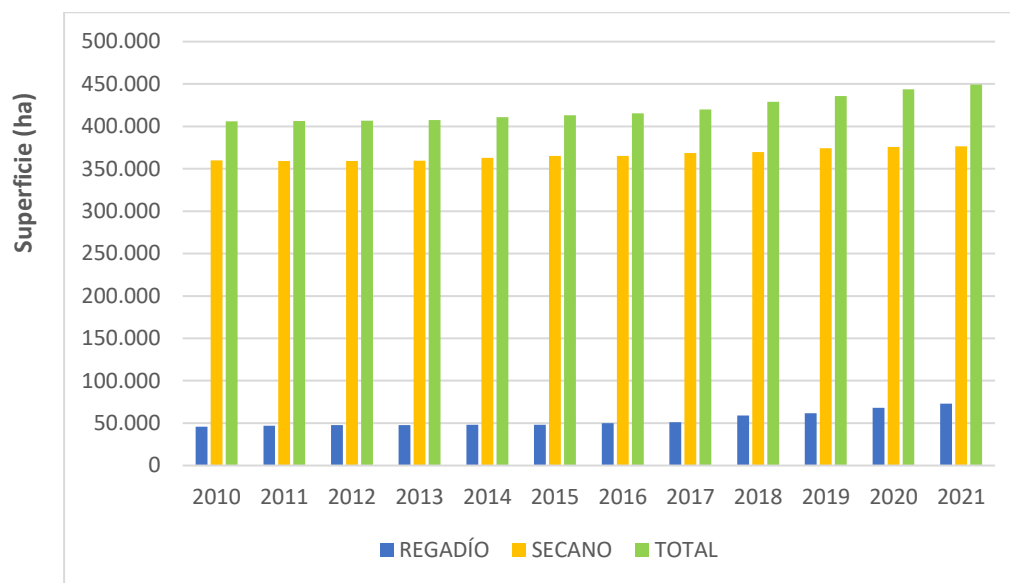
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	712.335	729.420	731.025	739.174	740.511	748.708	766.923	784.859	818.505	837.488	852.229	875.531
SECANO	1.860.458	1.851.157	1.853.539	1.844.894	1.853.011	1.856.544	1.856.234	1.865.943	1.878.941	1.896.133	1.899.026	1.894.893
TOTAL	2.572.793	2.580.577	2.584.564	2.584.067	2.593.523	2.605.252	2.623.156	2.650.801	2.697.445	2.733.620	2.751.255	2.770.424

Elaboración propia. Fuente: ESYRCE

2.2.2. Castilla – La Mancha

Se observa la evolución de la superficie de olivar en Castilla-La Mancha tanto en regadío como en secano para las distintas aptitudes y se observa de manera muy clara que el secano tiene un gran protagonismo en la región.

Gráfica 5 Evolución de la Superficie de Olivar de Secano y Regadío en Castilla -La Mancha.



Elaboración propia. Fuente: ESYRCE

En la Gráfica 5, observamos como en Castilla-La Mancha, la superficie de regadío en general ha aumentado, mientras que la superficie de secano se ha mantenido estable con ligeras fluctuaciones.

Respecto a la aceituna de mesa y la doble aptitud, en la Tabla 3, vemos que la aceituna de doble aptitud sólo tiene registros desde el año 2021 con 14 ha, y la aceituna de mesa comenzó en torno al año 2018 sin llegar a alcanzar las 80 ha a lo largo de este tiempo. Se interpreta que en los últimos años se ha intentado probar el cultivo de aceituna de mesa, pero de manera muy poco significativa.

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

ANEJO 1
ESTUDIO DEL SECTOR
DEL OLIVO

Tabla 3 Evolución de la Superficie de Secano y Regadío en función de la aptitud de la aceituna

Aceituna de MESA												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SECANO	-	-	-	-	-	-	-	-	33,42	18,39	74,93	39,19
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	33,42	18,39	74,93	39,19

Doble Aptitud												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SECANO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,14
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,14

Aceituna de Almazara												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	45962,9	46905,1	47641,0	47667,7	48000,3	47875,0	50090,5	51204,7	59118,9	61652,2	67989,8	72840,4
SECANO	359920,2	359305,9	359109,9	359666,7	362824,9	365153,1	365208,4	368586,9	369697,3	374145,9	375637,2	376494,0
TOTAL	405883,1	406211,0	406750,9	407334,4	410825,2	413028,1	415298,9	419791,5	428816,2	435798,1	443627,0	449334,4

Elaboración propia. Fuente: ESYRCE

Tabla 4 Evolución de la Superficie Total de Olivar en Regadío y Secano

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
REGADÍO	45.963	46.905	47.641	47.668	48.000	47.875	50.091	51.205	59.119	61.652	67.990	72.840
SECANO	359.920	359.306	359.110	359.667	362.825	365.153	365.208	368.587	369.731	374.164	375.712	376.547
TOTAL	405.883	406.211	406.751	407.334	410.825	413.028	415.299	419.792	428.850	435.816	443.702	449.388

Elaboración propia. Fuente: ESYRCE

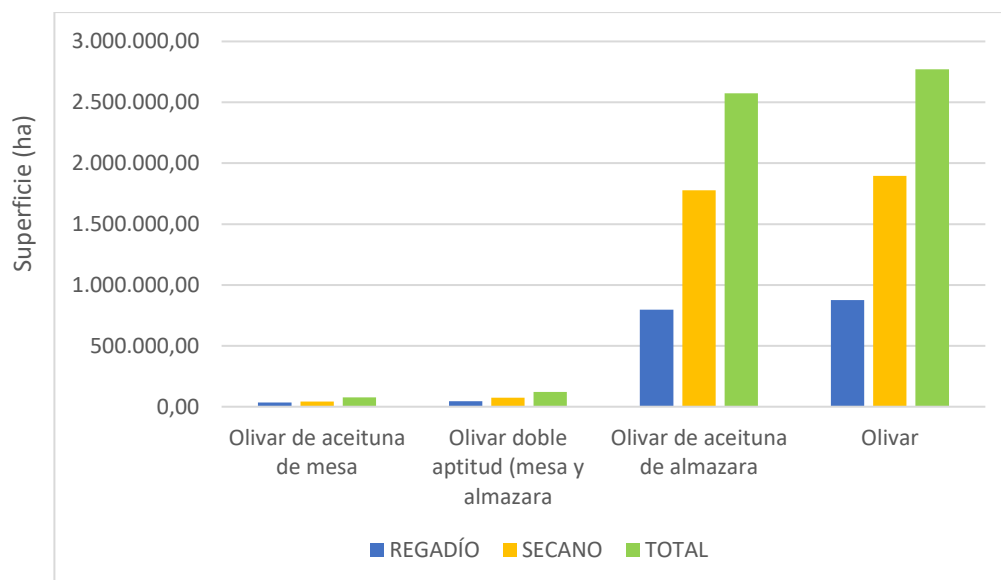
2.3. Situación actual en España y en Castilla-La Mancha (2021)

Hasta este momento hemos observado cómo ha ido progresando la superficie de olivar, y para ir concretando nos fijaremos en la distribución de la superficie actual (2023), para poder sacar conclusiones sobre las variedades que están implementadas tanto en España como en Castilla-La Mancha.

2.3.1. En España

A pesar de que España se caracteriza a nivel mundial por la aceituna destinada a la extracción del aceite de oliva, no podemos quitarle importancia al resto de variedades de aceituna de mesa y de doble aptitud.

Gráfica 6 Superficie de Secano y Regadío para distintas aptitudes de aceituna en España



Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

2.3.2. En Castilla-La Mancha

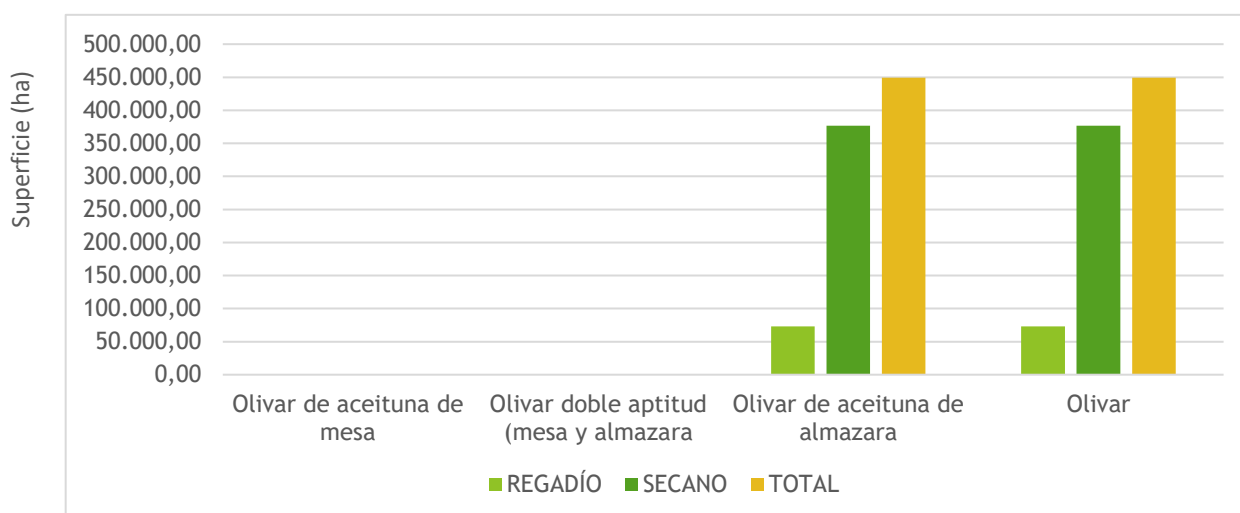
En Castilla-La Mancha se ha cultivado tradicionalmente olivar para producción de aceite de oliva, es por su larga tradición y experiencia además de la demanda y mercado del aceite de oliva por lo que los agricultores castellano-manchegos optan por el cultivo de aceituna para almazara. Las variedades de aceituna de almazara son las más cultivadas, por lo que seguramente también son las que mejor se adaptan a las condiciones climáticas y edafológicas.

Las variedades de aceituna de mesa y de doble aptitud en nuestra zona de estudio no tienen relevancia ya que las heladas que sufrimos en Ciudad Real afectan más a estas variedades.

Para concluir, podremos enfocar nuestro proyecto con la variedad de aceituna de almazara.

La Gráfica 7, nos muestra la distribución para las distintas variedades en Castilla-La Mancha.

Gráfica 7 Superficie de Secano y Regadío para distintas aptitudes de aceituna en Castilla-La Mancha.



Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

3. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

3.1. Evolución de la producción en las últimas campañas registradas

Tabla 5 Evolución de la producción de las últimas cinco campañas en España

PRODUCCION (en miles de toneladas)					
MES	2017/18	2018/2019	2019/20	2020/21	2021/22
OCTUBRE	28	7,3	42,9	38,3	51,3
NOVIEMBRE	206,2	98,4	170,2	244,7	288,2
DICIEMBRE	426,1	630,6	457,9	475,3	542,7
ENERO	404,7	689,4	332,9	352,1	471,2
FEBRERO	155,9	276,6	101,1	227,4	108,8
MARZO	18,6	71,2	12,1	44,6	20,8
ABRIL	15	10,3	2,1	3,1	7,1
MAYO	7,7	4	6,5	4,5	2,9
JUNIO	0	0	0	0	0
JULIO	0	0	0	0	0
AGOSTO	0	0	0	0	0
SEPTIEMBRE	0	0	0	0	0
TOTAL	1262,2	1787,8	1.125,70	1.390,00	1.493,00

Elaboración propia. Fuente: MAPA

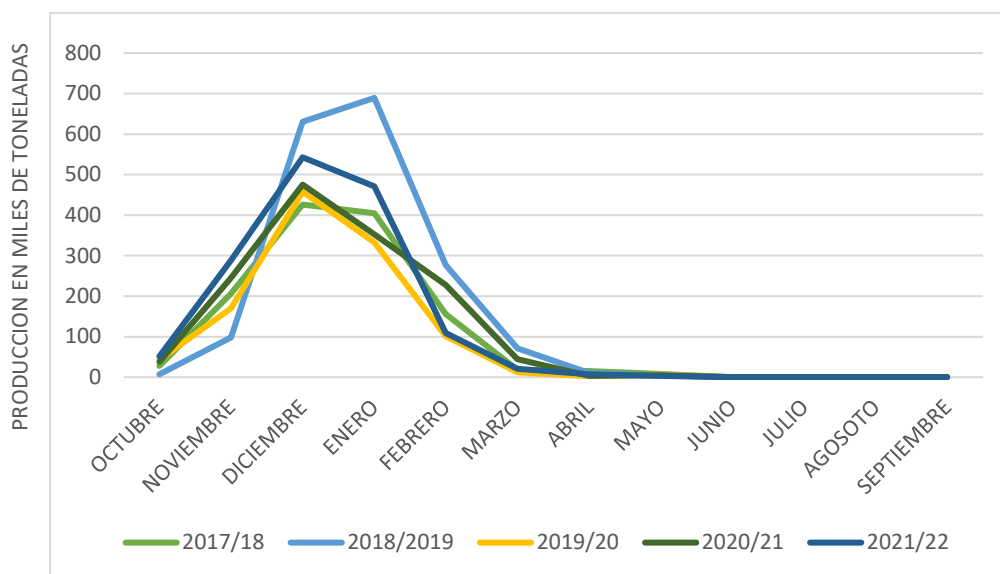
Para el estudio de la producción de aceite de oliva en España hemos recogido datos de las últimas cinco campañas, como se muestra en la Tabla 5. Se observa un aumento general de la producción en las últimas campañas.

En la campaña 2017/18, hubo una producción total de 1,262.2 miles de toneladas, y en la campaña 2021/22, se alcanzaron las 1,493 miles de toneladas, evidenciando ese aumento.

La campaña 2018/2019 fue notable por tener la producción más alta de las últimas cinco campañas, alcanzando las 1,787.8 miles de toneladas. En las siguientes campañas disminuyó la producción, aunque se recuperó ligeramente en la campaña 2021/22.

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Gráfica 8 Evolución de la producción en las últimas cinco campañas en España



Elaboración propia. Fuente MAPA

3.2. Rendimiento y producción en España en 2022

Se puede ver en la Tabla 6, según la variedad de la aceituna, de mesa o de almazara, el rendimiento de la superficie en producción, de secano y regadío, en kilogramos por hectárea y el destino de la producción en toneladas, que para un proyecto de plantación de olivar de almazara superintensivo, sería más favorable cultivar en regadío debido a los mayores rendimientos obtenidos en comparación con el cultivo en secano. Esto nos permitiría poner más plantas por hectárea y obtener mayores rendimientos

Tabla 6 Rendimiento y producción en 2022 en España

CULTIVO	RENDIMIENTO DE LA SUPERFICIE EN PRODUCCION (kg/ha)		PRODUCCION TOTAL (toneladas)	DESTINO DE LA PRODUCCION (toneladas)	
	SECANO	REGADIO		ACEITUNA DE ADEREZO	ACEITUNA DE ALMAZARA
ACEITUNA DE MESA	1.267	3.776	262.276	237.074	25.202
ACEITUNA DE ALMAZARA	1.110	3.021	3.677.791	170.563	3.507.228
TOTAL	1.120	3.058	3.940.067	407.637	3.532.430

Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

3.3. Producción de aceite de oliva virgen. Campaña 2022-2023

Según los datos del Consejo Oleícola Internacional durante la pasada cosecha (2021-22) la producción de aceite de oliva en España alcanzó 1.412.000 toneladas, para bajar a 780.000 toneladas en la actual campaña 2022-2023, un descenso del 47,7%

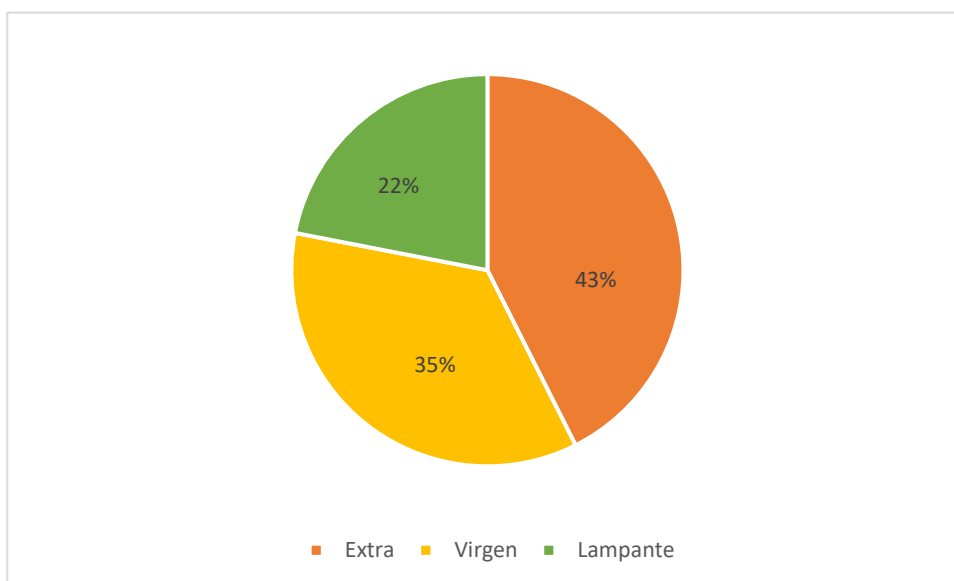
El agricultor siempre busca que su cosecha sea lo más rentable posible, con la máxima calidad en su aceite, por ello la mayor parte del aceite de oliva virgen sea virgen extra.

El grado de acidez determina si un aceite es virgen extra, virgen o lampante. Si el grado de acidez es menor de 0,8 grados, hablamos de un virgen extra, de 0,8 hasta 2 grados, virgen y por encima de los dos grados es lampante.

Nuestro cliente siempre busca producir un aceite de oliva virgen extra de calidad, considerando todos los factores de producción y realizando unas buenas prácticas culturales, recogiendo la aceituna en la fecha adecuada, factor primordial de cara a tener una buena calidad en el aceite.

Aunque la campaña 2022-23 marcada por una sequía, falta de aporte hídrico y altas temperaturas en las principales zonas productoras, han causado problemas en el cuajado de los frutos, cabe destacar que la calidad de los aceites nuevos es excelente y está cargada de polifenoles y otras sustancias químicas que reforzarán las grandes cualidades del aceite.

Gráfica 9 Distribución de la producción de aceite de oliva según su acidez en España año 2022



Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

3.4. Análisis del rendimiento y producción de la aceituna de almazara en Castilla-La Mancha en 2022

Como vemos en la Tabla 7, donde se muestra el rendimiento de las diferentes provincias, en olivar en secano, en Ciudad Real la provincia más olivarera de la región con el 77% del total de superficie por hectárea se tiene un rendimiento menor a años anteriores con 1210 kg/ha, los de regadío que suelen ser sistemas en intensivo o superintensivo, se ha llegado a los 5300kg/ha ya que se consideran modelos más eficientes.

Tabla 7 Rendimiento y producción de la aceituna de almazara en Castilla – La Mancha en 2021

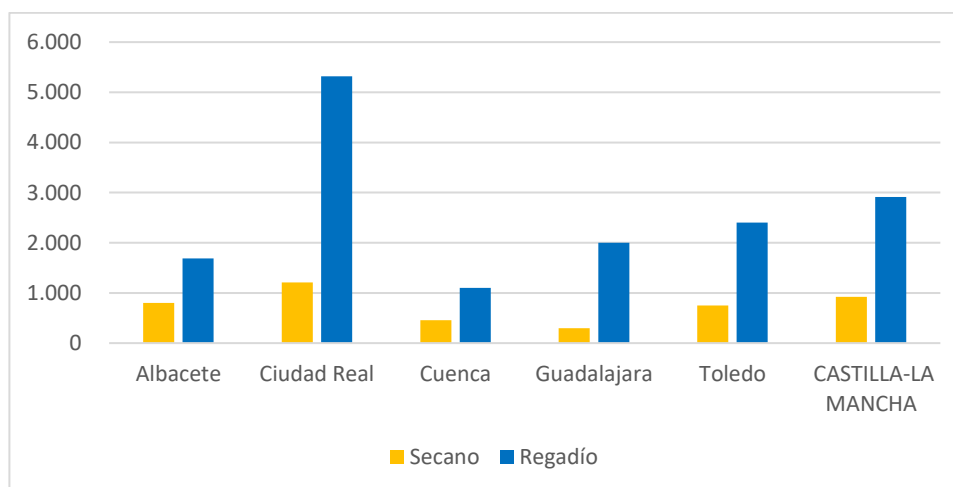
	RENDIMIENTO (kg/ha)		PRODUCCIÓN (tn)
	SECANO	REGADÍO	
Albacete	800	1.691	38.499
Ciudad Real	1.210	5.320	210.020
Cuenca	455	1.100	11.921
Guadalajara	300	2.000	3.258
Toledo	750	2.400	97.658
CASTILLA-LA MANCHA	925	2.912	38.499

Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

Se observan claras diferencias de los rendimientos entre secano y regadío en la en la Tabla 7 y Gráfica 11. En Ciudad Real y Guadalajara es donde hay mayores diferencia de rendimiento de secano a regadío.

A estas alturas en el estudio del sector, cada vez se ve más claro que en nuestra zona en estudio, Ciudad Real, un olivar superintensivo en regadío es la opción más rentable.

Gráfica 10 Rendimiento de la superficie en producción de Castilla – La Mancha (kg/ha)



Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

4. PRECIOS EN EL ACEITE

El precio del aceite varía en función de la oferta y la demanda que son afectadas por múltiples factores que condicionan el precio de éste, como pueden ser la calidad del aceite, el nivel de producción, etc. Así, años de mucha producción suelen acarrear precios más bajos y viceversa.

El Ministerio de Agricultura pone a disposición un boletín semanal con la evolución de los precios del aceite de oliva.

4.1. Calidad del aceite

Aceite de oliva virgen extra (AOVE): Es el aceite de oliva virgen de mayor calidad y se considera el mejor de los aceites de oliva. Se obtiene, directamente de la aceituna mediante procedimientos mecánicos, sin conservantes ni aditivos, y debe extraerse a una temperatura igual o menor a 35°C. Para catalogarse como virgen extra debe tener una acidez libre máxima por debajo del 0,8% (expresada en ácido oleico) y obtener una nota en cata cualificada de 6,5 o más. Se obtiene de la aceituna recolectada en el momento idóneo de madurez y procesada en almazara adecuadamente.

Aceite de oliva virgen: Se obtiene directamente de aceitunas mediante procedimientos mecánicos al igual que el AOVE. Sin embargo tiene una acidez libre máxima inferior al 2% y la puntuación obtenida en cata cualificada debe ser superior a 5,5. Este aceite de oliva puede presentar, en pequeña escala, ligeras alteraciones casi imperceptibles que pueden ser en sus índices analíticos y sobre todo alteraciones sensoriales pero que hacen que dejen de ser aceites virgen extra. A pesar de las imperceptibles alteraciones sensoriales, sigue siendo un aceite de calidad, ligeramente inferior al AOVE.

Aceite de oliva lampante: También es un aceite de oliva virgen pero tiene una acidez libre de más de 3,3g/100g. Da origen al llamado aceite refinado. Se somete a un proceso de refinado para corregir sus defectos y hacerlo apto para el consumo. El aceite de oliva lampante tiene características sensoriales neutras, sin sabor ni olor.

4.2. Evolución de los precios (2018-2022)

En la Gráfica 12, se observa como en los últimos años, los precios del aceite de oliva han experimentado cierta volatilidad. En 2018, los precios fueron relativamente altos, disminución de producción debido a condiciones climáticas adversas y plagas generó una menor oferta y un aumento en los precios.

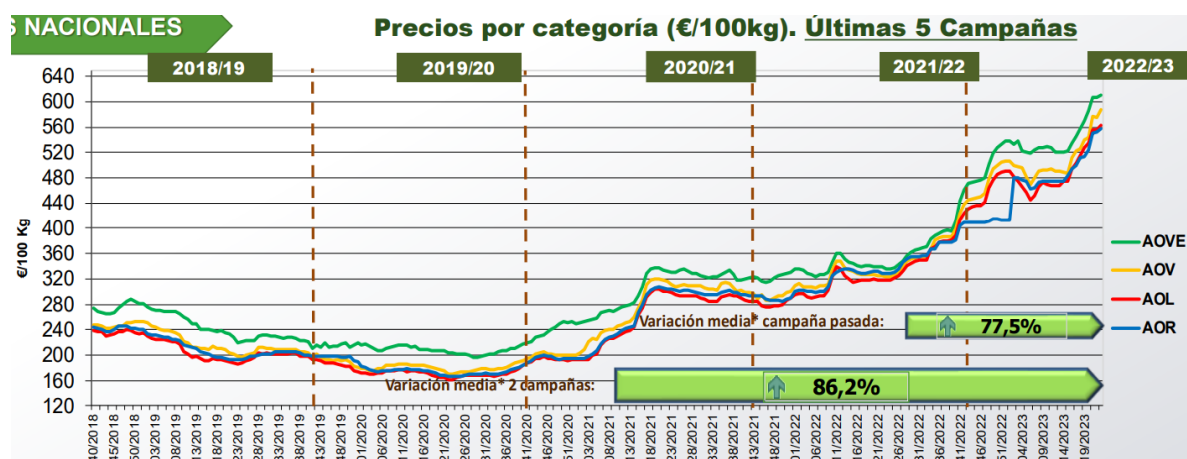
En 2019, los precios del aceite de oliva experimentaron una ligera disminución, aunque se recuperó la producción y se estabilizó la oferta, seguía habiendo incertidumbre en el mercado debido a los factores climáticos y la competencia de otros países grandes productores.

En 2020, con el COVID, los precios se vieron muy afectados con un gran impacto en el sector agrícola. La demanda disminuyó principalmente por las restricciones en la hostelería y el turismo, la recesión económica llevó a una caída en los precios. La subida de final de año fue un soplo de aire fresco para los olivareros, estaba relacionada con las expectativas de cosecha mundial para la campaña 2020/2021 inferiores al consumo.

En 2021, los precios del aceite de oliva mostraron cierta estabilidad en general. Aunque hubo variaciones regionales, la oferta y la demanda se equilibraron en cierta medida.

Durante 2022 el precio siguió al alza debido a un incremento importante de la demanda de aceite de oliva, a la sequía y exceso de calor durante la floración del olivo que dieron lugar a una mala cosecha.

Gráfica 11 Evolución del precio del AOVE en los últimos cinco años



Elaboración propia. Fuente: MAPA

4.3. Evolución de los precios en 2023

El estudio se centrará ahora en el precio del AOVE en el año actual, el precio en origen del aceite de oliva no ha parado de crecer en los últimos meses. En la Gráfica 13, observamos la evolución de los precios del aceite para los distintos meses del año.

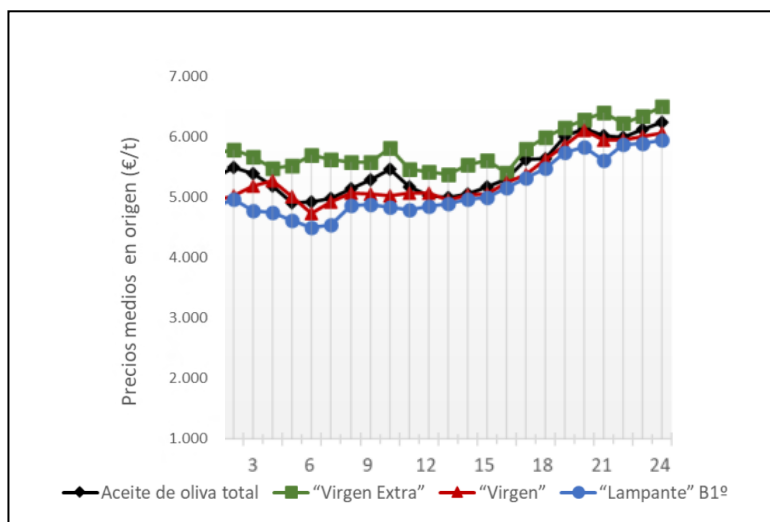
La sequía ha provocado una caída en la producción de aceite de oliva provocando un aumento de los precios. El precio en origen ha experimentado un crecimiento constante en los últimos meses, llegando a alcanzar los 5,4 euros por litro.

Todo ello ha provocado descenso en ventas y un cambio en los hábitos de consumo. La guerra en Ucrania ha afectado la oferta de aceite de girasol y ha impulsado las exportaciones de aceite de oliva español. A día de hoy la incertidumbre persiste a pesar de las lluvias del mes de Junio.

Se mantienen con pocos cambios, tras las subidas del inicio de campaña (en octubre). Las cotizaciones en extras, según las fuentes consultadas, se mueven entre los 6.000 euros y 5.500 euros la tonelada, el virgen en torno a los 5.000 euros y el lampante a 4.800 euros.

Son valores dignos, han asegurado los mismos portavoces, pero sin alcanzar un margen de gran rentabilidad porque “los costes de producción también han subido”.

Gráfica 12 Evolución del precio del aceite hasta la semana 21 del año 2023



Fuente: Observatorio de Precios y Mercados de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.

5. DENOMINACIONES DE ORIGEN

En la Tabla 8, observamos las distintas denominaciones de origen de aceite en Castilla-La Mancha. Nuestra plantación se encuentra en la zona de Denominación de Origen “Aceite Campo de Montiel”, estudiaremos las distintas variedades de aceitunas para esta denominación, con el fin de incrementar la rentabilidad de la explotación.

Tabla 7 Denominaciones de Origen

DENOMINACION DE ORIGEN	CONSEJO REGULADOR	COMUNIDAD AUTONOMA
CAMPO DE CALATRAVA	Consejo Regulador de la D.O.P. "CAMPO DE CALATRAVA"	Castilla-La Mancha
CAMPO DE MONTIEL	Consejo Regulador de la D.O.P. "CAMPO DE MONTIEL"	Castilla-La Mancha
ALCARRIA	Consejo Regulador de la D.O.P. "ALCARRIA"	Castilla-La Mancha
MONTES DE TOLEDO	Consejo Regulador de la D.O.P. "MONTES DE TOLEDO"	Castilla-La Mancha

Elaboración propia. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

El “Aceite Campo de Montiel” procede de las distintas variedades de olivo existentes en la zona: Cornicabra, Picual, Manzanilla, Arbequina y Local, por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos que no produzcan alteración del aceite, conservando el sabor, aroma y características del fruto del que procede. Deberán poseer un índice de madurez comprendido entre valores de 3 y 5, además deberán tener la calificación de “virgen extra”, acidez máxima (% de ácido oleico) de 0,5 °.

Los aceites amparados por la D.O. “Aceite Campo de Montiel” presentarán intensidades considerables de frutado, destacados amargos y picantes, con matices propios de las variedades Cornicabra y Picual, y en menor medida, manzana, almendra, etc., propios de otras variedades. Serán aceites equilibrados, con mantenimiento de una línea uniforme y proporcional, tanto en el frutado como en las intensidades de amargo y picante.

El color de los aceites varía dependiendo de la época de recolección y de la situación geográfica dentro de la comarca, desde el amarillo dorado al amarillo verdoso.

6. VARIEDADES EN CIUDAD REAL

Castilla-La Mancha es la segunda región de España en superficie de olivar, con un notable crecimiento en la producción de aceite de oliva en la última década lo que manifiesta la importancia del olivar en la región, siendo las variedades más comunes picual, cornicabra, arbequina y algunas variedades locales.

En la zona del Campo de Montiel, donde se establecerá la plantación, la variedad principal es la Picual y Cornicabra para olivar tradicional. Se están empezando a implantar explotaciones de variedades como Arbequina, debido a la intensificación de las plantaciones en regadío.

6.1. Variedades a estudiar

Variedad Picual

La variedad más importante de España con casi 900.000 has, presenta buenos rendimientos grasos y alta productividad, siendo una opción a considerar para zonas con condiciones adversas. Entrada en producción precoz, con una floración media y maduración precoz.

Recibe su nombre debido a la forma final de la aceituna en forma de pico. Se le conoce también como Marteño, Lopereño, Morcona, Picúa, Picudulla, Pico Real, Salgar, etc.

La calidad del aceite es medio, con una buena estabilidad y alto contenido oleico.

Sensible a repilo y verticilosis, resistente a tuberculosis.

Variedad Cornicabra

También conocida como Cornal, Cornatillo, Cornetillo, Cornicabra Basta, Cornicabra Negra, Corniche, Corniche Menudo, Cornita, Corval... Su aceite es uno de los mejores en cuanto a características organolépticas

Esta variedad si se recoge temprano, aunque aumente su puntuación en amargos en el aceite obtenido sí mejora sensiblemente la productividad.

Es una variedad tradicional y rústica pero de alto interés en su rendimiento, alto contenido graso y buena calidad de su aceite, de excelentes características organolépticas y elevada estabilidad.

7. CONCLUSIÓN

Tras el estudio llevado a cabo del sector del olivo a nivel nacional y en la región de Castilla-La Mancha, se han analizado varios aspectos llegamos a las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la superficie de olivar, en España ha ido aumentando y se sitúa alrededor de 2.768.267 millones de hectáreas en el año 2022. Andalucía es la región con mayor superficie de olivar, seguida de Castilla-La Mancha, que representa aproximadamente el 16% de la superficie nacional.
- Se ha observado un crecimiento gradual de la superficie de olivar en Castilla-La Mancha en la última década, especialmente en la aceituna destinada a la producción de aceite de almazara. La provincia de Ciudad Real destaca como la que tiene mayor extensión de olivar en la región y en España es considerada una de las principales zonas productoras de aceite de oliva.
- La mayor parte del olivar en España es de secano, entorno al 68% de la superficie total. Aunque el regadío ha experimentado un incremento en los últimos años, lo que indica una tendencia hacia la explotación de la superficie en regadío en el futuro.
- La demanda y el mercado para el aceite de oliva y la aceituna para almazara suelen ser más altos que para la aceituna de mesa, por lo que los agricultores optan por cultivar aceituna destinada a la producción de aceite.
- Los precios del aceite de oliva son bastante volátiles y dependen de las condiciones climáticas, del nivel de producción de cada campaña. Por lo que pueden incrementarse o sufrir un descenso.

8. BIBLIOGRAFÍA

- LIBROS:

D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo. (2004). El Cultivo del Olivo. Ed Mundi-Prensa.

A.Guerrero. (2003). Nueva Olivicultura. Ed Mundi-Prensa.

- WEB:

AICA. Agencia de Información y Control de Alimentos. Declaraciones aceite de oliva/aceituna. Recuperado de: <http://www.aica.gob.es>

MAPA. Encuesta Sobre Rendimientos y Superficie de Cultivos (ESYRCE). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación. Gobierno de España. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadistica-digital/powerbi-cultivos.aspx>

MAPA. Avances e Informes de Situación de Mercado del Sector del Aceite de Oliva y la Aceituna de Mesa. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación. Gobierno de España. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/avances.aspx>

Observatorio de Precios y Mercados. Junta de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=RecordContent&table=12030&element=4376356&subsector=&>

ANEJO 2

CONDICIONANTES DE LA ZONA. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO, EDAFOLÓGICO Y ANÁLISIS DEL AGUA

ÍNDICE

1. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO	7
1.1. INTRODUCCIÓN	7
1.2. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DEL OLIVO	7
1.2.1. Temperatura	7
1.2.2. Granizo	8
1.2.3. Viento	9
1.2.4. Humedad	9
1.3. ELECCIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA	9
1.3.1. Localización de la estación meteorológica	9
1.4. TEMPERATURAS	10
1.4.1. Temperaturas medias	10
1.4.2. Integral Térmica	11
1.4.3. Heladas	12
1.4.4. Acumulación horas de frío	13
1.5. PLUVIOMETRÍA-ETP	16
1.5.1. Precipitación-ETP	16
1.6. HUMEDAD RELATIVA	17
1.7. VIENTO E INSOLACIÓN	18
1.7.1. Viento	18
1.7.2. Insolación	19
1.8. TERMOPLUVIOMETRÍA	20
1.8.1. Índice de Lang	20
1.8.2. Índice de Martonne	20

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

1.8.3. Índice Dantín-Cerceda y Revenga	21
1.9. CLASIFICACION CLIMÁTICAS	22
1.9.1. Clasificación de Papadakis	22
1.9.2. Clasificación de Köppen	27
1.10.CONCLUSIONES	30
2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO	31
2.1. INTRODUCCIÓN	31
2.2. EXIGENCIAS EDAFOLÓGICAS DEL OLIVO	32
2.3. PARCELA DE ESTUDIO	33
2.4. ANÁLISIS DEL SUELO	33
2.4.1. Toma de muestras	33
2.4.2. Resultados de los análisis de las muestras de suelo	35
2.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	42
2.5.1. Propiedades físicas	42
2.5.2. Propiedades químicas	46
2.6. LIMITACIONES DEL SUELO PARA EL CULTIVO DEL OLIVO	53
3. ANÁLISIS DEL AGUA	55
3.1. RECURSOS HÍDRICOS DE LA ZONA	55
3.2. TOMA DE MUESTRAS	55
3.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA	56
3.3.1. Verificación de los análisis	56
3.4. VALORES NORMALES DE AGUAS PARA RIEGO	57
3.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	58
3.5.1. Salinidad	58

3.5.2. Sodicidad	59
3.5.3. Norma reverside	62
3.5.4. Clasificación del agua según su dureza	63
3.5.5. Carbonato sódico residual (Índice de Eaton o CSR)	63
3.5.6. Coeficiente alcalimétrico (Índice de Scott)	64
3.5.7. Relación de calcio (Índice de Kelly)	65
3.5.8. pH	65
3.5.9. Toxicidad	65
3.6. CONCLUSIONES	67
4. BIBLIOGRAFÍA	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperaturas medias y extremas. Estación meteorológica de Montiel (2013-2023)	10
Tabla 2 Integral térmica para cada fase del olivo	11
Tabla 3 Integral térmica acumulada. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	12
Tabla 4 Régimen de heladas. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	12
Tabla 5 Horas de frío. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	14
Tabla 6 Horas de frío. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	15
Tabla 7 Pluviometría y ETP. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	16
Tabla 8 Medias de humedad relativa. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	17
Tabla 9 Velocidad del viento. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	18
Tabla 10 Horas de sol. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	19
Tabla 11 Índice de Lang en función del clima	20
Tabla 12 Índice de Martonne en función del clima	21
Tabla 13 Índice Dantin-Cerceda y Revenga	21
Tabla 14 Tipo de invierno según Papadakis	23
Tabla 15 Tipo de verano según Papadakis	24
Tabla 16 Precipitaciones y temperaturas medias. Estación Meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	27
Tabla 17 Datos para la clasificación de Köppen. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	28
Tabla 18 Clasificación de las muestras	35
Tabla 19 Resultados Calicata 1 (C1): Muestra A	36
Tabla 20 Resultados Calicata 1 (C1): Muestra B	37
Tabla 21 Resultados Calicata 2 (C2): Muestra A	39
Tabla 22 Resultados Calicata 2 (C2): Muestra B	40
Tabla 23 Resultados de caracterización textural	43
Tabla 24 Resultados de Densidad Aparente	44
Tabla 25 Resultados de Capacidad de Campo	45
Tabla 26 Resultados Punto de Marchitez Permanente	45
Tabla 27 Resumen de las propiedades físicas del suelo	46
Tabla 28 Resumen del pH del suelo	47
Tabla 29 Resultados de Capacidad de Campo	48
Tabla 30 Interpretación de Materia Orgánica	48
Tabla 31 Resultados Capacidad de Intercambio Catiónico	49
Tabla 32 Resultados PSI y CE	50

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Tabla 33 Clasificación de los suelos por su CE y PSI	50
Tabla 34 Resultados Nitrógeno Kjeldahl	50
Tabla 35 Interpretación de nitrógeno	51
Tabla 36 Resultados Fósforo disponible	51
Tabla 37 Interpretación de fósforo	51
Tabla 38 Potasio, Calcio, Magnesio en muestras	52
Tabla 39 Interpretación de Potasio, Calcio y Magnesio, según la textura y la CIC del suelo	52
Tabla 40 Resultados analíticos.	56
Tabla 41 Valores normales para agua de riego.	57
Tabla 42 Clasificación de la salinidad en función de las sales disueltas	58
Tabla 43 Riesgo de salinidad de agua en función de su conductividad eléctrica	58
Tabla 44 Clasificación del agua según la relación absorción sodio (RAS)	59
Tabla 45 Concentración de Ca corregida en función de la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego y de la relación $C\ O\backslash Ca$	60
Tabla 46 Clasificación de la dureza del agua con grados Hidrométricos.	63
Tabla 47 Calidad del agua según el índice de Scott	64
Tabla 48 Clasificación de la alcalinización según el Índice de Kelly	65
Tabla 49 Clasificación de la toxicidad según el RAS ajustado	65
Tabla 50 Clasificación de la toxicidad en función de los cloruros.	66
Tabla 51 Clasificación de la toxicidad en función del sodio	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Procedimiento de recogida de muestras	34
Ilustración 2 Ubicación de las calicatas.	35
Ilustración 3 Influencia de pH del suelo sobre la disponibilidad de nutrientes	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Clasificación de Köppen según el clima	29
Gráfica 2 Clases Texturales	42
Gráfica 3 Riesgo de sodicidad del agua de riego, en función de la relación de sodio (RAS) y de la conductividad eléctrica (CE)	61
Gráfica 4 Clasificación según U.S.D.A	62

1. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

1.1. INTRODUCCIÓN

Se va a realizar un estudio climático de la zona de explotación, ya que, a la hora de plantear un proyecto de este tipo, es necesario saber si las condiciones y fenómenos climáticos son compatibles con las exigencias climáticas del olivo o no, por ello se realizará un estudio climático de la zona de donde se localizará la plantación. Se tratará de conocer la influencia de las condiciones meteorológicas sobre el olivo y la adaptación de este a las condiciones de la zona.

Se tendrán en cuenta los 10 años anteriores para el estudio, se ha realizado a partir de la toma de datos de la estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real). Como el clima es un recurso natural que afecta para bien o para mal a nuestro cultivo y su producción, no se pretende hacer previsiones inmediatas sino estudiar las condiciones y fenómenos climáticos que a largo plazo puedan afectar a nuestro cultivo.

1.2. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DEL OLIVO

El olivo es un árbol de tamaño mediano, perennifolio, de vida larga incluso milenaria, muy bien adaptado, anatómica y fisiológicamente, a los climas mediterráneos con veranos largos, cálidos y secos, llegando a temperaturas de 40°C, e inviernos más o menos suaves llegando a 10-12 °C bajo cero en pleno reposo invernal.

1.2.1. Temperatura

1.2.1.1. Temperaturas altas

Para el desarrollo de la fotosíntesis el olivar precisa del agua que llega por las raíces para llevar a cabo la conversión de la savia bruta en savia elaborada, la fotosíntesis es generalmente inhibida con temperaturas superiores a los 35°C. Además, en la floración, el polen puede llegar a perder su capacidad germinativa. Las altas temperaturas no limitan la productividad del olivo, ya que éste resiste bastante el calor, pero temperaturas superiores a 32°C y humedades relativas bajas durante la floración suelen traducirse en una gran pérdida de cosecha.

1.2.1.2. Sensibilidad al frío (heladas)

El cultivo del olivo se ve limitado en áreas donde las temperaturas mínimas absolutas descienden por debajo de -7°C . Según la duración de la exposición a temperaturas bajas habrá diferente afectación.

Durante el reposo, entre 0°C y -5°C se pueden producir pequeñas heridas en brotes y ramas jóvenes, aumentando el riesgo de plagas y enfermedades. Estos daños se van agravando a medida que la temperatura baja de manera que por debajo de -10°C puede ocasionar muerte de ramas de mayor tamaño.

En el periodo donde el cultivo está activo, las temperaturas ligeramente superiores a 0°C pueden provocar alteraciones en la floración como formaciones incompletas de la flor y ligeramente por debajo de 0°C provocan daños graves en brotes, muerte de yemas y hojas recién formadas.

Durante el crecimiento y maduración del fruto las temperaturas inferiores a 0°C causan daños en el fruto, con pérdidas importantes de producción y calidad del aceite. El fruto helado sufre una disminución de peso, si bien éste suele verse compensando con aumento de rendimiento.

1.2.1.3. Necesidades de frío

A pesar de lo expuesto en el apartado anterior, el olivo necesita invierno fríos, primordial $2-15^{\circ}\text{C}$ durante 70-80 días para el incremento de la calidad de la cosecha. Se requiere un mínimo de 10 semanas por debajo de los 12°C para alcanzar plena floración. Por ello el olivo no se puede cultivar en climas tropicales.

1.2.2. Granizo

Si el granizo cae con gran intensidad, puede provocar heridas en las plantas que pueden dar lugar al desarrollo de la enfermedad conocida como "tuberculosis". Además, si coincide con la floración, el granizo puede dañar las flores mermando la cosecha.

1.2.3. Viento

En ocasiones, los vientos pueden ocasionar daños en los olivares al arrancar ramas y derribar árboles. Si el viento sopla durante épocas de humedad relativa baja, como sucede con los vientos solanos en gran parte de Castilla- La Mancha, y especialmente si las temperaturas también son elevadas, se produce una acción deshidratadora sobre la vegetación, lo que puede resultar en una disminución de la producción.

1.2.4. Humedad

El exceso de humedad en el suelo puede afectar seriamente al olivo, ya que es una planta muy sensible a estas condiciones. La combinación de alta humedad relativa y temperaturas suaves puede dar lugar a ataques de clorosis, y en algunos casos, incluso la pérdida total de la planta. Los períodos más críticos para el olivo son el otoño y la primavera, especialmente en zonas bajas y húmedas, donde los ataques pueden ser más graves.

1.3. ELECCIÓN DE LA ESTACIÓN METEREOLÓGICA

Se han obtenido los datos meteorológicos a través del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR). Se ha seleccionado la estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real), debido a su cercanía y sus similitudes topográficas. Los datos corresponden a una serie de 11 años, desde 2013 hasta 2023.

1.3.1. Localización de la estación meteorológica

A continuación, se detallan las coordenadas UTM que corresponden a la estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) que se encuentra a una altitud de 879 m.

- Coordenada UTM (Zona 30): 510314.41 m E, 4283153.73 m N

Existe una diferencia de cota de 76 m entre la estación y la parcela, luego, se tendrá que tener en cuenta las posibles variaciones de temperaturas y otros condicionantes climatológicos.

1.4. TEMPERATURAS

1.4.1. Temperaturas medias

Tabla 1 Temperaturas medias y extremas. Estación meteorológica de Montiel (2013-2023)

	TEMPERATURAS MEDIAS			TEMPERATURAS EXTEMAS			
	MEDIAS	MAXIMAS	MINIMAS	MAXIMAS		MINIMAS	
				°C	DIA	°	DIA
ENERO	6,7	20,7	1,8	23,7	29/01/2021	-5,9	18/01/2017
FEBRERO	8,0	13,9	2,6	23,6	03/02/2020	-5,7	17/02/2016
MARZO	10,3	16,3	4,6	28,6	30/03/2023	-3,9	03/03/2023
ABRIL	12,8	19,2	6,7	29,0	29/04/2014	-0,8	07/04/2013
MAYO	16,9	24,3	9,5	38,4	14/05/2015	2,3	16/05/2013
JUNIO	21,7	29,7	13,4	39,0	15/06/2022	4,6	01/06/2013
JULIO	25,3	34,0	16,7	41,0	25/07/2022	8,9	29/07/2013
AGOSTO	24,7	39,8	16,5	43,2	14/08/2021	11,3	30/08/2020
SEPTIEMBRE	20,5	27,8	14,2	38,7	06/09/2016	7,1	29/09/2020
OCTUBRE	16,0	23,0	10,0	30,4	21/10/2014	-4,0	31/10/2013
NOVIEMBRE	10,2	16,0	5,1	26,4	02/11/2020	-8,5	17/11/2013
DICIEMBRE	8,0	13,8	3,1	24,7	31/12/2021	-6,5	02/12/2013
ANUAL	15,1	23,2	8,7				

Elaboración propia. Fuente: SIAR

Temperatura media dependiendo de la estación del año:

- Primavera: 15,4 °C
- Verano: 23,5 °C
- Otoño: 13,7 °C
- Invierno: 8,3 °C

Temperatura media del mes más cálido (Julio): 25,3 °C

Temperatura media del mes más frío (Enero): 6,7 °C

El olivar es un cultivo resistente y adaptado a las condiciones climáticas de la zona en la que se cultiva. Aunque puede tolerar diversas temperaturas, existen varios intervalos óptimos de temperatura dependiendo de la etapa fenológica en la que se encuentre:

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

- Reposo vegetativo: -10 a -12 °C
- Despertar de primavera: -5 a -7 °C
- Cero vegetativo: 9 a 12 °C
- Desarrollo de inflorescencias: 14 a 15 °C
- Floración: 18 a 19 °C
- Fecundación: 21 a 22 °C
- Fotosíntesis: 15 a 30 °C

Las condiciones térmicas de la zona son favorables para el cultivo del olivo, ya que satisfacen los requisitos de frío necesarios para la inducción floral del olivo, que requiere temperaturas inferiores a los 12 °C durante 10 semanas acumulando horas de frío. En la zona, las temperaturas extremas, tanto las más bajas como las más altas, se registran en los meses de enero y julio, respectivamente. Afortunadamente, estas temperaturas se encuentran dentro de los límites que el olivar puede soportar.

1.4.2. Integral Térmica

La Integral Térmica se refiere a la cantidad de calor, en °C, que un genotipo vegetal específico necesita acumular para completar su ciclo vegetativo o cualquiera de sus etapas fenológicas. El olivar requiere una acumulación de 5300 °C desde la brotación hasta la cosecha de los frutos.

Tabla 2 Integral térmica para cada fase del olivo

FASE	INTEGRAL TERMICA NECESARIA (horas)
BROTACIÓN	750
FLORACIÓN	550
FECUNDACIÓN	560-700
MADURACIÓN	3978

Fuente: Gómez del Campo, M (2018). Olivicultura, Sistema de cultivos leñosos. Universidad Politécnica de Madrid

$$IT = \Sigma (t_d - t_b) = cte$$

Siendo:

- t_d : temperatura media diaria
- t_b : temperatura base en Olivar $\rightarrow 7^\circ\text{C}$

Tabla 3 Integral térmica acumulada. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

MES	MEDIAS	IT	IT ACUMULADA
ENERO	6,7	200,7	200,7
FEBRERO	8	217	417,7
MARZO	10,3	312,3	730
ABRIL	12,8	377	1107
MAYO	16,9	516,9	1623,9
JUNIO	21,7	644	2267,9
JULIO	25,3	777,3	3045,2
AGOSTO	24,7	758,7	3803,9
SEPTIEMBRE	20,5	608	4411,9
OCTUBRE	16	489	4900,9
NOVIEMBRE	10,2	299	5199,9
DICIEMBRE	8	241	5440,9

Elaboración propia. Fuente: SIAR

En el caso de nuestra finca se cumple la Integral Térmica, ya que se obtienen 5440°C acumulados superando los 5300°C, por lo que no hay peligro de que la especie sufra por deficiencia de calor.

1.4.3. Heladas

1.4.3.1. Periodo de heladas extremas

Tabla 4 Régimen de heladas. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

Año	Última helada primavera	Primera helada otoño	Nº de días libres de helada
2013	15 de marzo	15 de noviembre	245
2014	3 de febrero	6 de diciembre	306
2015	25 de febrero	23 de noviembre	271
2016	13 de marzo	20 de diciembre	282
2017	25 de marzo	7 de noviembre	227
2018	22 de marzo	23 de diciembre	276
2019	9 de febrero	9 de noviembre	273
2020	8 de marzo	24 de noviembre	261
2021	22 de marzo	16 de noviembre	239
2023	5 de marzo	24 de noviembre	264

Elaboración propia. Fuente SIAR

Fecha promedio de la primera helada en los últimos 10 años: **24 de Noviembre.**

Fecha promedio de la última helada en los últimos 10 años: **5 de Marzo.**

- Periodo libre de heladas: 264 días.
- Periodo de heladas: 105 días.

Las fechas son promedios, por lo que el periodo entre heladas se puede alargar sobre los datos expuestos

Consideramos heladas peligrosas para el olivo aquellas que son antes de noviembre y después de abril, por lo tanto, como en nuestra zona de estudio la primera y última helada son el 7 de noviembre y 25 de marzo, respectivamente, podemos decir que no tenemos riesgos de daños por heladas.

Los árboles jóvenes son más sensibles a los daños por frío que los adultos. En olivares recientemente plantados, las hojas y meristemos están más próximos al suelo donde la temperatura es menor en las heladas por radiación. Los órganos reproductivos, flores y yemas florales, son mucho más sensibles en árboles jóvenes y son seriamente dañadas por temperaturas próximas a cero.

Las partes del olivo ordenadas de mayor a menor en cuanto a la sensibilidad a las heladas sería: flores > raíces > hojas > ramitas > yemas vegetativas.

1.4.4. Acumulación horas de frío

La acción del frío es esencial para el desarrollo continuado de muchas especies, especialmente árboles frutales, en climas templados o fríos. El frío interrumpe la fase de letargo en las yemas o semillas que han recibido una cierta refrigeración, permitiéndoles iniciar su germinación o brotación. La acumulación de horas frío es crucial para los cambios fisiológicos que son responsables de la floración y fructificación del cultivo. Cuando no se alcanza la cantidad suficiente de horas frío, la planta puede experimentar alteraciones como la caída de yemas, la brotación irregular y dispersa o anomalías durante el crecimiento y la floración.

Las temperaturas que estimulan la brotación y germinación varían según la especie y variedad cultivada, y suelen oscilar entre los 3 y 7 °C para los vegetales originarios de la

zona templada. La acción del frío es acumulativa y la salida del letargo se produce después de que se haya superado un cierto tiempo de exposición al frío. Cada especie y variedad cultivada exige un cierto tiempo de exposición a la acción de temperaturas bajas estimuladoras durante su reposo invernal, que se mide como horas frío.

En el caso del olivo, es necesario que acumule horas de frío en los meses de reposo vegetativo para romper su fase de latencia y producir una buena floración. Las temperaturas iguales o inferiores a los 7°C se consideran frías para este propósito. Las necesidades de frío varían entre 400 y 800 horas, dependiendo del tipo de variedad.

El método de Mota (1957) es uno de los más utilizados para correlacionar las horas de frío y la temperatura media de los meses durante el periodo invernal (Noviembre-Febrero):

$$Y = \Sigma Y_1 = 485,1 - 28,5tm_1$$

Siendo:

- Y: nº de horas-frío mes
- tm_1 : temperatura media mensual del mes “i”

Tabla 5 Horas de frío. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

MES	Tª MEDIAS	DÍAS DEL MES	NÚMERO DE HORAS CON Tª <7º
ENERO	6,7	31	294,15
FEBRERO	8,0	28	257,1
MARZO	10,3	31	191,55
ABRIL	12,8	30	120,3
MAYO	16,9	31	3,45
JUNIO	21,7	30	0
JULIO	25,3	31	0
AGOSTO	24,7	31	0
SEPTIEMBRE	20,5	30	0
OCTUBRE	16,0	31	29,1
NOVIEMBRE	10,2	30	194,4
DICIEMBRE	8,0	31	257,1
TOTAL			1347,15

Elaboración propia. Fuente SIAR

Como el número de horas de frío es 1347,15 horas en el periodo de reposo vegetativo, se cumple con las necesidades de frío del olivo (400h con temperaturas inferiores a 7°C)

Con información histórica registrada en la estación meteorológica de Montiel disponible en la plataforma SIAR en el periodo comprendido entre el año 2013 y el año 2023 también se cumplen las necesidades de frío.

Tabla 6 Horas de frío. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

MES	TOTAL HORAS FRÍO
2013	2624
2014	2032
2015	2073
2016	2207
2017	2231
2018	2512
2019	2165
2020	1840
2021	1969
2022	1678
2023	1800
PROMEDIO	2103

Elaboración propia. Fuente SIAR

1.5. PLUVIOMETRÍA-ETP

Se tomarán los datos de pluviometría y ETP de los once últimos años.

1.5.1. Precipitación-ETP

Tabla 7 Pluviometría y ETP. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)	ETP mes
ENERO	36,83	34,69
FEBRERO	27,94	49,94
MARZO	55,38	80,86
ABRIL	57,56	108,49
MAYO	25,05	145,25
JUNIO	22,11	190,06
JULIO	1,99	234,54
AGOSTO	14,05	206,14
SEPTIEMBRE	27,16	133,96
OCTUBRE	38,15	87,13
NOVIEMBRE	49,57	42,61
DICIEMBRE	44,88	32,05
ANUAL	417,91	1350,88

Elaboración propia. Fuente: SIAR

Según se muestra en la Tabla 8, en nuestra área de estudio, la precipitación media es de 417,91 mm, por lo que se optará por plantar el olivo con un sistema de riego para satisfacer sus necesidades de agua.

Los meses de Marzo y Abril suelen ser los más lluviosos. Mientras que los meses de verano (Junio, Julio y Agosto) son en los que el olivo sufre más estrés hídrico, debido a la escasez de lluvia y la elevada demanda atmosférica.

1.6. HUMEDAD RELATIVA

Tabla 8 Medias de humedad relativa. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	Hr (%)
ENERO	77,3
FEBRERO	72,3
MARZO	66,3
ABRIL	64,2
MAYO	51,8
JUNIO	41,8
JULIO	31,9
AGOSTO	35,1
SEPTIEMBRE	50,4
OCTUBRE	59,1
NOVIEMBRE	75,4
DICIEMBRE	78,4
ANUAL	58,9

Elaboración propia. Fuente SIAR

El olivo es sensible al exceso de humedad en el suelo. Cuando la humedad relativa es alta y las temperaturas son suaves, se corre el riesgo de que se produzcan ataques de clorosis, lo que puede llevar a la pérdida de los árboles.

Además, la presencia de agua libre en las hojas, debido al rocío o la lluvia, es un factor que favorece las enfermedades aéreas como el repilo.

En nuestra área de estudio, según lo indicado en la Tabla 7, la humedad relativa es baja. Sin embargo, esto puede ocasionar un déficit hídrico durante la etapa de maduración de los frutos, que puede derivar en una disminución en el tamaño de la aceituna e incluso puede provocar su caída. Para manejar adecuadamente este equilibrio entre humedad, transpiración y evapotranspiración, se propone la instalación de un sistema de riego, como se mencionó anteriormente.

Aunque la humedad no parece ser un problema en nuestra zona de estudio, es importante vigilar las condiciones cada año. El olivo no tolera bien las altas humedades, ya que esto puede propiciar la aparición de hongos y otros problemas.

1.7. VIENTO E INSOLACIÓN

1.7.1. Viento

Tabla 9 Velocidad del viento. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	V (m/s)	V (km/h)
ENERO	2,76	9,93
FEBRERO	3,01	10,83
MARZO	3,20	11,52
ABRIL	2,86	10,29
MAYO	2,41	8,67
JUNIO	2,39	8,61
JULIO	2,44	8,77
AGOSTO	2,26	8,15
SEPTIEMBRE	2,16	7,79
OCTUBRE	2,04	7,33
NOVIEMBRE	2,55	9,16
DICIEMBRE	2,40	8,64
MEDIA ANUAL	2,48	8,93

Elaboración propia. Fuente: SIAR

El olivo presenta cierta tolerancia a vientos fuertes debido a la flexibilidad de sus ramas y brotes, así como al tamaño reducido y la esclerofilia de sus hojas, lo que disminuye la probabilidad de sufrir daños por fricción. Sin embargo, vientos intensos pueden ocasionar la caída prematura de los frutos, lo que resulta en una disminución en la calidad de la cosecha y un aumento de los costos.

En el caso particular de nuestra zona de estudio, según los datos de la Tabla 8, la intensidad del viento es baja, por lo tanto, no se esperan daños significativos causados por el viento. Es importante destacar que durante los primeros años del crecimiento de los árboles, se colocarán tutores para prevenir problemas asociados al viento que pueden ocurrir en las etapas iniciales de la plantación. Estos tutores se retiran una vez que el olivo ha alcanzado suficiente madurez y fortaleza.

1.7.2. Insolación

El olivo, como cualquier árbol, necesita de suficientes horas de sol para poder sintetizar azúcares y fabricar como consecuencia aceites con buenos rendimientos. Esto no solo se consigue con radiación solar. También habrá que realizar una poda en el momento correcto y de la manera adecuada.

El mes con más horas de sol diarias es julio con un promedio de 13.01 horas de sol y el mes con menos horas de sol es enero con un promedio de 5.78 horas de sol al día.

En la zona en estudio se cuentan alrededor de 3296,79 horas de sol durante todo el año. En promedio, hay 108,21 horas de sol al mes.

Tabla 10 Horas de sol. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	Nº DE HORAS DE SOL/DÍA	Nº DE HORAS DE SOL/MES
ENERO	5,7	176,7
FEBRERO	6,5	182,3
MARZO	7,8	241,8
ABRIL	9,1	273,6
MAYO	11	341,7
JUNIO	12,7	381,8
JULIO	13	403,1
AGOSTO	12,1	375,1
SEPTIEMBRE	10,3	309,2
OCTUBRE	8,1	251,1
NOVIEMBRE	6,2	186,1
DICIEMBRE	5,8	179,8
MEDIA ANUAL	9,03	274,96

Elaboración propia. Fuente: WOESPANA

1.8. TERMOPLUVIOMETRÍA

Se realizará un estudio termopluviométrico según los distintos índices:

1.8.1. Índice de Lang

Se calcula dividiendo la precipitación media anual (mm) entre la temperatura media anual (°C).

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

Siendo:

- I_l : Índice de Lang
- P: Precipitación media anual (mm) → 417,91 mm
- T: temperatura media anual (°C) → 15,1°

Por lo tanto:

$$I_l = \frac{417,91}{15,1} = 27,67$$

Tabla 11 Índice de Lang en función del clima

IL	CLIMA
0 < IL < 20	ÁRIDO
20 < IL < 40	MEDITERRÁNEO
40 < IL < 70	SEMIÁRIDO
70 < IL < 100	HÚMEDO

Elaboración propia. Fuente: Climatología aplicada (UPM)

Según el Índice de Lang, nos encontramos en un **CLIMA MEDITERRÁNEO**

1.8.2. Índice de Martonne

Se calcula también utilizando los parámetros de precipitación media anual (mm) entre la temperatura media anual (°C).

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

Siendo:

- I_M : Índice de Martonne
- P: Precipitación media anual (mm) → 417,91
- T: Temperatura media anual (°C) → 15,1°C

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Por lo tanto:

$$I_M = \frac{417,91}{15,1 + 10} = 16,65$$

Tabla 12 Índice de Martonne en función del clima

IM	CLIMA
$0 < IM < 5$	ÁRIDO
$5 < IM < 20$	SEMIÁRIDO
$20 < IM < 30$	SEMIHÚMEDO
$30 < IM < 55$	HÚMEDO

Elaboración propia. Fuente: Climatología aplicada (UPM)

Según el Índice de Martonne se trata de un **CLIMA SEMIÁRIDO**

1.8.3. Índice Dantín-Cerceda y Revenga

De nuevo se obtiene con los parámetros anteriores de precipitación media anual (mm) entre la temperatura media anual (°C).

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

- I_{DR} : Índice de Dantín-Cerceda y Revenga.
- P: Precipitación media anual (mm) $\rightarrow 417,91$ mm
- T: temperatura media anual (°C) $\rightarrow 15,1^{\circ}\text{C}$

Por lo tanto:

$$I_{DR} = \frac{100 \times 15,1}{417,91} = 3,61$$

Tabla 13 Índice Dantin-Cerceda y Revenga

IDR	CLIMA
$IDR > 4$	ZONA ÁRIDA
$4 \geq IDR \geq 2$	ZONA SEMIÁRIDA
$IDR \leq 2$	ZONA HÚMEDA Y SUBHÚMEDA

Elaboración propia. Fuente: Climatología aplicada (UPM)

Según el Índice de Dantin-Cerceda y Revenga se trata de una **ZONA SEMIÁRIDA**

1.9. CLASIFICACION CLIMÁTICAS

1.9.1. Clasificación de Papadakis

Esta clasificación considera factores de suma importancia para evaluar la idoneidad de los cultivos, tales como las temperaturas extremas máximas y mínimas, así como el balance de agua en el suelo. A partir de estos datos, se establecen el tipo de invierno, el tipo de verano y el régimen hídrico correspondientes. La combinación de estos tres factores permite determinar el tipo de clima predominante en la zona.

1.9.1.1. Tipo de invierno

El tipo de invierno define la intensidad de los inviernos en la zona, basándose en los siguientes parámetros:

- Temperatura media de mínimas absolutas del mes más frío ($t^{\circ}al$)
- Temperatura media de mínimas del mes más frío (tl)
- Temperatura media de máximas del mes más frío (Tl)

Considerando el mes de Enero como el más frío:

- $t^{\circ}al$: 1,8
- tl : 6,7
- Tl : 20,7

Tabla 14 Tipo de invierno según Papadakis

TIPO DE INVIERNO		t'al (°C)	t1 (°C)	T1(°C)
ECUATORIAL	EC	>7	>18	>21
TROPICAL				
Cálido	Tp	>7	8 a 18	>21
Medio	Tp	>7		
Fresco	tp	>7		
CITRUS				
Tropical	Ct	-2,5 a 7	>8	>21
Ci		-2,5 a 8		
AVENA				
Cálida	Av	10 a -2,5	>-4	>10
Fresca	Av	>-10		5 a 10
TRITICUM				
Avena-trigo	Tv	'-29 a -10		>5
Cálido	Ti	>-29		0 a 5
Fresco	ti	>-29		<0
PRIMAVERA				
Cálida	Pr	<-29		>-17,8
Fresca	pr	<-29		>-17,9

Elaboración propia. Fuente. MAPAMA

Como podemos ver, el tipo de invierno según la clasificación de Papadakis es “**AVENA CÁLIDA (Av)**”.

1.9.1.2. Tipo de verano

Los cultivos que pueden ser viables dependerán de la duración y calidez del verano. Para determinar el tipo de verano, se requieren los siguientes datos: la estación libre de heladas mensual mínima (EmLH), disponible (EDLH) o la media (EMLH), la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos (Tmmax). La media de máximas del mes más cálido (Tmax) y la media de las mínimas del mes más cálido (tmin). Todos estos valores se comparan en la Tabla 14, donde se ordenan según la temperatura.

El valor entre corchetes es el requisito necesario a cumplir de [x] ó [n]. El valor de x en ExLH hace referencia a los distintos períodos de los regímenes de heladas según Papadakis (m, D, ó M; mínima, disponible o media, respectivamente). El valor de [n]

indica si habrá que calcular la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4
ó 6 meses más cálidos ($n = 2, 4$ ó 6 , respectivamente).

Para nuestro estudio:

- Mínima estación sin días de heladas: de Abril a Octubre (6 meses)
- Temperatura media de máximas del mes más cálido (en nuestro caso, Julio): 34 °C.
- Temperatura media de mínimas del mes más cálido (Julio): 16,7°C.
- Temperatura media de máximas durante los 6 meses más cálidos: 29,8 °C.
- Temperatura media de mínimas de los 2 meses más cálidos: 16,6 °C.

Tabla 15 Tipo de verano según Papadakis

TIPO DE VERANO		ExLH [x] (mes)	Tmmax (°C) [n°]	Tmax (°C)	tmin (°C)
GOSSYPIMUM					
Cálido	G	>4,5 [m]	>25 [6]	>33,5	>20
Fresco	g	>4,5 [m]	>21 [6]	<33,5	<20
COFFEE	c	=12 [m]	>21 [6]	<33,5	<20
ORIZA	O	>4 [m]	21-25 [6]		
MAIZE	M	>4,5 [D]	>21 [6]		
TRITICUM					
Cálido	T	>4,5 [D]	<21 [6] >17 [4]		
Fresco	t	2,5-4,5 [D]	>17 [4]		
POLAR					
Cálido	P	<2,5 [D]	>10 [4]		
Fresco	p	<2,5 [D]	<6 [2]		
FRIGID					
Cálido	F		<6 [2]	>0	
Fresco	f			<0	
ANDINO-ALPINO					
Cálido	A	<2,5 [D] >1 [M]	>10 [4]		
Fresco	a	>1 [M]	<10 [4]		

Elaboración propia. Fuente: Climatología aplicada (UPM)

Como podemos ver, el verano en nuestra zona es según la clasificación de Papadakis es
“**GOSSYPIMUM FRESCO (g)**”

1.9.1.3. Régimen térmico

El régimen térmico se clasifica según la definición de Papadakis, considerando la estación cálida y la estación fría. En base a esto, los trece tipos de invierno y los doce tipos de verano mencionados anteriormente se combinan para crear cuarenta tipos de regímenes térmicos. Según los datos obtenidos, con un invierno de tipo AVENA CÁLIDA (Av) y un verano de tipo GOSSYPIUM FRESCO (g), nuestro régimen de temperaturas se clasifica como **CONTINENTAL CÁLIDO (CO [5])**.

1.9.1.4. Régimen hídrico

El régimen hídrico define la disponibilidad natural de agua para las plantas. Para calcularlo es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Índice de humedad anual es el cociente:

$$Ih = \frac{P}{ETP} = \frac{417,91}{1350,88} = 0,309$$

- Índice de humedad mensual. Cuando la precipitación es superior a la ETP, se calcula igual que para el anual:

$$Ihm = \frac{Pm}{ETPm} \text{ si } Pm > ETPm$$

- Cuando la precipitación mensual es inferior a la evapotranspiración potencial, la precipitación del numerador se reemplaza por la suma de esta y del agua almacenada en el suelo procedente de las lluvias previas y que ha sido extraída por las plantas:

$$Ihm = \frac{Pm + VRm}{ETPm} \text{ si } \frac{Pm}{ETPm}$$

- Cuando la precipitación excede a la ETP es mes es húmedo.

$$Pm > ETPm$$

- Cuando la precipitación más el agua almacenada en el suelo extraída supera el 50% de la ETP el mes lo consideraremos intermedio.

$$Pm + VRm > 0,5 \times ETPm$$

- Por último si la precipitación más el agua almacenada del suelo extraída es inferior al 50% de la ETP se considera el mes seco.

$$Pm + VRm < 0,5 \times ETPm$$

Las diferencias entre la precipitación mensual y la evapotranspiración en los meses húmedos nos definen el índice de lavado del suelo.

$$Ln = \Sigma_{LMNL}(Pm - ETPm), \text{ cuando } Pm > ETPm \text{ (estación húmeda)}$$

En nuestro caso, el régimen hídrico es:

Mediterráneo: ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que la precipitación estival. Si el verano es G, julio debe ser seco. Latitud $> 20^\circ$, sino es monzónico.

- Mediterráneo húmedo (ME), $Ln > 0,20 \times ETP$ y $Ih > 0,88$.
- Mediterráneo seco (Me), $Ln < 0,20 \times ETP$, $0,22 < Ih < 0,88$; en uno o más meses con $T > 15^\circ\text{C}$ se cumple que el agua disponible cubre la ETP: $Pm + |VRm| > ETPm$.
- Mediterráneo semiárido (me), demasiado seco para ser Me.

En nuestro caso:

- $Ih = 0,309 \rightarrow 0,22 < 0,309 < 0,88$
- $Ln = 21,93 \rightarrow 21,93 < 0,2 \times ETP$
- En más de un mes se cumple que $T^a > 15^\circ\text{C}$, $Pm + |VRm| > ETPm$

Con todo ello llegamos a la conclusión que tenemos un clima **MEDITERRÁNEO SECO (Me)**

1.9.1.5. Unidades climáticas

En conclusión, el sistema de Papadakis define las unidades climáticas y sus subdivisiones con los criterios del régimen térmico y el régimen hídrico, que en nuestro caso equivalen a **CONTINENTAL CÁLIDO (CO [5])** o Me respectivamente, pudiendo concluir que el tipo climático de la zona es **MEDIERRANEO CONTINENTAL**

1.9.2. Clasificación de Köppen

Seguiremos la clasificación reproducida por Strahler (1989). El clima, quedará caracterizado por un grupo, un subgrupo y una subdivisión. Se utilizarán para ello los siguientes datos:

Tabla 16 Precipitaciones y temperaturas medias. Estación Meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)	TEMPERATURAS MEDIAS °C
ENERO	36,83	6,7
FEBRERO	27,94	8
MARZO	55,38	10,3
ABRIL	57,56	12,8
MAYO	25,05	16,9
JUNIO	22,11	21,7
JULIO	1,99	25,3
AGOSTO	14,05	24,7
SEPTIEMBRE	27,16	20,5
OCTUBRE	38,15	16
NOVIEMBRE	49,57	10,2
DICIEMBRE	44,88	8

Elaboración propia. Fuente: SIAR.

En función de las precipitaciones y las temperaturas medias, se obtendrán los siguientes índices para posteriormente determinar la clasificación de Köppen

Tabla 17 Datos para la clasificación de Köppen. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

Tm	TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN °C	15,1
tm1	TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS FRÍO EN °C	6,7
tm12	TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS CÁLIDO EN °C	25,3
tm11	TEMPERATURA MEDIA DEL SEGUNDO MES MÁS CÁLIDO °C	24,7
tm10	TEMPERATURA MEDIA DEL TERCER MES MÁS CÁLIDO °C	23,6
Tm9	TEMPERATURA MEDIA DEL CUARTO MES MÁS CÁLIDO °C	20,5
P (cm)	PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN CM	41,79
P (cm) 1	PRECIPITACION MEDIA DEL MES MÁS SECO EN CM	0,02
P (cm) i	SUMA DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS SEIS MESES MÁS FRÍOS EN CM	22,27
P (cm) v	SUMA DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS SEIS MESES MÁS CÁLIDOS EN CM	12,19
P (cm) i1	LA MENOR PRECIPITACION DE LOS SEIS MESES MÁS FRÍOS EN CM	2,794
P (cm) i6	LA MAYOR PRECIPITACION DE LOS SEIS MESES MÁS FRÍOS EN CM	5,538
P (cm) 1v1	LA MENOR PRECIPITACION DE LOS SEIS MESES MÁS CÁLIDOS EN CM	0,02
P (cm) 1v6	LA MAYOR PRECIPITACION DE LOS SEIS MESES MÁS CÁLIDOS EN CM	3,815

Elaboración propia. Fuente: SIAR.

1.9.2.1. Grupo

La primera categoría climática esta formada por 5 grupos climáticos, que vienen definidos por las temperaturas y precipitaciones medias (mensuales o anuales). Cuatro de estos cinco grupos están definidos a partir de valores de temperaturas, mientras que el grupo B está definido por el balance de agua precipitación-evaporación (temperaturas).

Tipo C - Climas Templado

Para los climas tipo C, la característica primaria es que la T media del mes mas frío está entre -3°C y 18°C.

1.9.2.2. Subgrupo

Para nuestro tipo de clima existen varios subgrupos:

- f: Precipitaciones constantes todos los meses.
- m: con estación seca pero compensada por un alto nivel de precipitaciones anuales
- w: estación seca durante el invierno del respectivo hemisferio
- s: estación seca durante el verano de el respectivo hemisferio.

En nuestro caso es **CLIMA Cs**.

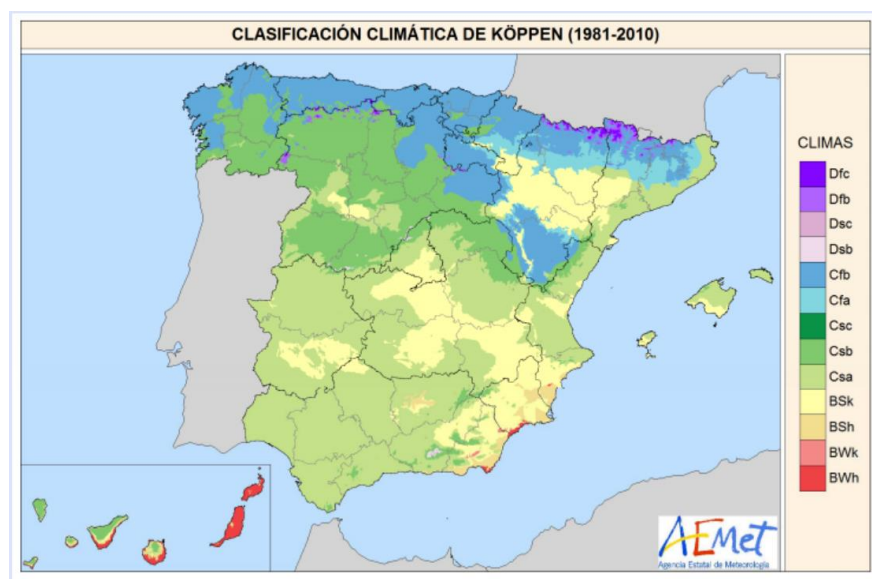
1.9.2.3. Subdivisiones

Además, para obtener mayor precisión climática, se introduce una tercera letra que corresponde al factor térmico.

- a: veranos calurosos con la temperatura media del mes más cálido superior a los 22°C.
- b: verano cálido y largo: con cuatro meses, al menos, con temperaturas por encima de los 10°C.
- c: verano fresco y corto: menos de cuatro meses con temperaturas medias por encima de 10°C.
- d: inviernos fríos: temperatura media del mes más frío por debajo de -3°C.
- h: clima caluroso y seco: temperatura media anual por encima de 18°C.
- k: clima frío y seco: tm anual por debajo de 18°C
- i: débil oscilación térmica anual.
- l: temperaturas medias mensuales entre 10°C y 22°C.
- n: nieblas frecuentes.

En nuestro caso sería: **CLIMA Csa**.

Gráfica 1 Clasificación de Köppen según el clima



Fuente: AEMET

1.10. CONCLUSIONES

En la zona de estudio, hay una diferencia de altura de 76 metros entre la estación meteorológica donde se recopilieron los datos y la finca en sí. Aunque esta diferencia existe, no se considera un factor limitante en el estudio.

Las temperaturas medias máximas (23,2°C) y mínimas (8,7°C) se encuentran dentro de los rangos tolerables para el olivar. Además, la radiación solar es suficiente para que los olivos puedan realizar la fotosíntesis y producir aceite.

El único factor que puede ser un condicionante es la pluviometría. En la zona de estudio, la precipitación promedio anual es de 417 mm, lo cual es considerado bajo. Aunque el olivo es resistente a la sequía, estos niveles de precipitación podrían afectar el crecimiento y la producción del olivo como consecuencia de un estrés hídrico, reduciendo el tamaño del fruto, la cantidad de flores y el contenido de aceite. Sin embargo, debido a que la plantación se realizará por regadío, la falta de lluvia no será un problema.

Dado el clima favorable en esta zona para el cultivo del olivo, se seleccionará la variedad más adecuada que se adapte a las condiciones climáticas mencionadas.

2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

2.1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la calidad del fruto del olivo están influenciados por el clima, la disponibilidad de agua y las temperaturas. Estas condiciones extremas pueden alterar la composición y calidad del fruto. Aunque el olivo es una planta adaptable a una amplia gama de suelos, incluso aquellos considerados marginales para otros cultivos, el tipo de suelo puede afectar las características organolépticas del aceite de oliva. Se ha observado que los suelos secos y calizos tienden a producir aceites de mayor calidad en comparación con los suelos húmedos y arcillosos.

Para conocer las propiedades químicas y físicas del suelo en el área destinada a la plantación, se realizarán análisis detallados. Esto permitirá identificar la variedad de olivo más adecuada y las posibles limitaciones del suelo para el cultivo planificado. Además, el estudio del terreno facilitará el diseño y sectorización de las parcelas de la finca, tanto para programar el riego como para establecer programas de fertilización.

Es importante tener en cuenta que el suelo puede carecer de nutrientes o contener concentraciones adecuadas o excesivas, pero que no sean asimilables para las plantas. Por lo tanto, se requerirá un análisis minucioso de las diferentes parcelas y se elaborarán planes de mejora o aprovechamiento de las distintas zonas según las composiciones del suelo.

En resumen, los análisis y estudios realizados tienen como objetivo conocer el terreno destinado a la plantación de olivos, corregir posibles limitaciones y aprovechar las ventajas presentes. La información recopilada en este aspecto se ha obtenido de libros como "El Cultivo del Olivo" y "La Nueva Olivicultura", así como del análisis de suelo para evaluar las características físicas y químicas y tomar decisiones basadas en los resultados obtenidos.

2.2. EXIGENCIAS EDAFOLÓGICAS DEL OLIVO

El tipo de suelo en el que el olivo puede ser plantado tendrá un impacto significativo en el crecimiento y la producción del olivo, así como en los requerimientos de fertilización y riego, Se adapta muy bien a cualquier tipo de suelo, incluso en suelos con una fertilidad limitada.

El olivo muestra una tolerancia moderada a la salinidad del suelo, es decir cuando contiene un exceso de sales solubles que dificultan su crecimiento óptimo. Prefiere suelos profundos con un buen drenaje ya que no es muy tolerante a encharcamientos

Un pH ligeramente ácido o moderadamente alcalino, con valores que oscilan entre 5,5 y 7,5 es un suelo ideal para la plantación del olivo. Con un pH por encima de 7,5, es probable que sea necesario agregar nutrientes para garantizar su disponibilidad adecuada.

En términos de textura, el olivo prefiere suelos con una proporción significativa de partículas finas, se recomienda que el suelo presente una textura uniforme, sin contrastes, lo cual facilita el flujo vertical del agua. Los suelos arcillo-arenosos, los suelos franco arcillo-arenosos y los suelos franco-arcillosos son permeables, permiten una adecuada aireación y retienen una cantidad suficiente de agua.

A la hora de realizar la plantación es importante tener en cuenta tanto el horizonte superficial como el subsuelo ya que resistencia a la erosión y la capacidad de retención de agua del suelo son aspectos de gran importancia para el crecimiento y el enraizamiento de los olivos.

Los olivos son sensibles a la falta de aireación, se recomienda que los subsuelos estén compuestos de agregados estables de tamaño fino para mejorar la aireación y aumentar la permeabilidad. Asimismo, resulta relevante conocer la profundidad efectiva de la zona exploratoria de las raíces del olivo.

Tabla 17. Limitaciones que plantean la salinidad y otras características químicas del suelo al olivo

CLASE DE LIMITACION	GRADO DE LIMITACIÓN		
	LIGERO	MODERADO	SEVERO
SALINIDAD TOTAL			
CEes (dS/m)	4	5	8
Reducción de la producción del olivo (%)	10	25	50
PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI)		20-40	
TOXICIDAD POR BORO (ppm)	2		
TOXICIDAD POR CLORUROS (meq/L)	10-15		

Elaboración propia. Fuente: El cultivo del olivo, Adaptado de Freeman et al. (2005)

2.3. PARCELA DE ESTUDIO

En la visita llevada a cabo, y en la inspección ocular realizada y con los datos analizados se deduce que la finca tiene pendientes uniformes en los distintos sectores que la componen. Estas pendientes se encuentran entorno al 1,1%, prácticamente horizontal, y no presenta ningún problema de corrientas.

Se acompaña plano en el que se puede observar las diferencias de nivel existentes en el terreno. En general es una pendiente muy poco pronunciada que discurre de Sur a Norte y de Este a Oeste.

En la actualidad, la parcela se encuentra en barbecho. En los últimos años este terreno fue destinado a cereales como trigo o cebada.

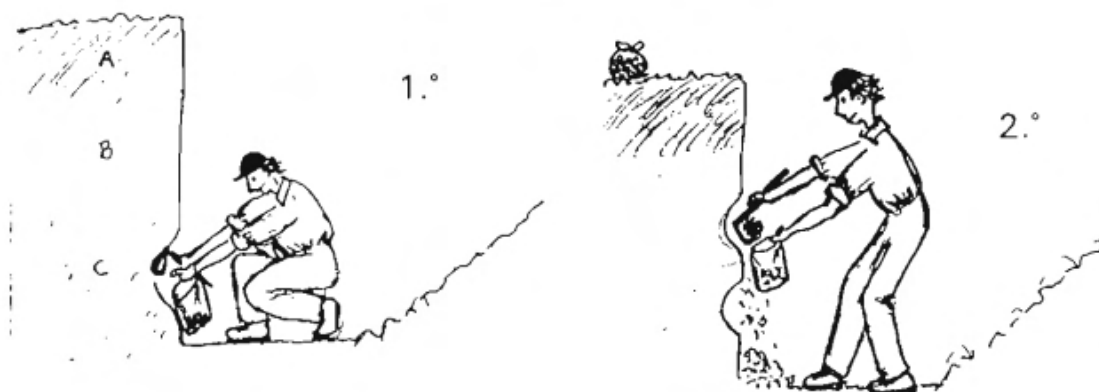
2.4. ANÁLISIS DEL SUELO

2.4.1. Toma de muestras

Para tener un correcto análisis de suelo es necesario tomar varias muestras, lo más representativas posibles de toda la parcela, ya que dentro de una misma parcela existe una cierta variabilidad de suelos.

Las muestras también se deben de coger a diferentes profundidades del suelo ya que este varía en función de los horizontes, dichas muestras se deben de coger en orden ascendente ya que al recoger las muestras superiores caen restos hacia abajo, los cuales se mezclan en las partes inferiores, pudiendo alterar las muestras.

Ilustración 1 Procedimiento de recogida de muestras



Se realizan dos calicatas en la finca que se indican la Ilustración 2 y la toma de muestras se realiza a dos profundidades por cata:

- Una primera muestra a 40 cm, en la zona en la que se va a quedar el cepellón de la planta y, por tanto va a desarrollarse en los primeros meses.
- Una segunda muestra a 1 m, con el fin de conocer la composición del suelo en horizontes más profundos a los que llegará el sistema radicular una vez se extienda y profundice.

Estas muestras se introdujeron en bolsas de plástico y envases de papel independientes, sin que sufrieran alteración alguna por contaminación de otras zonas. Estos sobres debidamente sellados se enviaron a laboratorio CSR Servicios en Úbeda con fecha 29/07/2022.

Tabla 18. Toma de muestras en parcela de estudio.

FECHA DE OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	29/07/22
PROFUNDIDAD	1 m
PENDIENTE	1,1%
HUMEDAD	Terreno seco el día del muestreo el terreno.
DRENAJE	No hay encharcamientos a la vista. No se aprecian problemas de drenaje
PEDREGOSIDAD	No se aprecian
EROSIÓN	No se observan problemas de erosión
AFORAMIENTOS ROCOSOS	No se observan

Elaboración propia.

Los resultados de estos análisis tienen carácter informativos y no suelen ser determinantes a la hora de programar la fertilización.

Las siguientes coordenadas UTM (Zona 30) corresponden a los puntos donde fueron tomadas las muestras:

- Calicata 1: 490735.00 m E, 4293438.00 m N
- Calicata 2: 490831.29 m E, 4293227.42 m N

En la Ilustración 2, se observan las ubicaciones donde se ha realizado la calicata

Ilustración 2 Ubicación de las calicatas.



Fuente: SIGPAC

2.4.2. Resultados de los análisis de las muestras de suelo

Las muestras se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 18 Clasificación de las muestras

Calicata 1 (C1)	Calicata 2 (C2)
Muestra C1-A	Muestra C2-A
Muestra C1-B	Muestra C2-B

Elaboración propia.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

A continuación, podemos ver los resultados de las calicatas.

Tabla 19 Resultados Calicata 1 (C1): Muestra A

FERTILIDAD DEL SUELO					
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES	
Fosforo Disponible	Olsen	15	mg/Kq	Pobre 10	Normal 40 Alto
Potasio Intercambiable	NH ₄ Cl	173	mg/Kq	Pobre 150	Normal 300 Alto
Calcio Intercambiable	NH ₄ Cl	1163	mg/Kg	Bajo 1000	Medio 4000 Alto
Magnesio Intercambiable	NH ₄ Cl	143	mg/Kg	Pobre 200	Normal 400 Alto
Sodio Intercambiable	NH ₄ Cl	29	mg/Kq	Normal	250 Alto
C.I.C. Efectiva	Calculo	12	meq/100g	Bajo 10	Medio 40 Alto
Acidez Intercambiable Estimada	Calculo	4	meq/100g	Bajo 1	Normal 5 Alto
Saturacion BASES	Calculo	63	%	Pobre 50	Normal 90 Exceso
Saturacion en K	Calculo	4	%	Pobre 3	Normal 8 Exceso
Saturacion en Ca	Calculo	48	%	Pobre 40	Normal 70 Exceso
Saturacion en Mg	Calculo	10	%	Pobre 10	Normal 15 Exceso
Salinidad por Na [PSI]	Calculo	1	%	No Sódico	6 Sódico 15 Sódico++
Relación (Ca+Mg)/K	Calculo	16	Sin Unidad	Poco Ca 10	40 Poco K
Relación Ca/K	Calculo	13	Sin Unidad	Poco Ca 5	25 Poco K
Relación Ca/Mg	Calculo	5	Sin Unidad	Poco Ca 2	10 Poco Mg
Relación Mg/K	Calculo	2,7	Sin Unidad	Poco Mg 2,0	10,0 Poco K

CONDICIONES DE HABITABILIDAD					
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES	
PH en agua (1:2,5)	Potenciometria	6,65	U. pH	Muy Acido 5,50	Normal 8,50 Muy Basico
PH en KCl (1:2,5)	Potenciometria	5,75	U. pH	Muy Acido 5,50	Normal 8,50 Muy Basico
Cond. Elect. 25 °C (1:5)	Potenciometria	0,100	mS/cm	Bajo 0,100	Normal 0,650 Salino
Nitrogeno Kjeldahl	Kjeldahl	0,06	% p/p	Pobre 0,10	Normal 0,40 Alto
Mat. Org. Oxidable	Dicromato	1,28	% p/p	Pobre 1,50	Normal 3,50 Exceso
Relacion C/N Oxid	Calculo	12,0	Sin Unidad	Mineraliz 7,0	Normal 14,0 Fresca
Indica si está muy mineralizada o demasiado fresca.					
Caliza total (Carbonatos)	HCl	<1	% p/p	Bajo 10	Normal 35 Calizo
Caliza activa	Drouineau	<1	% p/p	Bajo 5	Normal 10 Calizo
Riesgo de Apelmazamiento [Ca/Na]	Calculo	46	Sin Unidad	Riesgo+ 10 Riesgo 16	No Riesgo 100 Alto Ca
Índice Poder Clorosante (IPC)	Calculo	<1	Sin Unidad	Bajo 10	Moderado 20 Alto 40 Muy Alto

CARACTERIZACIÓN Y PROPIEDADES HÍDRICAS				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Arena	Bouyoucos	61	% p/p	
De 2,00 a 0,05 mm	Bouyoucos	23	% p/p	
De 0,05 - 0,002 mm	Bouyoucos	16	% p/p	
< 0,002 mm	Bouyoucos	Fr-Arenoso	Sin Unidad	
Clasificación USDA	Bouyoucos	Fr-Arenoso	Sin Unidad	
Densidad aparente	Gravimetría/Calculo	1,55	g/cc	
Capacidad de Campo	Gravimetría/Calculo	20,3	% p/p	
Punto de marchitamiento	Gravimetría/Calculo	10,6	% p/p	
Agua Útil	Gravimetría/Calculo	9,7	% p/p	
Grado de Saturación de Agua	Gravimetría/Calculo	41,4	% p/p	
Permeabilidad	Gravimetría/Calculo	23,5	mm/h	

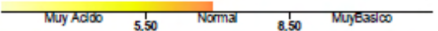
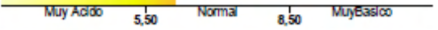
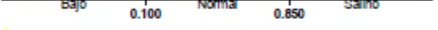
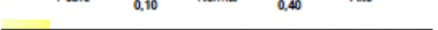
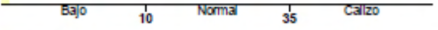
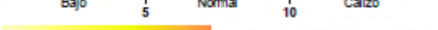
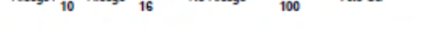
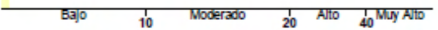
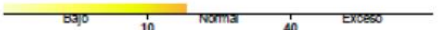
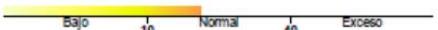
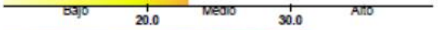
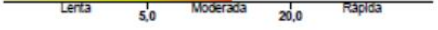
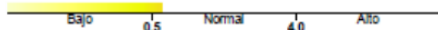
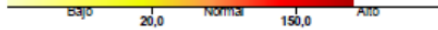
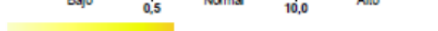
MICRONUTRIENTES				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Boro asimilable	Azometina	0,5	mg/Kq	
Hierro asimilable	EDTA	1061,3	mg/Kg	
Manganeso asimilable	EDTA	325,6	mg/Kg	
Cobre asimilable	EDTA	3,4	mg/Kq	
Zinc asimilable	EDTA	4,8	mg/Kg	

Fuente: Laboratorios CSR

Tabla 20 Resultados Calicata 1 (C1): Muestra B

FERTILIDAD DEL SUELO				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Fosforo Disponible	Olsen	9	mg/Kq	
Potasio Intercambiable	NH4Cl	158	mg/Kq	
Calcio Intercambiable	NH4Cl	1417	mg/Kg	
Magnesio Intercambiable	NH4Cl	79	mg/Kg	
Sodio Intercambiable	NH4Cl	30	mg/Kq	
C.I.C. Efectiva	Calculo	12	meq/100g	
Acidez Intercambiable Estimada	Calculo	4	meq/100g	
Saturación BASES	Calculo	69	%	
Saturación en K	Calculo	3	%	
Saturación en Ca	Calculo	59	%	
Saturación en Mg	Calculo	5	%	
Salinidad por Na [PSI]	Calculo	1	%	
Relación (Ca+Mg)/K	Calculo	19	Sin Unidad	
Relación Ca/K	Calculo	18	Sin Unidad	
Relación Ca/Mg	Calculo	11	Sin Unidad	
Relación Mg/K	Calculo	1,6	Sin Unidad	

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

CONDICIONES DE HABITABILIDAD				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
PH en agua (1:2,5)	Potenciometría	6,89	U. pH	
PH en KCl (1:2,5)	Potenciometría	6,13	U. pH	
Cond. Elect. 25 °C (1:5)	Potenciometría	0,156	mS/cm	
Nitrogeno Kjeldahl	Kjeldahl	0,04	% p/p	
Mat. Org. Oxidable	Dicromato	1,00	% p/p	
Relacion C/N Oxid	Calculo	13,0	Sin Unidad	
Indica si está muy mineralizada o demasiado fresca.				
Caliza total (Carbonatos)	HCl	1	% p/p	
Caliza activa	Drouineau	<1	% p/p	
Riesgo de Apelmazamiento [Ca/Na]	Calculo	54	Sin Unidad	
Índice Poder Clorosante (IPC)	Calculo	<1	Sin Unidad	
CARACTERIZACION Y PROPIEDADES HÍDRICAS				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Arena	Bouyoucos	61	% p/p	
De 2,00 a 0,05 mm				
Limo	Bouyoucos	18	% p/p	
De 0,05 - 0,002 mm				
Arcilla	Bouyoucos	21	% p/p	
< 0,002 mm				
Clasificacion USDA	Bouyoucos	Fr-Arc-Aren	Sin Unidad	
Densidad aparente	Gravimetria/Calculo	1,57	g/cc	
Capacidad de Campo	Gravimetria/Calculo	22,9	% p/p	
Punto de marchitamiento	Gravimetria/Calculo	13,4	% p/p	
Agua Útil	Gravimetria/Calculo	9,5	% p/p	
Grado de Saturación de Agua	Gravimetria/Calculo	40,7	% p/p	
Permeabilidad	Gravimetria/Calculo	13,8	mm/h	
MICRONUTRIENTES				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Boro asimilable	Azometina	0,7	mg/Kg	
Hierro asimilable	EDTA	207,8	mg/Kg	
Manganeso asimilable	EDTA	278,1	mg/Kg	
Cobre asimilable	EDTA	2,3	mg/Kg	
Zinc asimilable	EDTA	3,7	mg/Kg	

Fuente: Laboratorios CSR

Tabla 21 Resultados Calicata 2 (C2): Muestra A

FERTILIDAD DEL SUELO					
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES	
Fosforo Disponible	Olsen	29	mg/Kq		
Potasio Intercambiable	NH4Cl	325	mg/Kq		
Calcio Intercambiable	NH4Cl	3357	mg/Kg		
Magnesio Intercambiable	NH4Cl	85	mg/Kg		
Sodio Intercambiable	NH4Cl	30	mg/Kq		
C.I.C. Efectiva	Calculo	20	meq/100g		
Acidez Intercambiable Estimada	Calculo	2	meq/100g		
Saturacion BASES	Calculo	92	%		
Saturacion en K	Calculo	4	%		
Saturacion en Ca	Calculo	84	%		
Saturacion en Mg	Calculo	4	%		
Salinidad por Na [PSI]	Calculo	<1	%		
Relación (Ca+Mg)/K	Calculo	21	Sin Unidad		
Relación Ca/K	Calculo	20	Sin Unidad		
Relación Ca/Mg	Calculo	24	Sin Unidad		
Relación Mg/K	Calculo	0,8	Sin Unidad		

CONDICIONES DE HABITABILIDAD					
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES	
PH en agua (1:2,5)	Potenciometria	8,30	U. pH		
PH en KCl (1:2,5)	Potenciometria	7,49	U. pH		
Cond. Elect. 25 °C (1:5)	Potenciometria	0,157	mS/cm		
Nitrogeno Kjeldahl	Kjeldahl	0,09	% p/p		
Mat. Org. Oxidable	Dicromato	1,50	% p/p		
Relacion C/N Oxid	Calculo	9,4	Sin Unidad		
Indica si está muy mineralizada o demasiado fresca.					
Caliza total (Carbonatos)	HCl	4	% p/p		
Caliza activa	Drouineau	<1	% p/p		
Riesgo de Apelmazamiento [Ca/Na]	Calculo	130	Sin Unidad		
Índice Poder Clorosante (IPC)	Calculo	<1	Sin Unidad		

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

CARACTERIZACION Y PROPIEDADES HÍDRICAS				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Arena	Bouyoucos	53	% p/p	
De 2,00 a 0,05 mm				
Limo	Bouyoucos	16	% p/p	
De 0,05 - 0,002 mm				
Arcilla	Bouyoucos	31	% p/p	
< 0,002 mm				
Clasificación USDA	Bouyoucos	Fr-Arc-Aren	Sin Unidad	
Densidad aparente	Gravimetría/Cálculo	1,53	g/cc	
Capacidad de Campo	Gravimetría/Cálculo	29,9	% p/p	
Punto de marchitamiento	Gravimetría/Cálculo	19,2	% p/p	
Agua Útil	Gravimetría/Cálculo	10,7	% p/p	
Grado de Saturación de Agua	Gravimetría/Cálculo	42,4	% p/p	
Permeabilidad	Gravimetría/Cálculo	4,9	mm/h	

MICRONUTRIENTES				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Boro asimilable	Azometina	0,5	mg/Kq	
Hierro asimilable	EDTA	31,5	mg/Kg	
Manganeso asimilable	EDTA	146,3	mg/Kg	
Cobre asimilable	EDTA	13,0	mg/Kq	
Zinc asimilable	EDTA	2,2	mg/Kg	

Fuente: Laboratorios CSR

Tabla 22 Resultados Calicata 2 (C2): Muestra B

FERTILIDAD DEL SUELO				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Fosforo Disponible	Olsen	33	mg/Kq	
Potasio Intercambiable	NH4Cl	320	mg/Kq	
Calcio Intercambiable	NH4Cl	3998	mg/Kg	
Magnesio Intercambiable	NH4Cl	116	mg/Kg	
Sodio Intercambiable	NH4Cl	31	mg/Kq	
C.I.C. Efectiva	Cálculo	23	meq/100g	
Acidez Intercambiable Estimada	Cálculo	1	meq/100g	
Saturación BASES	Cálculo	95	%	
Saturación en K	Cálculo	4	%	
Saturación en Ca	Cálculo	87	%	
Saturación en Mg	Cálculo	4	%	
Salinidad por Na [PSI]	Cálculo	<1	%	
Relación (Ca+Mg)/K	Cálculo	26	Sin Unidad	
Relación Ca/K	Cálculo	24	Sin Unidad	
Relación Ca/Mg	Cálculo	21	Sin Unidad	
Relación Mg/K	Cálculo	1,2	Sin Unidad	

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

CONDICIONES DE HABITABILIDAD				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
PH en agua (1:2,5)	Potenciometria	8,21	U. pH	Muy Acido5,50Normal8,50Muy Basico
PH en KCl (1:2,5)	Potenciometria	7,44	U. pH	Muy Acido5,50Normal8,50Muy Basico
Cond. Elect. 25 °C (1:5)	Potenciometria	0,162	mS/cm	Bajo0,100Normal0,850Salino
Nitrogeno Kjeldahl	Kjeldahl	0,09	% p/p	Pobre0,10Normal0,40Alto
Mat. Org. Oxidable	Ditornato	1,51	% p/p	Pobre1,50Normal3,50Exceso
Relacion C/N Oxid	Calculo	10,0	Sin Unidad	Mineraliz7,0Normal14,0Fresca
Indica si está muy mineralizada o demasiado fresca.				
Caliza total (Carbonatos)	HCl	5	% p/p	Bajo10Normal35Calizo
Caliza activa	Drouineau	2	% p/p	Bajo5Normal10Calizo
Riesgo de Apelmazamiento [Ca/Na]	Calculo	149	Sin Unidad	Riesgo+10Riesgo16No Riesgo100Alto Ca
Índice Poder Clorosante (IPC)	Calculo	<1	Sin Unidad	Bajo10Moderado20Alto40Muy Alto

CARACTERIZACION Y PROPIEDADES HÍDRICAS				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Arena	Bouyoucos	47	% p/p	Bajo40Normal80Exceso
De 2,00 a 0,05 mm				
Limo	Bouyoucos	15	% p/p	Bajo10Normal40Exceso
De 0,05 - 0,002 mm				
Arcilla	Bouyoucos	38	% p/p	Bajo10Normal40Exceso
< 0,002 mm				
Clasificacion USDA	Bouyoucos	Arc-Aren	Sin Unidad	
Densidad aparente	Gravimetria/Calculo	1,49	g/cc	Poroso1,40Den.Med1,55Denso
Capacidad de Campo	Gravimetria/Calculo	34,6	% p/p	Bajo20,0Medio30,0Alto
Punto de marchitamiento	Gravimetria/Calculo	23,1	% p/p	Bajo8,0Medio13,0Alto
Agua Útil	Gravimetria/Calculo	11,5	% p/p	Bajo13,0Medio27,0Alto
Grado de Saturación de Agua	Gravimetria/Calculo	43,8	% p/p	Bajo40,0Medio50,0Alto
Permeabilidad	Gravimetria/Calculo	1,9	mm/h	Lenta5,0Moderada20,0Rápida

MICRONUTRIENTES				
PARAMETRO	METODO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITES
Boro asimilable	Azometina	0,8	mg/Kq	Bajo0,5Normal4,0Alto
Hierro asimilable	EDTA	42,9	mg/Kg	Bajo20,0Normal150,0Alto
Manganeso asimilable	EDTA	166,3	mg/Kg	1,0100,0
Cobre asimilable	EDTA	12,5	mg/Kq	Bajo0,5Normal10,0Alto
Zinc asimilable	EDTA	2,0	mg/Kg	Bajo0,8Normal20,0Alto

Fuente: Laboratorios CSR

El olivo prefiere los suelos de texturas francas, los cuales suministran una aireación y permeabilidad adecuadas para un óptimo crecimiento de las raíces. (Bueno, 2014). El rango de textura apropiada va desde franco-arenoso, franco, hasta franco-arcilloso.

Tabla 23 Resultados de caracterización textural

Suelo	Ud	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
Arcilla	%p/p	16	21	10 – 40	31	38
Limo	%p/p	23	18	10 - 40	16	15
Arena	%p/p	61	61	40 – 80	53	47
TEXTURA		Franco arenoso	Franco arcillo arenoso	1,4 – 1,55	Franco arenoso	Arcillo arenoso

Elaboración propia. Fuente

En la **Calicata 1**, C1-A (40 cm) y C1-B (1 m) tienen una textura arenosa predominante, con un 61% de arena en ambas muestras superficiales y profundas, lo cual está claramente en el extremo superior del rango umbral de 40-80%. Esto indica que el suelo es predominantemente arenoso, lo que sugiere una rápida infiltración y drenaje, pero baja capacidad de retención de agua y nutrientes.

La baja cantidad de arcilla (16% y 21%) y limo (23% y 18%) en comparación con C2 sugiere que los suelos de C1 son más rápidos en el drenaje y menos capaces de retener agua y nutrientes. Esto puede llevar a una mayor necesidad de riego y fertilización frecuente para mantener condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.

En la **Calicata 2**, C2-A (40 cm) y C2-B (1 m) muestran una textura más arcillosa, con un 31% y 38% de arcilla, lo que está dentro del rango umbral, pero cerca del límite superior. La proporción de arena (53% y 47%) y limo (16% y 15%) está en el rango normal, pero cerca del extremo inferior. Este tipo de suelo tiene una mayor capacidad de retención de agua y nutrientes, aunque puede haber riesgos de drenaje insuficiente si el contenido de arcilla es alto

Como se observa, el suelo de la parcela es apta para la plantación, el único inconveniente es que son texturas más bien arcillosas, por lo que habría que tomar medidas en la preparación del suelo y diseño de la plantación, en el Anejo 4.

2.5.1.2. Densidad aparente (Da)

Es una medida de la relación entre la masa de suelo seco y su volumen. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Da \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,5456 + [(0,0015 * Ar) - (0,0022 * Arc) - (0,1219 * CO)]$$

Siendo:

- Ar: arena
- Arc: arcilla
- CO: carbono orgánico

Tabla 24 Resultados de Densidad Aparente

Suelo	Uds	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
Arcilla	%p/p	16	21	10 – 40	31	38
Limo	%p/p	23	18	10 – 40	16	15
Arena	%p/p	61	61	40 – 80	53	47
Densidad aparente	g/cc	1,55	1,57	1,4 – 1,55	1,53	1,49

Elaboración propia. Fuente

Los valores de 1,55 g/cm³ y 1,57 g/cm³ en C1-A y C1-B están en el límite superior y fuera del rango umbral de 1,4 – 1,55 g/cm³. Lo que sugiere una compactación del suelo, que puede restringir el crecimiento radicular y afectar la infiltración de agua.

Mientras que los valores de 1,53 g/cm³ y 1,49 g/cm³ de la calicata 2 están dentro del rango umbral y tienden hacia el límite inferior, es un suelo de densidad media, lo que sugiere una mejor estructura del suelo y menor compactación, favoreciendo el desarrollo de las raíces y la aireación.

2.5.1.3. Densidad real (Dr)

Relación entre del suelo seco y el volumen ocupado por las partículas sólidas, es una medida útil para comprender la compactación y estructura del suelo. Tiene un valor constante independientemente del tipo de suelo de 2,70 g/cm³.

2.5.1.4. Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo se refiere a la cantidad de agua que el suelo puede retener después de drenar el exceso de agua, es esencial para evaluar la disponibilidad de agua para las plantas.

Tabla 25 Resultados de Capacidad de Campo

Suelo	Uds	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
Arcilla	%p/p	16	21	10 – 40	31	38
Limo	%p/p	23	18	10 - 0	16	15
Arena	%p/p	61	61	40 – 80	53	47
CC	%p/p	20,3	22,9	20 – 30	29,9	34,6
Mat Orgánica oxi	%p/p	1,28	1	1,5 – 3,5	1,5	1,51

Elaboración propia. Fuente

Los valores en C1-A (20,3%) y C1-B (22,9%) están dentro de unos valores normales. Esto indica que el suelo tiene una capacidad limitada para retener agua, lo cual puede requerir un manejo intensivo del riego para evitar la deshidratación.

En la calicata 2, C2-A (29,9%) está dentro del rango normal, pero el valor en C2-B (34,6%) está por encima del umbral superior. Esto sugiere una alta capacidad de retención de agua, lo que puede llevar a un riesgo de saturación del suelo.

2.5.1.5. Punto de Marchitez Permanente (PMP)

El punto de marchitez es el nivel de agua del suelo en el que las plantas pierden su turgencia y se marchitan ya que no pueden mantener su equilibrio hídrico. Es importante para determinar el riego adecuado y evitar la deshidratación de las plantas.

Tabla 26 Resultados Punto de Marchitez Permanente

Suelo	Uds	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
Arcilla	%p/p	16	21	10 – 40	31	38
Limo	%p/p	23	18	10 - 0	16	15
Arena	%p/p	61	61	40 – 80	53	47
CC	%p/p	10,6	13,4	8 - 13	19,2	23,1
Mat Orgánica oxi	%p/p	1,28	1	1,5 – 3,5	1,5	1,51
PMP	%p/p	10,6	13,4	8 - 13	19,2	23,1

Elaboración propia. Fuente

Los valores en la calicata 1, son valores normales, pero cerca del límite superior. Esto indica que las plantas comienzan a experimentar estrés hídrico relativamente pronto, pero no hay valores altos de agua no disponible.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Por otro lado, los valores en C2-A (19,2%) y C2-B (23,1%) son altos, están fuera del rango normal, indicando una alta retención de agua no disponible para las plantas. Esto puede llevar a problemas de disponibilidad de agua para las plantas y un riesgo elevado de saturación si no se maneja adecuadamente. En este caso se intentará mejorar el drenaje del suelo con la incorporación una enmienda orgánica y el manejo de la cubierta vegetal.

2.5.1.6. Agua Útil Disponible (AUD)

Mide la cantidad de agua que el suelo puede retener y poner a disposición de las plantas.

$$AUD \left(\frac{cm^3}{cm^3} \right) = CC - PM$$

Tabla 27 Resumen de las propiedades físicas del suelo

Suelo	Unidades	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
Arcilla	%p/p	16	21	10 – 40	31	38
Limo	%p/p	23	18	10 - 40	16	15
Arena	%p/p	61	61	40 – 80	53	47
Densidad aparente	g/cc	1,55	1,57	1,4 – 1,55	1,53	1,49
CC	%p/p	20,3	22,9	20 – 30	29,9	34,6
PMP	%p/p	10,6	13,4	8 - 13	19,2	23,1
Agua útil	%p/p	9,7	9,5	13 - 27	10,7	11,5

Elaboración propia. Fuente: Laboratorios CSR

En la calicata 1 tenemos valores bajos de agua útil, (9,7 y 9,5%), lo cual es coherente con la textura arenosa que tiene una menor capacidad de retención de agua. Esto implica una necesidad de riego frecuente para mantener la humedad adecuada para el crecimiento de las plantas.

Los valores en C2-A (10,7%) y C2-B (11,5%) son normales. Esto indica una mejor capacidad para mantener agua disponible para las plantas durante periodos secos.

2.5.2. Propiedades químicas

Las propiedades químicas más importantes del suelo son el pH, la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad de nutrientes, la salinidad y la presencia de sustancias tóxicas.

2.5.2.1. pH

El pH del suelo es un factor crucial que influye en el crecimiento y desarrollo óptimo del olivo. Para lograr un crecimiento saludable, es recomendable plantar los olivos en suelos con un pH que oscile entre 5,5 y 8,5. En el caso de nuestro suelo analizado en la Calicata 1, se ha determinado un pH de 6,65 y 6,89, lo cual se encuentra dentro del rango adecuado, tenemos un suelo neutro.

Tabla 28 Resumen del pH del suelo

Suelo	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
PH agua	6,65	6,89	5,5 – 8,5	8,3	8,21
PH KCl	5,75	6,13	5,5 – 8,5	7,49	7,44

Elaboración propia

Sin embargo para el suelo de la calicata 2, tenemos valores altos, en C2-A (8,3%) y C2-B (8,21%). Tenemos un suelo alcalino, lo que puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes y afectar a la salud de las plantas.

En nuestro caso para el cultivo del olivo, se desconoce el pH óptimo, pero se sabe que vegeta bien con un pH entre 5,5 y 8,5.

Tabla 25 Interpretación de pH

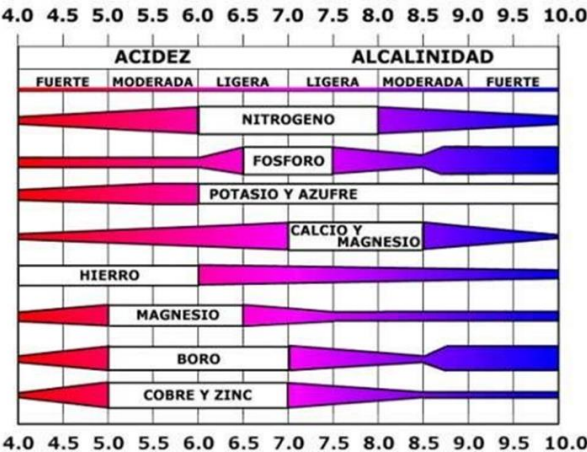
pH	NIVELES
<5,5	Muy ácido
5,6-6,5	Ácido
6,6-7,5	Neutro
7,6-8,5	Alcalino
>8,6	Muy Alcalino

Elaboración propia. Fuente: El cultivo del Olivo

El pH del suelo desempeña un papel fundamental en las reacciones químicas que regulan la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Influye tanto en la adsorción/desorción como en la dilución/precipitación de nutrientes, lo que afecta directamente la concentración de estos elementos en la solución del suelo.

Es importante destacar que cuando el pH del suelo supera el valor de 6,5, puede haber una abundancia de iones OH⁻ que lleva a la precipitación de compuestos insolubles, como el hierro y el manganeso. Esta precipitación puede resultar en el bloqueo de ciertos nutrientes, lo que dificulta su asimilación por las raíces de las plantas.

Ilustración 3 Influencia de pH del suelo sobre la disponibilidad de nutrientes



2.5.2.2. Materia Orgánica

Una proporción adecuada de materia orgánica en el suelo esencial para el buen desarrollo de las plantas. La estructura del suelo es otro punto muy importante, promoviendo una mejor aireación y drenaje, lo que a su vez favorece el crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas. Además, la materia orgánica contribuye a la fertilidad del suelo en términos físicos, químicos y biológicos, proporciona nutrientes esenciales, mejora la capacidad de intercambio catiónico y estimula la actividad de microorganismos beneficiosos. Mejora la absorción de nutrientes por parte de las plantas hasta aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.

Tabla 29 Resultados de Capacidad de Campo

Muestra	Ud	C1 - A	C1 - B	C2 - A	C2 - B
Mat Orgánica oxi	%p/p	1,28	1	1,5	1,51

Elaboración propia

En la siguiente tabla, según (FAO,2023) se muestra la escala de valores en función del % de MO.

Tabla 30 Interpretación de Materia Orgánica

MO	NIVELES
<0,9	Bajo
0,9-1,9	Medio
2,0-2,5	Normal
2,6-3,5	Alto
>3,5	Muy Alto

Elaboración propia. Fuente: FAO

Las muestras de suelo analizada, C1 (1% y 1,28%) tiene un valor medio en el límite bajo lo que puede afectar a la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes y en C2, los valores son más altos pero aún se encuentran en el rango inferior.

Esto indica que, inicialmente, sería necesario aplicar enmiendas orgánicas para aumentar dicho contenido. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se realizarán evaluaciones posteriores para determinar si se requiere alguna corrección o enriquecimiento adicional con materia orgánica.

2.5.2.3. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Entendemos como CIC a la cantidad de cationes, o iones de carga (+), absorbidos reversiblemente en la superficie de los coloides del suelo. A mayor capacidad, mayor la fertilidad natural del suelo.

Tabla 31 Resultados Capacidad de Intercambio Catiónico

	Ud	C1 - A	C1 - B	Umbral	C2 - A	C2 - B
PH agua	U. pH	6,65	6,89	5,5 – 8,5	8,3	8,21
Mat Orgánica oxi	%p/p	1,28	1	1,5 – 3,5	1,5	1,51
CIC efectiva	meq/100g	12	12	10 – 40	20	23

Elaboración propia

En este caso ambas muestras tienen un valor medio, aunque las muestras de la Calicata 2 tienen valores algo más elevados, lo que indica una mejor capacidad de retención de nutrientes en C2.

2.5.2.4. Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y Conductividad Eléctrica (CE)

Las sales que se encuentran en el suelo son muy importantes para el buen desarrollo del cultivo, pero cuando se encuentran en exceso son un factor limitante y afectan al desarrollo y producción en el olivo.

La existencia de sodio de cambio por encima de un 5-15% provoca efectos desfavorable sobre la estructura del suelo.

El Porcentaje de Sodio Intercambiable se calcula:

$$PSI = \frac{[Na^+]}{CIC} * 100$$

La conductividad eléctrica nos indica la velocidad con la que la electricidad atraviesa una solución, esta velocidad es proporcional a la concentración de sales en la solución.

Tabla 32 Resultados PSI y CE

	Ud	C1 - A	C1 - B	C2 - A	C2 - B
CIC efectiva	meq/100g	12	12	20	23
Cond. Elect 25°C (1:25)	mS/cm	0,1	0,156	0,157	0,162
Saturación Na (PSI)	%	1	1	<1	<1

Elaboración propia

Viendo los resultados de PSI, tanto la Calicata 1 como la Calicata 2 en todas las muestras tienen PSI bajo (<1%), lo cual es positivo, ya que un PSI alto podría indicar problemas de sodicidad, que afecta la estructura del suelo y la infiltración de agua. Y de igual manera, la conductividad eléctrica en todas las muestras está por debajo del umbral, indicando que no hay problemas significativos de salinidad.

Tabla 33 Clasificación de los suelos por su CE y PSI

Tipo de suelo	CEes (dS/m)	Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)
Salino	>4	<15
Salino-Sódico	>4	>15
Sódico	<4	>15
Normal	<4	<15

Elaboración propia. Fuente:USDA

2.5.2.5. Nutrientes en el suelo

2.6.2.5.1. Nitrógeno

El nitrógeno no es asimilable a corto plazo, ya que el 95% de N se encuentra en la materia orgánica, por lo que, hasta que los microorganismos del suelo lo descompongan y se produzca la mineralización no se podrá absorber.

Tabla 34 Resultados Nitrógeno Kjeldahl

	Ud	C1 - A	C1 - B	C2 - A	C2 - B
Nitrógeno Kjeldahl	%p/p	0,06	0,004	0,09	0,09

Elaboración propia

Ambas muestras de C1 muestra niveles bajos, especialmente a 1 m (C1-B: 0,004%), lo que sugiere la necesidad de fertilización nitrogenada. Las muestras de la calicata 2 tienen niveles más aceptables (0,09% en ambas profundidades).

Tabla 35 Interpretación de nitrógeno

NITRÓGENO	NIVELES
<0,05	Muy bajo
0,05-0,10	Bajo
0,11-0,2	Normal
0,21-0,30	Alto
>0,30	Muy alto

Elaboración propia. Fuente: MAPAMA

2.6.2.5.2. Fósforo

El fósforo interviene en numerosos e importantísimos procesos fisiológicos, relacionados directamente con la producción.

Tabla 36 Resultados Fósforo disponible

	Ud	C1 - A	C1 - B	C2 - A	C2 - B
Fosforo Disponible	mg/kg	15	9	29	33

Elaboración propia

El fósforo está en niveles adecuados en ambas calicatas, aunque C2 tiene niveles significativamente más altos que C1, lo cual es favorable para el desarrollo radicular.

Tabla 37 Interpretación de fósforo

NIVEL DE FÓSFORO (ppm)	APRECIACIÓN DEL ESTADO DE FERTILIDAD
25	Muy alto
18-20	Alto
10-17	Medio
5-9	Bajo
<5	Muy bajo

Elaboración propia. Fuente: El Cultivo del Olivo

2.6.2.5.3. Potasio, Calcio y Magnesio

Teniendo en cuenta el poder tampón estimado mediante la textura o la CIC, los contenidos mínimos aumentan con la CIC y el contenido en arcilla. Con una CIC de 19,89 cmol/kg y una textura Franco -Arcillo – Arenosa, sacamos conclusiones a partir de la Tabla 25.

Tabla 38 Potasio, Calcio, Magnesio en muestras

	Ud	C1 - A	C1 - B	C2 - A	C2 - B
CIC efectiva	meq/100g	12	12	20	23
Potasio intercambiable	mg/kg	178	158	325	320
Calcio Intercambiable	mg/kg	1163	1417	3357	3998
Magnesio Intercambiable	mg/kg	143	79	85	116

Elaboración propia. Fuente: FERTIBERIA

Tabla 39 Interpretación de Potasio, Calcio y Magnesio, según la textura y la CIC del suelo

TEXTURA	CIC	INTERPRETACION	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
GRUESA	BAJA <5 cmol/kg	Muy alto	>100	>800	>60
		Alto	60-100	500-800	25-60
		Medio	30-60	200-500	10-25
		Bajo	15-30	100-200	5-10
		Muy bajo	<15	<100	<5
MEDIA	MEDIA 5-15 cmol/kg	Muy alto	>300	>2400	>180
		Alto	175-300	1600-2400	80-180
		Medio	100-175	1000-1600	40-80
		Bajo	50-100	500-1000	20-40
		Muy bajo	<50	<500	<20
FINA	FINA >15 cmol/kg	Muy alto	>500	>4000	>300
		Alto	300-500	3000-4000	120-300
		Medio	150-300	2000-3000	60-120
		Bajo	75-150	1000-2000	30-60
		Muy bajo	<75	<1000	<30

Elaboración propia. Fuente: El Cultivo del Olivo

Con la ayuda de esta tabla, interpretamos las muestras y se observa:

- Calicata 1, muestra A, con una CIC de textura media, tiene valores algo elevados de Potasio y Magnesio, y un nivel medio de calcio. Mientras que la muestra B tiene valores medios de Ca, Mg y K.
- Calicata 2, el Potasio está en un nivel alto, lo cual podría ser indicativo de una buena fertilidad o de una acumulación excesiva. El Calcio es alto, mientras que el Magnesio está en un nivel normal. De igual manera ocurre en la muestra B.

Mantener una fertilización equilibrada, asegurándose de no aplicar demasiado potasio, especialmente en la Calicata 2.

2.6. LIMITACIONES DEL SUELO PARA EL CULTIVO DEL OLIVO

Con los resultados obtenidos, se concluye que se trata de un suelo apto para el cultivo, ya que no se muestra ningún tipo de toxicidad, el suelo no es sódico, ni salino, es pobre en caliza y no yesífero, aunque con sus limitaciones que se intentarán controlar:

El análisis muestra que el suelo de la Calicata 1 es predominantemente arenoso, que contribuye a una rápida infiltración y drenaje, pero tiene una baja capacidad de retención de agua y nutrientes. Se recomienda la instalación de sistemas de riego por goteo para asegurar un suministro constante de agua y reducir el riesgo de estrés hídrico

Se recomienda incorporar materia orgánica para mejorar la capacidad de retención de nutrientes y agua.

La densidad aparente está en el límite superior del rango umbral, lo que indica riesgo de compactación del suelo que puede restringir el crecimiento radicular y afectar la infiltración de agua. Por lo tanto se realizarán una buena preparación de suelo, se incorporará estiercol y se llevarán a cabo pases de subsolador y chisel antes de la plantación para reducir la compactación y mejorar la estructura del suelo.

La capacidad de campo (CC) es baja, lo que indica una limitada capacidad para retener agua, por lo que se aumentará la frecuencia del riego durante períodos secos

La materia orgánica es baja, lo que puede afectar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes.

Mientras, la Calicata 2 presenta una textura más arcillosa lo que proporciona una mejor retención de agua y nutrientes, aunque puede implicar un riesgo de drenaje insuficiente si no se maneja adecuadamente. Se debe monitorear el drenaje para evitar la saturación del suelo y considerar la adición de material orgánico para mejorar la estructura y promover una mejor aireación.

La Capacidad de Campo presenta valores más altos sugiriendo una mejor retención de agua, pero también un posible riesgo de saturación. Se debe asegurar un buen drenaje y ajustar el riego según las condiciones meteorológicas y la capacidad de retención del suelo.

El pH es elevado (8,3 y 8,21), lo que puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes y afectar la salud de las plantas. Se recomienda aplicar enmiendas ácidas para reducir el pH y mejorar la disponibilidad de nutrientes para el olivo.

Y los valores de Materia Orgánica son algo más altos pero todavía en el rango inferior.

A pesar de las diferencias observadas en los perfiles de suelo analizados a partir de las dos calicatas realizadas en la parcela, se considera que la calicata 1 es la más representativa del terreno, abarcando aproximadamente el 90% de la superficie total. Por otro lado, la calicata 2 fue realizada en una zona que representa menos del 10% de la parcela, pero fue incluida en el análisis con el objetivo de prever posibles complicaciones específicas en esa área particular.

Tras el análisis de las muestras correspondientes a ambas calicatas y su posterior estudio, se ha determinado que los resultados de la calicata 2 no presentan características que puedan comprometer el desarrollo del cultivo, y dada su reducida extensión dentro de la parcela, se concluye que no influirá significativamente en el rendimiento general de la plantación.

Por lo tanto, se ha decidido diseñar y llevar a cabo la planificación del olivar superintensivo considerando las características del suelo obtenidas en la calicata 1, que representa la mayor parte del terreno y es la muestra más adecuada para guiar el diseño y desarrollo de la plantación.

No hay una especial preocupación en ninguno de los parámetros estudiados. No hay riesgo de toxicidad, ni una gran carencia de cualquier elemento, ni valores realmente preocupantes para el normal desarrollo del olivo en este suelo.

Cabe destacar que los niveles de materia orgánica se encuentran en un rango medio-bajo, pero sin resultar una carencia reseñable de materia orgánica. Por ello se decide incorporar compost o estiércol bien descompuesto, ya que mejorará la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes, promoviendo un mejor crecimiento del olivo.

3. ANÁLISIS DEL AGUA

3.1. RECURSOS HÍDRICOS DE LA ZONA

El riego, en el cultivo del olivar, es una práctica que tiene gran implantación desde los años 90.

Existe una metodología de cálculo de las necesidades de riego de un olivar desarrollada por el Instituto de Agricultura Sostenible, en función de las características edafológicas, climáticas y de la plantación.

Dicha metodología permite elaborar programas de riego específicos de utilidad para los agricultores. En el apartado correspondiente a este tema se tratan los programas y metodología a seguir en el riego del olivar.

Consta de un aprovechamiento inscrito en el catálogo de aguas privadas CH GUADIANA el cual consiste sucintamente en un sondeo de 80m de profundidad con un diámetro de 21 cm entubado en PVC situado en la parcela 53:90:1 TM Alhambra, Ciudad Real

La superficie de riego de este aprovechamiento se sitúa en las parcelas 53:8:1 53:90:1 53:75:2 y la 62:65:1 destinado al riego total de 18ha con una dotación máxima anual de 2000m³/ha para cultivos leñosos.

El sondeo se encuentra fuera de cualquier masa considerada en riesgo cualitativa o cuantitativamente.

La cuantía de las lluvias y su reparto a lo largo del año tienen gran repercusión sobre las necesidades a cubrir mediante el riego, pudiendo ser variables los datos aportados anteriormente, a tenor de las cuantías mencionadas.

3.2. TOMA DE MUESTRAS

Se toma una muestra del agua en la salida del sondeo anteriormente mencionado.

Dicha muestra se extrajo el 29 de Julio de 2022, en un envase de plástico de 500 mL de capacidad. La muestra entró en laboratorio el día 2 de Agosto de 2022.

Se solicita un análisis de: Cloruros, Sulfatos, Bicarbonatos, Nitratos, Magnesio, Potasio, Nitrato, Sodio, pH y Conductividad.

La unidad de medida solicitada para calcular el índice RAS, Coeficiente de alcalinidad y relación de calcio, es de meq/L.

3.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA

Se muestran a continuación los resultados obtenidos en el laboratorio de la muestra de agua enviada:

Tabla 40 Resultados analíticos.

DETERMINACION	MÉTODO	RESULTADOS (mg/L)	PESO EQUIVALENTE	meq/L
pH	SMWW 4500H	6,82		
CONDUCTIVIDAD EL.	EN 27888	2,4		mS/cm
Carbonatos	ISO 9963	0	30	0,00
Bicarbonatos	ISO 9963	368	61,02	6,03
Cloruros	Crom.Iónica	340	35,45	9,59
Sulfatos	Crom.Iónica	610	48,03	12,70
Nitratos	Crom.Iónica	34	62	0,55
Calcio	Crom.Iónica	379	20,04	18,91
Magnesio	Crom.Iónica	70,5	12,15	5,80
Potasio	Crom.Iónica	4,5	39,1	0,12
Sodio	Crom.Iónica	97,5	22,99	4,24

Elaboración propia. Fuente: Laboratorio CSR

3.3.1. Verificación de los análisis

Para que los resultados sean correctos, la suma de aniones debe de ser igual a la suma de cationes, con una tolerancia de $\pm 5\%$.

$$\Sigma \text{aniones} = \Sigma \text{cationes}$$

$$\Sigma \text{aniones} = 29,07 = \Sigma \text{cationes}$$

La diferencia entre la suma de cationes y aniones es de 0 por tanto al ser menor a 5%, los resultados son válidos.

Calcularemos mediante el cociente entre la conductividad eléctrica y la suma de cationes para corroborar la exactitud del análisis. El resultado debe de estar entre 80 y 110:

$$80 < CE \left(\frac{\text{mmhos}}{\text{cm}} \right) / \Sigma \text{cationes} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) < 100$$

$$CE = 2400 \text{ mmhos/cm}$$

$$\Sigma \text{cationes} = 29,07$$

$$80 < 82,5573 < 110$$

En base a lo anterior, se deduce que el análisis realizado es correcto, ya que se encuentran dentro de los límites establecidos.

3.4. VALORES NORMALES DE AGUAS PARA RIEGO

Tabla 41 Valores normales para agua de riego.

CONTENIDO EN SALES			
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0-3 dS/m 0-2 g/L		2,4 dS/m
TOTAL SOLIDOS EN SUSPENSIÓN			1,82 g/L
CATIONES Y ANIONES			
Calcio	0-20 meq/L	0-400 mg/L	379 mg/L
Magnesio	0-5 meq/L	0-60 mg/L	70,5 mg/L
Sodio	0-40 meq/L	0-920 mg/L	97,5 mg/L
Potasio	0-0,05 meq/L	0-20 mg/L	4,5 mg/L
Cloruros	0-30 meq/L	0-1065 mg/L	340 mg/L
Sulfatos	0-20 meq/L	0-960 mg/L	610 mg/L
Bicarbonatos	0-10 meq/L	0-610 mg/L	368 mg/L
Carbonatos	0-0,1 meq/L	0-3 mg/L	0 mg/L
Fosfato		0-2 mg/L	0,98 mg/L
Boro		0-2 mg/L	0,096 mg/L
pH	6-8,5		6,82
RAS	0-15		1

Elaboración propia. Fuente: FAO.

Los resultados del análisis están dentro de los valores normales para agua de riego.

3.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.5.1. Salinidad

Podemos evaluar la salinidad basándonos en dos factores, las Sales Disueltas Totales y la Conductividad Eléctrica.

3.5.1.1. Sales Disueltas Totales

El contenido de sales se obtiene en función de la conductividad eléctrica, que será mayor cuanto mayor sea el contenido de ellas en el agua.

$$\left(\frac{g}{l}\right) \text{ sales disueltas} = 0,64 \times CE \left(\frac{dS}{m}\right) = 0,64 \times 2,4 = 1,536 \frac{g}{l}$$

Tabla 42 Clasificación de la salinidad en función de las sales disueltas

SALES DISUeltas	BUENA	MEDIA	BAJA
g/L	<0,77	0,77-2,24	>2,24

Elaboración propia.

No tenemos problemas de utilizar dicha agua ya que el peligro en función de unas sales disueltas totales de 1,536 g/L , es media.

3.5.1.2. Conductividad eléctrica (CE)

Tabla 43 Riesgo de salinidad de agua en función de su conductividad eléctrica

INDICE DE SALINIDAD	CE (dS/m)	RIESGO DE SALINIDAD
1	<0,75	Bajo
2	0,75-1,5	Medio
3	1,5-3	Alto
4	>3	Muy alto

Elaboración propia. Fuente: El Cultivo del Olivo

El riesgo de salinización es alto debido a nuestra conductividad eléctrica, 2,4 dS/m.

Sin embargo, según Ayres y Wescott (1985), el agua de estudio se clasifica como clase C2, agua apta con precauciones.

Clases	Riesgo de salinización	C.E. (mS/cm)	Restricciones de uso
C1	Sin riesgo	< 0.3	Apta
C2	Moderado	0.3 - 3	Apta con precauciones
C3	Alto	> 3	No apta

3.5.2. Sodicidad

3.5.2.1. Relación de Adsorción del Sodio (RAS)

La Relación de Adsorción de Sodio es un índice para evaluar el riesgo de sodicidad del agua de riego. Se obtiene mediante la expresión

$$RAS = \frac{[Na+]}{\sqrt{([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])/2}} = \frac{4,24}{\sqrt{(18,21+5,8)/2}} = 1,25$$

Tabla 44 Clasificación del agua según la relación absorción sodio (RAS)

RAS	CLASE DE AGUA	RECOMENDACIONES
0 a 10	Baja alcalinidad	Se puede utilizar en la mayoría de los suelos
10 a 18	Alcalinidad media	Problemas en suelos arcillosos
18 a 26	Alcalinidad alta	Se puede utilizar en suelos bien drenados y ricos en materia orgánica
26 a 30	Alcalinidad muy alta	No apto, salvo con baja salinidad y enyesado

Elaboración propia.

El RAS para nuestra agua es 1,25 , por lo tanto, presenta una baja alcalinidad y es apta para el riego.

3.5.2.2. Relación de adsorción de sodio corregido (RAS°)

La relación de adsorción de sodio corregido (RAS°) es una medida utilizada para evaluar el exceso de sodio en relación con el calcio y el magnesio en el agua de riego y su impacto en la capacidad de infiltración del suelo. Sin embargo, el RAS no tiene en cuenta posibles cambios en la concentración de calcio en el agua del suelo debido a la precipitación o disolución durante o después del riego.

Con el fin de mejorar la predicción de los problemas asociados con el sodio y la capacidad de infiltración del suelo, se ha desarrollado el concepto de RAS°. Este enfoque tiene en cuenta la concentración de calcio en la interfase suelo-agua, que puede variar debido a la salinidad del agua de riego, la concentración de calcio, bicarbonato y dióxido de carbono disueltos, y otros factores.

Para calcular el RAS ajustado (RASa), se realiza una corrección de la concentración de calcio (Ca*) en función de la conductividad eléctrica del agua de riego y su relación de bicarbonatos. Estos factores influyen en la concentración de calcio en equilibrio en la

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

interfase suelo-agua y se reflejan en el valor de Ca^* . El RASa permite una mejor estimación de los riesgos asociados con el sodio y los posibles problemas de infiltración debido a la calidad del agua de riego.

$$RASa = \frac{Na}{\frac{Ca^* + Mg}{2}} = \frac{4,24}{\frac{4,89 + 5,8}{2}} = 0,793$$

CE del agua= 2,4 dS/m

Bicarbonatos / Calcio = 6,03/18,91= 0,318

$Ca^* = 4,89$ meq/l se deduce de la tabla que se expone a continuación.

Tabla 45 Concentración de Ca corregida en función de la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego y de la relación $C\ O/Ca$

HCO ₃ /Ca meq/l	SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO dS/m											
	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
0.05	13.20	13.61	13.91	14.40	14.79	15.26	15.91	16.43	17.28	17.97	19.07	19.94
0.10	8.31	8.57	8.77	9.07	9.31	9.62	10.02	10.35	10.89	11.32	12.01	12.56
0.15	6.34	6.54	6.69	6.92	7.11	7.34	7.65	7.90	8.31	8.64	9.17	9.58
0.20	5.24	5.40	5.52	5.71	5.87	6.06	6.31	6.52	6.86	7.13	7.57	7.91
0.25	4.51	4.56	4.76	4.92	5.06	5.22	5.44	5.62	5.91	6.15	6.52	6.82
0.30	4.00	4.12	4.21	4.36	4.48	4.62	4.82	4.98	5.24	5.44	5.77	6.04
0.35	3.61	3.72	3.80	3.94	4.04	4.17	4.35	4.49	4.72	4.91	5.21	5.45
0.40	3.30	3.40	3.48	3.60	3.70	3.82	3.98	4.11	4.32	4.49	4.77	4.98
0.45	3.05	3.14	3.22	3.33	3.42	3.53	3.68	3.80	4.00	4.15	4.41	4.61
0.50	2.84	2.93	3.00	3.10	3.19	3.29	3.43	3.54	3.72	3.87	4.11	4.30
0.75	2.17	2.24	2.29	2.37	2.34	2.51	2.62	2.70	2.84	2.95	3.14	3.28
1.00	1.79	1.85	1.89	1.96	2.01	2.09	2.16	2.23	2.35	2.44	2.59	2.71
1.25	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.78	1.86	1.92	2.02	2.10	2.23	2.33
1.50	1.37	1.41	1.44	1.49	1.53	1.58	1.65	1.70	1.79	1.86	1.97	2.07
1.75	1.23	1.27	1.30	1.35	1.38	1.43	1.49	1.54	1.62	1.68	1.78	1.86
2.00	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.31	1.36	1.40	1.48	1.54	1.63	1.70
2.25	1.04	1.08	1.10	1.14	1.17	1.21	1.26	1.30	1.37	1.42	1.51	1.58
2.50	0.97	1.00	1.02	1.06	1.09	1.12	1.17	1.21	1.27	1.32	1.40	1.47
3.00	0.85	0.89	0.91	0.94	0.96	1.00	1.04	1.07	1.13	1.17	1.24	1.30
3.50	0.78	0.80	0.82	0.85	0.87	0.90	0.94	0.97	1.02	1.06	1.12	1.17
4.00	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.86	0.88	0.93	0.97	1.02	1.07
4.50	0.66	0.68	0.69	0.72	0.74	0.76	0.79	0.82	0.86	0.90	0.95	0.99
5.00	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.74	0.76	0.80	0.83	0.88	0.93
7.00	0.49	0.50	0.52	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74
10.00	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.45	0.47	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58
20.00	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37

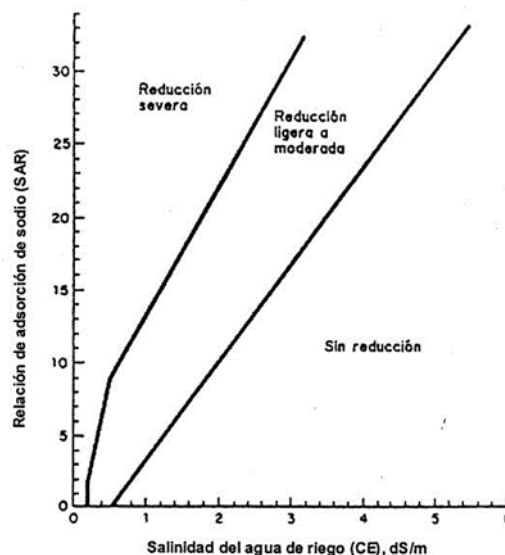
a) Adaptado de Suárez (1981).

3.5.2.3. Evaluación de la permeabilidad

La permeabilidad del suelo es un factor crucial que afecta la velocidad de infiltración del agua en el terreno. Si la velocidad de infiltración no es adecuada, pueden surgir problemas perjudiciales para las plantas. Estos problemas incluyen el encharcamiento de la superficie, el crecimiento inadecuado de las plantas debido a la falta de agua necesaria para su desarrollo, así como otros inconvenientes secundarios como la formación de costras superficiales, el crecimiento excesivo de malas hierbas y la deficiencia de oxígeno causada por la débil estructura del suelo y el encharcamiento superficial.

Para evaluar la permeabilidad del suelo, es importante considerar el RAS y la conductividad eléctrica del agua de riego. En base a los valores proporcionados de RASa (0,793) y conductividad eléctrica (2,4 dS/m), y refiriéndose a la Gráfica 11, se puede concluir que el agua no presenta riesgo de sodicidad, lo que implica que no habrá problemas de permeabilidad del suelo.

Gráfica 3 Riesgo de sodicidad del agua de riego, en función de la relación de sodio (RAS) y de la conductividad eléctrica (CE)



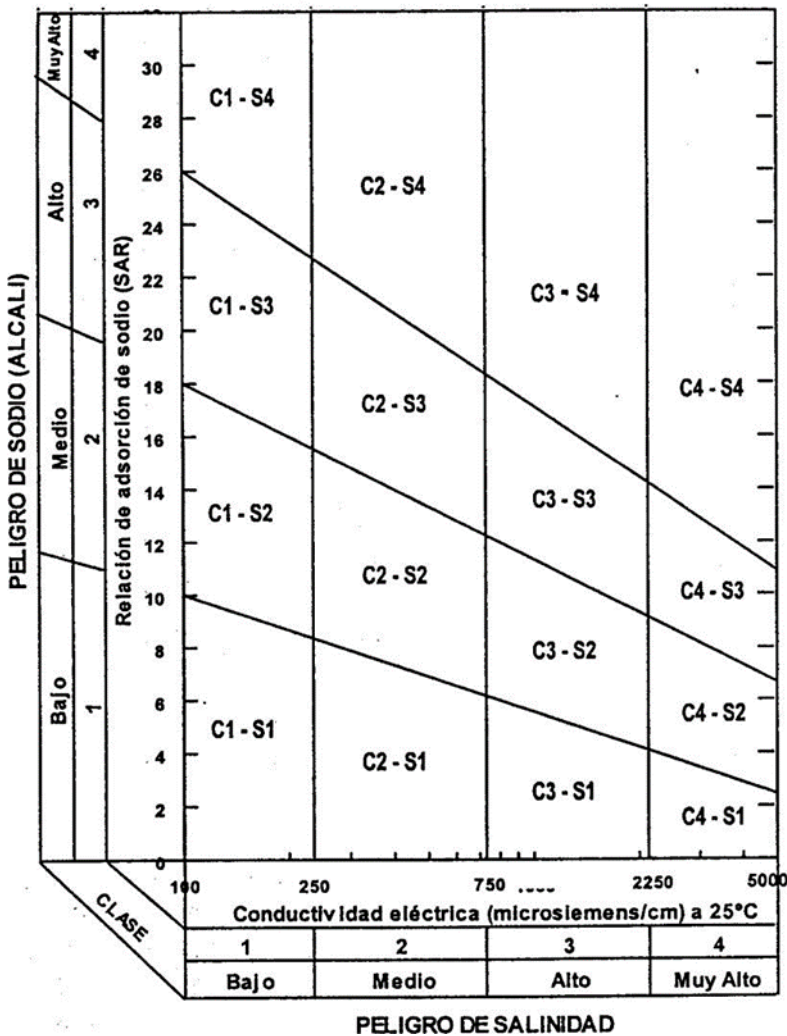
3.5.3. Norma reverside

Clasifica las aguas en función de la conductividad eléctrica a 25°C (CE) y la relación de adsorción de sodio (RAS), para conocer los peligros de salinidad y sodicidad respectivamente, asociados al empleo de las aguas de riego.

$CE = 2400 \text{ mmhos/cm} = 2,4 \text{ dS/m}$

$RAS = 1,25$

Gráfica 4 Clasificación según U.S.D.A



La clasificación según U.S.A.D.A. es C4-S1, por lo tanto es un agua de salinidad alta y con bajo contenido en sodio.

3.5.4. Clasificación del agua según su dureza

El grado de dureza permite la clasificación del agua de riego en función de su contenido en calcio y magnesio. Se expresa en grados hidrométricos franceses (GHF) mediante la siguiente expresión:

$$Dureza = \frac{Calcio \times 2,5 + Magnesio \times 4,2}{10} = \frac{379 \times 2,5 + 70,5 \times 4,2}{10} = 124,36$$

Siendo:

- Calcio: 379 mg/l
- Magnesio: 70,5 mg/l

Tabla 46 Clasificación de la dureza del agua con grados Hidrométricos.

TIPO DE AGUA	GRADOS HIDROMÉTRICOS FRANCESES (°F)
Muy dulce	<7
Dulce	7-14'
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

Elaboración propia.

Según la Tabla 42, nos encontramos ante un agua muy dura por lo que existe un gran riesgo de obstrucción del sistema de riego.

3.5.5. Carbonato sódico residual (Índice de Eaton o CSR)

Predice la acción degradante del agua sobre las plantas y suelo, y se calcula:

$$C. S. R. \left(\frac{meq}{l} \right) = [CO^{2+}] + [HCO^3] - ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])$$

$$C. S. R. = (0 + 6,03) - (18,91 + 5,8) = -18,68 \frac{meq}{l}$$

Según Urbano Terron P, (1995): no son buenas las aguas que contienen más de 2,5 meq/L, son dudosas las que presentan un contenido 1,25 y 2,5 meq/L y son buenas si este contenido está por debajo de 1,25 meq/L como es en este caso. Tenemos un agua buena, desde el punto de vista del carbonato sódico residual.

3.5.6. Coeficiente alcalimétrico (Índice de Scott)

Con el índice de Scott valoramos la calidad del agua en función de sus concentraciones entre ión cloruro, sulfato y sodio. Este coeficiente “k”, evalúa la toxicidad que puede producir las concentraciones de los cloruros y sulfatos, aportadas con el agua de riego y que se mantienen en el suelo tras formar cloruro o sulfatos de sodio, respectivamente.

La determinación de este índice se efectúa de la siguiente forma, expresándose todas las concentraciones en mg/l:

• Si: $[Na^+] - (0,65 * [Cl^-]) \leq 0$

Entonces: $K = \frac{2040}{[Cl^-]}$

• Si: $0 < [Na^+] - (0,65 * [Cl^-]) < 0,48 * [SO_4^{2-}]$

Entonces: $K = \frac{6620}{[Na^+] + 2,6 * [Cl^-]}$

• Si: $0 < [Na^+] - (0,65 * [Cl^-]) > 0,48 * [SO_4^{2-}]$

Entonces: $K = \frac{662}{[Na^+] - 0,32 * [Cl^-] - 0,43 * [SO_4^{2-}]}$

Como en nuestro caso $[Na^+] - (0,65 * [Cl^-]) = 1,80$

En nuestro caso:

$$[Na^+] - (0,65 * [Cl^-]) = 97,5 - 0,65 \times 347 = -128,05$$

$$K = \frac{2040}{340} = 6$$

Tabla 47 Calidad del agua según el índice de Scott

VALOR	CALIDAD	RECOMENDACIÓN
$K > 18$	Agua buena	No es necesario tomar precauciones
$6 \leq K < 18$	Agua tolerable	Emplear con precauciones
$1,2 \leq K < 6$	Agua peligrosa	Emplear solamente en suelos con muy buenas condiciones de drenaje
$K < 1,2$	Agua inutilizable	

Elaboración propia.

Por tanto, como $K = 6$ tenemos un agua tolerable, a emplear con precauciones.

3.5.7. Relación de calcio (Índice de Kelly)

Se utiliza junto con el índice de Scott para determinar el riesgo de alcalinización. El índice de Kelly valora la calidad del agua en función del tanto por ciento de calcio sobre el total de cationes. Se expresa en % y se calcula mediante:

$$I.K. = \frac{Ca}{Ca+Mg+Na} \times 100 = \frac{18,91}{(18,91 + 5,8 + 4,24)} \times 100 = 65,29$$

Tabla 48 Clasificación de la alcalinización según el Índice de Kelly

INDICE DE KELLY	CALIDAD DEL AGUA
<35%	Mala
35%	Dudosa
>35%	Buena

Elaboración propia.

I.K.= 65,29 %, por lo tanto, tenemos un agua buena.

3.5.8. pH

El pH no debe de superar el valor de 8,5 para ser óptimo para el cultivo.

6,82<8,5, por lo tanto, es apto.

3.5.9. Toxicidad

La presencia de concentración de iones en los tejidos superiores a las toleradas origina lesiones, por lo general, el olivo es tolerante al sodio y cloruros. Se originan problemas al acumularse en las hojas y están en función de los siguientes parámetros:

- En función del RAS°:

Tabla 49 Clasificación de la toxicidad según el RAS ajustado

RAS°	CLASIFICACION
<3	No hay problemas
3-9	Problemas crecientes
>9	Problemas graves

Elaboración propia

Al ser el RAS° de 1,25, no existen problemas para este parámetro.

- En función del ión cloro:

Tabla 50 Clasificación de la toxicidad en función de los cloruros.

CLORUROS (meq/l)	CLASIFICACIÓN
<4	No hay problemas
4-10	Problemas crecientes
>10	Problemas graves

Elaboración propia

Al ser la concentración de cloro de 9,59 meq/l, tenemos problemas crecientes.

- En función del ión sodio:

Tabla 51 Clasificación de la toxicidad en función del sodio

SODIO (meq/l)	CLASIFICACIÓN
<3	No hay problemas
3-9	Problemas ligeros
>9	Problema

Elaboración propia

Al ser la concentración de sodio de 4,24 meq/l, existe un problema ligero de toxicidad.

3.6. CONCLUSIONES

Tabla 48 Resumen de índices y clasificaciones

INDICES Y CLASIFICACIONES		
CLASIFICACION U.S.A.D.A.	C4-S1	Alto riesgo de salinización
R.A.S.	1,52	Bajo riesgo de sodificación
DUREZA °FRANCESES	124,36	Muy dura
CARBONATO SÓDICO RESIDUAL	-18,68	Buena
COEF. ALCALI. (SCOTT)	5,87	Peligrosa –Tolerable
RELACION DE CALCIO	0,6	Buena

Elaboración propia

El agua de la parcela es adecuada para el riego de olivos, pero con ciertas observaciones. El riesgo de salinidad es alto, lo que requiere una gestión cuidadosa del riego para evitar la acumulación excesiva de sales en el suelo y en los cultivos. La dureza del agua y la alta concentración de cloruros y sodio también demandan precauciones, como la implementación de estrategias de lavado de sales del suelo y mantenimiento del sistema de riego, por lo que se tendrá en cuenta si es realmente necesario acidificar el agua y se usara ácido nítrico para ello o utilizar abonos ácidos.

El problema de salinidad se abordará directamente mediante riegos de lavado, es decir, se procederá a lavar el suelo tras varios riegos, dejando el sistema de riego abierto durante un tiempo prolongado para permitir una infiltración profunda. Este procedimiento se suele realizar al inicio de la campaña, cuando el agua contiene menores niveles de salinidad, optimizando así la efectividad del lavado y reduciendo la acumulación de sales en las zonas críticas del perfil del suelo.

A la hora de calcular las necesidades de riego, hay que tener en cuenta que se va a realizar un riego con agua salina y realizarán los cálculos pertinentes:

$$NR_t = \frac{NR_n \text{ (agua necesaria)}}{1 - \text{Fracción de lavado}}$$

Además se implantará cubierta vegetal para mejorar la infiltración y el lavado del suelo, además, las hojas y restos acumulan sales, las cuales no precipitarán en el terreno.

En general, aunque el agua es utilizable, se recomienda un monitoreo constante de la calidad del agua y del suelo, y una adaptación de las prácticas agrícolas para mitigar los riesgos asociados.

4. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. El Cultivo del Olivo. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. 846 p. ISBN 978-84-8476-085-3.

Bueno, M. Plantación del Olivo. Buenos Aires: INTA, 2014. 180 p. ISBN 978-987-521-559-5.

García Zamorano, F., Ruiz Coletto, F., Cano, J., Pérez, J. y Molina de la Rosa, J. Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar. Sevilla: Junta de Andalucía, 2010. 322 p. ISBN 978-84-614-3367-8.

Gómez del Campo, M. Olivicultura. Madrid: E.U.I.T. Agrícola, U.P.M., 2004. 276 p. ISBN 978-84-7486-602-9.

Recursos Electrónicos:

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Valores climatológicos: Ciudad Real (4121).

Disponible en:

<https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=4121&k=undefined> [Consulta: 28-08-2024].

CREA UCLM. Datos Meteorológicos SIAR. Disponible en:

<https://crea.uclm.es/siar/datosMeteorologicos> [Consulta: 28-08-2024].

Junta de Andalucía. *Estaciones Agroclimáticas*. Disponible en:

<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController> [Consulta: 28-08-2024].

MAPA. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. 2015. Disponible en:

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf [Consulta: 28-08-2024].

Meteo Ciudad Real. Histórico de humedad: Valores de humedad relativa. Disponible en:

<https://www.meteociudadreal.com/index.php/historico/humedad/valores-hhumedad.html> [Consulta: 28-08-2024].

Sistema de Información Agroclimático y de Regadíos. MAPAMA. Disponible en:

<http://eportal.mapa.gob.es/websiar/Inicio.aspx> [Consulta: 28-08-2024].

ANEJO 3

ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	ELECCIÓN VARIETAL	5
2.1.	Características de las variedades	6
2.2.	Condicionantes para la elección de la variedad	7
2.3.	Variedad elegida.....	7
3.	SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL	9
4.	MARCO DE PLANTACIÓN	11
4.1.	Consideraciones para el marco de plantación	11
5.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	13
5.1.	Correcciones de las propiedades físicas del suelo.....	13
5.2.	Correcciones de las propiedades químicas del suelo.	14
5.3.	Necesidades de Materia Orgánica	15
5.3.1	Cálculo de la enmienda orgánica	16
5.3.2	Alternativa de enmienda orgánica.....	17
5.4.	Instalación del sistema de riego	19
6.	REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN	20
6.1.	Época de plantación	20
6.2.	Colocación de plantones.....	20
6.3.	Riego de implantación e instalación de riego.....	22
6.4.1	Tutorado de plantones	23
6.4.2	Protecciones	23
6.5.	Cuidados tras la plantación	24
7.	EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO.....	25
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de las variedades: Picual, Hojiblanca, Arbequina y Lecciana	6
Tabla 2 Características del fruto	6
Tabla 3 Necesidades de materia orgánica para una finca de olivar superintensivo en el Campo de Montiel hasta 30 cm de profundidad	16
Tabla 4 Aporte de enmienda orgánica	16
Tabla 5 Actividades programadas para la ejecución y puesta en marcha del proyecto	25

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Perfil global del aceite de la variedad Lecciana	8
Ilustración 2 Pasaporte fitosanitario.	9
Ilustración 3 Planta formato standard.	10
Ilustración 4 Remolque enterrador y detalle de caída de enmienda en el surco abierto y hoja que alisa el terreno	15
Ilustración 5 Máquina plantadora	21
Ilustración 6 Instalación de portagoteros.	22

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la plantación de un olivar es obtener una buena rentabilidad económica a medio-largo plazo. Para lograrlo, es necesario considerar diversas prácticas de cultivo, la elección adecuada de la variedad y la implementación de controles fitosanitarios efectivos.

Las prácticas de cultivo, como la poda, el abonado, el riego y el laboreo, desempeñan un papel crucial en el aumento del tamaño, número y calidad de los frutos, lo que contribuye directamente a la rentabilidad de la plantación. Además, es fundamental seleccionar la variedad que mejor se adapte a las condiciones ambientales y considerar su demanda en el mercado.

Los controles fitosanitarios son esenciales para prevenir y controlar plagas y enfermedades que puedan afectar la calidad de los frutos y del aceite. La mosca del olivo, por ejemplo, puede causar daños significativos, ya que sus larvas se alimentan de la pulpa de las aceitunas, generando galerías que favorecen la entrada de hongos y bacterias, aumentando la acidez del aceite.

Además de las prácticas de cultivo y los controles fitosanitarios, es fundamental realizar análisis exhaustivos del suelo, la calidad del agua de riego y la climatología de la zona. Estos factores tienen un impacto significativo en la elección de la variedad de olivo más adecuada y en el diseño adecuado de la plantación. Asimismo, es importante emplear métodos de fertilización y laboreo que sean respetuosos con el medio ambiente.

La elección de la variedad de olivo también debe considerar la demanda en el mercado y la calidad del producto. Para obtener una rentabilidad óptima, es necesario seleccionar una variedad que tenga una demanda sólida y que produzca aceite de alta calidad.

En la actualidad, la mecanización juega un papel fundamental en las nuevas explotaciones. La implementación de tecnologías y equipos modernos contribuye a aumentar la eficiencia y reducir los costos de producción, lo que resulta crucial para lograr una rentabilidad satisfactoria en el olivar..

2. ELECCIÓN VARIETAL

La elección de la variedad es un paso crucial en la plantación de olivos, ya que las características genéticas de cada variedad influyen en su resistencia a las condiciones climáticas, enfermedades, plagas y su capacidad de producción. En España, contamos con una amplia variedad de opciones para elegir la plantación más adecuada según nuestros intereses y los parámetros analizados. Entre las variedades más destacadas se encuentran:

Picual: Con denominaciones principales como Picual, Marteño, Lopereño y Nevadillo, se cultiva principalmente en Jaén, Córdoba y Granada. Esta variedad presenta buenos rendimientos grasos y alta productividad, siendo una opción a considerar para zonas con condiciones adversas.

Hojiblanca: Con denominaciones principales como Hojiblanca, Casta de Lucena y Lucentino, se cultiva en áreas como Córdoba, Málaga, Granada y Sevilla. Esta variedad tiene una doble aptitud y es resistente a los suelos calizos.

Arbequina: Con denominaciones principales como Arbequina y Blancal, se cultiva en regiones como Andalucía, Aragón y Cataluña. Destaca por su resistencia al frío y su entrada temprana en producción.

La elección acertada de la variedad es fundamental para lograr una rentabilidad óptima en la explotación. Cada variedad tiene su rendimiento óptimo en condiciones edafológicas específicas, lo que resulta en una amplia diversidad de texturas, colores, sabores y aromas en los aceites obtenidos.

Además de la variedad, también es importante considerar el marco de plantación, ya sea tradicional, intensivo o superintensivo. El marco elegido debe tener en cuenta la variedad seleccionada y los medios de recolección, así como prevenir posibles daños por enfermedades o plagas.

En este caso tenemos la DOP Campo de Montiel, que regula los aceites de oliva virgen extra. Por ejemplo, la variedad Cornicabra y Picual son las variedades predominantes en la DOP. Esto puede ser un factor relevante a considerar al estudiar la variedad a plantar.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

2.1. Características de las variedades

Las características que se relacionan en la Tabla 1, se han obtenido de un estudio realizado de diferentes plantaciones. Puede ocurrir que estos datos no se cumplan en función, sobre todo, de la climatología que afecte a la plantación en los diferentes años.

Tabla 1 Características de las variedades: Picual, Hojiblanca, Arbequina y Lecciana

	PICUAL	HOJIBLANCA	ARBEQUINA	LECCIANA
Productividad	Alta (5)	Alta (5)	Alta (5)	Alta (5)
Entrada en producción	Precoz (5)	Media (3)	Precoz (5)	Precoz (5)
Floración	Media (3)	Media-tardía (2)	Media (3)	Precoz (3)
Maduración	Precoz (3)	Tardía (2)	Precoz (3)	Precoz (3)
Vecería	Baja (2)	Media (3)	Baja (2)	Media (2)
Rendimiento graso	Alto (5)	Bajo (2)	Medio (3)	Medio (3)
Calidad del aceite	Excelente (5)	Medio (3)	Excelente (5)	Excelente (5)
Estabilidad	Alta (5)	Media (3)	Baja (2)	Alta (5)
Recolección	Fácil (5)	Difícil (2)	Difícil (2)	Fácil (5)
Tolerancia al frío	Media (3)	Media (3)	Media (3)	Alta (4)
Tolerancia a la sequía	Alta (5)	Alta (5)	Media (3)	Alta (5)
Tolerancia a la salinidad	Alta (5)	Alta (5)	Media (3)	Alta (5)
Repilo	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Resistente (3)
Tuberculosis	Sensible (3)	Sensible (3)	Sensible (3)	Resistente (3)
Verticilosis	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Resistente (4)
Mosca	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)	Sensible (2)
PUNTUACIÓN	61	50	54	63

Elaboración propia. Fuente: El Cultivo del Olivo

Lecciana es la mejor variedad según la puntuación total, con 63 puntos.

Las características del fruto son muy variables, dependiendo de la climatología en gran manera. En la Tabla 2, se muestra una comparativa de las cuatro variedades mencionadas.

Tabla 2 Características del fruto

	PICUAL	HOJIBLANCA	ARBEQUINA	LECCIANA
PESO DEL FRUTO (g)	3,2	4,8	1,9	3,3
RELACION PULPA/HUESO	5,6	7,9	4,6	9,42
RENDIMIENTO GRASO (%)	22,1	17,1	20,5	16,2
ÁCIDO OLEICO (%)	78,4	76,1	66,2	71,05
ESTABILIDAD DEL ACEITE	119,4	53,2	40,5	71,52

Elaboración propia. Fuente: El Cultivo del Olivo

2.2. Condicionantes para la elección de la variedad

Es importante destacar que la elección de la variedad de olivar para una plantación superintensiva en Villanueva de los Infantes también debe basarse en factores específicos del terreno, el clima y los objetivos del productor

Estudiaremos detenidamente el modelo de plantación a elegir considerando enfermedades que puedan afectar, las dificultades en la recolección y destino de la producción.

El destino de la producción será para aceite, aceituna para almazara, se elegirá la variedad mayor rendimiento y mejor calidad para la producción de aceite. En la zona en estudio las variedades Picual o Arbequina y tradicionalmente Cornicabra son las más extendidas aunque estudiaremos alguna otra, siempre teniendo en cuenta que la fecha de la recolección es un factor a tener en cuenta tanto para el rendimiento como para la calidad del aceite. Para un aceite de alta calidad, la fecha de recolección tendrá que ser lo más temprana posible, aunque se sacrifique el rendimiento.

2.3. Variedad elegida

Se opta por variedad Lecciana para aceite de alta calidad, es una variedad originaria de la Toscana, en Italia. Se cree que es una selección del olivo Frantoio, otro cultivar italiano muy conocido. Se encuentra presente en varias regiones productoras de aceite de oliva del país desde que se introdujo en España a mediados del siglo XX aunque está muy poco implantada.

El olivo de Lecciana tiene un porte erecto de tamaño medio a grande, con una forma abierta y ramificación densa. Es un árbol de vigor medio-bajo y presenta hojas medianas de color verde claro. Esta variedad tiene un crecimiento compacto y una buena ramificación, lo que la hace adecuada para plantaciones con alta densidad de árboles.

Es considerada de maduración muy temprana, entre 7-10 días antes que la Arbequina en la zona del Campo de Montiel, listas para la recolección a mediados o finales de octubre, variedad de alta productividad y rendimiento.

Se adapta bien a las condiciones del clima mediterráneo, con veranos calurosos e inviernos suaves como es el caso de nuestra región, resistente al estrés hídrico y puede tolerar altas temperaturas.

Las aceitunas de Lecciana son de gran tamaño y tienen un alto rendimiento graso. Además, la relación peso del fruto/fuerza de retención es inferior a la Arbequina, facilitando la recolección mecánica.

Variedad perfecta para productores que buscan un aceite de excelentes características y gran personalidad. El aceite es de alta calidad y se caracteriza por tener un sabor suave y equilibrado. Presenta notas frutales y herbáceas, con un perfil organoléptico apreciado por su armonía.

El aceite es alto en polifenoles (362 mg/kg), lo que le confiere una buena estabilidad y un alto índice de oleico (71,05%), lo que el aceite mantenga sus propiedades organolépticas hasta el momento de ser consumido.

El Aceite de Oliva Virgen Extra es de tipo verde con fuerte carácter, una buena armonía olfato-gustativa, con complejidad, con intensidad en el aroma y notables frutado, picante y amargo.

Ilustración 1 Perfil global del aceite de la variedad Lecciana



Fuente: Agromillora

3. SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

La elección del material para una plantación de olivar superintensivo es un aspecto crucial para garantizar el éxito y la productividad del cultivo.

El plantón deberá tener una edad entre 8 y 12 meses y estará formado por un solo tronco con una altura mínima de más de 50 cm. Debe de presentar un buen estado para garantizar la viabilidad en campo, por ello debe haber experimentado un endurecimiento suficiente en sus tejidos, sin llegar al envejecerse como suele ocurrir en plantas de más de 1,5 años que siguen en la bolsa del vivero, que su crecimiento y desarrollo se retrasa ya que se acaban endureciendo por falta de tierra.

Las raíces deben de tener un color blanquecino, presentando buen estado y desarrollo con raicillas finas. Debe de tener hojas verdes, entrenudos largos, presentar indicios de vigor y crecimiento.

Es fundamental que los plantones no muestren signos de enfermedades o plagas y que estén certificados sanitariamente. Para asegurarse de la calidad de planta debe de llevar adosada una etiqueta de amarilla, que es un Pasaporte Fitosanitario de categoría CAC (Conformitas Agraria Communitatis). Las plantas CAC proceden de un vivero reconocido por su profesionalidad y que utiliza buenas prácticas sanitarias, de trazabilidad, de multiplicación y de autenticidad varietal el productor y la variedad del plantón.

Se pretende la plantación de un olivar superintensivo a un solo pie. Se ha elegido la mejor planta, obtenidas en vivero por enraizamiento de una estaquilla semiherbácea bajo nebulización de la variedad.

Ilustración 2 Pasaporte fitosanitario.



Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Ilustración 3 Planta formato standard.



Fuente: Vivero Agromillora.

El terreno de plantación tiene un total de 6,7 ha. Como plantaremos en marco 4 x 1,5 con 1.666 olivos/ha, necesitaremos un total de 11.320 plantones para las 6,7 ha. Calculamos un porcentaje de reposición del 10% con lo cual el total de plantones a adquirir en el vivero serán 12.452 unidades. Se han plantado 11.890.

4. MARCO DE PLANTACIÓN

Una vez analizados todos los factores que intervienen en la decisión de la elección de la variedad a elegir se tiene que analizar el marco de plantación, que es sumamente importante para el buen desarrollo del olivar.

En nuestro caso contamos con disponibilidad de agua y nutrientes mediante fertirrigación, por lo que el único factor limitante de la producción que podemos tener en cuanto a cantidad y calidad de la misma es la luz. Es un factor imprescindible para la buena calidad del fruto y un correcto desarrollo de la planta y producción. Por tanto, hay que disponer de la máxima superficie foliar para recibir el máximo de luz solar para fomentar la fotosíntesis e incrementar su crecimiento y productividad.

Los marcos para la plantación pueden ser extensivo, intensivo y superintensivo. En este caso se ha elegido un marco superintensivo. Se ha decidido un marco de 4 x 1,5 m. con una densidad de 1.666 olivos/ha. El marco podría llegar hasta 6 x 2 metros en olivar de secano ya que se tiende a aumentar el ancho de calle y la distancia entre plantas para que la competencia entre los árboles sea menor. También sería posible un marco más estrecho de 3 x 1 pero los costes de plantación y manejo son superiores ya que hay más árboles/ha y se podrían dar problemas de falta de iluminación, de aireación y de competencia entre plantas. Como en el caso de estudio el olivar es de regadío, se opta por un marco de plantación medio, donde el ancho de calle es como máximo de 4 metros y la distancia entre plantas de 1,5 metros, unos 11.320 olivos.

4.1. Consideraciones para el marco de plantación

Como principal factor para la decisión del marco de plantación tenemos que analizar la buena disposición para realizar las labores en el mismo, tanto de recolección, como de facilidad para realizar las diferentes tareas que en el transcurso del año necesitan realizarse.

La poda es un elemento muy importante a considerar, se tendrá que mantener unas calles, lo suficientemente anchas, como para facilitar el paso y laboreo de la maquinaria que se utilice durante el transcurso de todo el año.

Con la poda, además, se estructura el árbol de forma conveniente para la recolección con

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

vibradores de tronco y se da forma para la mejor percepción de la luz y eliminación de la madera improductiva.

Suponiendo un ancho de seto de 80cm a 1m , la distancia libre entre los setos es de 3 metros. Se opta por unas dimensiones de 1,5 x 1 x 2,5 metros. De los 2,5 metros de altura, 40-50 centímetros corresponden al tronco libre de vegetación.

Para elegir la orientación de las filas debemos tener en cuenta la cantidad y distribución de radiación que dependerá de la orientación de los setos. Una orientación NS presenta una incidencia uniforme de insolación por ambas caras mientras que en la orientación EO, la cara sur de los setos tiene radiación directa durante todo el año y la cara norte se encuentra a la sombra casi todo el año, una incidencia que no es uniforme y puede dar lugar a enfermedades y una merma en la producción al igual que en la orientación NE-SO y NO-SE, la radiación sobre las caras SE y SO es mayor que sobre las caras NO y NE donde la incidencia no es uniforme durante el año.

La mecanización del olivar influirá de forma importante en la rentabilidad de la explotación. Se necesita un mínimo de paso para no entorpecer en la recolección de la máquina cabalgante y el paso del tractor por las calles y giros en cabeceros. Hay que tener siempre en cuenta que habrá una mayor rentabilidad cuando se optimizan los tiempos de maniobras de estos equipos.

El marco elegido de 4 x 1,5 m permite una perfecta maniobrabilidad de la maquinaria además de una correcta iluminación de la planta.

La parcela estará rodeada perimetralmente de 4,5 m sin vegetación, en los cabeceros se ha dejado una distancia de 8m ya que la máquina cabalgante necesita 6m para girar en la recolección.

En la zona central de las parcelas a unos 90 centímetros de profundidad irán las tuberías primaria y secundaria.

5. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Ahora, corresponde realizar la preparación del terreno para realizar la plantación. Esta preparación del terreno es muy importante, de ella dependerá el desarrollo de la plantación y su productividad. Así mismo, es importante fijar la época de plantación para que estas tengan el mejor desarrollo posible.

Se llevará a cabo una preparación minuciosa del suelo. En la época de verano, antes de la plantación, se debe pasar el subsolador rompiendo el suelo a la profundidad que alcancen las raíces. Tenemos la gran ventaja de que en la parcela que nos ocupa no hay piedras, por lo que podemos realizar estos trabajos sin problema alguno. A continuación, se harán labores para dejar el terreno lo más llano posible.

Ya hemos comentado, en diferentes ocasiones, que para la plantación del olivar es primordial un estudio del suelo y de la climatología que afecte a la zona. Llegado a este punto, de preparación del terreno, ya debemos tener en nuestro poder esos datos y estudiado los mismos.

Anteriormente ya hemos analizado la variedad elegida, en virtud de estos estudios, hemos fijado el marco idóneo que consideramos el más oportuno.

5.1. Correcciones de las propiedades físicas del suelo.

El terreno de la finca no necesita de unos trabajos de movimientos de tierras, existir ya que su relieve y topografía es muy homogéneo, presentando una pendiente uniforme, que oscila, entre el 1,1 y el 1,5%. No es necesario explicar ni rellenar vaguadas.

Según lo expuesto en el Anejo 2 en el estudio edafológico, la densidad aparente está en el límite superior del rango umbral, lo que indica riesgo de compactación del suelo que puede restringir el crecimiento radicular y afectar la infiltración de agua. Por lo tanto se realizarán una buena preparación de suelo, se incorporará estiércol y se llevarán a cabo pases de subsolador y chisel antes de la plantación para reducir la compactación y mejorar la estructura del suelo. Para ello se ha decidido realizar, en la totalidad de la superficie de la parcela, unos trabajos de mejora del terreno a base la utilización de maquinaria, compuesta

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

por un tractor de gran potencia y un subsolador con capacidad para realizar trabajos a la profundidad que alcancen las raíces. Durante el mes de Agosto antes de la plantación, se debe pasar el subsolador rompiendo el suelo en profundidad y se realizarán dos pases cruzando 60-80 centímetros.

Se pretende mover las tierras para mejorar su drenaje y abrir los posibles obstáculos que se encuentren en el terreno que impidan un correcto desarrollo de la raíz.

En Octubre, se realizarán dos pases de chisel porque la tierra está muy seca además de un pase de rulo, obteniéndose un suelo suelto y mullido consiguiendo con estos trabajos la eliminación de obstáculos que impidan el desarrollo normal de las raíces, mejorar la infiltración y drenaje del agua y la aireación del suelo.

Además se realizan otros dos pases en el mes de Febrero – Marzo para retirar hierbas y posteriormente un pase de rulo para dejar preparado.

En el mes de Marzo, se vuelven a dar dos pases de rulo para dejar la tierra lisa preparada para la plantación. se realiza marcado con tractor con GPS, el mismo que realizará la plantación. De esta manera este marcado nos facilitará la labor de enmienda orgánica conociendo la localización exacta ya que la tierra está muy plana y la plantación se realizará con GPS (RTK). En el momento de la plantación, no es necesario el replanteo, solo es preciso marcar el inicio y el fin de las líneas, la máquina de plantación avanza a lo largo de la recta orientada colocando la planta a la distancia fijada.

5.2. Correcciones de las propiedades químicas del suelo.

Una vez realizados los análisis de suelo y agua, llegamos a la conclusión de que no tenemos problemas de pH, salinidad, exceso de sodio, ni toxicidad por boro y cloruro. Aunque, se opta por realizar una enmienda orgánica antes de la plantación. Los niveles de materia orgánica se encuentran en un rango medio-bajo, pero sin resultar una carencia reseñable de materia orgánica. Por ello se decide incorporar estiércol de ovino, ya que mejorará la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes, promoviendo un mejor crecimiento del olivo.

Sí que se incorpora un enraizante por fertirrigación en los riegos de asentamiento para estimular el desarrollo radicular, y a su vez mejorar la absorción de nutrientes y agua las primeras semanas tras la plantación.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Dos semanas antes de plantar se llevará a cabo un marcado dejando sobre el terreno la línea sobre la que se plantarán los árboles. Esta línea de marcado nos servirá de guía para aplicar la enmienda orgánica en la línea de los árboles.

Para la aplicación de la enmienda orgánica se utilizará estiércol de ovino con un carro enterrador que va abriendo un surco con una reja-topo sobre el que va cayendo por gravedad el estiércol. El surco se va cerrando con una hoja que voltea y alisa el terreno removido y que entierra la enmienda de ovino a uno 15-20cm.

Ilustración 4 Remolque enterrador y detalle de caída de enmienda en el surco abierto y hoja que alisa el terreno



Elaboración propia

5.3. Necesidades de Materia Orgánica

Los niveles de materia orgánica recomendados están entorno al 2%, y sin embargo algunas zonas de la finca tienen un valor inferior. En este proyecto se propone corregir los niveles de materia orgánica hasta 30 cm de profundidad por zonas, las mismas que en el análisis edafológico.

La ecuación utilizada para calcular las necesidades en materia orgánica en los primeros 40 cm de profundidad es la siguiente:

$$N..M.O. \left(\frac{tn}{ha} \right) = 0,3(m) * 10.000 \left(\frac{m^2}{ha} \right) * Da \left(\frac{tn}{m^3} \right) * \frac{(2-\%M.O.)}{100}$$

Siendo:

- N.M.O. las necesidades de materia orgánica hasta lo recomendado (tn/ha).
- %M.O. el nivel actual de materia orgánica en el suelo (%)
- Da la densidad aparente del suelo (tn/ha)

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

A continuación, en la tabla Tabla 4 se puede ver el contenido en materia orgánica en los primeros 30 cm de profundidad, así como la materia orgánica que se requiere para llegar al mínimo recomendado de 2%.

Tabla 3 Necesidades de materia orgánica para una finca de olivar superintensivo en el Campo de Montiel hasta 30 cm de profundidad

Profundidad	Parámetro	Muestra C1-A	Muestra C1-B
De 0 a 40 cm	Da (tn/m3)	1,55	1,49
	% M.O.	1,28	1,51
	Diferencia hasta recomendado (2%)	0,72	0,49
	M.O. hasta recomendado (tn/m3)	0,01116	0,007301
	M.O. hasta recomendado (tn/ha)	44,64	29,204

Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior, las cantidades necesarias de materia orgánica son de 44,6 tn/ha y 29,2 tn/ha.

5.3.1 Cálculo de la enmienda orgánica

En este proyecto se propone corregir los niveles de materia orgánica mediante la adición de una enmienda orgánica a base de estiércol de oveja (de producción no intensiva), ya que es fácil de adquirir en la zona. El estiércol de oveja bien madurado posee hasta un 40 % de materia seca y un coeficiente isohúmico de 0,5. Además, cada tonelada de estiércol aporta al suelo 8 kg de nitrógeno (N), 2 kg de fósforo (P), y 7 kg de potasio (K).

Por último, habrá que tener en cuenta en años sucesivos que el 50% del estiércol se mineraliza durante el primer año, 35 % durante el segundo año, y 15 % durante el tercer año.

A continuación, se muestran los datos citados anteriormente, y la cantidad de estiércol para cubrir las necesidades en materia orgánica.

Tabla 4 Aporte de enmienda orgánica

Profundidad	Parámetro	Muestra A	Muestra B
De 0 a 40 cm	M.O. hasta recomendado (tn/ha)	45	29
	Materia Seca (%)	0,4	0,4
	Coeficiente Isohúmico	0,5	0,5
	Estiércol Total (tn/ha)	223	146
	Total Nitrógeno (N) (8kg/tn)	1786	1168
	Total Fósforo (P) (2kg/tn)	446	292
	Total Potasio (K) (7kg/tn)	1562	1022

Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 5, habría que incorporar al suelo entre 233 y 146 tn/ha de estiércol maduro.

5.3.2 Alternativa de enmienda orgánica

Tras realizar los cálculos para determinar las necesidades de materia orgánica en el suelo, se ha encontrado que la cantidad requerida de estiércol para alcanzar el nivel recomendado de 2% de materia orgánica es significativamente alta. En base a los datos analizados, se necesitarían entre 146 y 233 toneladas de estiércol de ovino por hectárea para lograr una mejora completa.

Sin embargo, esta cantidad resulta considerablemente grande y podría no ser práctica ni necesaria para los objetivos inmediatos de la plantación. Para optimizar la aplicación y asegurar una gestión efectiva, se ha decidido aplicar una dosis más moderada de 10 kg de estiércol por planta. Se aplicará 16,89 toneladas por hectárea. Esta decisión se basa en los siguientes puntos:

Permite una mejora progresiva y escalonada del suelo. Aplicar 10 kg por planta facilita una incorporación gradual de la materia orgánica, evitando alteraciones excesivas en las características del suelo de una sola vez. Esta cantidad se enfoca directamente en la zona donde las raíces tendrán un mayor desarrollo, optimizando la utilización de los recursos.

Al aplicar el estiércol directamente en la zona de plantación, se asegura que los nutrientes estén disponibles donde son más necesarios para el desarrollo inicial de las raíces. Esto mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes por parte de las plantas, ya que una aplicación generalizada que podría dar lugar a una distribución menos efectiva de la enmienda.

Aplicar cantidades más manejables de estiércol reduce el riesgo de contaminación del suelo y las aguas subterráneas, ya que grandes volúmenes de estiércol pueden liberar exceso de nitrógeno. Una aplicación focalizada y moderada permite un mejor control de la mineralización de la materia orgánica y la liberación gradual de nutrientes.

La UE publicó la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura, esta directiva fue transpuesta a la legislación española por el Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero, que desarrolla con carácter básico para todo el territorio español las directrices marcadas en la referida Directiva sobre regulación de la aplicación de fertilizantes minerales, estiércoles y otros tipos de fertilizantes nitrogenados para reducir y prevenir la contaminación de las aguas por nitratos mediante la utilización de unas buenas prácticas agrarias. En ella se limita la cantidad de estiércol aplicado anualmente, no pudiendo sobrepasar la cantidad de 170 Kg N/ha y año.

En el caso en estudio se aplicará 16,89 toneladas por hectárea.

Teniendo en cuenta que el estiércol aporta 8 kg de Nitrógeno por tonelada de estiércol, en la finca se aportarán 135,12 toneladas de Nitrógeno por hectárea.

El límite legal es de 170 kg de N/ha. Como hemos calculado, el nitrógeno aportado es 135.04 kg de N/ha, lo cual es inferior al límite máximo permitido. Por lo tanto, cumple con la normativa.

Evaluamos también si esta cantidad de nitrógeno puede causar problemas en el olivar:

- El nitrógeno en exceso puede estimular un crecimiento vegetativo excesivo, lo que puede llevar a problemas de sombreado, mala ventilación y una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades. Aunque 135 kg de N/ha es una cantidad moderada, es importante monitorizar el crecimiento del olivar en los primeros años para evitar un crecimiento excesivo. Si se observa un crecimiento desmedido, se podría reducir la dosis de fertilización nitrogenada en los años siguientes.
- Un exceso de nitrógeno puede hacer que los brotes jóvenes sean más susceptibles a enfermedades como el repilo (*Cycloconium oleaginum*), por lo que se realizará un seguimiento fitosanitario regular para detectar cualquier signo temprano de enfermedades.
- El estiércol se mineraliza al 50% en el primer año, 35% en el segundo año y 15% en el tercer año. Por lo que aproximadamente la mitad del nitrógeno aplicado estará disponible para las plantas en el primer año, es decir, $135.04 \text{ kg de N/ha} \times 50\% = 67.52 \text{ kg de N/ha}$ en el primer año. Es una cantidad manejable y es poco probable que cause problemas.

Esta estrategia permite realizar ajustes y correcciones en los años sucesivos en función de cómo responda la plantación al aporte inicial de estiércol. Se volverán a realizar estudios de suelo en los años siguientes ya que es posible que se necesiten aplicaciones adicionales en años posteriores, pero estas serán más fáciles de gestionar.

Por todo ello, para la plantación de 11,320 olivos, se ha decidido aplicar una cantidad de 10 kg de estiércol de ovino por cada planta.

La cantidad total de estiércol a aplicar sería:

$$11.320 \text{ plantas} * 10\text{kg} = 113.200 \text{ kg}$$

Es decir aplicaría inicialmente 113 tn en las 6,7 ha del olivar que se proyecta. Serán 16,89 toneladas por hectárea. Teniendo en cuenta que es posible que se necesiten aplicaciones adicionales en años posteriores, por lo que se volverán a realizar estudios de suelo y análisis foliares para hacer seguimiento del estado del suelo y la planta para ajustar las aplicaciones.

5.4. Instalación del sistema de riego.

Es fundamental instalar las tuberías primarias y secundarias de riego previamente a la plantación. Con una retroexcavadora, se abre en el terreno una zanja de 100 cm de profundidad y 40 cm de ancho en la que se coloca las tuberías. Las tuberías son de PVC y se instalarán desde la toma general del agua hasta los distintos sectores en los que se divide la parcela. La tubería queda totalmente encerrada. Por otra parte, se vierten dos capas de arena fina de unos 10 cm de espesor, una para asentar la tubería y otra por encima para proteger. Se llenarán los huecos restantes con el material circundante, con el material que anteriormente se ha extraído de la zanja. La instalación de la tubería portagoteros se realiza inmediatamente después de que pase la máquina de plantación.

Tomando el Plano 6: Red de distribución, se procederá la instalación de la tubería portagoteros. Tras el paso de la máquina plantadora, dos operarios comienzan a desenrollar los rollos de tubería portagoteros justo encima de la línea de plantación para poder dar el primer riego de implantación.

6. REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

6.1. Época de plantación

La plantación se puede realizar en dos épocas del año, con una mayor garantía de éxito, aunque se puede plantar en cualquier época del año si se le aporta agua y los cuidados necesarios.

En lugares susceptibles a heladas, la primavera es la mejor época para la plantación del olivo, ya que evita los riesgos asociados a las bajas temperaturas. En cambio, si la zona no es susceptible a heladas, el otoño puede ser preferible. Si los olivos se plantan en primavera, tienen todo el verano para enraizar y crecer, sin peligro de ser afectados por heladas. Sin embargo, en otoño, en la zona de Villanueva de los Infantes, es menos adecuada su plantación debido a las posibles heladas tempranas, que podrían impactar negativamente en su crecimiento. No obstante, la ventaja de la plantación en otoño es que requiere menos agua que en primavera.

Considerando todos estos aspectos, se decide que la plantación se llevará a cabo durante la segunda quincena de Abril. Esta elección se basa en la baja probabilidad de heladas en esa época del año, lo cual reduce los riesgos para el crecimiento temprano de los olivos.

La plantación se realizará durante la segunda quincena de Abril ya que se dispone de regadío y evitando así el riesgo de heladas frecuente en la zona.

6.2. Colocación de plantones

Mediante una plantadora GPS, con precisión RTK, colocada en un tractor se irá instalando cada olivo con una separación de 1,5 m.

Las plantas se recibirán el mismo día de la plantación, ya que las traerá la empresa de servicios que realizará la plantación.

Se debe comprobar que las raíces tienen un color blanquecino, presentando buen estado y desarrollo con raicillas finas. Debe de tener hojas verdes, entrenudos largos, presentar indicios de vigor y crecimiento.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Es fundamental que los plantones no muestren signos de enfermedades o plagas y que estén certificados sanitariamente. Para asegurarse de la calidad de planta debe de llevar adosada una etiqueta de amarilla, que es un Pasaporte Fitosanitario de categoría CAC (Conformitas Agraria Communitatis).

A las plantas recepcionadas el día de la plantación se le colocará el tutor y el protector antes de que los operarios de la máquina lo vayan plantando.

Esta plantadora requerirá de tres operarios, dos dispensan la planta y uno de ellos la va introduciendo en el surco que va abriendo la máquina, indicando esta al operario cuándo hacerlo para cumplir así con los 1,5 m de separación. Posteriormente al paso de la plantadora, otros operarios irán dejando lo más derecho posible el plantón para su mejor desarrollo y mecanización posterior y realizando el pisado de la planta.

La plantación se realizará según el marco elegido y las coordenadas de la parcela. Para realizarla se utilizará el tractor guiado por GPS siguiendo el programa establecido. Tras la plantación es aconsejable dar un riego de implantación para poner la tierra en contacto con las raíces. El riego se aplicará a través de las tuberías portagoteros instaladas inmediatamente después del paso de la plantadora.

Ilustración 5 Máquina plantadora



6.3. Riego de implantación e instalación de riego

Previamente a la plantación, se instalarán las tuberías primarias y secundarias de riego. Con la utilización de una retroexcavadora, se abrirá, en el terreno, una zanja de aproximadamente 100 cm de profundidad por 40 cm de ancho en la que irá colocada las tuberías para riego. Esta tubería será de PVC e irá instalada desde la toma general de agua para riego hasta los distintos sectores en los que se divida la parcela. Esta tubería estará totalmente enterrada.

Se instalará antes que la plantación, y la tubería de portagoteros se colocará una vez se haya plantado. Como se observa en la Ilustración 4, la instalación de la tubería portagoteros se realiza inmediatamente después de que pase la máquina de plantación, para dar un primer riego a los plantones recientemente colocados, sirve para que el cepellón de la planta quede bien compactado y unido al terreno y se deberá de aportar unos 30 a 50 litros de agua por planta. Se abrirá el riego durante unas 6 horas aproximadamente.

Como hemos comentado anteriormente se incorpora un enraizante por fertirrigación a las 72 horas de la plantación en los riegos de asentamiento donde se incorporará el enraizante durante los últimos 30 min del riego.

Ilustración 6 Instalación de portagoteros.



6.4. Tutorado y protección de plantones

6.4.1 Tutorado de plantones

Hasta que el tronco tenga el grosor suficiente para mantenerse solo, la planta estará acompañada de un tutor que es una barra que sirve de apoyo a la nueva planta, para sostenerla y mantenerla en posición vertical respecto al suelo.

Los tutores pueden ser de diferentes materiales, Los materiales empleados en el tutorado son generalmente, de madera y de barras de hierro. Los de madera deben de tener 5 cm de diámetro como mínimo y las barras de acero deben de ser de 12 mm, con una altura entre 1.60 y 1.70 m.

Para la plantación que nos ocupa se eligen tutores de acero de alta resistencia, galvanizado, lo que les otorga una durabilidad y resistencia frente a las condiciones climáticas adversas. Con un diámetro de 20mm con una altura de 1,5m.

El galvanizado garantiza que no se corroan con el tiempo, por lo que son una inversión a largo plazo, ya que pueden ser reutilizables para futuras plantaciones.

Los tutores se fueron colocando a la misma vez que el plantón, se entierran a unos 30 cm de profundidad, deben estar lo suficientemente clavado en el terreno y ser lo suficientemente fuerte para que impida que se mueva por efecto del viento y el peso de la copa del plantón.

No se debe de atar la planta al tutor con materiales rígidos, ya que pueden producir estrangulamientos y rozaduras en la planta. Se realizará el atado con goma de ancla de grosor 10. Se debe de utilizar siempre material elástico que permita una movilidad del tronco de la planta diferente a la del tutor.

6.4.2 Protecciones

Las protecciones son elementos de plástico que se colocan envolviendo el plantón y separado del mismo que protegen a la planta de roedores en los primeros años de plantación ya que la corteza de estos plantones es fácilmente atacable y muy apetecida en gran parte por los conejos.

En nuestro caso no tenemos amenaza de roedores ni conejos pero colocamos un protector fabricado en polipropileno de doble cara y aditivado para la protección de la planta de la luz ultravioleta. Es resistente, flexible y rígido. Se coloca junto con el plantón, y el tutor previamente a la plantación.

La elección de tutor de hierro galvanizado y protector rígido y resistente de polipropileno de doble cara es para proteger la planta ante el intercepas que se pasará para el mantenimiento de la cubierta vegetal. Cuando se utilice el intercepas, chocará contra el protector rígido y perforado que protege a la planta y el tutor de hierro le da esa estabilidad y rigidez evitando que el árbol se mueva.

6.5. Cuidados tras la plantación

Después de la plantación, se deben reponer las plantas que no han sobrevivido al trasplante en el suelo. Esta tarea se debe realizar cuanto antes para evitar que haya una gran diferencia de crecimiento y tamaño con respecto a los demás olivos. Se estima en un 5% los plantones destinados a reposición de marras, del total de plantas encargadas a vivero. Lo que supone una cantidad de 566 plantones de Lecciana extra destinados a esta operación.

Se estará vigilante al estado hídrico de los plantones durante las semanas siguientes a la plantación. En caso de un periodo seco, sin lluvias, se realizarán los riegos necesarios para que la planta se encuentre en un estado óptimo.

7. EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Se quiere llevar a cabo la ejecución y puesta en marcha del proyecto según lo descrito en este anejo. Para ello, se solicitarán los permisos necesarios y se seleccionarán los contratistas para realizar las obras de ejecución. Una vez conseguido estos requisitos se procederá a la ejecución del proyecto.

Tabla 5 Actividades programadas para la ejecución y puesta en marcha del proyecto

ACTIVIDAD	INICIO
Solicitud de permisos para la ejecución del proyecto	Febrero 2023
Labor de subsolador	18 Agosto 2023
Eliminación de piedras	21 Agosto 2023
Visita al vivero para observar el campo de pies madres y obtener la planta certificada para la plantación futura	6 Septiembre - 2023
Labor de cultivador y rulo	15 Octubre 2023
Instalación del cabezal de riego	11 Enero 2024
Equipo de bombeo y filtración	12 Enero 2024
Labor de cultivador y rulo	13 Marzo 2024
Marcado de la línea de plantación	17 Marzo 2024
Aplicación de enmienda orgánica	21 Marzo 2024
Replanteo de la red de riego	1 Abril 2024
Excavación para la red de distribución de tuberías enterradas	Del 3 al 15 Abril 2024
Colocación red de riego enterrada	Del 3 al 15 Abril 2024
Replanteo plantación	17 Abril 2024
Obtención de los plantones y preparación	2ª Quincena Abril 2024
Plantación con plantadora GPS	2ª Quincena Abril 2024
Instalación de la red de riego superficial (tubería portagotero) – justo después de la plantación	2ª Quincena Abril 2024
Revisión del conjunto	Mayo 2024

Elaboración propia

8. BIBLIOGRAFÍA

- LIBROS:

Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. El cultivo del olivo. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. ISBN: 84-7114-823-0.

García Zamorano, F., Ruiz Coleto, F., Cano, J., Pérez, J. y Molina de la Rosa, J. Suelo, riego, nutrición y medio ambiente del olivar. Sevilla: Junta de Andalucía, 2010. ISBN: 978-84-695-1361-8.

- WEB:

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Revista Agricultura [en línea]. 2012. [Consulta: 28-08-2024]. Disponible en:

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_2012_956_758_764.pdf.

ANEJO 4

RIEGO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. SENSIBILIDAD ESTACIONAL DEL OLIVO AL DÉFICIT HÍDRICO	6
3. DISEÑO AGRONÓMICO	7
3.1. Evapotranspiración del cultivo	7
3.1.1. Evapotranspiración de referencia	7
3.1.2. Coeficiente de cultivo (kc)	8
3.2. Necesidades netas de riego	9
3.3. Necesidades de riego netas para el riego localizado	10
3.4. Necesidades Totales de Riego	11
3.4.1. Uso de aguas salinas	11
3.4.2. Volumen de agua según salinidad	12
3.4.3. Corrección mediante la eficiencia de aplicación	13
3.1. Necesidades netas de riego teniendo en cuenta la reserva de agua almacenada	14
3.1.1. Déficit de agua en el suelo	15
3.2. Número de emisores por olivo y caudal por emisor	18
3.3. Separación entre emisores	19
3.4. Frecuencia y tiempo de riego	20
3.5. Número de sectores	22
4. DISEÑO HIDRÁULICO	22
4.1. Cálculo hidráulico subunidades	22
4.1.1. Máxima variación de caudal admisible	25
4.1.2. Máxima variación de presión. Goteros autocompensantes	25
4.1.3. Pérdidas de carga en los laterales más desfavorables de cada sector	26
4.1.4. Cálculo de la presión al inicio del lateral	27
4.1.5. Máxima variación de presión admisible en el lateral	28
4.1.6. Máxima pérdida de carga admisible en la terciaria	28

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

4.1.1. Perdidas de carga en cada tramo de la red terciaria	28
4.2. Cálculo mediante la aplicación informática DIMSUB	31
4.2.1. Datos	31
4.3. Resultado de las subunidades	33
4.4. Cálculo hidráulico de la red de distribución	34
4.4.1. Velocidades máximas y mínimas	34
4.4.2. Diámetro teórico	34
Se procede al cálculo del diámetro teórico mínimo que debe tener cada tramo para la restricción de velocidad de 1,5 m/s.	34
4.4.3. Pérdidas de carga	36
4.5. Dimensionado	38
5. ELEMENTOS DEL CABEZAL	40
5.1. Ventosa	40
5.2. Válvula antirretorno de clapeta	40
5.3. Llave de Mariposa	41
5.4. Manometro de Glicerina	42
5.5. Sistema de filtrado	42
5.6. Contador general	44
5.7. Sistema de fertirrigación	46
5.8. ELECTROVÁLVULAS DE RIEGO	49
5.9. Equipo de bombeo	51
5.9.1. Cálculo de la bomba necesaria	51
5.9.2. Elección del grupo de bombeo	52
5.9.3. Tuberías	55
5.9.4. Emisores	55
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	56
7. CASETA DE RIEGO	57
8. BIBLIOGRAFÍA	58

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Efectos del déficit hídrico en los procesos de crecimiento y producción del Olivo	6
Tabla 2 Pluviometría y ETP. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	8
Tabla 3 Evapotranspiración del cultivo para cada mes del año. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013- 2023)	8
Tabla 4 Precipitación efectiva (mm/mes) y (mm/día). Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023))	10
Tabla 5 Necesidades netas de riego para cada mes. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)	11
Tabla 6 Valores de la conductividad eléctrica del extracto de saturación	12
Tabla 7 Eficiencia de aplicación	13
Tabla 8 Coeficiente de Uniformidad	14
Tabla 9 Necesidades reales de agua para todo el año	17
Tabla 10 Número de emisores por olivo	19
Tabla 11 Necesidades y frecuencia de riego	20
Tabla 12 Tiempo y frecuencia de riego	21
Tabla 13 Resumen Subunidades de riego.	24
Tabla 14 Resumen pérdidas de carga en laterales	26
Tabla 15 Coeficientes de Christiansen en función del número de derivaciones	27
Tabla 16 Valores de C en función de la temperatura según Blasius	27
Tabla 17 Resultado subunidades en cuanto a caudales, presiones y diámetros	33
Tabla 18 Caudal característico en cada sector	34
Tabla 19 Diámetros nominales para PVC PN 0,6 MPa	35
Tabla 20 Pérdida de carga en cada tramo de tubería	38
Tabla 21 Dimensionado red primaria	39
Tabla 22 Resumen mediciones red de distribución	39
Tabla 23 Caudales de los contadores Woltman MWN	44
Tabla 24 Perdidas de carga de los contadores Woltman	45
Tabla 25 Presión y caudales necesarios al inicio de la red de distribución	52

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Diagrama de flujo electroválvula 1 1/2"	49
Gráfica 2 Diagrama de flujo electroválvula 2 1/2"	50
Gráfica 3 Curva característica de bombeo	53
Gráfica 4 Gráfica Presiones	55

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Disposición de líneas de riego.	19
Ilustración 2 Sectorización	23
Ilustración 3 Distribución de las tuberías	24
Ilustración 4 Disposición de laterales en terciaria Subunidad 1	24
Ilustración 5 Disposición de laterales en terciaria Subunidades 2 y 3	25
Ilustración 6 Resumen de Presiones al inicio del lateral	28
Ilustración 7 Pérdidas de carga en el tramo de la terciaria	30
Ilustración 8 Ventosa Triple efecto	40
Ilustración 9 Válvula antirretorno de clapeta	41
Ilustración 10 Llave de mariposa con brida DN 90 con	41
Ilustración 11 Manómetro de Glicerina	42
Ilustración 12 Cabezal de filtrado de anilla con filtro de 2" super	43
Ilustración 13 Gráfico pérdida de carga Azud Helix System	43
Ilustración 14 Contador Woltman de Ø65 mm con emisor de pulsos	44
Ilustración 15 Equipo de fertirriego junto con equipo de filtrado y otros elementos del cabezal	46
Ilustración 16 Elementos del equipo de fertirriego	47
Ilustración 17 Conjunto de depósitos	48
Ilustración 18 Electroválvula de la tubería terciaria	49
Ilustración 19 Electroválvula 2 1/2"	50
Ilustración 20 Llave de corte tipo Wafer	51
Ilustración 21 Características de funcionamiento de la bomba	54
Ilustración 22 Grupo electrógeno 25 kVA	57

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivo en España ha sido tradicionalmente en secano, se concentra en áreas donde el agua escasea debido a su gran importancia económica. Sin embargo, se han llevado a cabo diversos estudios y ensayos con el objetivo de mejorar la producción, la calidad y las variedades, y especialmente para reducir la vecería, un fenómeno que provoca una alternancia en la producción entre diferentes campañas.

Entre los factores que influyen en la vecería del olivo, la disponibilidad de agua ha demostrado ser limitante en varios ensayos realizados. Por lo tanto, el riego desempeña un papel fundamental en el cultivo del olivo, ayudando a mejorar su rendimiento, lo que ha llevado a que la mayoría de olivares utilicen sistemas de riego de apoyo. Aunque, no se suele regar según las necesidades reales del olivo. Es por ello que resulta crucial considerar la disponibilidad de agua, la climatología de la zona, el tipo de suelo y las regulaciones administrativas en la programación del riego.

Para minimizar la vecería y proteger al árbol de la sequía, es fundamental utilizar sistemas de riego localizado, que ofrecen muchas ventajas en comparación con otros sistemas.

El riego localizado permite mantener gran parte del suelo constantemente húmedo en capacidad de campo, con pequeños caudales a baja presión, evitando mojar todo el suelo haciendo aplicaciones de alta frecuencia. Así facilita la absorción de agua por parte de las plantas. Además, este sistema de riego contribuye al ahorro de agua al reducir las pérdidas por evaporación directa, escorrentía y drenaje, siempre y cuando se utilice correctamente.

En la programación del riego, es importante tener en cuenta la reserva de agua de lluvia almacenada en el suelo durante el invierno. Realizando los cálculos necesarios, se puede llevar a cabo un riego durante los meses de precipitaciones mínimas o nulas, asegurando así una buena cosecha en cuanto calidad y cantidad. Para prevenir un déficit hídrico durante los meses secos y garantizar una adecuada diferenciación floral y floración, se adelantará la campaña de riego en la temporada en la que el olivo es más sensible, especialmente en febrero y marzo.

2. SENSIBILIDAD ESTACIONAL DEL OLIVO AL DÉFICIT HÍDRICO

El olivo es un árbol típico del clima mediterráneo bien acostumbrado a la sequía ya que ha sabido adaptarse a ello. A pesar de resistir a la sequía, la productividad del olivo, se ve afectada por la falta de agua.

El olivo necesita adquirir la máxima cantidad de CO₂ para la fotosíntesis a través de los estomas, por lo que ha sido capaz de desarrollar adaptaciones morfológicas y sigue un patrón de apertura estomática en el que durante las primeras horas de la mañana los estomas están abiertos lo máximo posible y durante las horas centrales del día se van cerrando, minimizando así la pérdida de agua por transpiración.

Además, el olivo tiene un extenso sistema radicular que le permite adaptarse a la sequía extrayendo agua del suelo incluso por debajo del punto de marchitez permanente.

Se necesita conocer la demanda de agua del cultivo y las características de retención de agua del suelo ya que un riego excesivo puede llevar a la lixiviación de nutrientes y falta de humedad puede estresar el cultivo.

En la Tabla 1, se resume las respuestas observadas en los procesos de crecimiento y producción del olivo cuando se aplica un déficit hídrico en las distintas etapas del desarrollo del cultivo que han de tenerse en cuenta a la hora de decidir la aplicación de una cantidad limitada de agua de riego.

Tabla 1 Efectos del déficit hídrico en los procesos de crecimiento y producción del Olivo

Proceso	Período	Efecto del déficit hídrico
Crecimiento vegetativo	Todo el año	Reducción del crecimiento y nº de flores del año siguiente
Desarrollo de yemas florales	Febrero-Abril	Reducción del nº de flores y aborto ovárico
Floración	Mayo	Reduce fecundación
Cuajado de frutos	Mayo-Junio	Aumenta la alternancia
Crecimiento inicial del fruto	Junio-Julio	Disminuye el tamaño del fruto
Crecimiento posterior del fruto	Agosto- Cosecha	Disminuye el tamaño del fruto
Acumulación de aceite	Julio- Noviembre	Disminuye el contenido de aceite del fruto

Elaboración propia. Fuente: Cultivo del Olivo con Riego Localizado

3. DISEÑO AGRONÓMICO

3.1. Evapotranspiración del cultivo

Para calcular las necesidades de agua de riego en un olivar adulto, usamos la metodología FAO del balance de agua (Doorenbos y Pruitt, 1977) en el que la ET_c se calcula:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Siendo:

- ET_c : evapotranspiración máxima del cultivo.
- ET_o : evapotranspiración de referencia.
- K_c : coeficiente del cultivo.

Estas estimaciones de la ET_c son válidas para olivares de gran desarrollo y con una cobertura del suelo por la copa de los árboles superior al 50%, en la mayoría de las plantaciones no ocurre, en especial en los casos de olivares jóvenes en crecimiento o con densidades tradicionales. En nuestro caso, la fracción de área sombreada (FAS) en una hectárea para un marco de plantación 4x1,5:

$$\frac{100}{4} = 25 \text{ filas de árboles} \rightarrow S_{\text{fila}} = 100 * 1,5 = 150 \text{ m}^2$$

$$25 \text{ filas} * 150 \text{ m}^2/\text{fila} = 3750 \text{ m}^2$$

$$\text{Fracción Área Sombreada} = \frac{3750}{10.000} = 0,375 = 37,5\%$$

3.1.1. Evapotranspiración de referencia

Cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera, dicho datos han sido tomados mediante el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha (SIAR).

La ET_o se utiliza como una medida de referencia para estimar la demanda de agua de los cultivos en condiciones ideales, se mide a través de lisímetros en condiciones estandarizadas. Pero debido a su elevado coste es difícil disponer de una red de lisímetros a nivel regional, comarcal o local. Debido a esto, la estimación de la ET_o se ha calibrado con la fórmula empírica de Penman-Monteith (Fereres y col., 1998) teniendo en cuenta factores como la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa del aire y la velocidad del viento.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 2 Pluviometría y ETP. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)	ETc mes
ENERO	36,83	34,69
FEBRERO	27,94	49,94
MARZO	55,38	80,86
ABRIL	57,56	108,49
MAYO	25,05	145,25
JUNIO	22,11	190,06
JULIO	1,99	234,54
AGOSTO	14,05	206,14
SEPTIEMBRE	27,16	133,96
OCTUBRE	38,15	87,13
NOVIEMBRE	49,57	42,61
DICIEMBRE	44,88	32,05
ANUAL	400,77	1345,43

Elaboración propia. Fuente: SIAR

3.1.2. Coeficiente de cultivo (kc)

El coeficiente Kc de la ecuación anterior cuantifica el efecto del propio cultivo, y expresa la relación existente entre la evapotranspiración del cultivo cuando este cubre totalmente el suelo y la ETo.

Para el caso del olivar, Kc no es constante a lo largo del año, depende de los distintos marcos de plantación, tamaño de los olivos, frecuencia de lluvias y sistemas de riego. Esta sensibilidad del olivo a las condiciones ambientales puede estar relacionada con la sensibilidad de sus estomas a variaciones en la humedad relativa.

Tabla 3 Evapotranspiración del cultivo para cada mes del año. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013- 2023)

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	AÑO
Eto (mm/día)	1,12	1,78	2,61	3,62	4,69	6,34	7,57	6,65	4,47	2,81	1,42	1,03	44,09
Eto (mm/mes)	34,69	49,94	80,86	108,49	145,25	190,06	234,54	206,14	133,96	87,13	42,61	32,05	1345,72
kc	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	0,50	0,35	0,40	0,40	0,40	0,65	0,50	
Etc (mm/día)	0,45	0,71	1,57	2,17	2,81	3,17	2,65	2,66	1,79	1,12	0,92	0,52	20,53
Etc (mm/mes)	13,88	19,98	48,52	65,09	87,15	95,03	82,09	82,46	53,58	34,85	27,70	16,03	626,34

Elaboración propia. Fuente: SIAR

Tomando el método de Jaime Arviza, el mes de Julio es el de mayor ETo, por lo que teniendo kc un valor de 0,6. Por lo que la evapotranspiración del cultivo es:

$$ETc = 7,57 \times 0,35 = 2,65 \frac{mm}{día} = 82,09 \frac{mm}{mes}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Según el libro del Cultivo del Olivo (F. Orgaz y E. Ferreres), kc se puede corregir.

El coeficiente de cultivo utilizado es para olivar superintensivo en zonas áridas., un coeficiente menor del que se suele utilizar para el cultivo en general Por lo tanto habrá que aplicar más agua que en un olivar tradicional.

En el caso de olivares que no llegan a cubrir el 50% de la superficie de terreno, se ha introducido un coeficiente reductor k_1 que se puede hallar en función de la superficie del suelo cubierta por la copa de la plantación, también llamada fracción de área sombreada (FAS).

$$k_1 = - 0,0002 * FAS^2 + 0,0283 * FAS - 0,0347 = 0,433$$

3.2. Necesidades netas de riego

Tendremos en cuenta el balance de agua en el suelo para el cálculo de las necesidades netas de riego y evitar que el el olivo sufra déficit hídrico y disminuya su producción cuando agua del suelo descienda por debajo de un nivel umbral.

El objetivo es siempre alcanzar la máxima producción, y a través de las técnicas de programación de riego podemos saber cuánto es necesario regar y que dosis de agua hay que aplicar en cada uno de los riegos.

Las necesidades de agua de riego se calculan mediante la siguiente expresión:

$$NR_n = ET_c - P_e - \Delta H - W_c$$

Siendo:

- ET_c : evapotranspiración del cultivo (mm/día)
- P_e : precipitación efectiva (mm/día)
- ΔH : Variación de agua del suelo entre dos riegos
- W_c : Aporte capilar

Una parte del agua de riego se pierde por escorrentía pero solamente una fracción del agua de lluvia queda en el suelo almacenada, y es llamada precipitación efectiva (PE),

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes,(Ciudad Real).

que depende de la intensidad de la lluvia y de las características del suelo que afectan a la velocidad de infiltración.

Se desprecian las lluvias escasas (250 mm) entre los meses de verano (junio-agosto), para calcular la precipitación efectiva ya que es agua que se pierde por evaporación directa a la atmósfera sin que el cultivo pueda utilizarlas.

Al tener una baja precipitación mensual, los valores de la precipitación efectiva se obtienen de la siguiente expresión que se basa en estudios empíricos y observaciones del Servicio de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos:

$$Pe = 0.6 Pt - 10 \text{ para } Pt < 70 \text{ mm}$$

Tabla 4 Precipitación efectiva (mm/mes) y (mm/día). Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023))

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	AÑO
P (mm/mes)	36,83	27,94	55,38	57,56	25,05	22,11	1,99	14,05	27,16	38,15	49,57	44,88	400,6
PE (mm/mes)	12,10	6,76	23,23	24,54	5,03	3,27	-8,81	-1,57	6,30	12,89	19,74	16,93	120,4
PE (mm/día)	0,39	0,24	0,75	0,82	0,16	0,11	-0,28	-0,05	0,21	0,42	0,66	0,55	0,33

Elaboración propia.

- P = 400,6 mm/año
- PE=120,4 mm/año

Se calcularán las necesidades netas de riego en el mes de Julio donde tenemos más necesidades, se desprecia la precipitación efectiva, el aporte capilar ya que en la zona las capas freáticas están muy bajas y la variación de humedad del suelo, con el riego deficitario se riega poco pero con mucha frecuencia por lo que el suelo va a estar casi siempre a capacidad de campo por lo que:

$$NRn \left(\frac{mm}{día} \right) = k_1 * ETc - Pe$$

3.3. Necesidades de riego netas para el riego localizado

Por tanto, las necesidades reales de agua por árbol y día con todas las correcciones son:

$$NRn \left(\frac{mm}{mes} \right) = k_1 * ETc - Pe = 0,433 * 82,09 - (-8,81) = 44,35 \text{ mm/mes}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes,(Ciudad Real).

$NRn = 1,43 \text{ mm/día} \times 6 \text{ m}^2 / \text{árbol} = 8,58 \text{ l/árbol y día en el mes de Julio.}$

Tabla 5 Necesidades netas de riego para cada mes. Estación meteorológica de Montiel (Ciudad Real) (2013-2023)

	NRn (mm/mes)	NRn (mm/día)	NRn (l*planta/día)
ENERO	-6,09	-0,20	-1,18
FEBRERO	1,89	0,07	0,40
MARZO	-2,22	-0,07	-0,43
ABRIL	3,65	0,12	0,73
MAYO	32,69	1,05	6,33
JUNIO	37,87	1,26	7,57
JULIO	44,34	1,43	8,58
AGOSTO	37,27	1,20	7,21
SEPTIEMBRE	16,90	0,56	3,38
OCTUBRE	2,20	0,07	0,43
NOVIEMBRE	-7,75	-0,26	-1,55
DICIEMBRE	-10,00	-0,32	-1,94

Elaboración propia.

3.4. Necesidades Totales de Riego

Las necesidades totales de riego, o la cantidad aplicar para las plantas más desfavorecidas reciban al menos la cantidad estrictamente necesaria viene dada por la siguiente expresión:

$$NTr = \text{máximo} \left[NTr = \frac{NRn}{UE (1-LR)} ; NTr = \frac{NRn}{UE*EA} \right]$$

$$UE = \left(1 - \frac{1,27*CV}{\sqrt{e}} \right) * \frac{q \text{ min}}{q}$$

3.4.1. Uso de aguas salinas

En nuestro caso tenemos un índice de salinidad alto (Anejo 2), se puede hacer uso de agua con contenido de sales ya que con el riego de alta frecuencia que busca mantener una zona radicular húmeda, se produce un efecto de lavado que las desplaza fuera de las zonas más húmedas. Cuando el suelo tiene un alto contenido de humedad, las sales se disuelven en el agua y el exceso se drena hacia capas inferiores, por debajo de la zona radicular efectiva.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes,(Ciudad Real).

En riego localizado la fracción de lavado a aplicar para evitar la salinización de la zona radicular se calcula mediante la siguiente expresión. Las necesidades totales de riego, o la cantidad aplicar para las plantas más desfavorecidas reciban al menos la cantidad estrictamente necesaria viene dada por la siguiente expresión:

$$LR = \frac{CEw}{2*CEes}$$

Siendo

- CEw : Conductividad del agua de riego en dS/m
- CEes : Conductividad del extracto de saturación de del suelo que produce una merma en la producción del 100% (Depende de la resistencia a la salinidad del cultivo)

$$LR = \frac{CEw}{2*CEes} = \frac{2,4 \text{ dS/m}}{2 * 8,4} = 0,142$$

Tabla 6 Valores de la conductividad eléctrica del extracto de saturación

Especie y tolerancia	Parámetro "a" CE umbral dS m ⁻¹ 25°C	Parámetro "b" % Disminución del rendimiento por unidad de CE	Disminución del rendimiento (%)							
			0%		10%		25%		50%	
			CE _s	CE _{ar}	CE _s	CE _{ar}	CE _s	CE _{ar}	CE _s	CE _{ar}
Cebada grano (MT)	8,0	5,0	8,0	5,3	10,0	6,7	13,0	8,7	13,0	12,0
Algodón (MT)	7,7	5,2	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0
Remolacha azucarera (MT)	7,0	5,9	7,0	4,7	8,7	5,8	11,0	7,5	15,0	10,0
Trigo (T)	6,0	7,1	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,4	13,0	8,7
Cártamo (MT)	6,5	-	5,3	3,5	6,2	4,1	7,6	5,0	9,9	6,6
Soja (T)	5,0	20,0	5,0	3,3	5,5	3,7	6,2	4,2	7,5	5,0
Sorgo (MT)	4,8	-	4,0	2,7	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,2
Cacahuete (S)	3,2	28,6	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3
Arroz (S)	3,0	12,2	3,0	2,0	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8
Sesbania (T)	2,3	7,0	2,3	1,5	3,7	2,5	5,9	3,9	9,4	6,3
Lino (S)	1,7	12,0	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9
Haba (S)	1,6	9,6	1,6	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5
Judía (S)	1,0	18,9	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4
Higuera (T)	4,2	-	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7	8,4	5,6
Olivo (T)	4,0	-	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7	8,4	5,6
Granado (T)	4,0	-	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7	8,4	5,6

Fuente: Valverde,1996

3.4.2. Volumen de agua según salinidad

Calculamos el volumen de agua necesario teniendo en cuenta la salinidad:

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

$$V_1 = \frac{NRn}{1-LR} = \frac{1,43}{1-0,14} = 1,66 \text{ mm/día}$$

3.4.3. Corrección mediante la eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación (EA) es la cantidad de agua que queda depositada en la zona de las raíces del cultivo, de esta manera será aprovechada por ellas y la cantidad de agua total aplicada con el riego. La expresión para determinar la eficiencia de aplicación es:

$$EA = \frac{NRn}{V}$$

Tabla 7 Eficiencia de aplicación

CLIMAS ÁRIDOS				
Profundad Radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0,85	0,9	0,95	0,95
75-150	0,9	0,9	0,95	0,95
> 150	0,95	0,95	1	1
CLIMAS HÚMEDOS				
Profundidad Radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0,65	0,75	0,85	0,9
75-150	0,75	0,8	0,9	0,95
> 150	0,85	0,9	0,95	1

Fuente: Valverde, 1996. Elaboración propia

La parcela en estudio se encuentra en un clima árido con textura del suelo media por lo que la eficiencia de aplicación es EA= 0,95

$$V_2 = \frac{1,43}{0,95} = 1,505 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

Conocidos los valores de volumen de agua corregido por salinidad y por eficiencia de aplicación, tomamos el mayor para calcular del lado de la seguridad.

$$V_2 = 1,505 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

Para corregir el volumen de agua de riego se utiliza el coeficiente de uniformidad (CU).

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 8 Coeficiente de Uniformidad

Emisores	Pendiente del suelo	Cu	
		Clima árido	Clima húmedo
Espaciados de más de 4m en cultivos permanentes	Uniforme (<2%)	0,9 – 0,95	0,8 – 0,85
	Uniforme(>2%) u ondulada	0,85 – 0,9	0,75 – 0,8
Espaciados de menos de 2,5m en cultivos permanentes o semipermanentes	Uniforme (<2%)	0,85 – 0,9	0,75 – 0,8
	Uniforme(>2%) u ondulada	0,8 – 0,9	0,7 – 0,8
Tuberías porosas en cultivos anuales	Uniforme (<2%)	0,8 – 0,9	0,7 – 0,8
	Uniforme(>2%) u ondulada	0,7 – 0,85	0,65 – 0,75

Fuente: Valverde, 1996. Elaboración propia

Teniendo emisores a menos de 2,5 en cultivos permanentes como es el olivo y con una pendiente uniforme (1,1%) menos del 2%, en un clima árido como es La Mancha, el Coeficiente de Uniformidad de Emisión, UE = 1.

Por último, para el cálculo de las necesidades totales en el mes de julio serán:

$$NTr = \frac{NRn}{UE * EA} = \frac{1,43}{1 * 0,95} = 1,505 \frac{mm}{día}$$

$$NTr = \frac{NRn}{UE (1-LR)} = \frac{1,43}{1 * (1-0,014)} = 1,45 \frac{mm}{día}$$

Por ello las necesidades totales de riego por árbol y día con las correcciones son:

$$NTr = 1,505 \frac{mm}{día} * 6 \frac{m2}{árbol} = 9,03 \frac{l}{árbol y día}$$

3.1. Necesidades netas de riego teniendo en cuenta la reserva de agua almacenada

La capacidad del suelo para almacenar agua es el valor de la reserva máxima que podemos usar. Se tiene en cuenta la profundidad de cada horizonte y la fracción limo+arcilla obtenida en el análisis de suelo.

Para alcanzar la máxima producción posible se calcula cuánto es necesario regar y la dosis de agua que hay que aportar en los riegos gracias a las técnicas de programación de riego. Así evitamos que el agua del suelo descienda por debajo del umbral a partir del cual el olivo sufre déficit hídrico.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

3.1.1. Déficit de agua en el suelo

Se expresará el contenido de agua del suelo en términos de déficit de agua en el suelo (DAS) o cantidad de agua que le falta al suelo para estar lleno (capacidad de campo):

$$DAS_t = DAS_{t-G} + ET_c - RN - PE$$

Donde DAS es el contenido de agua que le falta al suelo para estar lleno (mm) al inicio y al final del período considerado, que deberá ser inferior a un valor umbral llamado *déficit de agua en el suelo permisible (DASP)*, para que la producción no se vea afectada por el déficit hídrico. Este depende de la textura y profundidad del suelo.

Se tendrá en cuenta la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento permanente (PMP), por debajo del cual el cultivo no puede extraer más agua.

El suelo se encuentra a CC (pérdidas de agua, por percolación o escorrentía) cuando se considera que el suelo está lleno y no cabe ni una gota de agua más sin que se encharque y por tanto el $DAS = 0$.

Cuando el agua se encuentra por debajo de DASP se ve afectada la transpiración de cultivo y el crecimiento, se define un nivel umbral de agotamiento del perfil, que se denomina *nivel de agotamiento permisible (NAP)*. Se define como el contenido de agua en el suelo con el que no se ve afectada la producción del cultivo, aunque si una restricción de su crecimiento, luego se puede expresar el déficit de agua permisible:

$$DASP = NAP * (CC - PMP) * Z_r = 0,75 * (0,229 - 0,134) * 1000$$

$$DASP = 0,75 * 95 = 71,25 \text{ mm}$$

Los valores de CC y PMP dependen de las clases texturales y en este caso, se calcularon durante el análisis del suelo en el Anejo 2.

Zr: profundidad del sistema radical (mm). A efectos de seguridad, se limita a 1 m en olivo.

En olivar adulto en plena producción puede agotar hasta un 75% de la máxima cantidad de agua que puede almacenar el suelo, pero en un olivar joven dicho valor puede ser arriesgado, afectando al crecimiento

$$DASP = 71,25 \text{ mm}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

El riego del olivar se programa de manera que el déficit de agua en el suelo no supere 71,25 mm, ya que es la *reserva máxima de agua*.

Esta estrategia conlleva a un riesgo en los años secos en los que el cultivo puede sufrir déficit hídrico reduciendo la producción. Lo más recomendable es disponer del agua de riego y cada año ajustar a las condiciones ambientales. En los años con inviernos secos la campaña de riego deberá comenzar en marzo-abril para evitar que el olivo sufra déficit hídrico en una época sensible como la floración.

Se tendrá en cuenta la reserva del suelo, pero ajustada a cada año, lo que haremos es una estrategia de riego en la que se aplicará una dosis de riego siempre según las necesidades del cultivo, incluso estudiando aplicar riegos más largos para aportar más agua y evitar que el cultivo tenga que tomar agua de la reserva de agua del suelo.

La idea es aportar el agua suficiente para que el cultivo no tenga que tomar agua del suelo. Por ello se concluye que la reserva de agua disponible en el suelo no se reduce por acción de la planta, porque podemos aportar el agua que necesita el olivo sólo con el riego sin necesidad de reducir la reserva que disponemos en el suelo.

Por otro lado, no se tiene en cuenta el consumo de agua de la cubierta vegetal ya que durante su desarrollo, consideramos que tomará el agua que haya en el suelo.

La cubierta vegetal afectará al agua de riego que necesita el olivo, la cubierta vegetal no utilizará el agua de riego ya que cuando se comienza a regar en el mes de Abril - Mayo, la cubierta vegetal estará seca o bien ya habrá sido desbrozada.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo
en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Las necesidades reales de agua para todos los meses del año quedan reflejadas en la Tabla 6:

Tabla 9 Necesidades reales de agua para todo el año

	Precipitacion (mm)	PE (mm)	ET _o ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	k _c	k ₁	ET _c ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	ET _c ($\frac{\text{mm}}{\text{día}}$)	NR _n ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	NR _n ($\frac{\text{mm}}{\text{día}}$)	NR _n (l*planta/día)	NTr ($\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$)	NTr ($\frac{\text{mm}}{\text{día}}$)	NTr (l/árbol*día)
ENERO	36,83	12,10	34,69	0,4	0,43	13,88	0,45	-6,09	-0,20	-1,18	-7,12	-0,23	-1,38
FEBRERO	27,94	6,76	49,94	0,4	0,43	19,98	0,71	-1,89	-0,07	-0,40	-2,21	-0,08	- 0,47
MARZO	55,38	23,23	80,86	0,6	0,43	48,52	1,57	-2,22	-0,07	-0,43	-2,60	-0,08	-0,50
ABRIL	57,56	24,54	108,5	0,6	0,43	65,10	2,17	3,65	0,12	0,73	4,27	0,14	0,85
MAYO	25,05	5,03	145,2	0,6	0,43	87,12	2,81	32,69	1,05	6,33	38,24	1,23	7,40
JUNIO	22,11	3,27	190	0,5	0,43	95,00	3,17	37,87	1,26	7,57	44,29	1,48	8,86
JULIO	1,99	-8,81	234,5	0,35	0,43	82,08	2,65	44,34	1,43	8,58	51,86	1,51	9,03
AGOSTO	14,05	-1,57	206,1	0,4	0,43	82,44	2,66	37,27	1,20	7,21	43,59	1,41	8,44
SEPTIEMBRE	27,16	6,30	133,9	0,4	0,43	53,56	1,79	16,90	0,56	3,38	19,76	0,66	3,95
OCTUBRE	38,15	12,89	87,13	0,4	0,43	34,85	1,12	2,20	0,07	0,43	2,57	0,08	0,50
NOVIEMBRE	49,57	19,74	42,61	0,65	0,43	27,70	0,92	-7,75	-0,26	-1,55	-9,06	-0,30	-1,81
DICIEMBRE	44,88	16,93	32	0,5	0,43	16,00	0,52	-10,00	-0,32	-1,94	-11,70	-0,38	-2,26
TOTAL (mm/año)	400.67	120.4	1345			626.23		169,07			204,6		39,03

La aportación anual de agua (NTr) sería de 204,6 mm, que son 2.043 m³/ha. Para las 6,7 ha habría que regar 13.708 m³ al año, dicho valor no es muy elevado, pero teniendo en cuenta que tenemos 2.100 m³/ha, es decir, para 6,7 ha tenemos 14.070 mm para regar al año. La reserva de agua disponible en el suelo no se reduce, porque podemos aportar el agua que necesita el olivo sólo con el riego sin necesidad de reducir la reserva que disponemos en el suelo.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

3.2. Número de emisores por olivo y caudal por emisor

Como hemos comentado anteriormente, se considera que toda la superficie regable está formada por suelos de textura media.

Para nuestro caso, hemos seleccionado el siguiente emisor según otras redes de riego localizado en la misma finca. A día de hoy tenemos muy buena experiencia con emisores auto compensantes con caudal nominal de 2,2 L/h. Funcionan de forma con resultados muy satisfactorios en cuanto a eficiencia y uniformidad en la parcela. Se opta por dimensionar la red de riego con el mismo material que se viene utilizando años atrás.

El diámetro de mojado se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Dm = 0,7 + 0,11q = 0,7 + 0,11 \cdot 2,2 = 0,942$$

La superficie mojada, se calcula a partir del diámetro mojado:

$$Sm (m^2) = \frac{\pi \cdot Dm^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,942^2}{4} = 0,6969$$

Se acepta que en cultivos leñosos la superficie mojada por la planta debe ser superior a l 30-33% de la ocupada por la planta, mientras que en cultivos hortícolas debe superarse el 50%. Conocida la superficie mojada por emisor, así como el cultivo y el marco de plantación puede calcularse el mínimo número de emisores a instalarse por planta.

En la actualidad , y con marcos de plantación modernos en cultivos leñosos, el porcentaje de área mojada puede reducirse sensiblemente a valores del 20-25% pues realmente el marco de plantación es superior a la superficie efectiva ocupada por la planta.

El número de emisores por olivo que debemos instalar se calcula:

$$Ne > \frac{a \cdot b \cdot P}{100 \cdot Sm} = \frac{1,5 \times 4 \cdot 23}{100 \cdot 0,6969} = 1,98 \text{ emisores por olivo}$$

Siendo:

- a x b (marco de plantación): 1,5 x 4.
- P: porcentaje de suelo mojado: 20 - 30 %.
- Sm: superficie mojada por el emisor.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 10 Número de emisores por olivo

Q (l/h)	Dm (text. media)	Sm (m2)	ne teórico	ne adoptado
2,2	0,942	0,6969	1,98	2

Elaboración propia

3.3. Separación entre emisores

Para calcular la separación entre emisores hay que tener en cuenta que el fabricante recomienda un solapamiento mínimo del 15%.

$$Se = Rm \left(2 - \frac{a}{100} \right) = 0,47 \left(2 - \frac{15}{100} \right) = 0,869 \text{ m}$$

Para un emisor de 2,2 l/h:

- Se: separación entre emisores
- Rm: radio mojado = $\frac{0,942}{2} = 0,47 \text{ m}$
- a: solape (15%)

Y también con un solape del 50%

$$Se = Rm \left(2 - \frac{a}{100} \right) = 0,47 \left(2 - \frac{50}{100} \right) = 0,705 \text{ m}$$

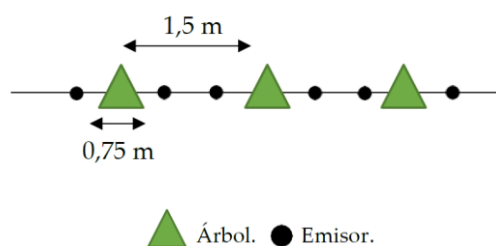
Entre estos dos valores de separación voy a considera la separación comercial de 0,75m

$$Se = Rm \left(2 - \frac{a}{100} \right) = 0,47 \left(2 - \frac{a}{100} \right) = 0,75 \text{ m} \rightarrow a = 40,4\%$$

Con la separación entre emisores de 0,75m entre goteros de mismo lateral conseguiré un solapamiento del 40,4%.

Se colocan 2 emisores autocompensantes por olivo, con un caudal nominal de 2,2 L/h. Se colocan en la parcela con un ramal por fila de plantas, con una separación entre emisores (Se) de 0,75 m.

Ilustración 1 Disposición de líneas de riego.



Elaboración propia

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

3.4. Frecuencia y tiempo de riego

Si la frecuencia de riegos es muy alta y se pierde mucha agua por evaporación, disminuye la eficiencia del uso del agua. Además, la alta frecuencia por goteo es desaconsejable en el caso de aguas con alta salinidad, como es nuestro caso. Además tenemos suelos arcillosos, con una baja tasa de infiltración de agua pero con una capacidad de almacenamiento de agua alta, por ello consideramos disminuir la frecuencia entre riegos, se realizan riegos más distanciados entre sí, cada 3 días, y son riegos más copiosos y largos.

Se estima el siguiente calendario de riegos anual con las frecuencias de riego mensuales.

Tabla 11 Necesidades y frecuencia de riego

	NRt ($\frac{mm}{\text{árbol} \cdot \text{día}}$)	Intervalo entre Riegos (días)
ENERO	0,00	-
FEBRERO	0,00	-
MARZO	0,00	-
ABRIL	0,85	4
MAYO	7,40	3
JUNIO	8,86	3
JULIO	9,03	3
AGOSTO	8,44	3
SEPTIEMBRE	3,95	4
OCTUBRE	0,50	4
NOVIEMBRE	0,00	-
DICIEMBRE	0,00	-

El tiempo de riego se calcula con la siguiente expresión:

$$t = \frac{NTr \cdot I}{ne \cdot qe} = \frac{9,03 \cdot 3}{2 \cdot 2,2} = 6,156 \text{ h}$$

Siendo:

- t: tiempo de riego por hora y día.
- NTr : necesidades totales de riego (l/árbol*día)
- ne: número de emisores por planta.
- qe: cauda nominal de los emisores.
- I: intervalo entre riegos y días.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Por lo tanto:

Tabla 12 Tiempo y frecuencia de riego

	NRt ($\frac{mm}{\text{árbol} \cdot \text{día}}$)	Intervalo entre Riegos (días)	TIEMPO DE RIEGO (h/día)	TIEMPO DE RIEGO (h/mes)	TIEMPO DE RIEGO (cada día que se riegue) (h/día)
ENERO	0,00	-	-	-	-
FEBRERO	0,00	-	-	-	-
MARZO	0,00	-	-	-	-
ABRIL	0,85	5	0,97	29,13	58 min
MAYO	7,40	3	5,05	156,43	5 h y 3 min
JUNIO	8,86	3	6,04	181,19	6 h y 2 min
JULIO	9,03	3	6,16	190,96	6 h y 9 min
AGOSTO	8,44	3	5,75	178,31	5 h y 45 min
SEPTIEMBRE	3,95	5	4,49	134,73	4 h y 29 min
OCTUBRE	0,50	5	0,57	18	32 min
NOVIEMBRE	0,00	-	-	-	-
DICIEMBRE	0,00	-	-	-	-

Elaboración propia

Los tiempos de riego los ajustaremos de forma que la programación de riego sea lo más uniforme posible y cómoda para el agricultor, generando los menos costes posibles consecuencia de la puesta en marcha del sistema de riego.

El primer riego se realizará la última semana de Abril y el último riego se realizará la primera semana de Octubre.

Para el tiempo de riego calculado, el caudal asignado para la superficie regable será:

$$Q_{\text{toma}} = \frac{Q_{fc} * 24}{Tr} = \frac{0,19 * 24}{6,16} = 0,74 \frac{L}{s} * \text{ha}$$

El caudal ficticio continuo (q) que se utilizará será el correspondiente al mes de mayores requerimientos hídricos. Así pues, para el mes de julio el caudal ficticio continuo vendrá dado por la expresión:

$$q_{fc} = \frac{51,86 \frac{mm}{mes}}{31 \text{ días}} * \frac{10.000 \frac{m^2}{ha}}{24 \frac{h}{día} * 3.600 \frac{s}{h}} = 0,19 \frac{L}{s} * \text{ha}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

3.5. Número de sectores

El nº de sectores depende directamente del caudal disponible, que esta limitado por la concesión de toma de la acequia, el factor limitante para la sectorización será este. En nuestro caso el caudal disponible es de 6 L/s el número mínimos de sectores es el siguiente:

$$\text{Sectores} = \frac{Npl * qe}{Qdisponible} = \frac{11.167 \text{ olivos} * 2 \text{ emisore} * 2,2 \text{ l/h}}{5 \frac{\text{L}}{\text{s}} * 3.600 \text{ s/h}} = 2,73 = 3 \text{ sectores}$$

4. DISEÑO HIDRÁULICO

En el diseño agronómico hemos dejado indicados ya el caudal del emisor, número de emisores por olivo y número de laterales por fila de olivos. La colocación de laterales en la terciaria será en función del marco de plantación, es decir, de la separación que exista entre fila y fila de los olivos.

Realizaremos ahora el cálculo de las subunidades, de forma que la uniformidad de los emisores sea lo más alta posible, y, por otro lado, que las dimensiones sean las más favorables para el manejo y mantenimiento de las mismas. Debemos de diseñar las subunidades, de manera que definamos la geometría y dimensiones que deben tener para cubrir perfectamente una zona regable. Además, una vez que hayamos calculado y definido las dimensiones y geometría de las subunidades, calcularemos los diámetros de lateral y terciaria, para que sean válidos para garantizar una determinada uniformidad de emisión.

La explotación se regará a partir de un sondeo desde el cual se toma el agua mediante una bomba que bombea el agua hasta cada uno de los nudos de consumo. El caudal disponible es de 5 L/s, correspondiente a la concesión de 2.000 m³/ha de agua otorgada.

4.1. Cálculo hidráulico subunidades

Para el cálculo de la red terciaria y de los laterales, se ha optado por usar criterios de optimización técnico-económica, lo cual hace que se obtengan unos diámetros más ajustados a las características de cada parcela.

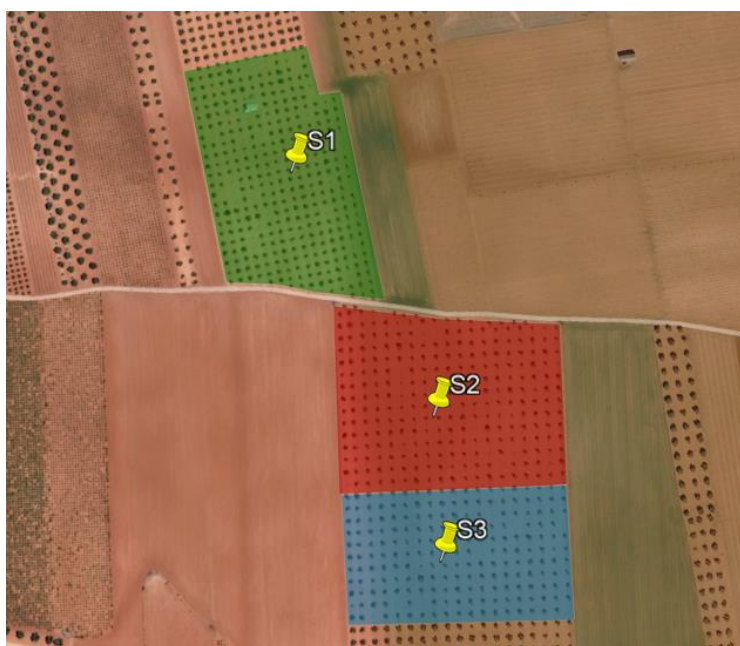
El cálculo se realiza mediante la aplicación informática DimSub desarrollada por el departamento de Ingeniería Rural de la UPV, aunque estos resultados estarán apoyados

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).
en cálculos realizados sobre papel para afianzar los resultados.

Se trata del diseño y dimensionado de tres subunidades de riego con emisores auto compensantes en una parcela sin pendiente. El caudal del emisor es 2,2L/h con un rango de auto compensación de 10 a 40 mca. Su longitud equivalente es 0,3 m. Los emisores están integrados en una tubería telescópica lateral PE 40 UNE EN 1220 de diámetro interior 13,6 mm y están dispuestos a 0,75 m en el lateral.

La superficie regable es 6,7 ha y el marco de plantación es 4 x 1,5 m con un solo ramal por fila de plantas. La separación entre ramales es 4 m. Los laterales están alimentados por un punto intermedio en la subunidad S1 mientras que serán alimentados por el extremo en las subunidades S2 y S3. La geometría de las subunidades S1, S2, S3 es algo irregular pero si se considera geometría regular se calcula con la longitud lateral de máxima distancia.

Ilustración 2 Sectorización



Fuente: Elaboración propia

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Ilustración 3 Distribución de las tuberías

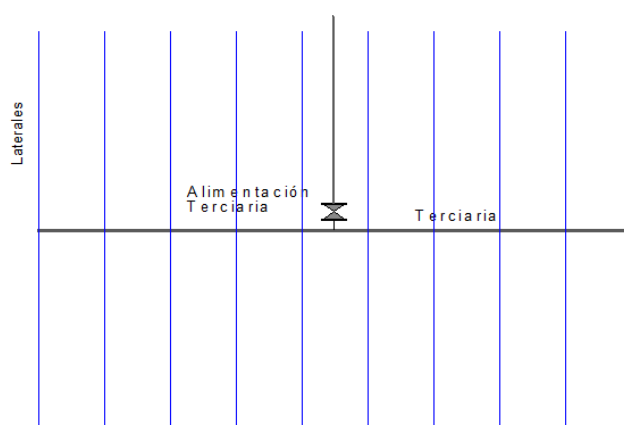


Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Resumen Subunidades de riego.

Subunidad	Nº Ramales	Longitud de los ramales
S1	29	110 m
S2	45	135 m
S3	45	115 m

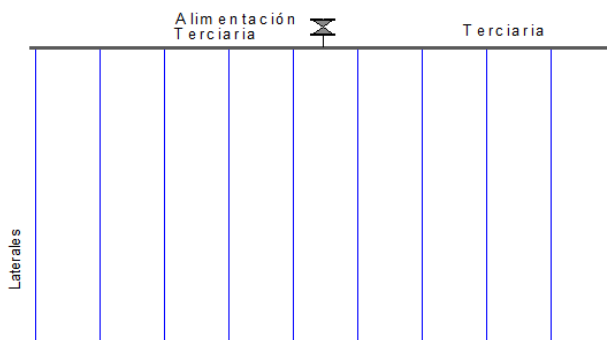
Ilustración 4 Disposición de laterales en terciaria Subunidad 1



Fuente: DimSub

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Ilustración 5 Disposición de laterales en terciaria Subunidades 2 y 3



Fuente: DimSub

4.1.1. Máxima variación de caudal admisible

Partimos de la regla fundamental del riego: “la máxima variación relativa de caudales en una subunidad debe ser menor del 10%” En nuestro caso, al ser los emisores autocompensantes, el rango de presiones definido el caudal de estos no varía, el exponente de descarga se considera como nulo en un rango de presiones definido. Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{gotero}} = K H^x$$

Siendo:

- Q: caudal del gotero.
- K: constante del gotero.
- H: presión de trabajo del gotero en m.c.a.
- X: exponente de descarga.

En estos casos, la variación de caudales, en el rango utilizado para el dimensionado es:

$$\Delta Q = Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}} \approx 0$$

Siendo:

- Q_{max} : caudal máximo arrojado por el gotero (L/h)
- Q_{min} : caudal mínimo arrojado por el gotero (L/h)

4.1.2. Máxima variación de presión. Goteros autocompensantes

Todos los goteros de la explotación son autocompensantes dentro de un rango efectivo de presiones, por lo que, la máxima presión admisible en la subunidad se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta H_{\text{max}} = H_{\text{max}} - H_{\text{min}}$$

$$\Delta H_{\text{max}} = 20 - 8 = 12 \text{ m.c.a}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Siendo:

- H_{max} : Máxima presión de funcionamiento del gotero en m.c.a.
- H_{min} : Mínima presión de funcionamiento del gotero en m.c.a.

En nuestro caso, debido al amplio rango de presiones que tiene el gotero seleccionado de 5-40 m.c.a., se establece una máxima variación de presión en la subunidad de 12 m.c.a. siendo la presión mínima 8 m.c.a.

4.1.3. Pérdidas de carga en los laterales más desfavorables de cada sector

El cálculo de las pérdidas de carga que se producen en cada lateral que componen las distintas subunidades utilizaremos la siguiente fórmula de Blasius:

$$h_{li} = (L_i + L_e \cdot n_e) \cdot F_i \cdot C \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$S1 \rightarrow h_{l1} = (110 + 0,3 \cdot 147) \cdot 0,367 \cdot 0,466 \cdot \frac{322,7^{1.75}}{13,6^{4.75}} = 2,67 \text{ mca}$$

$$S2 \rightarrow h_{l2} = (135 + 0,3 \cdot 180) \cdot 0,367 \cdot 0,466 \cdot \frac{396^{1.75}}{13,6^{4.75}} = 4,7 \text{ mca}$$

$$S3 \rightarrow h_{l3} = (115 + 0,3 \cdot 153) \cdot 0,367 \cdot 0,466 \cdot \frac{337^{1.75}}{13,6^{4.75}} = 3,01 \text{ mca}$$

Tabla 14 Resumen pérdidas de carga en laterales

	S1	S2	S3
L_i : longitud del lateral “i”	110 m	135 m	115 m
L_e : longitud equivalente del emisor	0,3 m	0,3 m	0,3 m
n_e : número de emisores del lateral $n_e = L_i \cdot Se$	147 emisores	180 emisores	153 emisores
F_i : factor de Christiansen para el lateral	0,367	0,367	0,367
C : coeficiente adimensional en función de la temperatura de cálculo	0,466	0,466	0,466
Q : caudal para el lateral $Q = n_e \cdot q_e$	322,7 l/h	396 l/h	337 l/h
D : diámetro interior del lateral	13,6 mm	13,6 mm	13,6 mm
h_{li}: pérdida de carga en el lateral	2,67 m.c.a.	4,75 m.c.a.	3,06 m.c.a.

Elaboración propia.

Los valores de F los obtenemos a partir de la Tabla 10, en función del número de derivaciones que contenga cada uno de los laterales:

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 15 Coeficientes de Christiansen en función del número de derivaciones

n	F	n	F	n	F	n	F
5	0,469	30	0,38	55	0,373	120	0,368
10	0,415	35	0,378	60	0,372	150	0,367
15	0,398	40	0,376	70	0,371	200	0,366
20	0,389	45	0,375	80	0,37	300	0,365
25	0,384	50	0,374	100	0,369	1000	0,364

Elaboración propia. Fuente: Riego Localizado del S.P. de la UPV (Arviza Valverde, 1996)

Los valores de C se obtienen a partir de la Tabla 11, en función de la temperatura de cálculo que se requiera:

Tabla 16 Valores de C en función de la temperatura según Blasius

T °C	C
10	0,497
15	0,481
20	0,466
25	0,453
30	0,441
40	0,422
50	0,409

Elaboración propia. Fuente: Riego Localizado del S.P. de la UPV (Arviza Valverde, 1996)

Estimaremos las pérdidas de carga localizadas por el Método del coeficiente Mayorante (K_m) para una mayor precisión de cálculos. Se trata de aplicar un coeficiente mayorante $K_m > 1$, de la manera que las pérdidas de carga localizadas se suponen como un porcentaje de las pérdidas continuas. En el caso de las tuberías terciarias y laterales los valores de K_m pueden estar comprendidos entre 1,1 y 1,4 debido a distintos factores.

4.1.4. Cálculo de la presión al inicio del lateral

La presión que necesitamos al principio de cada lateral será aquella que necesitamos para que el lateral más desfavorable funcione correctamente. Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{P_0}{\gamma} = H + h_{T(LMD)} + desnivel$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

$$S1 \rightarrow \frac{P_0}{\gamma} = 8 + 2,67 = 10,67 \text{ m.c.a}$$

$$S2 \rightarrow \frac{P_0}{\gamma} = 8 + 4,7 = 12,7 \text{ m.c.a}$$

$$S3 \rightarrow \frac{P_0}{\gamma} = 8 + 3,01 = 11,01 \text{ m.c.a}$$

Ilustración 6 Resumen de Presiones al inicio del lateral

	S1	S2	S3
H: Presión mínima de funcionamiento	8 m.c.a	8 m.c.a	8 m.c.a
h_{li} : pérdida de carga en el lateral	2,67 m.c.a	4,7 m.c.a	3,01 m.c.a
$\frac{P_0}{\gamma}$: Presión media en la tubería considerada	10,67 m.c.a	12,7 m.c.a	11,01 m.c.a

Elaboración Propia

4.1.5. Máxima variación de presión admisible en el lateral

Teniendo en cuenta que la parcela no tiene pendiente, es una parcela horizontal sin ningún desnivel:

$$\Delta H_L := h_L + \text{desnivel}$$

Por lo tanto:

$$S1 \rightarrow \Delta H_{L1} := h_L + 0 = 2,67 \text{ m.c.a}$$

$$S1 \rightarrow \Delta H_{L2} := h_L + 0 = 4,7 \text{ m.c.a}$$

$$S1 \rightarrow \Delta H_{L3} := h_L + 0 = 3,01 \text{ m.c.a}$$

4.1.6. Máxima pérdida de carga admisible en la terciaria

$$\Delta H_T := \Delta H_S - h_L$$

$$S1 \rightarrow \Delta H_{T1} := 12 - 2,67 = 9,33 \text{ m}$$

$$S2 \rightarrow \Delta H_{T2} := 12 - 4,7 = 7,3 \text{ m}$$

$$S3 \rightarrow \Delta H_{T3} := 12 - 3,01 = 8,9 \text{ m}$$

4.1.1. Pérdidas de carga en cada tramo de la red terciaria

A continuación, se procederá al cálculo de la pérdida de carga existente de la red terciaria entre dos laterales. Comenzaremos con el cálculo del caudal presente en cada tramo de la terciaria, a través de la siguiente expresión:

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

$$Q_t = \sum_{i=1}^{\eta} Q_{Li}$$

Siendo:

- Q_t : Caudal para el tramo de la terciaria considerado (L/h)

Caudal al inicio de cada ramal de lateral será

$$Q = n_e \cdot q_e$$

$$S1 \rightarrow Q_{l1} = 147 \cdot 2,2 = 323,4 \text{ l/h}$$

$$S2 \rightarrow Q_{l2} = 180 \cdot 2,2 = 396 \text{ l/h}$$

$$S3 \rightarrow Q_{l3} = 153 \cdot 2,2 = 337 \text{ l/h}$$

El caudal que deriva la terciaria en cada punto de conexión será el mismo excepto en el Sector 1 donde:

$$S1 \rightarrow Q_{l1} = 2 \cdot 323,4 = 646,8 \text{ l/h}$$

$$S2 \rightarrow Q_{l2} = 396 \text{ l/h}$$

$$S3 \rightarrow Q_{l3} = 337 \text{ l/h}$$

Se multiplica por dos el caudal ya que el lateral es alimentado por el punto medio.

El caudal inicial en la terciaria será:

$$Q_{oT} = N_L \cdot Q_l$$

$$S1 \rightarrow Q_{oT1} = 29 \cdot 646,8 = 18.755 \text{ l/h}$$

$$S2 \rightarrow Q_{oT2} = 45 \cdot 396 = 17.820 \text{ l/h}$$

$$S3 \rightarrow Q_{oT3} = 45 \cdot 337 = 15.165 \text{ l/h}$$

El diámetro interior mínimo que debe tener la terciaria viene dado por:

$$D = F \cdot L \cdot C \cdot Km \cdot \frac{Q_{oT}^{1,75}}{\Delta H_T^{4,75}}$$

$$S1 \rightarrow D_{T1} = \left(\frac{0,466 \cdot 58 \cdot 0,377 \cdot 1,2 \cdot 9680^{1,75}}{9,33} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 31,13 \text{ mm}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

$$S2 \rightarrow D_{T2} = \left(\frac{0,466 \cdot 90 \cdot 0,377 \cdot 1,15 \cdot 9108^{1,75}}{7,3} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 34,8 \text{ mm}$$

$$S3 \rightarrow D_{T3} = \left(\frac{0,466 \cdot 88 \cdot 0,377 \cdot 1,15 \cdot 7758^{1,75}}{8,9} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 31,24 \text{ mm}$$

De las tablas de diámetros comerciales del PVC se adopta:

40 mm Diámetro nominal (Dint=35 mm)

Para el cálculo de las pérdidas de carga existente en cada tramo utilizaremos:

$$h_T := F_T \cdot Km \cdot C \cdot L_T \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Siendo:

- Km : coeficiente mayorante de pérdidas de carga localizadas
- L_j : longitud del tramo “j” (m)
- Q : caudal para el tramo de la terciaria “j”
- D : diámetro interior del tramo de terciaria “j”

La pérdida de carga en la terciaria será:

$$S1 \rightarrow h_{T1} := 0,466 \cdot 1,2 \cdot 0,372 \cdot 58 \cdot \frac{9680^{1,75}}{35^{4,75}} = 5,35 \text{ m. c. a}$$

$$S2 \rightarrow h_{T2} := 0,466 \cdot 1,15 \cdot 0,372 \cdot 90 \cdot \frac{9108^{1,75}}{35^{4,75}} = 7,05 \text{ m. c. a}$$

$$S3 \rightarrow h_{T3} := 0,466 \cdot 1,15 \cdot 0,372 \cdot 88 \cdot \frac{7758^{1,75}}{35^{4,75}} = 5,21 \text{ m. c. a}$$

Ilustración 7 Pérdidas de carga en el tramo de la terciaria

	S1	S2	S3
Km : coeficiente mayorante de pérdidas de carga localizadas	1,2 m	1,15 m	1,15 m
L_j : longitud del tramo “j”	58 m	90 m	88 m
Q : caudal para el tramo de la terciaria	9680 l/h	9108 l/h	7759 l/h
C : coeficiente adimensional en función de la temperatura de cálculo	0,466	0,466	0,466
D : diámetro interior de la terciaria	35 mm	35 mm	35 mm
ht_j: pérdida de carga en el tramo de la terciaria	5,35 m.c.a.	7,05 m.c.a.	5,21 m.c.a.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Elaboración Propia

La presión requerida al inicio de la subunidad será:

$$\frac{P_{0s}}{\gamma} = \frac{P_{0l}}{\gamma} + h_T + desnivel$$

$$S1 \rightarrow \frac{P_{0s}}{\gamma} = 10,67 + 5,35 + 0 = 16,02 \text{ m. c. a}$$

$$S2 \rightarrow \frac{P_{0s}}{\gamma} = 12,7 + 7,05 + 0 = 19,81 \text{ m. c. a}$$

$$S3 \rightarrow \frac{P_{0s}}{\gamma} = 11,01 + 5,21 + 0 = 16,22 \text{ m. c. a}$$

4.2. Cálculo mediante la aplicación informática DIMSUB

Tras realizar estos cálculos hidráulicos procedemos a realizarlos nuevamente a través de la aplicación informática desarrollada por el Departamento de Ingeniería Rural de la UPV, llamado DIMSUB. (Palau, Arviza Valverde, Balbastre Peralta, & Manzano Juarez, 2019).

4.2.1. Datos

Existen datos generales y específicos. Los datos generales son los que afectan a una subunidad completa, son los siguientes:

- i lateral: pendiente longitudinal en % de los laterales.
- i terciaria: pendiente longitudinal en % de la terciaria.
- S_u : distancia entre el comienzo del lateral y el primer gotero.
- S_l : distancia entre goteros en el lateral
- D_L : diámetro interior del lateral seleccionado (mm)
- D_T : diámetro interior de la terciaria seleccionada (mm)
- L_l : longitud equivalente de los emisores del lateral

Mientras que los específicos son los que afectan a cada lateral de la subunidad son:

- Número de fila de plantas.
- Distancia entre laterales de la misma fila.
- Distancia entre laterales de filas adyacentes.
- Longitud de cada lateral.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Subunidad 1

Datos Lateral

Subunidad

1

Alimentación lateral

alimentado por el extremo

alimentado por el medio

Tipo Emisor

No compensante

Auto compensante

Denominación

Caudal emisor

2.2

m

Longitud equivalente

0.3

m

Distancia inicial So

0.5

m

Separación emisores S

0.75

m

Longitud 1/2 lateral

110

m

Diámetro Interior Lateral

13.6

mm

Pendiente lateral

0

%

Coefficiente de variación

7

%

Temperatura de cálculo

20

°C

Número Emisores planta

1

Resultados Lateral

Caudal inicio Lateral

323.4

l/h

Coefficiente F

0.366

Pérdida de carga

2.67

mca

Variación Presión Lat

2.67

mca

Coefficiente Beta

1

Coefficiente Alfa

1

Presión inicio

10.67

mca

Presión final

8

mca

Presión mínima

8

mca

Sector

1

Cota Inicio

Material terciaria

PVC UNE EN 1451

PE 40 UNE EN 1220

PE 100 UNE EN 1221

Emisor auto compensante

Presión mínima

8

m

Presión Máxima

20

m

Coste emisor y lateral

€/m

Variables Dimensionado Lateral

Variación Presión Subunidad

12

m

Nº emisores 1/2 lateral

147

Desnivel lateral

0

m

Pérdida de carga admisible

12

m

Coefficiente mayorante

1.4

Coefficiente C Blasius

0.466

Coefficiente M Blasius

1.924E-06

Variables dimensionado Terciaria

Máxima Variación Presión

9.33

mca

Caudal por derivación

646.8

l/h

longitud 1/2 terciaria

58

m

Coefficiente Christiansen

0.377

Desnivel Terciaria

0

m

Pérdida de carga admisible

9.33

m

Caudal terciaria

9702

l/h

Caudal inicio terciaria

19404

l/h

Datos Terciaria

Alimentación terciaria

Alimentada por el extremo

Alimentada por el medio

Disposición Laterales

Un lateral por fila de plantas

Doble lateral fila de plantas

Tipo terciaria

Característica única

Tubería telescópica

Datos Terciaria

Coef. Mayorante, Km

1.2

Nº laterales 1/2 terciaria

15

Distancia inicial (Lo)

2

m

Separación laterales (L)

4

m

Pendiente terciaria

0

%

Resultados Terciaria

Diámetro interior

35

mm

Diametro Nominal

40

mm

Coefficiente Beta r

1

Pérdida carga terciaria

5.37

m

Presión inicio ter.

16

mca

Presión final terciaria

10.7

mca

Variación presión Terciaria

5.37

mca

Geometría Subunidad

Rectangular

Irregular

Geometría Subunidad

Dimensionado

Dimensionado Terciaria

Poner Resultados en tabla

Ver Esquema

Mediciones

Imprimir

Exportar Resultados

Leer Datos

Grabar Datos

Salir

Subunidad 2

Datos Lateral		Sector		Cota Inicio		Datos Terciaria	
Subunidad	1						
Alimentación lateral	alimentado por el extremo	Material terciaria		Alimentación terciaria		Geometría Subunidad	
	alimentado por el medio	PVC UNE EN 1451		Alimentada por el extremo		Rectangular	
Tipo Emisor	No compensante	PE 40 UNE EN 1220		Alimentada por el medio		Irregular	
	Auto compensante	PE 100 UNE EN 1221				Geometría Subunidad	
Denominación		Emisor auto compensante		Tipo terciaria		Dimensionado	
		Presión mínima 8 m		Un lateral por fila de plantas		Dimensionado Terciaria	
Caudal emisor	2.2 m	Presión Máxima 20 m		Doble lateral fila de plantas		Poner Resultados en tabla	
Longitud equivalente	0.3 m	Coste emisor y lateral €/m		Característica única		Ver Esquema	
Distancia inicial So	0.75 m			Tubería telescópica		Mediciones	
Separación emisores S	0.75 m			Datos Terciaria		Imprimir	
Longitud del lateral	135 mm			Coef. Mayorante, Km		1.15	
Diámetro Interior Lateral	13.6 mm			Nº laterales 1/2 terciaria		23	
Pendiente lateral	0 %			Distancia inicial (Lo)		2 m	
Coefficiente de variación	7 %			Separación laterales (L)		4 m	
Temperatura de cálculo	20 °C			Pendiente terciaria		0 %	
Número Emisores planta	1						
Resultados Lateral		Variables Dimensionado Lateral		Resultados Terciaria			
Caudal inicio Lateral	396 l/h	Variación Presión Subunidad 12 m		Diámetro interior 35 mm			
Coefficiente F	0.366 l	Nº emisores lateral 180		Diámetro Nominal 40 mm			
Pérdida de carga	4.68 mca	Desnivel lateral 0 m					
Variación Presión Lat	4.68 mca	Pérdida de carga admisible 12 m					
Coefficiente Beta	1	Coefficiente mayorante 1.4					
Coefficiente Alfa	1	Coefficiente C Blasius 0.466					
Presión inicio	12.68 mca	Coefficiente M Blasius 1.924E-06					
Presión final	8 mca						
Presión mínima	8 mca						
		Variables dimensionado Terciaria					
		Máxima Variación Presión 7.32 mca					
		Caudal por derivación 396 l/h					
		longitud 1/2 terciaria 90 m					
		Coefficiente Christiansen 0.372					
		Desnivel Terciaria 0 m					
		Pérdida de carga admisible 7.32 m					
		Caudal terciaria 9108 l/h					
		Caudal inicio terciaria 18216 l/h					
				Coefficiente Beta r 1			
				Pérdida carga terciaria 7.06 m			
				Presión inicio ter. 19.7 m			
				Presión final terciaria 12.7 m			
				Variación presión Terciaria 7.06 m			
						Exportar Resultados	
						Leer Datos	
						Grabar Datos	
						Salir	

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Subunidad 3

Datos Lateral		Sector		Cota Inicio		Datos Terciaria	
Alimentación lateral alimentado por el extremo alimentado por el medio		Material terciaria PVC UNE EN 1451 PE 40 UNE EN 1220 PE 100 UNE EN 1221		Alimentación terciaria Alimentada por el extremo Alimentada por el medio		Geometría Sub Rectangular Irregular	
Tipo Emisor No compensante Auto compensante		Emisor auto compensante Presión mínima 8 m Presión Máxima 20 m Coste emisor y lateral €/m		Disposición Laterales Un lateral por fila de plantas Doble lateral fila de plantas		Geometría Sub Dimensionado	
Resultados Lateral Caudal emisor 2.2 m Longitud equivalente 0.3 m Distancia inicial So 0.25 m Separación emisores S 0.75 m Longitud del lateral 115 m Diámetro Interior Lateral 13.6 mm Pendiente lateral 0 % Coeficiente de variación 7 % Temperatura de cálculo 20 °C Número Emisores planta 1		Variables Dimensionado Lateral Variación Presión Subunidad 12 m Nº emisores lateral 154 Desnivel lateral 0 m Pérdida de carga admisible 12 m Coeficiente mayorante 1.4 Coeficiente C Blasius 0.466 Coeficiente M Blasius 1.924E-06		Datos Terciaria Coef. Mayorante, Km 1.2 Nº laterales 1/2 terciaria 23 Distancia inicial (Lo) 2 m Separación laterales (L) 4 m Pendiente terciaria 0 %		Resultados Terciaria Diámetro interior 35 mm Diámetro Nominal 40 mm Coeficiente Beta r 1 Pérdida carga terciaria 5.61 m Presión inicio ter. 16.6 m Presión final terciaria 11 m Variación presión Terciaria 5.61 m	

4.3. Resultado de las subunidades

Tras los cálculos, se han obtenido los resultados que se muestran en la Tabla 12, en cuanto a caudales, presiones y diámetros de las conducciones que forman parte de cada una de las subunidades.

Tabla 17 Resultado subunidades en cuanto a caudales, presiones y diámetros

SUBUNIDAD	SECTOR	Q inicio (l/s)	P. min inicio (mca)	D. lateral (mm)	L. laterales (m)	D. terciaria (mm)	L. terciaria DN (mm)	Material	Al. Laterales	Al. Terciaria
S1	1	5,378	16,02	16	110	40	58	PE40	P. Medio	P. Medio
S2	2	5,06	19,81	16	135	40	90	PE40	P. Extremo	P. Medio
S3	3	4,31	16,22	16	115	40	88	PE40	P. Extremo	P. Medio

Elaboración propia.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

4.4. Cálculo hidráulico de la red de distribución

Se dimensionará y calculará a continuación las distintas conducciones que tendrán la función de distribuir el agua de riego por toda la superficie regable, desde la arqueta donde se encuentra la bomba sumergida hasta cada uno de los nudos de consumo.

Como se ha comentado anteriormente el abastecimiento de la explotación se realizará a partir de un sondeo desde donde parte una red de distribución que abastece a las subunidades de toda la superficie regable, comprende una superficie de 6,67 ha, habiendo distribuido dicha superficie en 3 sectores cuyos caudales punta son los siguientes:

Tabla 18 Caudal característico en cada sector

	Caudal (l/h)	Caudal (l/s)	Caudal (m³/s)
Sector 1:	19.360	5,37	0,00537
Sector 2	18.216	5,06	0,00506
Sector 3	15.165	4,21	0,00431

Elaboración propia

4.4.1. Velocidades máximas y mínimas

Con el objetivo de no encontrar en la red velocidades altas que provoquen impulsos dinámicos en los cambios de dirección o derivaciones ni velocidades muy bajas que puedan provocar sedimentación de partículas arrastradas por el agua, para el cálculo se establece un intervalo de velocidades entre 2 y 0,5 m/s.

4.4.2. Diámetro teórico

Se procede al cálculo del diámetro teórico mínimo que debe tener cada tramo para la restricción de velocidad de 1,5 m/s.

$$D_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot V_{m\acute{a}x}}}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

$$S1 \rightarrow D_{T1} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00537}{\pi \cdot 1,5}} = 67,5 \text{ mm}$$

$$S2 \rightarrow D_{T2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00506}{\pi \cdot 1,5}} = 65,5 \text{ mm}$$

$$S3 \rightarrow D_{T3} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00431}{\pi \cdot 1,5}} = 60,5 \text{ mm}$$

Habitualmente este tipo de red de distribución los materiales más utilizados son los termoplásticos, en concreto el PVC con unión por encolado o junta elástica, se t.

Aunque los cálculos nos indican poner una tubería de diámetro 75, finalmente las conducciones de la red primaria tendrá diámetro 90 mm para reducir las pérdidas de carga.

Tabla 19 Diámetros nominales para PVC PN 0,6 MPa

Ø NOMINAL	Ø INTERIOR
50	46,8
63	59
75	70,4
90	84,4
110	104,6
125	118,8
140	133
160	152

Elaboración propia. Fuente: UNE EN 1452

Para el cálculo hidráulico de las tuberías proyectadas se han tenido en cuenta una serie de condicionantes técnicos:

- Velocidad de las tuberías: se pretende que circule entre 0,5 m/s y 2 m/s, por lo que tomamos un valor de 1,5 m/s
- Temperatura del agua: 20°C
- Coeficiente H-W: 140 (PVC)
- Diámetro mínimo: 50mm

Paralelamente, y para el diámetro interior comercial se puede calcular la velocidad real de circulación en cada tramo.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

$$V_i = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot D_i^2}$$

$$S1 \rightarrow V_1 = \frac{4 \cdot 0,00537}{\pi \cdot 0,084^2} = 0,961 \text{ m/s}$$

$$S2 \rightarrow V_2 = \frac{4 \cdot 0,00506}{\pi \cdot 0,084^2} = 0,904 \text{ m/s}$$

$$S3 \rightarrow V_3 = \frac{4 \cdot 0,00431}{\pi \cdot 0,084^2} = 0,7705 \text{ m/s}$$

4.4.3. Pérdidas de carga

Para la determinación de la pérdida de carga en cada tramo se utiliza la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$h_r = 0,0829 \cdot k_m \cdot L \cdot f \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

- k_m : coeficiente mayorante de pérdidas de carga singulares
- L : longitud de la tubería (m)
- Q : caudal circulante por la tubería (m³/s)
- D : diámetro interior de la tubería (m)
- f : factor de fricción

$$R_\epsilon = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

donde:

- V es la velocidad del agua (en m/s).
- D es el diámetro interior de la tubería (en metros).
- ν : es la viscosidad cinemática del agua. Para agua a 20°C, $\nu \approx 1,004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

$$S1 \rightarrow R_\epsilon = \frac{0,961 \cdot 0,0844}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 80.785$$

$$S2 \rightarrow R_\epsilon = \frac{0,904 \cdot 0,0844}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 75.993$$

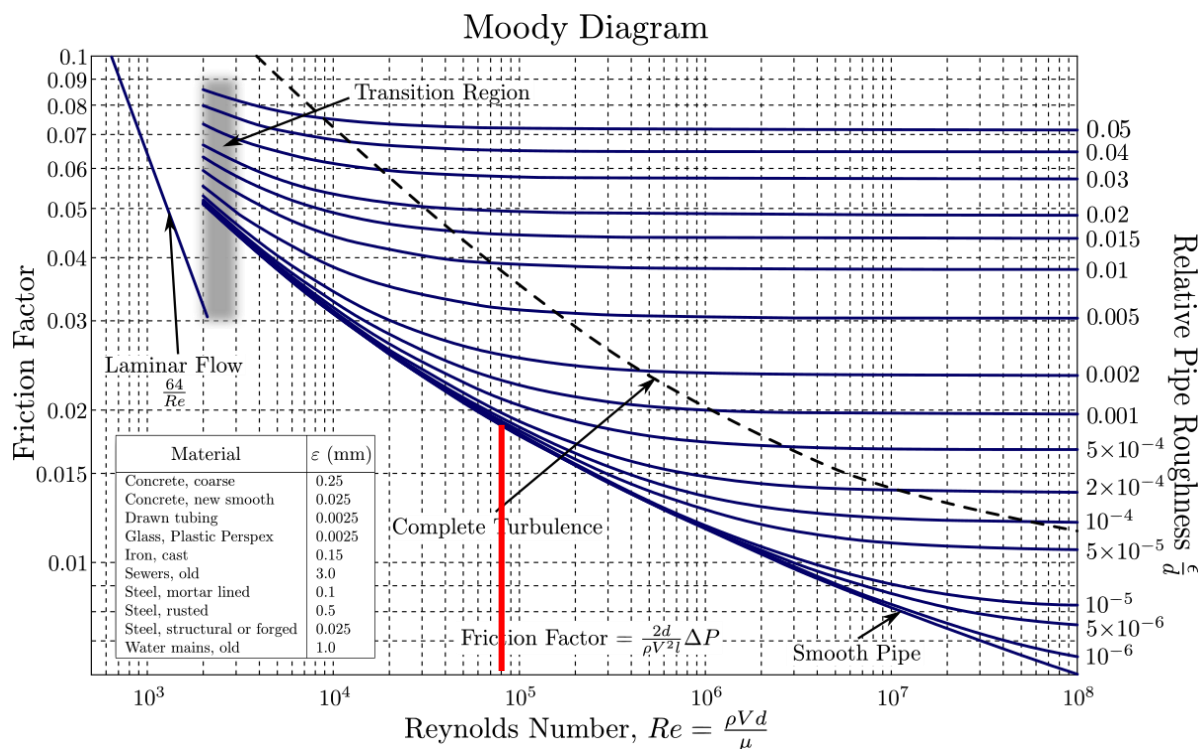
$$S3 \rightarrow R_\epsilon = \frac{0,7705 \cdot 0,0844}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 64.813$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Para tuberías de PVC, la rugosidad absoluta (ϵ) es aprox. $0,0025 \text{ mm} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, por lo que la rugosidad relativa será:

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{0,0844} = 2,96 \cdot 10^{-5}$$

Usamos el diagrama de Moody para obtener f con los valores de Re y $\frac{\epsilon}{D}$.



Para estos valores de Re y $\frac{\epsilon}{D}$, f será:

$$S1 \rightarrow f_1 = 0,0187$$

$$S2 \rightarrow f_2 = 0,019$$

$$S3 \rightarrow f_3 = 0,0195$$

Tomando la ecuación de Darcy-Weisbach para determinar la pérdida de carga:

$$S1 \rightarrow h_1 = 0,0826 \cdot 1,1 \cdot 467 \cdot 0,0187 \cdot \frac{0,00537^2}{0,0844^5} = 5,36 \text{ m.c.a}$$

$$S12 \rightarrow h_2 = 0,0826 \cdot 1,1 \cdot 685 \cdot 0,019 \cdot \frac{0,00506^2}{0,0844^5} = 7,07 \text{ m.c.a}$$

$$S3 \rightarrow h_3 = 0,0826 \cdot 1,1 \cdot 804 \cdot 0,0195 \cdot \frac{0,00431^2}{0,0844^5} = 6,18 \text{ m.c.a}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 20 Pérdida de carga en cada tramo de tubería

	S1	S2	S3
Km: coeficiente mayorante de pérdidas de carga localizadas	1,2 m	1,15 m	1,15 m
Lj: longitud del tramo "j"	58 m	90 m	88 m
Q: caudal para el tramo de la terciaria	9680 l/h	9108 l/h	7759 l/h
C: coeficiente adimensional en función de la temperatura de cálculo	0,466	0,466	0,466
D: diámetro interior de la terciaria	35 mm	35 mm	35 mm
htj: pérdida de carga en el tramo de la terciaria	5,35 m.c.a.	7,05 m.c.a.	5,21 m.c.a.

Elaboración propia

4.5. Dimensionado

La consecución de cálculos para el dimensionado del diámetro de cada tramo de la red de transporte será el siguiente:

- Obtención del nudo más desfavorable.
- Determinación de los tramos entre el inicio y el nudo mas desfavorable.
- Determinación del diámetro interior teórico de cada tramo por criterios de velocidad.
- Determinación de los diámetros comerciales inmediatamente superiores.
- Cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo.
- Cálculo de las presiones resultantes en cada nudo.
- Aumento de diámetros en el caso de ser necesario.

Puesto que dicha programación de cálculos maneja un número importante de datos, se ha visto preceptivo la utilización de una hoja de cálculo para la determinación de cada diámetro de la cual se adjuntan los resultados indicando en el mismo la ruta del nudo mas desfavorable, la presión resultante en cada nudo y los diámetros teóricos y comerciales para cada caso. Las variables utilizadas en el cálculo son las siguientes:

- K_m : 1,10
- Velocidad máxima: 2,0 m/s
- Velocidad mínima: 0,5 m/s
- Material: PVC
- Organización del riego: a turnos
- Captación: con bombeo
- Ecuación de pérdidas: H-W
- Presión mínima de timbraje: 0,6 MPa

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Tabla 21 Dimensionado red primaria

Subunidad	L (m)	Q (m ³ /s)	Q (l/h)	Diámetro int. Teórico (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Velocidad (m/s)	R€	KabsPVC	K rel	Pérdida de carga (m.c.a)
S1	467	0,00837	19360	67,5	84	90	0,961	80785	0,0025 m	1,78*10 ⁻⁵	5,36
S2	685	0,00506	18126	65,5	84	90	0,904	75993	0,0025 m	1,78*10 ⁻⁵	7,07
S3	804	0,00431	15165	60,5	84	90	0,7705	64813	0,0025 m	1,78*10 ⁻⁵	6,18

Elaboración propia

Las mediciones correspondientes a la red de distribución en función de su diámetro y presión nominal se muestran en la Tabla 18.

Tabla 22 Resumen mediciones red de distribución

MATERIAL	DN (mm)	PN (Mpa)	LONGITUD TOTAL (m)
PVC	90	0,6	1.956
PE	40	0,6	236
PE	16	0,6	14.440

Elaboración propia

5. ELEMENTOS DEL CABEZAL

El cabezal está formado por un equipo de filtrado y un sistema completo de fertirrigación, a continuación, se describen cada uno de los elementos:

5.1. Ventosa

Se instalará una ventosa para liberar el aire que se acumula en los puntos altos de la instalación, protegiendo así de problemas que ocasiona el aire en cuanto a reducción de la capacidad de conducción y golpes de ariete. Además, permite la entrada de aire para el vaciado de la instalación, y evita que entre aire en los goteros, previniendo obturaciones.

Se instalará en la tubería de aspiración, inmediatamente antes de las conexiones con los equipos del cabezal de riego. Esto asegurará la eliminación del aire atrapado, garantizando un flujo continuo y eficiente del agua a través del sistema de riego.

Ilustración 8 Ventosa Triple efecto



Fuente: Bermad

5.2. Válvula antirretorno de clapeta

Una válvula de retención de clapeta se monta con un disco que se balancea sobre una bisagra o eje. El disco se aleja del asiento para permitir el flujo hacia delante y cuando el flujo se detiene, la clapeta regresa a la posición inicial (cerrada) y así bloquea el retorno del flujo. El peso del disco y el caudal de retorno tienen un impacto en las características de cierre de la válvula.

La válvula antirretorno de clapeta es mejor y dura más que la de bola, pero es recomendada para diámetros mayores. Se utilizará un diámetro nominal (DN) de al menos 90 mm, acorde con los diámetros de la red de distribución, garantizando un flujo adecuado ya que cuenta con unas pérdidas de carga menores de 0,2 m.c.a

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Ilustración 9 Válvula antirretorno de clapeta



Fuente: Hidrotén

5.3. Llave de Mariposa

La llave de mariposa se instala tras la válvula antirretorno de clapeta y tiene la función de controlar el paso del fluido. Esta válvula permite una rápida y fácil apertura o cierre del flujo con un giro de 90 grados de su maneta. Ofrece un cierre estanco con una baja pérdida de carga que es casi despreciable.

Para asegurar la compatibilidad con el resto del sistema, se recomienda que la llave de mariposa tenga un diámetro nominal (DN) de 90 mm, igual al diámetro de la válvula antirretorno de clapeta.

Ilustración 10 Llave de mariposa con brida DN 90 con



Fuente: Hidrotén

5.4. Manómetro de Glicerina

El manómetro de glicerina son aparatos de lectura de la presión del agua en diversos puntos de la red de distribución, proporcionando la información adecuada para el óptimo funcionamiento de la red. Se instalarán en la entrada y salida del cabezal de riego, para controlar la presión necesaria para el riego de cada sector.

Ilustración 11 Manómetro de Glicerina



Fuente: MT valves and Fittings

5.5. Sistema de filtrado

Es el componente principal del cabezal de riego localizado, está formado por una serie de filtros para eliminar las partículas que pueden causar obturaciones en los emisores. La obstrucción lleva asociada la disminución de caudales, el aumento de pérdidas de energía y la eficiencia de riego. No siempre los filtros resuelven los problemas de obturaciones por precipitaciones químicas, por lo que deberá realizarse un tratamiento químico como la acidificación.

Es posible que le mayor problema de los riegos localizados de alta frecuencia sean las obturaciones en los emisores. Los pequeños diámetros de los goteros en nuestro caso, y las bajas velocidades de agua, facilitan la formación de obturación.

Se instalarán un equipo de filtrado, basado en filtros de discos, para evitar las obturaciones en los goteros. Consistirá en un filtro de disco automático de 1 cartucho con capacidad de filtración de caudales del orden de 24 m³ /h de valor máximo.

Consistirá en dos cartucho de 2" de diámetro con caudal máximo de 30 m³ /h cada uno y discos de 130 micras, con colector de Ø 90/10. Se trata de un equipo dispuesto en línea con elemento filtrante maniobrado con válvulas de 2". Se instalará el filtro automático de la casa comercial AZUD "Helix System 2SR Disco", correspondiente a la Ilustración 12, pero con dos únicos cartuchos.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

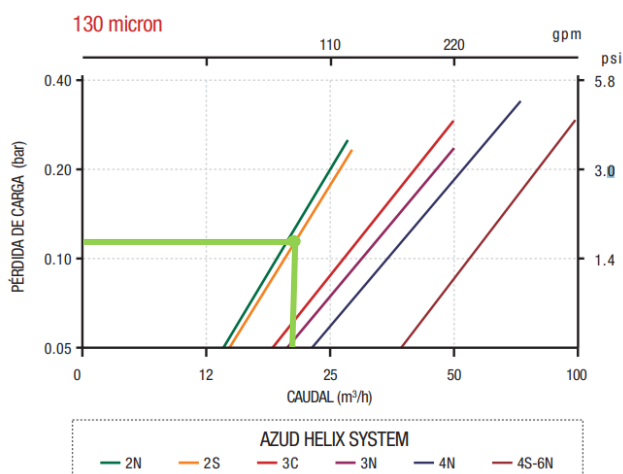
Ilustración 12 Cabezal de filtrado de anilla con filtro de 2" super



Fuente: Ritec

Cada filtro incorpora 3 válvulas manuales de esfera de PVC de Ø 63 mm para poder independizarlos. Además toda la tubería empleada en los cabezales es de PN 10 bar.

Ilustración 13 Gráfico pérdida de carga Azud Helix System



Fuente: AZUD

Las pérdidas de carga a filtro limpio para el caudal máximo son poco más de 1 m.c.a. Cuando la diferencia de presión antes y después del sistema de filtrado sea mayor de 5 mca se procederá a la limpieza manual de los filtros.

Su sistema con una hélice en la base del cartucho, tiene unas aletas deflectoras que crean un movimiento helicoidal en el agua que entra en el filtro que barre las partículas de los discos ranurados y las lleva contra las paredes de la tapa, alejadas del elemento

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).
filtrante además tiene una mínima frecuencia de mantenimiento.

5.6. Contador general

Tras el sistema de filtrado se proyecta la instalación de un contador general que mide la cantidad de agua que pasa en un periodo determinado, además permite realizar un control del riego de modo que la Conferencia Hidrográfica pueda comprobar que se respetan los caudales asignados por la concesión de la junta de Castilla La Mancha.

La selección del contador se llevará a cabo dependiendo del caudal punta que tengamos, que recordemos que es de $5,37 \text{ L/s} \approx 19,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Tabla 23 Caudales de los contadores Woltman MWN

Calibre		Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Minima Lectura	Máxima Lectura	Ratio
mm	Pulg.	m ³ /h				m ³		
50	2"	31,25	25	0,80	0,50	0,0005	9.999.999	R50
65	2-1/2"	50	40	1,28	0,80	0,0005	9.999.999	R50
80	3"	78,75	63	2,02	1,26	0,0005	9.999.999	R50
100	4"	125	100	3,20	2	0,0005	9.999.999	R50
125	5"	200	160	5,12	3,20	0,0005	9.999.999	R50
150	6"	312,5	250	8	5	0,005	9.999.999	R50
200	8"	500	400	12,80	8	0,005	9.999.999	R50
250	10"	787,5	630	20,16	12,60	0,02	9.999.999	R50
300	12"	1250	1000	32	20	0,02	9.999.999	R50

Fuente: Hidroconta

Seleccionaremos un contador tipo Woltman de Ø65 mm de diámetro nominal, ya que el caudal continuo $Q_3 = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ y el caudal de sobre carga $Q_4 = 50 \text{ m}^3/\text{h}$ que superan ampliamente los $19,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

Se justifica la elección de DN 65 para evitar reducciones bruscas en la tubería principal.

Ilustración 14 Contador Woltman de Ø65 mm con emisor de pulsos



Fuente: Hidroconta

Cuenta con preinstalación para emisor de pulsos para poder poner programador

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

La pérdida de carga de 5 kPa asociada con el contador DN 50 es aceptable y no afecta significativamente el rendimiento del sistema de riego

Sin embargo si calculo la velocidad en el contador de DN50

$$V_c = \frac{4 \cdot 0,00537}{\pi \cdot 0,05^2} = 2,73 \text{ m/s}$$

Que supera el umbral que hemos estimado entre 0,5m/s y 2m/s.

Por lo tanto debería coger una tubería de DN 80, con un caudal continuo $Q_3 = 63 \text{ m}^3/\text{h}$ y el caudal de sobre carga $Q_4 = 78,75 \text{ m}^3/\text{h}$ que superan ampliamente los $19,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$V_c = \frac{4 \cdot 0,00537}{\pi \cdot 0,08^2} = 1,06 \text{ m/s}$$

El diámetro nominal 80 lleva asociado una pérdida de carga de 0,01bar casi insignificante por lo que no afecta al rendimiento del sistema de riego

Tabla 24 Pérdidas de carga de los contadores Woltman



Fuente: Hidroconta

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

5.7. Sistema de fertirrigación

Proceso por el cual se incorporan los nutrientes junto con el agua de riego. Nos permitirá controlar las cantidades óptimas de aplicación según las necesidades del olivar ya que el fertilizante debe añadirse a la dosis adecuada en todos y cada uno de los riegos, y durante todo el tiempo de riego.

El equipo de fertirrigación está compuesto:

Consistirá en un equipo automático de tipo Venturi. Trata de un sistema acoplado en paralelo conectado a los diferentes tanques de fertilización. Su mecanismo radica en el aumento de velocidad de la corriente de agua, previamente derivada, gracias a un estrechamiento de la sección. Este aumento induce a una presión negativa que succiona los fertilizantes del tanque para mezclarlos homogéneamente con el agua a la salida en óptimas concentraciones para ser aplicados a las raíces.

Se instalará el sistema multi-inyección NUTRITEC 9501, con disponibilidad de hasta 4 inyectoros y un caudal por inyector de hasta 500 L/h. Además, el sistema cuenta con sondas de pH y CE, electroválvulas, válvula sostenedora, cuadro eléctrico con controlador, protección, arranque e, incluso, se incluye una electrobomba auxiliar para inyección de fertilizantes en red de riego hasta 4 bar.

Ilustración 15 Equipo de fertirriego junto con equipo de filtrado y otros elementos del cabezal



Fuente: Ritec

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

La unidad de inyección consta de:

- Venturi 3/4" PVC RITEC
- Electroválvula dosificación 16 mm auto.
- Válvula regulación manual de aguja 1/2"
- Caudalímetro (Rotámetro) 500-1.500 l/h RITEC
- Válvula anti-retorno Ø20 mm
- Dos Te PVC Ø50- 25 mm
- Válvula de esfera Ø 20mm
- 2 Válvulas de esfera Ø25 mm (2u)

Ilustración 16 Elementos del equipo de fertirriego



Fuente: Ritec

Esta unidad inyectora se conectará a tanques fertilizantes de 1000 litros de capacidad con la siguiente relación:

- Dos depósitos cónicos de PE de 1.000 litros para disolver los fertilizantes.
- Un depósito de 500 l de PE para el ácido.
- Electroagitador de turbina para cada depósito
- Accesorios de PVC para cada agitador con filtro salida 2"malla y filtro 3/4".
- Maniobra eléctrica.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Ilustración 17 Conjunto de depósitos



Fuente: Ritec

Además el equipo de fertirrigación cuenta con un programador de riego montado en pupitre de acero inoxidable con voltímetro digital, selectores (Automatico 0 Manual) de las válvulas de fertilizantes, etc.

Es un elemento esencial que permite la automatización de la instalación y programación del calendario de riego. Consigue un mayor control de la dosis y frecuencia de riego, ahorrando mano de obra, programa limpieza de filtros o fertirriego y ahorra costes programando el riego en horas de menor coste de energía.

En nuestro caso, la automatización del riego será por tiempos, teniendo en cuenta la dosis necesaria por olivo, el número de emisores por árbol y el caudal a suministrar a cada gotero.

Las electroválvulas juegan un papel fundamental ya que el programador contiene un reloj que manda una señal a la electroválvula cuando ha finalizado el tiempo de riego, y está cierra el paso del agua.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

5.8. ELECTROVÁLVULAS DE RIEGO

Todos los sectores de la plantación no van a ser regados a la vez, sino que se va regar uno en cada turno de riego. Para controlar el flujo de agua se instalarán electroválvulas.

Consiste en una válvula accionada por la corriente eléctrica con una bobina solenoide en su interior que se acciona cuando recibe una señal desde el programador. Disponen de dos posiciones: cerrado y abierto. Permiten una total automatización del sistema de riego.

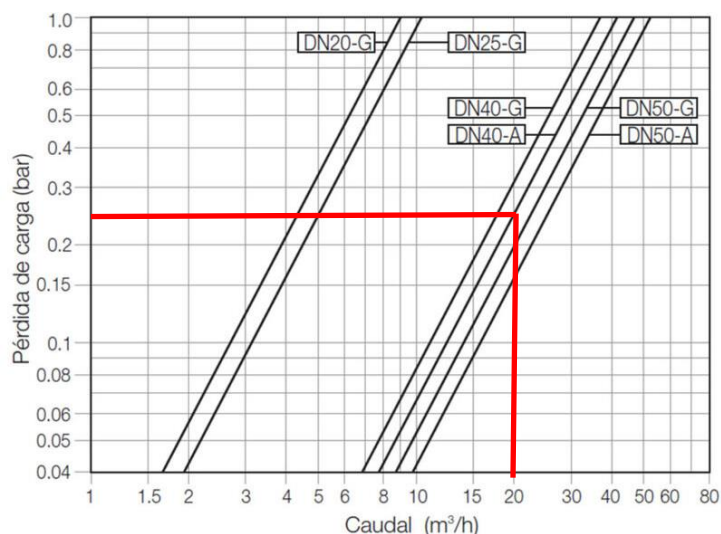
Además se dispondrá una Electroválvula Latch 9V. BerMad 1y1/2 pulgadas DN40 - Latch 9V, ideales para grandes distancias al inicio de cada tubería terciaria. Teniendo en cuenta que tiene unas pérdidas de carga de 2,5 m.c.a.

Ilustración 18 Electroválvula de la tubería terciaria



Fuente: Bermad

Gráfica 1 Diagrama de flujo electroválvula 1 1/2"



Fuente: Bermad

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

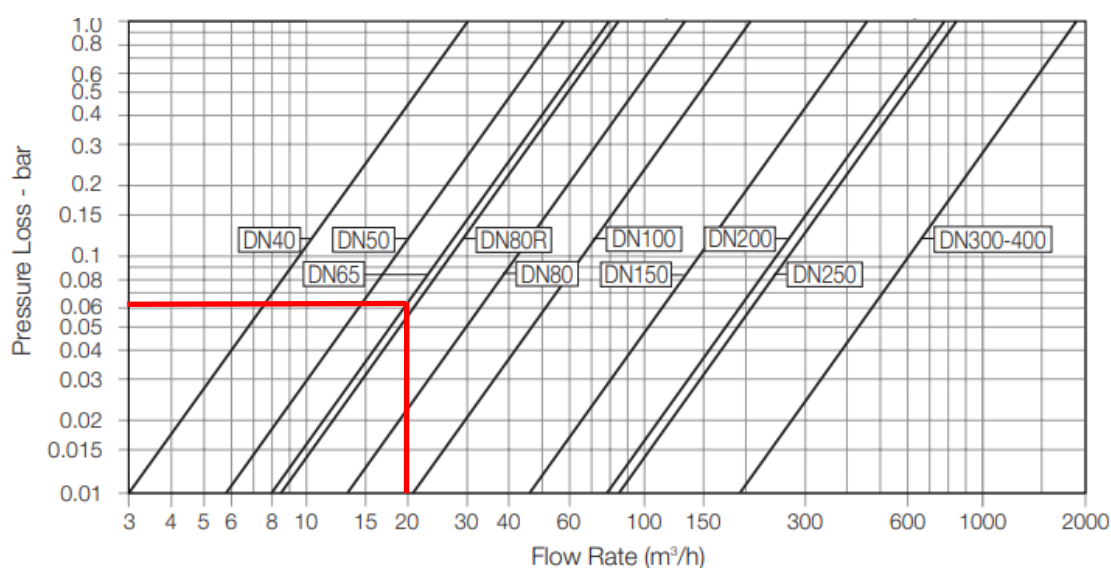
Además se coloca una electroválvula de 2 ½" de la marca Bermad, modelo IR-410-RX, compatible con el resto de la tubería principal y asegurando un flujo adecuado. Esta válvula se instalará tras el sistema de fertiirrigación, justo antes de la salida a campo. Y tendrá una pérdida de carga entorno a 0,6 m.c.a.

Ilustración 19 Electroválvula 2 1/2"



Fuente: Bermad

Gráfica 2 Diagrama de flujo electroválvula 2 1/2"



Fuente: Bermad

Además se añade una llave de corte manual como medida de seguridad adicional, después de la electroválvula y antes de conectarse a la tubería principal de PVC DN 90. Esta llave de corte permitirá detener el flujo de agua manualmente en caso de fallo de la electroválvula, asegurando el control total sobre el sistema.

Las pérdidas de carga serán despreciables.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Ilustración 20 Llave de corte tipo Wafer



Fuente: GAER

5.9. Equipo de bombeo

Se buscará determinar las características del grupo de bombeo necesario para la elevación de agua hasta los nudos de consumo determinados. Desde la arqueta, zona donde captaremos el agua, necesitaremos instalar un grupo de bombeo que eleve el caudal de agua requerido por cada sector hasta nudos de consumo proyectados. En la finca hay un sondeo de 80m en el que se instalará un grupo de bombeo sumergido a 60m de profundidad, pasando el agua por el cabezal donde se filtrará y si se requiere se le incorporarán fertilizantes.

5.9.1. Cálculo de la bomba necesaria

Para el cálculo de la potencia del grupo de necesario, se deberán tener en cuenta:

- Caudal de agua a impulsar por el grupo de bombeo
- La altura manométrica que deberá suministrar el grupo de bombeo
- Rendimiento de la bomba
- Rendimiento del motor

La potencia necesaria se calcula:

$$P(\text{kw}) = 0,736 \frac{Q \left(\frac{\text{l}}{\text{s}} \right) \cdot H(\text{m})}{75 \cdot \eta_H \cdot \eta_E}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

Mientras que el cálculo de la altura manométrica (Hm) suministrada se calcula:

$$H_m = \Delta H_1 + \Delta H_{VÁLV} + \Delta H_{FILT} + \Delta H_{CONT} + \Delta H_{BOMBA} + \Delta H_{ELECTVAL} + \Delta H_{CONEX} + P_{HIDR}$$

Siendo:

- ΔH : pérdidas de carga en la impulsión (m.c.a.)
- $\Delta H_{FILTRADO}$: pérdidas de carga en el cabezal de filtrado (m.c.a.)
- P_N = presión requerida en nudo de consumo
- η_H = rendimiento del grupo de bombeo
- η_E = rendimiento del motor

La presión y caudales de trabajo necesarios al inicio de la red deberán ser los siguientes:

$$H_m = 5,36 + 0,2 + 2 + 0,5 + 0,6 + 60 = 68,5 \text{ m.c.a.}$$

$$H_m = 7,07 + 0,2 + 2 + 0,5 + 0,6 + 60 = 70,37 \text{ m.c.a.}$$

$$H_m = 6,18 + 0,2 + 2 + 0,5 + 0,6 + 60 = 69,48 \text{ m.c.a.}$$

Tabla 25 Presión y caudales necesarios al inicio de la red de distribución

	Q (litros/seg)	P (mca)
SECTOR 1	5,37	68,55
SECTOR 2	5,06	70,37
SECTOR 3	4,21	69,48

Elaboración propia

5.9.2. Elección del grupo de bombeo

Se seleccionará aquella bomba que posea una curva adecuada al rango de funcionamiento necesario (presión y caudal) con un rendimiento aceptable. El caudal para seleccionar la bomba será 5,37 L/s, por lo que:

$$P = 0,736 \cdot \frac{5,37 (70,37)}{75 \cdot 0,75 \cdot 0,75} \cong 8,94 \text{ CV}$$

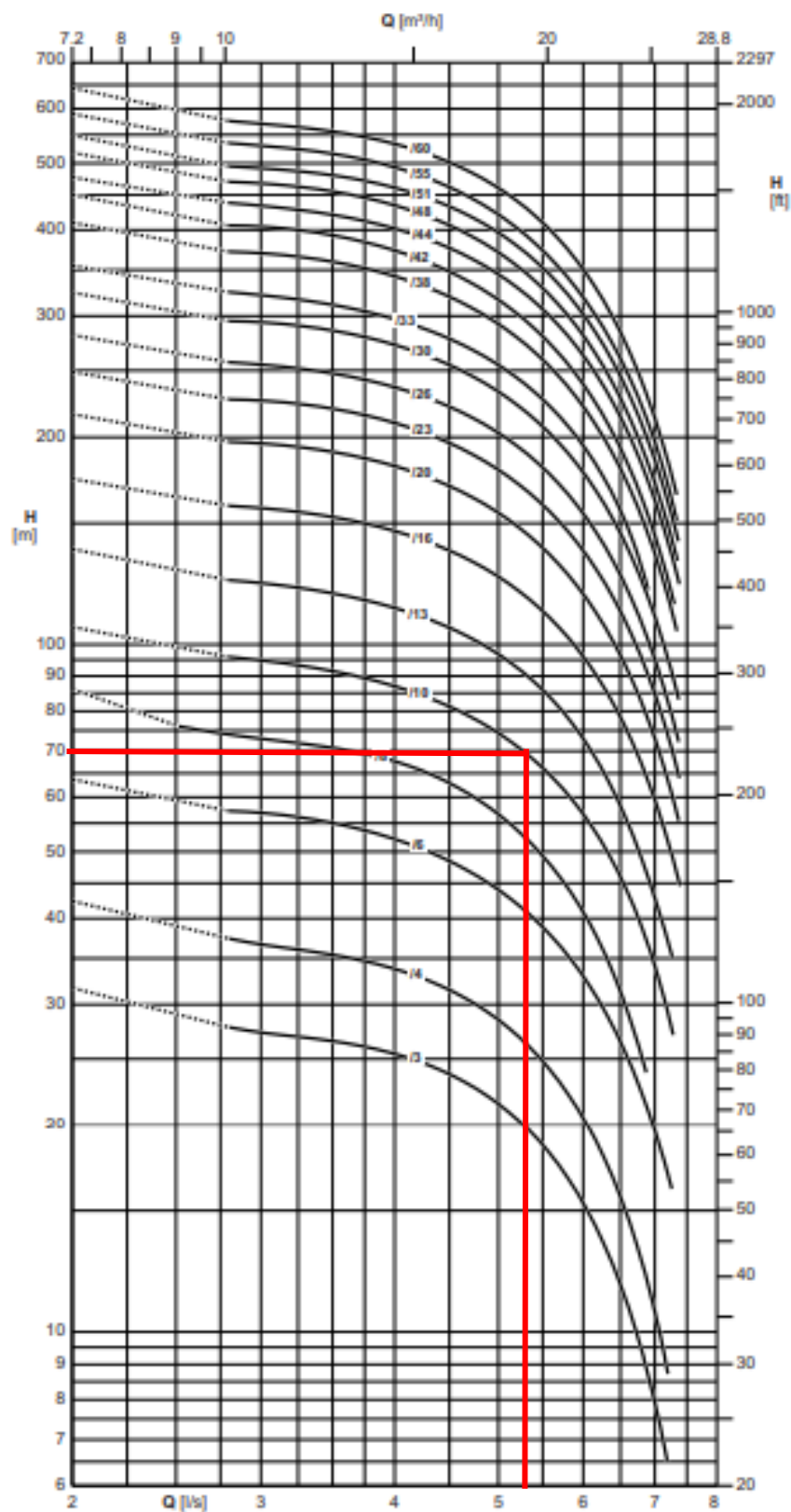
El tipo de bombeo será vertical sumergido **de 8,94 CV de potencia que son 6,59 kW**, instalado en el interior de una arqueta antes de la estación de filtrado, teniendo en cuenta un **rendimiento aproximado al 75 %**. Se debe de comprobar que la curva de funcionamiento de la bomba es capaz de adaptarse a los puntos de funcionamiento de los demás sectores. La bomba dispondrá de un variador de frecuencia de dimensiones

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

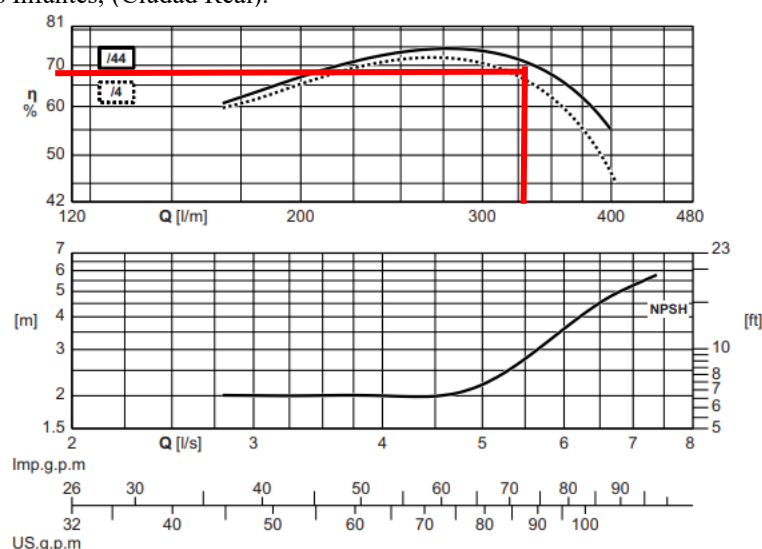
adecuadas para conseguir la regulación en cuanto a presión y caudal deseada en cada momento.

La curva característica del grupo de bombeo encontrado es la siguiente:

Gráfica 3 Curva característica de bombeo



Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).



Fuente: Caprari

La curva característica muestra cómo varía la altura que la bomba puede generar a diferentes caudales donde vemos que para 5,37 l/s y aproximadamente 70 m deberíamos coger la bomba /10, sin embargo en la curva de eficiencia de la bomba vemos que tanto para la bomba /10 como para la inmediatamente superior, el rendimiento va a ser similar por lo que podemos justificar que con la pequeña (/10) va a consumir lo mismo que la mayor (/13) pero con la pequeña va a ir más forzada. Además el tener la bomba más grande nos da la posibilidad de que si en algún momento el cliente quiere hacer una ampliación en la finca, la bomba no va a estar tan limitada.

Se tomará por ello el cuerpo de Bomba CAPRARI E6XD40/13 junto con el motor sumergible MCR410 T 380 V. Las características principales de la bomba son:

Ilustración 21 Características de funcionamiento de la bomba

Electrobomba tipo Elektropumpe typ Elettropompa tipo	Potencia motor Motor-leistung Potenza motore		Instalación horizontal Horizontale installation Installazione orizzontale	Valvula de retención Rückschlagventil Valvola di ritegno Ø	Caudal Fördermenge Portata												
					[l/s]	0	2,6	2,8	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
	[l/min]	0			156	168	180	210	240	270	300	330	360	390	420		
	[m³/h]	0			9,4	10,1	10,8	12,6	14,4	16,2	18	19,8	21,6	23,4	25,2		
	Altura de carga Förderhöhe Prevalenza																
[kW]	[HP]																
E6XD40/3+MCH42	1,5	2	■	2½" Gas	[m]	31,5	-	28	27,5	26,5	25,5	23,5	21,5	18,5	15	11,5	8,2
E6XD40/4+MCH43	2,2	3	■	2½" Gas	[m]	42,5	-	37,5	36,5	35,5	34	31,5	28,5	25	20	15,5	11
E6XD40/6+MCK44	3	4	○	2½" Gas	[m]	64	-	57	57	55	52	48,5	43,5	39	33,5	27	19,5
E6XD40/8+MCR455	4	5,5	■	2½" Gas	[m]	86	75	74	73	71	67	63	56	49,5	41,5	31	-
E6XD40/8+MAC65A	4	5,5	■	2½" Gas	[m]	87	-	78	78	76	71	66	60	52	45	37	28,5
E6XD40/10+MCR475	5,5	7,5	■	2½" Gas	[m]	106	-	96	94	91	87	82	74	66	57	46	33
E6XD40/10+MAC67A	5,5	7,5	■	2½" Gas	[m]	108	-	98	97	95	90	85	78	68	59	47,5	36,5
E6XD40/13+MCR410	7,5	10	■	2½" Gas	[m]	137	-	124	122	118	113	105	97	86	73	59	42

Fuente: Caprari

5.9.3. Tuberías

Llevar el agua filtrada y tratada desde el cabezal de riego hasta el olivar. Previamente en el cálculo hidráulico se ha determinado las características de dichas tuberías.:

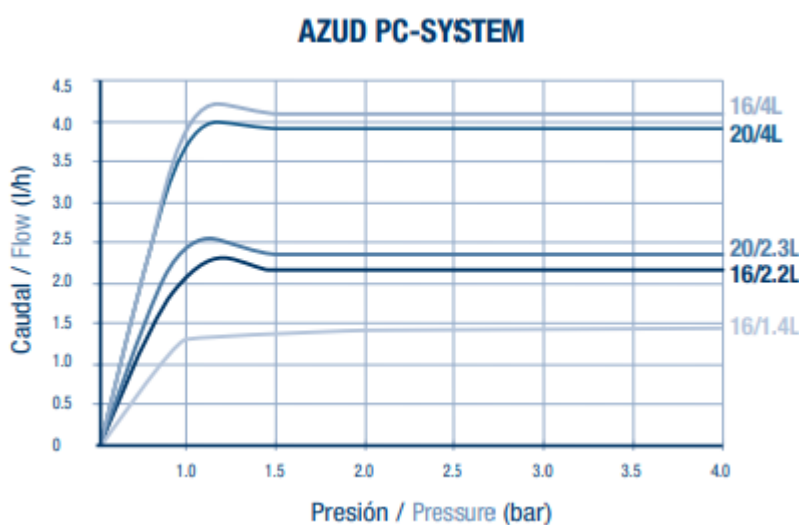
- Tubería primaria de PVC que parte del cabezal de filtrado hasta la tubería secundaria.
- Tubería secundaria de PE 40 UNE EN 1220 trasladan el agua desde la tubería principal a las tuberías portagoteros.
- Portagoteros (subunidades) Las tuberías emisoras Azud PC System, son laterales con gotero integrado turbulento, fabricado en PE espesor de pared 0,9 mm

El final de los portagoteros no será ciego si no que la tubería estará abierta y se colocará un estrangulador para en caso de tener que realizar lavados o por simple mantenimiento de la red, se abrirá el estrangulador para dejar salir el agua y así expulsar las posibles partículas que pueda haber en la red.

5.9.4. Emisores

El emisor está integrado en el lateral, es un gotero autocompensante que emite un caudal de 2,2 L/h y una rango de compensación depresiones de 8-40 m.c.a. con una separación entre goteros de 0,75 metros con 2 emisores por olivo.

Gráfica 4 Gráfica Presiones



Fuente: AZUD

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Con el fin de abastecer de energía eléctrica a todos los componentes necesarios para el funcionamiento del sistema de riego y fertirrigación de la finca, la instalación eléctrica se llevará acabo a partir de un grupo electrógeno de 25 kVA ya existente en la finca. Cuya función será abastecer de energía a la bomba del pozo y de manera secundaria poder conectar otros equipos que sean necesarios. Este grupo está equipado con todas la defensas pertinentes tanto magnetotérmicas conmi diferencial y además, tendrá las salidas de encergía con enchufes de protección de 230 y 400 V.

El cuadro general se encontrará en un lugar accesible dentro de la caseta de riego, protegido contra la intemperie. Incluirá interruptores magnetotérmicos y diferenciales para la protección de los circuitos y se instalarán todos los elementos necesarios para la gestión automática de los equipos.

Se instalará un sistema de control centralizado con un programador de riego montado en un pupitre de acero inoxidable que incluirá selectores manuales y automáticos para las válvulas de fertilizantes, y un voltímetro digital para monitorear la tensión de la red. Las electroválvulas serán gestionadas desde el programador.

Se instalarán dispositivos de protección contra sobretensiones y una puesta a tierra adecuada para proteger todos los equipos eléctricos.

Potencia total demandada

Para el cálculo de potencia total demandada tendremos en cuenta 0,37kw cada uno de los motores reductores de 0,5 CV de los agitadores eléctricos de cada uno de los tres los depósitos de fertirriego. Hay que sumarle la potencia de la electrobomba auxiliar de 3 CV para inyección de los fertilizantes en la red de riego que requiere 3 kw. En cuanto a protecciones y seguridad

Además hay que añadir la potencia demandada por lo tanto $0,37 \times 3 + 3 \text{ kw} + 6,59 \text{ kw} = 10,7 \text{ kW}$ demanda nuestra instalación eléctrica.

La potencia total demandada será de 12,84 kW que dividido por el factor de potencia 0,8 da un resultado de 16,05 kVA, mayorando un 20% para posibles elementos a conectar.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

El grupo electrógeno existente en la explotación es de la marca HIMOINSA, modelo HYW-30 M5 de 25 kVA o 9,7 kw y tensión 400-230V.

Ilustración 22 Grupo electrógeno 25 kVA



SERVICIO		PRP	ESP
POTENCIA	kVA	25	28
POTENCIA	kW	20	22
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	r.p.m.	1.500	
TENSIÓN PRINCIPAL	V	230 V (m)	
FACTOR DE POTENCIA	Cos Phi	0,8	

Fuente: HIMOINSA

7. CASETA DE RIEGO

Ya existe una caseta cerca del sondeo para el resguardo de todo el equipo de filtración, así como de los componentes del sistema de fertirrigación. La caseta, de obra antigua tiene unas dimensiones de 6 x 6 m y cuenta con una pequeña red de agua corriente con un grifo para lavarse las manos, fregar algún utensilio o rellenar algún envase.

8. BIBLIOGRAFÍA

-LIBROS:

D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo. El cultivo del olivo. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. 470 p. ISBN: 84-8476-222-4.

M. Pastor Muñoz-Cobo. Cultivo del olivo con riego localizado. Madrid: Mundi-Prensa, 2005. 328 p. ISBN: 84-8476-303-7.

M. Pastor, J. Hidalgo, V. Vega, J. Girona, L. Soria, F. Orgaz, E. Fernández, J. Rojo. Programación de riegos en olivar. Sevilla: Junta de Andalucía, 2001. 214 p.

M. Gómez del Campo. Olivicultura. Madrid: Publicaciones de la E.U.I.T Agrícola, U.P.M., 2004. 310 p. ISBN: 84-87918-20-5.

C. Palau, J. Arviza Valverde, I. Balbastre, J. Manzano. DIMSUB. [s.l.]: [s.n.], 2019. 256 p.

J. Arviza Valverde. Riego localizado. Valencia: Servicio Publicaciones UPV, 1996. 180 p.

- WEB

AZUD. Azud [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.azud.com> [consulta: 28-08-2024].

Caprari. Serie Desert Energy E4X-E6X [en línea]. [s.f.]. Disponible en: <https://www.caprari.com/es/producto/serie-desert-energy-e4x-e6x/> [consulta: 28-08-2024].

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes, (Ciudad Real).

ANEJO 5

PRÁCTICAS CULTURALES

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	MANEJO DEL SUELO	5
2.1.	Elección del sistema de cultivo de la parcela	5
2.1.1.	Plantación joven	5
2.1.2.	Plantación adulta	6
2.2.	Cubierta vegetal	7
2.3.	Herbicidas	8
2.3.1.	Buenas prácticas de los herbicidas	8
	Al realizar el tratamiento, debemos considerar:	8
2.3.2.	Herbicidas que se aplicarán en la plantación	9
2.3.3.	Aplicación de herbicidas	10
2.4.	Restos de poda	10
3.	PODA Y DESCHUPONADO	11
3.1.	Momento de realizar la poda	11
3.2.	Poda de formación	12
3.3.	Poda de producción o mantenimiento	13
3.4.	Forma de realizar la poda de producción	14
3.5.	Poda de renovación o rejuvenecimiento	15
3.6.	Podas de regeneración: Actuaciones agronómicas cuando se producen daños por heladas	16
4.	TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	17
4.1.	Tratamiento de plagas	17
4.1.1.	Mosca del olivo. (<i>Bactrocera oleae</i> Gmel.)	18
4.1.2.	Prays o polilla del olivo. <i>Praysoleae</i> Bern.	21
4.1.3.	Barrenillo del olivo (<i>Phloeotribuss scara</i> Bern)	24

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

4.2. Enfermedades del olivo	27
4.2.1. Repilo (<i>Spilocea oleagina</i>)	27
4.2.2. Verticilosis (<i>Verticilium dahliae</i> Kleb)	29
4.2.3. Tuberculosis (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Savastanoi</i>)	32
5. FERTILIZACIÓN	36
5.1. Nutrientes esenciales	37
5.2. Factores que determinan las necesidades nutritivas	38
5.2.1. Análisis del suelo	38
5.2.2. Análisis del agua de riego	39
5.2.3. Análisis foliar	39
5.3. Consideraciones sobre la programación del abonado en FERTIRRIGACION	43
5.4. Programación del abonado de FERTIRRIGACIÓN	44
5.4.1. Cálculo de la cantidad de fertilizantes a aportar anualmente	46
5.4.2. Programación de los fertilizantes a emplear mensualmente	47
5.5. Micronutrientes	48
5.6. Tipos de fertilizantes para la FERTIRRIGACIÓN	49
5.7. Soluciones madre	49
5.8. Sustancias húmicas. Ácidos húmicos y fúlvicos	49
5.9. Aminoácidos	50
5.10. Fertilización FOLIAR	50
6. RECOLECCION	52
6.1. Índices de madurez	52
6.2. Mecanización de recolección	52
6.3. Cosechadora Autopropulsada	53
7. BIBLIOGRAFÍA	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de actuación en plantaciones de olivar afectadas por el frío. Prácticas agronómicas recomendadas.	16
Tabla 2 Tratamientos y plan de abonado del olivo	35
Tabla 3 Movilidad de los nutrientes	38
Tabla 4 Niveles críticos de nutrientes en hojas de olivo.	42
Tabla 5 Síntomas visuales de deficiencias nutritivas en el olivo	42
Tabla 6 Aportaciones de Nitrógeno y Potasio por el suelo	44
Tabla 7 Aportaciones de Fósforo por el suelo	44
Tabla 8 Aportaciones de nitrógeno por el agua de riego	46
Tabla 9 Aportaciones de nutrientes a un olivar por cada 1000 kg de capacidad productiva	47
Tabla 10 Cantidades de fertilizante a aplicar anualmente (kg/ha)	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cubierta vegetal espontánea en calles.	6
Ilustración 2 Poda del olivo en supertintensivo.	13
Ilustración 3 Poda de producción bien realizada	15
Ilustración 4 Mosca del olivo, <i>Bactrocera oleae</i> .	18
Ilustración 5 Daños aceituna de picadura de la mosca del olivo, <i>Bactrocera oleae</i> .	20
Ilustración 6 Prays, <i>Prays oleae</i> Bern (adulto)	21
Ilustración 7 Daños en la hoja.	22
Ilustración 8 Detalle de larva neonata de polilla del olivo penetrando en el fruto	22
Ilustración 9 Generación Carpófaga	23
Ilustración 10 Barrenillo del olivo (adulto)	24
Ilustración 11 Orificios de entrada y salida del barrenillo.	25
Ilustración 12 Barrenillo adulto, larvas y galerías.	25
Ilustración 13 Distintos tipos de manchas de repilo en el haz de la hoja	28
Ilustración 14 Síntomas de repilo en fruto.	28
Ilustración 15 Olivo seco por <i>Verticilium</i>	29
Ilustración 16 Rama afectada de defoliación y coloración rojiza.	31
Ilustración 17 Rama afectada por tumores.	33
Ilustración 18 Olivo afectado por tuberculosis.	33
Ilustración 19 Rama de olivo con hoja seleccionada	41
Ilustración 20 Cosechadora cabalgante autopropulsada	53

1. INTRODUCCIÓN

Una vez realizada la plantación, se han de llevar a cabo una serie de labores para el buen desarrollo del olivo, para rentabilizar la producción y alcanzar la entrada en producción lo antes posible.

A continuación, se enumeran y describen las labores de manejo del suelo, fertilización, poda, plagas enfermedades y recolección.

2. MANEJO DEL SUELO

El objetivo del manejo del suelo es mantener la capacidad productiva y una elevada productividad del olivar. Así se consigue la eliminación de las malas hierbas, mantener la fertilidad del suelo y su estructura, que aumenta la disponibilidad de agua en el suelo.

Se va a mantener cubierta vegetal para evitar la evaporación del agua del suelo y evitar la compactación, especialmente en calles. La cubierta vegetal se eliminará, en su momento para limitar la transpiración de esta.

2.1. Elección del sistema de cultivo de la parcela

Dependiendo de la edad de la plantación, se elegirá el sistema de manejo del suelo. Son distintas las labores cuando la plantación es de pocos años a cuando es adulta.

2.1.1. Plantación joven

Cuando la plantación es joven, durante los tres primeros años de plantación no se llevará a cabo, en la línea de los árboles ningún tratamientos herbicidas. El primer año la planta es muy sensible y se producirían daños irreversibles, se pasará un intercepas y si queda alguna hierba se retirará a mano. Se colocan tutores de hierro y protectores rígidos para proteger a la planta del intercepas, evitando que este tumbe o dañe a la planta. Dejaremos una cubierta vegetal espontánea en el centro de las calles junto con restos de poda. Se realizarán pases con desbrozadora en abril-mayo con hierba alta y otra en junio y se queda seca para el resto del verano.

2.1.2. Plantación adulta

A partir de los 3-4 años en las calles se dejará una cubierta vegetal natural durante los meses de otoño e invierno, y en los meses de primavera y verano el control del crecimiento se realiza mediante siega mecánica con desbrozadora y tractor a poder ser a mediados o finales de Marzo. Estos trabajos se realizan con desbrozadora picadora de 2-3 m de corte.

En la línea de plantación se aplicarán herbicidas.

Ilustración 1 Cubierta vegetal espontánea en calles.



Fuente: Agromillora

2.2.Cubierta vegetal

En la zona en estudio hay que tener en cuenta los inviernos tan fríos y los veranos tan calurosos. En invierno, las heladas no son muy fuertes, unos -3, -4°C como máximo y no suelen durar más de 3-4 días de forma esporádica. Hay que observar las heladas de primavera, pero como norma general no es un factor que nos deba preocupar. Con el control de la cubierta vegetal, se intentará amortiguar estos cambios de temperatura. Por ello al principio de la primavera debe de proceder a la siega mecánica.

En verano, se pueden llegar a alcanzar los 41-44°C que pueden “agostar” a la planta joven y de edad media.

La cubierta vegetal aporta unos altos beneficios a la plantación, reduce el impacto de las gotas de lluvia, mejorando los problemas de erosión, mejora la infiltración y aireación del suelo y puede almacenar mayor cantidad de agua, disminuye la escorrentía y ayuda a mantener o incrementar la disponibilidad de nutrientes todo ello se traduce a mayor producción, produce aporte de material orgánico después de la siega, aumenta la aireación.

Además la cubierta vegetal reduce las pérdidas por evaporación directa desde el suelo y favorece la biodiversidad.

Según la exposición anterior se opta por dejar una cubierta vegetal, de generación espontánea, controlada mediante las siegas y seguimiento de posibles enfermedades.

La cubierta se controlará con una desbrozadora GeoTech que elimina las hierbas y facilita su incorporación al suelo.

Durante la etapa joven de la planta, se realizarán pases con desbrozadora en abril-mayo con hierba alta y otra en junio y se queda seca para el resto del verano.

Ya en la etapa adulta de la planta, se dejará una cubierta vegetal natural durante los meses de otoño e invierno, y en los meses de primavera y verano el control del crecimiento se realiza mediante siega mecánica con desbrozadora y tractor a poder ser a mediados o finales de Marzo

2.3. Herbicidas

La aplicación de los herbicidas presenta algunos riesgos por su toxicidad, tanto para el aplicador como para el agrosistema que rodea al cultivo. La utilización de herbicidas será muy restrictiva y se utilizarán sólo cuando sean estrictamente necesarios.

La elección del herbicida se hará siempre en función de las hierbas que se desarrollen en la parcela. Todos los herbicidas que se utilicen deben de estar permitidos por la legislación vigente y se deberá de tener en consideración las limitaciones del uso de cada uno de ellos.

2.3.1. Buenas prácticas de los herbicidas

Al realizar el tratamiento, debemos considerar:

- El aplicador debe de haber realizado el curso de aplicación de plaguicidas.
- El aplicador debe de llevar la equitación idónea para el trabajo que desarrolla.
- Equipo idóneo para la aplicación con control de su perfecto estado y funcionamiento. Calibrado adecuado de la máquina de aplicación para el tratamiento que se realiza.
- Hay que identificar el problema existente, tipo de hierba a combatir, densidad, fenología y estado del desarrollo.
- Situación de la hierba, bajo la copa o en la calle.
- Seleccionar el herbicida más eficaz con dosis mínimas.
- Comprobar que el herbicida está autorizado para su aplicación en el olivar.
- Que tenga mínimo coste e impacto ambiental.
- Aplicar cuando las condiciones atmosféricas sean las adecuadas.
- Consultar la etiqueta y seguir las indicaciones del fabricante.
- Aplicar las mismas dosis en toda la superficie de la parcela, manteniendo una velocidad uniforme del tractor durante toda la aplicación.
- No dejar restos del producto en el depósito. Lavar al finalizar el tratamiento.

En el momento de programar el tratamiento con herbicida:

- Evitar utilizar todos los años el mismo tipo de herbicida, en evitación de tolerancias al mismo.
- No aumentar las dosis si no son efectivos, mejor cambiar la materia activa a dosis bajas.
- Existen momentos en que las hierbas son poco sensibles a algunos herbicidas.
- Existen momentos en el estado del olivar en el que no está permitido la utilización de determinados herbicidas.
- Utilizar siempre la dosis mínima recomendada.
- Seguir la técnica de aplicación de cada herbicida.
- Las malas malas anuales, se controlan mejor con poco desarrollo y menor dosis.
- Visitar con la frecuencia necesaria la parcela controlando inversiones de flora.

2.3.2. Herbicidas que se aplicarán en la plantación

Los herbicidas se aplicarán en primavera con la emergencia de las malas hierbas.

Se utilizarán Oxifluorfen que se absorbe por las hojas y partes verdes de la planta, tiene poca movilidad en la planta y su efecto herbicida dura de 3 a 4 meses en el suelo. Se puede aplicar tanto en preemergencia como en de post emergencia y controla especies anuales.

También se utilizará Glifosato que se absorbe por las hojas y partes verdes de la planta, con movilidad ascendente y descendente en la planta y no persiste en el suelo. Se aplica en post emergencia y controla especies anuales y perennes. La aplicación se realizarán como máximo de 3L/ha año y será la materia activa clave para controlar las especies herbáceas espontáneas que aparezcan a lo largo de la plantación si es necesario.

Por lo que se puede aplicar en cualquier época del año

MCPA nunca se aplicará desde el envero hasta después de la recolección tampoco inmediatamente después de riego o cuando amenace lluvia.

Tendremos especial cuidado entre 4-6 semanas después de la floración hasta el cuajado nunca se aplicará en situaciones con más de 15°C de temperatura o viento.

Trataremos de no mezclarlo con glifosato si es posible ya que reduce su eficacia. Por tanto el MCPA está recomendado para aplicar del mes de Enero al mes de Abril

2.3.3. Aplicación de herbicidas

Los herbicidas se disuelven en agua siguiendo las indicaciones del producto y de las etiquetas que lo acompañan. La eficacia de la aplicación depende en gran manera, del seguimiento de estas indicaciones.

Se aplican mediante pulverizaciones intentando no mojar el suelo por lo que el tamaño de la gota es muy importante. Los herbicidas, nunca se deben de aplicar de forma que moje el tronco o la rama del olivo. Cuanto más pequeña sean estas gotas, se moja más superficie, aunque pueden ser desplazadas por el viento o evaporizadas.

Es muy importante elegir el momento en el que se realizar la pulverización, controlar la velocidad, presión y caudal de la pulverización, y elegir la boquilla y gota adecuada.

2.4. Restos de poda

Los restos de poda serán triturados con una picadora y se dejarán en el centro de la calle, que en un futuro se convertirá en materia orgánica.

La idea es que estos restos de poda controlen las malas hierbas y favorezcan a conservar la estructura del suelo por el aporte de nutrientes y de materia orgánica y evitando la erosión.

3. PODA Y DESCHUPONADO

Entendemos por poda a la serie de operaciones realizadas sobre los árboles, a través de la cual se modifica la forma natural de su vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas con el fin de darle forma y conseguir la máxima productividad, e incluso restaurar o renovar parte o la totalidad del olivo.

Durante la vida de un olivo la poda se debe de adaptar a sus diferentes etapas, pudiendo diferenciar tres periodos. El primero de ellos caracterizado por un intenso crecimiento vegetativo, sin fructificación. Un segundo periodo, de reproducción y gran producción, manteniéndose un adecuado crecimiento vegetativo. Y un tercer periodo, de vejez, se produce tanto en el crecimiento vegetativo como en la producción.

La poda se realiza, entre otras, para eliminar las ramas viejas que son improductivas, repara partes dañadas y favorecer el crecimiento de las jóvenes, consiguiendo la máxima productividad del olivar, vigorizando o restringiendo el desarrollo de sus ramas.

La poda es clave en plantaciones superintensivas, ya que se debe mantener el tamaño del árbol dentro de los márgenes exigidos por la cosechadora.

Hay que eliminar las ramas más envejecidas para dar paso a las más jóvenes. De esta manera se conseguirá una mayor productividad del árbol teniendo zonas de la copa en renovación y zonas en producción.

Dada la importancia de esta labor, procuraremos que las manos que las realicen sean lo más expertas posible.

3.1. Momento de realizar la poda

El momento óptimo para realizar la poda del olivo, comienza justo después de la recolección de la aceituna.

En el Campo de Montiel coincide con los meses de marzo y abril. Es la fecha ideal ya que las temperaturas no llegan a los 15° C, ya ha pasado el periodo de heladas y el olivo no vegeta de la misma manera que con temperaturas superiores.

Se intenta que sea antes de que llegue la primavera o temperaturas superiores a 15°, donde los olivos empiezan a florecer.

En agosto-septiembre se procederá al desvareado.

1. Periodo adulto: En este periodo es cuando el olivo nos va a dar la mayor producción, con ello se busca la productividad. Se deben de realizar aclareos de ramas para que las hojas intercepten la mayor radiación solar, pero manteniendo siempre un volumen la copa. En regadío, esta poda es menos severa.
2. Periodo de vejez: El envejecimiento de los árboles, se nota porque la copa está cada vez más vacía y las ramas tienen cada vez menos hojas. La madera es vieja. Se observan ramas con síntomas de decaimiento. Esta poda tiene que ser severa, retirando madera vieja, debe ser espaciada en el tiempo para permitir la regeneración de la zona eliminada buscando el rejuvenecimiento de la copa. Poda los rebrotes y bajeros para mantener un solo eje central.

3.2. Poda de formación

Es una poda de muy baja intensidad cuyo objetivo es formar el olivo construyendo un esqueleto robusto que soportará tanto a los órganos vegetativos como a la cosecha durante la vida productiva del olivar. Debe tener amplitud compatible con el marco de plantación elegido, pues de ello dependerá la facilidad del manejo y economía de los cuidados culturales, así como la cantidad y calidad de las cosechas.

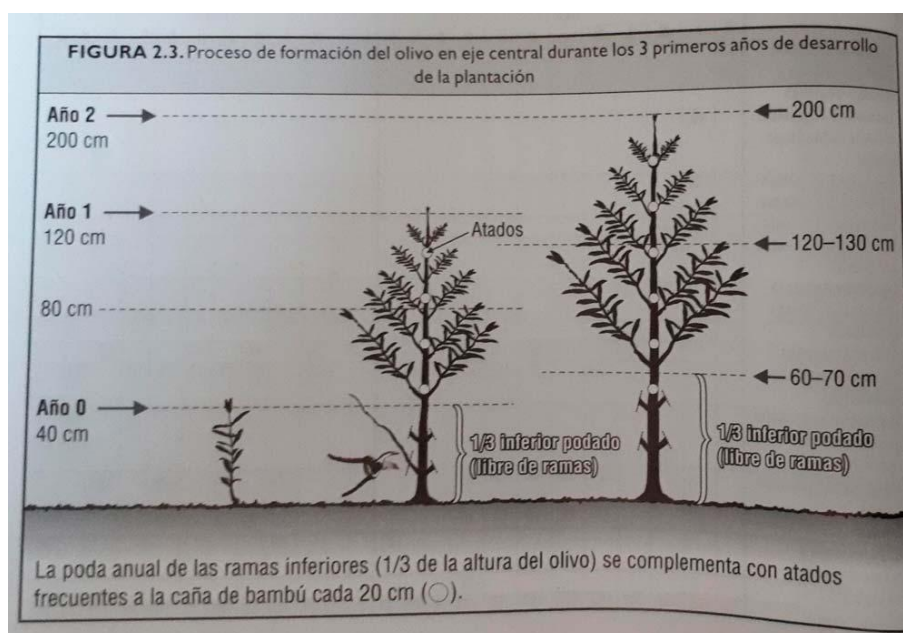
En la formación del olivar en seto es muy importante mantener la dominancia de la yema apical y permitir que crezca sin competencias. Por ello se eliminan los rebrotes que pueden hacer más difícil su desarrollo.

El otro pilar básico de la poda de formación en el olivar superintensivo es podar las ramas inferiores sin sobrepasar un tercio de la altura de la planta para permitir que crezca en altura con facilidad. Se debe ir haciendo hasta que los primeros 60 cm estén libres de vegetación.

Se deben realizar atados cada 20-25 cm, para que la oliva crezca vertical y facilitar su crecimiento en altura.

No deben de realizarse podas severas o muy agresivas, las podas deben de ser las mínimas e indispensables, ya que cuando se realizan intervenciones severas durante este tiempo se alarga el periodo improductivo y disminuye la cuantía de las primeras cosechas.

Ilustración 2 Poda del olivo en supertintensivo.



Detalle del proceso de poda de formación Fuente: Libro “La Revolución del Olivar”

No se realizarán actuaciones a partir de 1 a 1.2 m, durante los 3-4 primeros años, eliminando los pequeños brotes que salgan por debajo del metro de altura.

No se realizarán intervenciones en la copa hasta el 3º-4º año, originándose un tronco de mayor diámetro por lo que al segundo o tercer año se revisarán las ataduras para evitar posibles estrangulamientos.

Dependiendo del crecimiento que tenga el olivo, y pasados los 3 o 4 primeros años, el olivo presentara ramas en varias direcciones. Se debe fomentar el desarrollo de las ramas mejor ubicadas para convertirlas en las futuras ramas principales. Se deben eliminar año tras año las ramas que puedan desviar o limitar su crecimiento. Las ramas mejor ubicadas y seleccionadas como futuras ramas principales son aquellas que están bien distribuidas en el espacio y tienen una inclinación cercana a los 60º con respecto a la horizontal quedando al final tres ramas principales.

Los siguientes años, cuando se vaya definiendo una buena estructura, la poda deberá seguir siendo ligera, con podas cada vez más propias de una producción. Cuando el tronco pueda mantener la copa por sí mismo, se eliminarán los tutores y atados.

3.3. Poda de producción o mantenimiento

La poda de producción en olivar superintensivo se realiza durante el periodo adulto-joven de la vida del árbol, manteniendo una alta relación hoja/madera de forma natural. En este tipo de plantaciones, se recomienda intervenir en la poda con la menor intensidad posible,

especialmente en las áreas con regadío. El objetivo de la poda de producción es aumentar la cantidad de radiación solar captada por la copa interior y exteriormente, lo que mejora la calidad y cantidad de la cosecha, maximizando los rendimientos económicos.

3.4. Forma de realizar la poda de producción

La poda de producción en olivar superintensivo es un proceso fundamental para optimizar la productividad y el aprovechamiento de la luz solar. Se recomienda realizar cortes de aclareo en lugar de rebaje.

En el interior del olivo adulto, se deben eliminar las ramas de gran vigor, chupones grandes y aquellas ramas que entrecrucen y presenten cierto vigor, ya que son poco productivas y afectan negativamente a las ramas principales. También es importante mantener las brotaciones menos vigorosas en el interior del árbol, ya que protegen y sombrean la madera que forma el esqueleto del olivo. Las ramas principales deben tener una inclinación cercana a los 60 grados y evitar tramos horizontales. En la parte superior del olivo adulto, se recomienda cortar las ramas verticales de gran vigor para lograr un equilibrio en altura en toda la copa.

En el exterior del olivo, se deben eliminar las ramas sobrantes que impidan la entrada de luz al resto del árbol. El objetivo es obtener copas con entrantes y salientes que proporcionen una gran superficie exterior de fructificación. Dado que el olivar superintensivo tiene limitaciones hídricas, es recomendable realizar una poda de ramas finas para reducir el consumo de agua, sin excederse. También se deben suprimir o acortar las ramas bajas con deficiente iluminación, ya que producen frutos de peor calidad. En resumen, se busca lograr un máximo aprovechamiento de la luz solar y obtener copas con muchos entrantes y salientes.

Una vez que se ha alcanzado el tamaño deseado, en el caso del olivar superintensivo en seto, se realiza podas para evitar que el crecimiento excesivo dificulte la recolección. Para limitar la altura del seto, se emplea la poda de rebaje o topping mecánico, utilizando barra de discos a una altura entre 2,5-2,7 metros para evitar el sombreamiento de los laterales del seto. Además, se realiza la poda lateral para mantener una anchura adecuada del seto para la máquina de recolección y evitar un excesivo sombreamiento interno. Esta poda lateral puede realizarse manualmente.

Por último, la poda de ramas bajas, conocida como "skirting", se realiza preferiblemente

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

de manera mecánica utilizando máquinas recortadoras de bajos acopladas al frente del tractor o cortadoras de seto manuales. La altura recomendada para esta poda es entre 50 y 60 centímetros del suelo. En fincas de gran tamaño, se emplea la opción mecánica por calles, recortando las ramas bajas de dos filas de olivos en una misma pasada.

Ilustración 3 Poda de producción bien realizada



Fuente: Tractores y máquinas

3.5. Poda de renovación o rejuvenecimiento

A medida que el olivo va envejeciendo, va disminuyendo la relación hoja/madera, con lo que el olivo va acumulando madera que da lugar a un descenso de la cosecha y empeoramiento de la calidad de la aceituna.

El escaso crecimiento vegetativo de los brotes del año, las hojas pequeñas y de mal color, e incluso la defoliación en ciertos sitios, indican que la rama debe ser sustituida, por lo que se debe de iniciar el proceso de renovación escalonado y continuo.

La renovación, no se hará directamente sobre el tronco, si no en segundas cruces de ramas principales, buscando un buen espacio, sin competencia por la luz, ya que serán las ramas secundarias del olivo. La renovación se debe de realizar a medida que las ramas presenten los primeros síntomas de decadencia, aprovechándolos brotes espontáneos que el olivo produzca.

Llega un punto en el que los rebajes laterales necesitan de una frecuencia mayor que la deseada, provocando mermas en las producciones medias, haciéndose necesario la aplicación de podas de renovación enfocadas en el eje central. Esta situación deriva del engrosamiento del tronco, que provoca un aumento del vigor de las ramas que salen de él.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Para la renovación, se precisa el rebaje del tronco a unos 5 -10 centímetros del suelo, que dé lugar a un nuevo brote vertical que lo sustituya, aprovechando siempre que sea posible los brotes existentes sin tener que estimular la aparición de nuevos.

Como opción al rejuvenecimiento del olivar si se desea seguir con el sistema superintensivo, si se imposibilita la poda de renovación deberá hacerse el arranque y la nueva plantación del olivar.

3.6. Podas de regeneración: Actuaciones agronómicas cuando se producen daños por heladas

El olivo suele aguantar bien las heladas en paradas vegetativas, aunque son sensibles a las heladas de primavera, cuando ya se ha iniciado el movimiento de la savia.

La temperatura que alcancen las heladas, hará que los daños afecten de manera diferente en hojas, yemas, brotes y raíces. Por ello en la Tabla 1 se describen actuaciones en olivares dañados por las heladas

Tabla 1 Criterios de actuación en plantaciones de olivar afectadas por el frío. Prácticas agronómicas recomendadas.

	NIVEL DE DAÑO		
PRACTICAS AGRONOMICAS RECOMENDADAS	HOJAS AFECTADAS (Tª: 0/-5°C)	BROTES Y RAMAS DE POCA EDAD DAÑADAS (Tª: -5/-12°C)	TRONCOS Y RAMAS GRUESAS DAÑADAS (Tª: -12°C)
	Las hojas se ponen pálidas conformen pasan los días, y acaban dando lugar a zonas muertas que suelen ir cayendo.	Las hojas van cogiendo un color pardo indicando daños de importancia para el olivar.	
SANITARIAS	Tratamientos de cobre para evitar la infección por tuberculosis.		Conveniente proteger los cortes de poda realizados para eliminar los daños producidos por la helada. Seguimiento y control de Euzofera y Barrenillo.
PODA	Poda fuerte o de producción en primavera para eliminar ramas afectadas.	Esperar a ver con claridad los daños de la helada con la floración en primavera, y eliminar brotes y ramas muertas o muy dañadas, cortando por su base.	
RIEGO	Regar a partir de marzo para favorecer brotación, crecimiento vegetative y desarrollo de inflorescencias.	Regar con la brotación de primavera, aumentará el crecimiento de los órganos de sustitución. Hay que ajustar el volumen de agua aportado al nuevo volumen de copa, tras las podas severas para evitar encharcamientos y asfixia radicular.	
FERTILIZACION	Ajustar la fertilización al tamaño con que queden los árboles tras la poda. Tener en cuenta igualmente la humedad disponible en el terreno. Recomendable El empleo de aminoácidos y bioestimulantes. Los excesos de abonado nitrogenado pueden haber aumentado la susceptibilidad al frío, punto a tener en cuenta para años sucesivos.		
MANEJO DEL SUELO	Los sistemas con cubierta vegetal son más susceptibles de heladas,, en estos casos mantener el suelo totalmente limpio de vegetación o malas hierbas cuando se mantiene el suelo compacto lo que se da en condiciones de no laboreo.		

Elaboración propia. Fuente: La poda del olivo, moderna olivicultura.

4. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

En Castilla La Mancha el cultivo del olivo se ve amenazado por varias plagas y enfermedades que pueden ocasionarle daños. Hay infinidad de agentes que pueden ocasionar plagas en los olivares por lo que tomando como base las Guías de Gestión Integral de Plagas que facilita el Ministerio de Agricultura, y revisando periódicamente el Boletín Fitosanitario de la Consejería de Agricultura de Castilla – La Mancha, vamos a tratar algunos de los organismos de origen animal que causan daño al olivo con cierta frecuencia.

La eficacia de los tratamientos fitosanitarios para el olivar dependen de una serie de factores clave, entre los que destacan:

- El estado de salud del olivo.
- Las condiciones climáticas.
- La época en la que se va a recolectar la aceituna.

Teniendo en cuenta estos factores y si el olivar está en buenas condiciones se recomienda hacer un primer tratamiento preventivo, principalmente con productos con abundante cobre para prevenir la entrada de hongos por las hojas. Es un tratamiento foliar, aplicado mediante pulverización que moje tanto el haz como el envés de la hoja. Con esta prevención, se prepara al olivo para que tenga una buena floración. Normalmente se realiza entre los meses de marzo y abril.

4.1.Tratamiento de plagas

Las plagas más importantes que se dan en el Campo de Montiel en el cultivo del olivar son:

- Barrenillo del olivo
- Prays
- Mosca del olivo

4.1.1. Mosca del olivo. (*Bactrocera oleae* Gmel.)

Pertenece al orden de insectos de los Dípteros, es la plaga más importante en el cultivo del olivar ocasionando importantes pérdidas económicas

La mosca del olivar en estado adulto es semejante, en tamaño, a la mosca doméstica, mide entre 4-5 mm de longitud. Cabeza ancha, de color amarillo rojizo. Los ojos son grandes de color verde. El tórax presenta tres líneas longitudinales de colores rojizos. Tiene alas transparentes y en cada extremo de las alas tiene una manchita.

Los huevos son blancos lechosos, de forma alargada, redondeada en los extremos, los deposita bajo la epidermis del fruto, no apreciándose en el exterior solo se aprecia una mancha algo aceitosa de color marrón.

Ilustración 4 Mosca del olivo, Bactrocera oleae.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Puede desarrollar de dos a cuatro generaciones anuales dependiendo de la climatología. Las hembras de la primera generación hacen la puesta en aceitunas que se encuentran endureciendo el hueso, generalmente entre la segunda quincena de julio y agosto, dependiendo de las zonas. La oviposición se efectúa mediante una pequeña incisión en la piel del fruto, que a los pocos días cambia de color, tornándose ocre y quedando una marca característica.

Cuando la larva nace excava una galería, se alimenta de la pulpa y desarrolla tres fases larvarias, todas de color blanco o ligeramente amarillento. Una vez desarrollada la larva de tercera edad se transforma en pupa dentro del fruto o en el suelo. Se puede observar un orificio de salida, que lleva a una galería extendida por todo el fruto.

Los adultos de esta generación de verano dan lugar a la siguiente generación de otoño, iniciando la “picada” u oviposición entre septiembre y octubre, dependiendo de las zonas. Cuando el fruto se encuentra en su máximo tamaño en la fase de envero, y no es raro encontrar más de una picada en una misma aceituna.

Dependiendo del clima de las comarcas oliveras, podrá desarrollarse otra generación o directamente afrontará el invierno en forma de pupa.

La temperatura es determinante en el desarrollo e intensidad del ataque de la mosca del olivo. En zonas con temperaturas por encima de los 36°C en verano, como es nuestro caso, apenas hay presencia de la plaga. Sin embargo, zonas con veranos frescos tienen una presión constante.

Es conveniente recordar que las condiciones ambientales de temperatura y humedad son un factor limitante para el desarrollo de la mosca del olivo. El rango óptimo de temperatura está comprendido entre 20-25°C, acompañado de una humedad relativa elevada (80-85%). Las temperaturas inferiores a 6°C y superiores a 35°C pueden interrumpir su desarrollo

Daños

Los daños directos más importantes se producen cuando las larvas viven y se alimentan del interior del fruto (pueden comerse entre un 10 y un 30% del peso de la aceituna) la aceituna se cae conforme crecen las larvas, produciendo una merma en la producción.

Los daños indirectos se deben a la pérdida de calidad del aceite obtenido a partir de los frutos atacados.

La proliferación de hongos y otros microorganismos en el interior de las galerías abandonadas, deterioran las características químicas y organolépticas del aceite.

Ilustración 5 Daños aceituna de picadura de la mosca del olivo, Bactrocera oleae.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Estrategia de lucha

Como métodos de prevención, labrar después de la recolección, para disminuir la población invernante. Una recolección temprana para reducir los efectivos de la generación de otoño, origen de las poblaciones del año siguiente.

Controlar el exceso de abonado nitrogenado y el exceso de vegetación, que favorecen el desarrollo de la mosca, por el microclima más fresco que se crea entre las ramas.

Para el control de *Bactrocera oleae* hay dos tipos de tratamientos:

- Tratamientos en parcheo (tratamiento cebo): es un método de control de adultos para evitar que la aceituna sea picada. Se trata 1-2 m² de la copa de cada olivo orientada al sur, con una mezcla de insecticida autorizado más un atrayente
- Tratamientos en pulverización total a la copa del olivo, con insecticida autorizado. Se realizará en caso que los frutos picados por mosca superen el 5-7%.

Se alternarán materias activas de diferentes grupos de insecticidas si fuese necesario hacer más de un tratamiento.

4.1.2. Prays o polilla del olivo. *Praysoleae* Bern.

Se considera la segunda plaga que causa mayores pérdidas económicas. Pertenece al orden de los lepidópteros. El adulto es una polilla gris plateada, con alas posteriores rodeadas de mechones. Larva, mariposa, de color marrón con tonos claros.

Huevo color blanco lechoso que, al incubarse, se vuelve de tonos amarillos. Es lenticular, blanquecino. Al eclosionar tiene tonos marrones debido a los excrementos de la larva.

Transcurrido el periodo larval, se transforma en crisálida de color arena de playa en el interior de un capullo sedoso, poco tupido que permite observar el interior.

Ilustración 6 Prays, Prays oleae Bern (adulto)



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Ciclo biológico

Las tres generaciones que se suceden a lo largo de la campaña afectan sucesivamente a la hoja y yemas (generación filófaga), a la flor (antófaga) y al fruto (carpófaga).

- Filófagas. Realizan galerías en hojas. Se alimentan de hojas y yemas. El ciclo se inicia en otoño, en los meses de octubre-noviembre, las hembras adultas depositan sus huevos en el envés de las hojas y las larvas se mantienen durante el invierno en galerías interiores que realizan en las hojas nada más nacer.

Al final de esta estación, las larvas cavan galerías y cambian varias veces de hoja. En la última fase de larva ya no caben en el interior de la hoja y se alimentan exteriormente de yemas y hojas.

En los meses de marzo o abril la larva ya tiene un tamaño importante, no pueden comer dentro de las hojas, se sitúa en el envés de las hojas y se sigue alimentando de la misma y forman crisálida.

Ilustración 7 Daños en la hoja.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

- **Antófagas:** En abril y mayo, los adultos que provienen de la generación anterior depositan los huevos en los botones florales, con preferencia por el cáliz. Las larvas neonatas al salir del huevo penetra dentro del botón que aun está cerrado y se alimentan de anteras y el estigma. En los mismos botones florales, se transforma en crisálida. Evolución más rápida, en un mes y medio.
- **Carpófagas.** Los adultos de la generación antófaga, que aparecen de mayo a junio, realizan la puesta preferentemente en los restos del cáliz, situados cerca del pedúnculo del fruto. Tras 5-6 días las larvas nacen y entran en la aceituna antes de que se endurezca el hueso. Pueden romper los haces que mantienen el péndulo unido al fruto y provoquen la caída de este. Una vez alcanza su máximo desarrollo, la larva sale por la inserción del pedúnculo, cayendo el fruto.

Ilustración 8 Detalle de larva neonata de polilla del olivo penetrando en el fruto



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Daños

- Generación Filófagas. Daños inapreciables en las hojas y en las yemas.
- Generación Antófaga. Generalmente los daños no suelen ser graves. En plantaciones jóvenes en formación produce daños de diversa consideración y difícil cuantificación.
- Generación Carpófaga. Los daños son los más importantes se hace patente a partir de septiembre, cuando la larva al salir del fruto hace que este caiga al suelo, conlleva un perjuicio económico.

Ilustración 9 Generación Carpófaga



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Estrategia de lucha

Dependiendo del momento en que nos encontremos podemos aplicar dos sistemas de control de plagas:

- En la generación filófaga no se recomienda realizar tratamiento.
- En la generación antófaga debe de realizarse al inicio de la floración, con el máximo número de larvas nacidas y antes de las primeras crisálidas. Es recomendable no tratar si hay abundante floración y bajo nivel de plaga.
- En la generación carpófaga, se tienen que utilizar productos de alto nivel de penetración. Hay que mojar muy bien el árbol, siendo la generación que produce más daño.

Otro factor de regulación son los insectos, sobre todo los himenópteros y crisopas, aunque no son suficientes para evitar los tratamientos

4.1.3. Barrenillo del olivo (*Phloeotribus scar* Bern)

Esta plaga se considera plaga secundaria del olivar. Hace décadas era una plaga importante, pero una gestión adecuada de los restos de poda ha reducido su presencia e intensidad de ataque.

El barrenillo, es un pequeño escarabajo, de color pardo oscuro, coleóptero, de unos 2 mm aproximadamente, grueso y cilíndrico, con antenas como si fuesen tridentes y cabeza redonda.

El huevo es de color amarillento, del huevo nace una larva que es de color blanco lechoso con el cuerpo en forma de arco, es apoda, cabeza redondeada y mandíbulas muy potentes con las que abre las galerías en las zonas afectadas.

No es aconsejable dejar los restos procedente de la poda almacenada, ya que es un punto de ataque esencial para el barrenillo al igual que los árboles enfermos o deprimidos.

Ilustración 10 Barrenillo del olivo (adulto)



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Ciclo biológico

En estado adulto pasan el invierno en galerías que hacen en las hojas de las que salen en marzo-abril, acuden a las leñas de poda o a aquellos árboles dañados por enfermedades, heladas o cualquier otro motivo, en cuyo interior la hembra realiza la puesta excavando galerías debajo de la corteza que se identifican por la emisión de serrín.

Ilustración 11 Orificios de entrada y salida del barrenillo.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Pasados 10-12 días nacen las larvas que inician una galería bajo la corteza de la cual se alimentan. Estas galerías son perpendiculares a las de las puestas y en ellas están unos 40-60 días hasta llegar al estado adulto. Se dirigen hacia los olivares próximos para alimentarse y, en general, estos adultos pasan el invierno originando el ataque de la primavera siguiente.

A veces, al final del verano es posible una segunda generación, que acorta los tiempos de desarrollo.

Ilustración 12 Barrenillo adulto, larvas y galerías.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Daños

Causan graves daños, principalmente en árboles enfermos o debilitados. En su etapa larvaria, ataca restos de poda y a los árboles enfermos por diversas razones. Estos árboles tienen escasas posibilidades de recuperarse una vez atacados.

Los daños más significativos ocurre debido a la apertura de galerías para alimentarse, causan heridas en el árbol y provocan desecación y caída del fruto. Estos daños son más comunes en áreas donde existen leñeras mal acondicionadas, generalmente en núcleos de poblaciones rurales, que se encuentran cerca de los olivares favorece la proliferación del barrenillo y aumenta el riesgo de daños.

Este coleóptero pasa el invierno en estado adulto, en galerías excavadas en las axilas de las ramas, yemas, hojas y pedúnculos de frutos. En los días templados del final del invierno, el barrenillo se dirige a los restos de poda, si no los encuentra, busca los olivos más débiles para realizar la puesta en ellos..

Estrategia de lucha

En Castilla La Mancha existe una legislación específica, la orden de 17 de mayo de 1996, publicada en el DOCM nº 25 de 30 de mayo de 1996. Que obliga a quemar los restos de poda antes de la salida de los jóvenes barrenillos o bien guardar la madera antes de que se infecte en lugares cerrados, salvo en el caso que se opte por su trituración.

Más del 10% de brotes con adultos vivos son ataques severos, que se tratan tras el verano, mediante pulverizadores con productos organofosforados.

Otro factor de regulación son los insectos, sobre todo himenópteros como *Cheilopachus quadrum*, *Rhaphitelus maculatus*, *Cerocephala eccoptogastri* y *Eurytoma morio*.

4.2. Enfermedades del olivo

Se relacionan las enfermedades más comunes en la zona donde se sitúa el olivar. Por su incidencia se describen: Repilo (*Spilocaea oleagina*), Verticilosis (*Verticillium* sp) y Tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi*).

4.2.1. Repilo (*Spilocaea oleagina*)

Esta enfermedad esta ocasionada por un hongo que se desarrolla en las hojas del olivo. Las esporas de *F. oleagineum* necesitan temperaturas entre 15-20 °C y lluvia o una humedad muy elevada (por encima del 98%) sobre los órganos susceptibles (las hojas) durante uno o dos días para dispersarse, causar infecciones en otras hojas y extender la enfermedad en la parcela. Por esto, el repilo es especialmente importante en los periodos húmedos del otoño-invierno y en primaveras lluviosas y frescas, periodos clave que deben ser considerados para prevenir el desarrollo de la enfermedad.

El ciclo evolutivo del repilo tiene 4 fases:

- Germinación: Necesita un grado de humedad superior al 98% y temperaturas entre 0 y 27° C.
- Infección: Las primeras infecciones aparecen al final del verano con las últimas lluvias o al principio de otoño, requieren agua sobre la hoja durante 1-2 días.
- Esporulación. Aparición al exterior de los cuerpos de la hoja de los cuerpos fructíferos, forman los síntomas visuales que propaga la enfermedad. Con una duración entre 4 y 15 semanas se produce el periodo de la incubación. Es el periodo que transcurre entre la infección y la aparición de síntomas externos.
- Diseminación. Las conideas, se dispersan casi exclusivamente por el agua de lluvia, de ahí que la diseminación se produzca siempre de arriba a abajo siendo las zonas bajas del olivo las más afectadas.

Síntomas y daños

La enfermedad del repilo puede producir daños tanto en las hojas como en el fruto:

En las hojas: El síntoma más característico es la aparición en el haz de las hojas de unas

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

manchas que en principio son de color oscuro y posteriormente se rodean de un halo amarillento y la zona central también va cogiendo esta tonalidad. En otoño-invierno no suele aparecer el halo, es muy usual en primavera.

Si las temperaturas son suaves en verano, aparecen manchas pequeñas irregulares y de color pardo.

Como consecuencia se produce defoliación disminuyendo de forma importante la productividad.

Ilustración 13 Distintos tipos de manchas de repilo en el haz de la hoja



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

En el fruto: Es muy rara la infestación del fruto, y cuando se produce hay una pérdida en la calidad del aceite. El síntoma evidente son manchas redondeadas de diferentes tamaños de color pardo-negruzco, que se van haciendo más visibles conforme madura el fruto. El fruto cae prematuramente si la lesión se localiza en la parte del péndulo.

Ilustración 14 Síntomas de repilo en fruto.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Sistemas de control, estrategia de lucha

Se aconseja aumentar las podas de aireación de las copas para que no haya mucha humedad y elegir la variedad más aconsejable a la zona, en especial con sumo cuidado, en las humedades y cercanías de ríos y arroyos. No excederse en el abono nitrogenado.

En zonas y variedades sensibles, es necesario tratar con compuestos a base de cobre al final de verano y del invierno. También se recomiendan las aplicaciones al final de primavera mezclando el cobre con un fungicida sistémico para controlar las infecciones tardías.

4.2.2. Verticilosis (*Verticilium dahliae* Kleb)

Esta enfermedad está producida por un hongo del suelo, que entrando por la raíz del olivo infecta los vasos conductores del árbol impidiendo la circulación de la sabia por lo que la planta se seca.

Se desarrolla especialmente, en plantaciones de regadío y en nuevas plantaciones en terrenos que han estado ligados a plantaciones con este patógeno.

El hongo produce fructificaciones y estructuras de resistencia, y su principal fuente de infección son los microesqueletos presentes en el suelo, los cuales pueden persistir durante más de 10 años.

Es, sin duda, la enfermedad que más preocupa al agricultor por la dificultad para combatirla.

Ilustración 15 Olivo seco por Verticilium



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Ciclo evolutivo, desarrollo de la enfermedad

Comienza con la germinación de los microesclerocios en el suelo, estimulados por exudados radiculares, donde pueden persistir entre 12 y 14 años, hasta que encuentran una planta cuya raíz pueda ser atacada. Es capaz de desarrollarse sobre una gran cantidad de especies como el algodón, el cártamo, girasol, remolacha, pimientos, tomates etc.

La enfermedad empieza, generalmente, por la raíz, atacando a esta o al tallo por algunas de las lesiones producidas durante el laboreo o por algunos insectos, aunque es capaz de penetrar en la raíz sin que esta tenga daño alguno.

Las hifas resultantes penetran en las raicillas y llegan al xilema de la planta, donde el hongo crece y forma conidios que se transportan por la savia hacia las hojas. Una vez infectada, la planta reacciona formando sustancias viscosas, provoca la obturación de los vasos y como resultado, la defoliación.

Las hojas caídas forman nuevos microesclerocios en el suelo, dando inicio a nuevos ciclos de la enfermedad. Las temperaturas entre 20 y 25°C favorecen su desarrollo, y la incidencia es mayor en cultivos de regadío.

Síntomas y daños

Esta enfermedad, no siempre se manifiesta de la misma forma. Se manifiesta en dos síndromes: apoplejía y decaimiento lento, que pueden coexistir en un mismo árbol.

La apoplejía, es una muerte rápida del olivo o como daño menor de las ramas afectadas. Este ataque suele producirse durante los meses de otoño-invierno. Generalmente las hojas permanecen adheridas sin desprenderse del olivo.

Se produce una seca rápida de ramas y brotes que suele comenzar en la parte más alta, llegando a arruinar la planta y ocasionándole la muerte. Las ramas afectadas pueden tomar una coloración purpura o morada.

El decaimiento lento, aparece generalmente en primavera, aparece una alta defoliación, que se inicia por lo más alto de la rama, mientras que la inflorescencia permanece

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

adherida. Aunque también pueden ocurrir en verano, suelen ir acompañados del momificado de flores y menos frecuentemente de frutos, dependiendo del estado fenológico del árbol en el momento en el que tengan lugar los síntomas.

El daño de esta enfermedad puede ser grave, llegando a producir la muerte del olivo y siempre afecta al rendimiento de la cosecha.

Ilustración 16 Rama afectada de defoliación y coloración rojiza.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Sistema de control, estrategia de lucha

No existe ningún sistema para erradicar esta enfermedad, por lo que tenemos que acudir a medidas preventivas.

Evitar hacer plantaciones de olivos, en terrenos que anteriormente hayan estado plantados de tomates, pimientos, patatas, algodón etc, siempre plantones libres de patógenos. No volver a plantar el terreno donde hubo olivos infectados.

Si ya está la parcela infectada, En caso de infección, se deben eliminar los tejidos infectados, tratamientos químicos y restringir los riegos para reducir la humedad, que favorece el desarrollo del hongo. La fertilización equilibrada de nitrógeno y potasio, así como un manejo adecuado del riego, son fundamentales. Dado que la enfermedad se ve favorecida por la humedad, se deberá restringir los riegos.

4.2.3. Tuberculosis (*Pseudomonas syringae* pv. *Savastanoi*)

La tuberculosis, causada por una bacteria, también llamada roña o verruga, produce tumores o verrugas, que dificultan el paso de la savia y se desarrollan aisladamente, principalmente en las ramas jóvenes, aunque también afecta a las raíces. La calidad del aceite puede disminuir cuando los frutos se ven afectados por la enfermedad.

Ciclo evolutivo

La bacteria necesita heridas para penetrar que pueden ser causadas en la recolección por el vareo o por la vendimiadora, por heladas que ocasionan grietas en ramas o heridas por granizo. Aunque es muy frecuente la entrada por brotes que pierden la hoja y se secan.

Humedad alta y temperaturas templadas, entre 21 y 24° C donde el agua se encarga de dispersar la bacteria. El olivo suele verse afectado principalmente en otoño y primavera. En las infecciones de otoño no aparecen los signos hasta la primavera siguiente y en los de otoño, aparecen los síntomas a las 2 semanas de la infección. Cabe destacar que la variedad Cornicabra es generalmente la variedad más afectada por la enfermedad.

Los tumores dan cobijo a la bacteria de una estación a la siguiente, constituyendo por tanto el principal lugar en el que se encuentra el inóculo que inicia las epidemias aunque también se ha demostrado la presencia epifita de esta bacteria en ramas y hojas así como su migración por el interior de las plantas, y la existencia de infecciones latentes que pueden tardar varios meses en dar lugar a síntomas visibles.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Ilustración 17 Rama afectada por tumores.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Síntomas y daños

Los tumores, se forman en las ramas jóvenes de 2-3 años, en forma de pequeños abultamientos, en principio son verdes y lisos, van aumentando progresivamente de tamaño, de unos 2-3 cm haciéndose duros y de una superficie irregular. Con el tiempo los tumores son marrones y muy prominentes, se van agrietando facilitando la puesta de otras plagas.

Los ataques más frecuentes, se producen en los brotes que pierden la hoja y secan, lo que produce importantes pérdidas tanto por la calidad del aceite, como por la pérdida de frutos.

La presencia numerosa de los tumores o “verrugas” produce un debilitamiento general que con los años se traduce en pérdida de productividad.

Ilustración 18 Olivo afectado por tuberculosis.



Fuente: MAPA. Guía GIP OLIVAR

Estrategia de lucha

No existen métodos eficaces de control, por este motivo es conveniente establecer una estrategia de control integrada en las parcelas afectadas por esta enfermedad, siguiendo las recomendaciones siguientes:

- Realizar la poda en tiempo seco para evitar infecciones.
- Eliminar las ramas afectadas por tumores o verrugas.
- Podar los olivos más afectados en último lugar.
- Desinfectar las herramientas después de la poda de los olivos enfermos.

En la recolección por vareo o mediante vendimiadora se producen gran cantidad de heridas por lo que en parcelas con olivos afectados de tuberculosis, se recomienda realizar un tratamiento preventivo como he comentado anteriormente, utilizando algún compuesto de cobre..

Tabla 2 Tratamientos y plan de abonado del olivo

ESTADO FENOLOGICO	FECHA APROX.	TRATAMIENTO	PRODUCTO	DESCRIPCION
DESPUES DE LA RECOLECCION	Febrero	Análisis foliar	N, P,K ,Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B	Evaluar el estado nutritivo del olivo tras la cosecha y con qué reservas cuenta para iniciar el ciclo, para diseñar el plan de abonado
		Tratamiento Foliar	Cobre	Cura para prevenir ataque de hongos
SALIDA DE INVIERNO		Suelo	Abono complejo N-P-K	Abonado de fondo de nutrientes N-P-K para el ciclo vegetativo
INICIO BROTACION	Marzo	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
			Estimulante vegetativo	Aminoácidos
			Insecticida	Prevención de plagas: mosca, prays
			Cobre	Prevención de hongos: repilo
SIEGA MECANICA	Abril	Suelo	Desbrozadora	Segar la cubierta vegetal con desbrozadora
SIEGA QUIMICA		Suelo	Herbicida	Secar la hierba de los ruedos
INICIO FLORACION	Mayo	Foliar	Insecticida	Prevención de plagas
Abono complejo N-P-K			Abonado foliar	
EUZOPHERA		Troncos y ramas	Insecticida	Solo en caso de presencia
DESVARATEO QUIMICO		Troncos	Herbicida	Cortar el crecimiento de varetas. Tratar las varetas cuando tienen <10cm. Repetir en caso de nuevo crecimiento
CUAJADO DEL FRUTO	Junio	Foliar	Insecticida	Prevención de plagas: prays, mosca
			Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
MITAD DEL CICLO	Julio	Análisis foliar	N, P,K ,Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B	Evaluar eficacia del plan de abonado, y corregir carencias
EUZOPHERA	Septiembre	Troncos y ramas	Insecticida	Solo en caso de presencia
OTOÑO CUANDO BAJEN LAS TEMPERATURAS		Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
			Cobre	Prevención de hongos: repilo
			Insecticida	Prevención de plagas: mosca
SIEGA QUIMICA	Octubre	Suelo	Herbicida	Secar la hierba de los ruedos

Elaboración propia.

5. FERTILIZACIÓN

Un buen programa de fertilización es aquel que obtiene una rentabilidad del gasto efectuado máxima y que es respetuoso con el medio ambiente. Esto implica optimizar el uso de los recursos y evitar aplicaciones excesivas de fertilizantes que puedan tener impactos negativos en el suelo y los ecosistemas de alrededor. El objetivo es satisfacer las necesidades nutritivas de las plantas cuando los nutrientes presentes en el suelo no son suficientes para su crecimiento adecuado.

En este contexto, la fertilización de fondo juega un papel fundamental al preparar el suelo para soportar las exigencias nutricionales del cultivo durante su ciclo productivo.

Se opta por realizar una enmienda orgánica antes de la plantación debido a los niveles medios-bajos de materia orgánica, sin llegar a ser una carencia grave. Se decide incorporar estiércol de ovino como enmienda orgánica para mejorar la estructura del suelo, incrementar la capacidad de retención de agua y optimizar la disponibilidad de nutrientes.

El estiércol se aplicará dos semanas antes de la plantación, marcando previamente las líneas de plantación con el tractor que se usará para esta tarea. Para garantizar una correcta distribución, se empleará un carro enterrador, que enterrará el estiércol a una profundidad de 25-30 cm, directamente en la línea donde se desarrollarán las raíces de los árboles. El objetivo es mejorar los niveles de materia orgánica en el suelo hasta una profundidad de 30 cm, en función de los valores obtenidos en los análisis de suelo desarrollados en el Anejo 2.

La cantidad total de estiércol a aplicar sería:

$$11.320 \text{ plantas} * 10\text{kg} = 113.200 \text{ kg}$$

Es decir aplicaría inicialmente 113 tn en las 6,7 ha del olivar que se proyecta. Teniendo en cuenta que es posible que se necesiten aplicaciones adicionales en años posteriores, por lo que se volverán a realizar estudios de suelo para hacer seguimiento del estado del suelo.

El abonado de fondo ya ha sido tratado anteriormente en esta memoria y también ha quedado explicado en el apartado 4.2. Correcciones de las propiedades químicas del suelo del Anejo 3.

Los olivos toman los nutrientes del suelo a través de las raíces. Aunque si el suelo no tiene suficiente agua debido a la sequía, los nutrientes pueden no estar disponibles para la absorción radicular. En esos casos, se recomienda aplicar los nutrientes por vía foliar, es decir, pulverizando los nutrientes en las hojas.

La aportación de nutrientes debe basarse en las necesidades específicas de cada planta u olivar. Se deben realizar análisis foliares para determinar qué nutrientes están por debajo de los niveles considerados adecuados y sólo aplicar aquellos nutrientes que estén deficientes, ya que aplicar nutrientes cuando no se necesitan puede resultar en desequilibrios nutricionales y dificultar la absorción de otros nutrientes necesarios.

El análisis foliar nos da información sobre los elementos nutritivos necesarios para corregir deficiencias, pero no proporciona detalles sobre la cantidad y la forma de aplicarlos.

5.1. Nutrientes esenciales

A los elementos nutritivos de las plantas se les llama esenciales, excluyendo el oxígeno, hidrógeno y carbono que son suministrados por el agua y por el aire. Tienen gran importancia en el crecimiento y desarrollo de los olivos ya que son necesarios para que la planta complete su ciclo de vida y no pueden ser reemplazados por otros. Los nutrientes esenciales se dividen en macronutrientes y micronutrientes.. Los elementos esenciales se clasifican en:

- Macroelementos o macronutrientes. Nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre. El nitrógeno es especialmente importante, ya que se absorbe principalmente en forma de nitrato y juega un papel fundamental en la absorción de magnesio y potasio.
- Microelementos o micronutrientes. Hierro, magnesio, zinc, cobre, molibdeno, boro y cloro son necesarios en cantidades más pequeñas, pero no menos importantes para el crecimiento saludable del olivo.

Estos nutrientes son asimilados, del suelo, por la planta y son esenciales para su buen desarrollo.

Tabla 3 Movilidad de los nutrientes

MUY MOVIL	MOVIL	MOVILIDAD MEDIA	INMOVIL
N	P	Zn	B
K	Cl	Cu	Mg
Na	S	Mn	Ca
		Fe	
		Mo	

Elaboración propia

5.2. Factores que determinan las necesidades nutritivas

Para lograr un programa de fertilización efectivo, es necesario tener en cuenta las necesidades específicas del olivar. Es esencial saber el tipo de suelo que tenemos, mediante un análisis antes de la plantación y por un análisis físicoquímico cada 5-6 años. Es importante tener en cuenta la movilidad de los nutrientes en el suelo ya que el nitrógeno y el potasio, son muy móviles, mientras que otros, como el hierro y el calcio, son inmóviles en el suelo.

Para determinar las carencias del olivar utilizaremos el análisis foliar que proporciona información sobre los nutrientes que están por debajo de los niveles adecuados, y nos permite suplementar únicamente los elementos esenciales necesarios en un momento dado, además podemos observar la aparición de síntomas de carencia, ver disponibilidad de agua, edad de la plantación y productividad de esta para un buen programa de fertilización.

5.2.1. Análisis del suelo

El análisis de suelo es esencial para conocer las características y limitaciones del suelo en el establecimiento y mantenimiento de un olivar con información de las necesidades nutritivas y la fertilidad del suelo.

El contenido de nutrientes en el suelo no siempre está directamente relacionado con los niveles de nutrientes en las plantas. Puede ser que los análisis muestren valores muy bajos en un nutriente y los olivos no presenten deficiencias aunque es muy probable que haya deficiencias en esos nutrientes. En ocasiones los valores de nutrientes en el suelo son normales, pero puede haber deficiencias debido a bloqueos de nutrientes en el suelo.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Es recomendable realizar análisis del suelo cada 3-4 años para evaluar los contenidos de nutrientes y detectar posibles deficiencias o bloqueos. Es fundamental para ajustar el plan de fertilización y garantizar un equilibrio adecuado de nutrientes en el olivar. Además, podemos identificar y diagnosticar toxicidades causadas por excesos de sales, como el sodio, el cloro y el boro, que pueden afectar negativamente el desarrollo y la producción del olivar.

Otro punto a tener en cuenta es la erosión, el suelo más fértil suele ser el que se pierde debido a la erosión, y es necesario incorporar abonos para compensar esa pérdida y aprovechar al máximo los fertilizantes aplicados.

5.2.2. Análisis del agua de riego

La programación de la fertilización se harán en consecuencia de los resultados de estos análisis, corrigiendo las carencias que se detecten.

El agua es el elemento más importante para la vida y desarrollo del olivo. El objetivo del riego es satisfacer las necesidades del olivar por ello el análisis del agua y conocer el contenido en sales minerales es imprescindible para poder hacer una programación adecuada.

En el anejo 2, se relacionó los resultados de los análisis del agua de riego para esta finca.

5.2.3. Análisis foliar

El análisis de un buen muestreo de hojas es el mejor método para diagnosticar el estado nutritivo de la planta. Consiste en el análisis químico de una muestra de hojas, muy útil para identificar desórdenes nutritivos, detectar niveles bajos de nutrientes antes de que aparezcan deficiencias perjudiciales, medir las respuestas a los programas de fertilización y detectar toxicidades causadas por elementos como cloro, boro y sodio, que pueden ser confirmadas en complemento con análisis del suelo.

Para que estos análisis sean lo más fiable posible tienen que cumplirse las siguientes normas.

- La parcela debe de ser homogénea en cuanto a la variedad, edad de la plantación, prácticas de cultivo, tipo de riego.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

- El tamaño de la muestra de hojas debe estar compuesto generalmente entre 100 y 200 hojas.
- Se debe establecer un itinerario de muestreo que cubra toda la parcela. Se excluyen los árboles situados en los bordes y aquellos cuyo aspecto sea diferente al general.

Es importante tener en cuenta que en el olivo se pueden encontrar hojas de tres edades diferentes: del año, de un año y de dos años. Cada una de estas hojas tiene funciones fisiológicas y contenidos de nutrientes distintos, por lo que no se puede tomar una muestra de hojas al azar. Además, el contenido mineral de una hoja varía a lo largo del ciclo anual y está relacionado con la fenología del árbol.

Época y procedimiento del muestreo

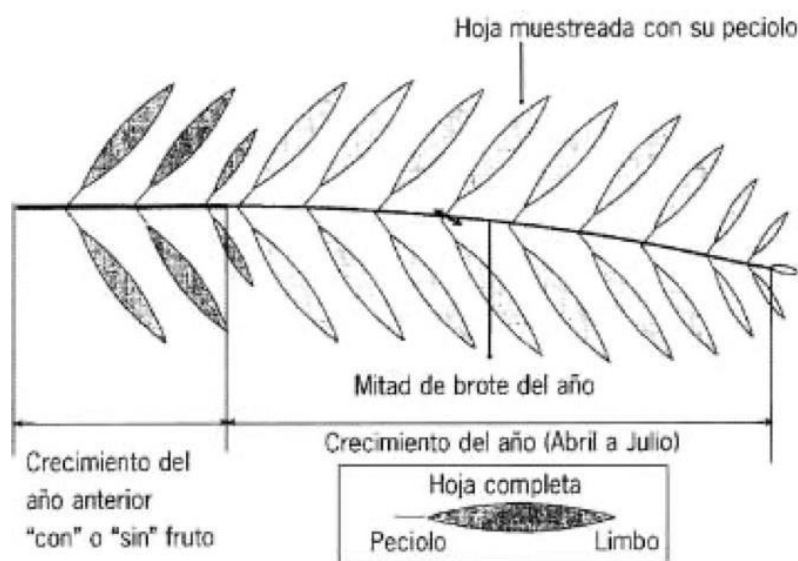
El muestreo debe realizarse en una época en la que las concentraciones de los elementos en la hoja sean estables. Normalmente en la segunda quincena del mes de julio, aunque también se acepta durante todo el mes de julio y durante el reposo invernal. Además, la edad y el tipo de hoja también influyen en la época apropiada para el muestreo.

Las hojas muy jóvenes son menos estables en su contenido mineral, mientras que las hojas más antiguas exportan nutrientes y pueden estar más afectadas por insectos u otras causas. Se deben seleccionar de 2 a 4 hojas de los ramos de crecimiento del año que estén totalmente expandidas, procedentes de brotes sin frutos y con entre 3 y 5 meses, eligiéndolas al azar pero descartando aquellas que presenten anomalías. Se recomienda seleccionar hojas de brotes del año en posición media a basal que contengan el peciolo.

La parte del olivo muestreada debe ser la zona externa situada a la altura de la vista del muestreador, y se deben tomar hojas de las 4 orientaciones del olivo. Es importante minimizar el contacto de las hojas con las manos y realizar el muestreo con cuidado.

Además, se han establecido niveles críticos de nutrientes para facilitar la interpretación de los resultados del análisis en la tabla 4.

Ilustración 19 Rama de olivo con hoja seleccionada



Fuente: Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar

Interpretación de los análisis foliares

Los resultados obtenidos deben de valorarse junto con las características generales de la plantación, y con los síntomas que se observen en una inspección ocular minuciosa.

Tabla 4 Niveles críticos de nutrientes en hojas de olivo.

ELEMENTO	DEFICIENTE	ADECUADO	TÓXICO
NITROGENO (%)	1,4	1,5-2,0	-
FOSFORO (%)	0,05	0,1-0,3	-
POTASIO (%)	0,4	>0,8	-
CALCIO (%)	0,3	>1	-
MAGNESIO (%)	0,08	>0,1	-
MANGANESO (ppm)	-	>20	-
CINC (ppm)	-	>10	-
COBRE (ppm)	-	>4	-
BORO (ppm)	14	19-150	185
SODIO (%)	-	-	>0,2
CLORO (%)	-	-	>0,5

Elaboración propia. Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del olivar

Los valores altos no suelen producir toxicidad, aunque en algunos casos pueden afectar a la asimilación de algunos nutrientes.

Tabla 5 Síntomas visuales de deficiencias nutritivas en el olivo

ELEMENTO NUTRITIVO	COPA DEL ARBOL	BROTES	HOJAS	FRUTO
NITROGENO	Tamaño pequeño Poca densidad Alta densidad	Poco crecimiento Ápices necrosados	Pequeñas Color amarillento Alta defoliación	Poca densidad Apariencia normal
POTASIO	Tamaño normal Ramas péndulas	Poco crecimiento Entrenudos cortos	Síntomas en hojas basales Algo más pequeñas Color amarillento Poca defoliación	Normal
CALCIO	Tamaño pequeño	Ápices necrosados Proliferación de brotes laterales	Síntomas en hojas apicales Color amarillento, abarquilladas necrosis	Poca densidad Apariencia normal
MAGNESIO	Normal	Síntomas en hojas basales Puntas amarillas Aparición de bandas	Parcialmente clorótico	Maduración más temprana
ZINC	Normal	Normal	Síntomas en hojas apicales Color blanquecino en zonas internerviales	Clorótico
HIERRO	Normal	Normal	Síntomas en hojas apicales Color blanquecino en zonas internerviales	Clorótico

Fuente: Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar

5.3.Consideraciones sobre la programación del abonado en FERTIRRIGACION

La fertirrigación, que consiste en aplicar de fertilizantes junto al agua de riego.

Se destacan las ventajas de la fertirrigación, como una mejor asimilación de nutrientes debido a la actividad de las raíces en el bulbo húmedo, permite una mayor disponibilidad de nutrientes, ya que se aplican disueltos en el agua y se concentran en el bulbo, y un ahorro de mano de obra y un mayor control de la dosis de aplicación.

Sin embargo, la fertirrigación también presenta algunas desventajas, un gran desembolso económico inicial y el riesgo de obstrucciones en el sistema de riego si no se utiliza correctamente. Salinizar el suelo y un descenso gradual de la fertilidad en las zonas húmedas debido al lavado de nutrientes son también consecuencias de la fertirrigación.

En la fertirrigación es importante conocer parámetros como el pH, contenido de carbonato cálcico, contenido de arcilla y contenido de sales.

Para implementar la fertirrigación, se requiere un sistema con depósitos para almacenar los macronutrientes (N-P-K), micronutrientes y ácido de limpieza para disolver posibles precipitaciones en el sistema de riego. Se deben instalar junto al cabezal de riego. A través de un motor eléctrico se acciona dosificador de abonos que succiona la solución fertilizante de un depósito sin presión y la inyecta a la red de riego a una presión mayor que la del agua. Se recomienda la automatización mediante un programador de riego.

La fertirrigación se realizará mediante un equipo automático de tipo Venturi, con propia bomba inyectora, ubicado en el cabezal de riego, que suministrará los nutrientes en la forma y tiempo adecuados. Dispondrá de una bomba inyectora que suministrará el caudal necesario en cada momento. A pesar de suponer un coste adicional elevado en la inversión inicial, en última instancia es garantía de calidad en la aplicación y asimilación de los fertilizantes necesarios.

El control de la fertirrigación se basará en las siguientes consideraciones:

- Control del pH y de la CE.
- Los análisis del agua, foliares y del suelo o edafológicos

5.4. Programación del abonado de FERTIRRIGACIÓN

A continuación, se desarrollan una serie de factores que se deben considerar en la aplicación de fertiirrigación.

Teniendo en cuenta en la parcela en estudio un suelo con un 30% de Arcilla que nos evalúa el riesgo de lixiviación de Nitrógeno aportado y la capacidad de absorción del Potasio. Observando la Tabla 6 vemos un aporte necesario de 15 kg/ha de N y 15 kg/ha de K₂O.

Tabla 6 Aportaciones de Nitrógeno y Potasio por el suelo

	APORTACIONES (kg de nutriente/t)		
	CONTENIDO DE ARCILLA DEL SUELO (%)		
	MENOR QUE 10%	20%	MAYOR QUE 40%
N	17	15	13
K ₂ O	20	15	20

Elaboración propia. Fuente: Cultivo del Olivo con Riego Localizado

Y el contenido de carbonato cálcico, nos indica el bloque de fósforo, menor del 1% vemos en la Tabla 7 un aporte de 4 kg/ha de P₂O₅.

Tabla 7 Aportaciones de Fósforo por el suelo

	APORTACIONES (kg de nutriente/t)	
	CONTENIDO DE CARBONATO CÁLCICO DEL SUELO (%)	
	MENOR QUE 20%	MAYOR QUE 40%
P ₂ O ₅	4	6

Elaboración propia. Fuente: Cultivo del Olivo con Riego Localizado

Teniendo en cuenta el agua de riego

Tomando los análisis de agua realizados (Anejo 2) y el volumen de riego que se aplica, calculamos las aportaciones de nitrógeno por el agua de riego

$$\frac{kg}{ha} \text{ nutriente} = \frac{[nutriente] * VR * Ctr}{100.000} * Ef$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Siendo:

- [nutriente]: nutriente agua riego mg/l
- VR: volumen de riego
- Ctr: coeficiente de transformación (Nitrato: 22,6; MgO: 166,6; K₂O: 182)
- Ef: factor de eficiencia

Se realizan los cálculos con esta metodología para el mes de Mayo, pero en la Tabla 8 se recoge el resumen para el resto de meses donde el riego tiene un papel importante.

Cálculo de nitrógeno aportado anualmente por el agua de riego:

- $NO_3^- = 0,55 \text{ meq/l} = 34,08 \text{ mg/l}$
- $VR = 382,45 \text{ m}^3/\text{ha y mes}$
- $Ctr = 22,6$
- Ef: 0,9

$$N = \frac{34,08 * 1\text{m}^3 * 22,6}{100.000} * 0,9 = 0,00693 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

La cantidad de N que aporta el agua de riego en el mes de mayo (382,45 m³/ ha) es:

$$382,45 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} * 0,00156 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,65 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

Cálculo de potasio aportado en el mes de mayo por el agua de riego:

- $K^+ = 0,12 \text{ meq/l} = 4,70 \text{ mg/l}$
- $VR = 382,45 \text{ m}^3/\text{ha y mes}$
- $Ctr = 182$
- Ef: 0,8

$$N = \frac{4,7 * 1\text{m}^3 * 182}{100.000} * 0,8 = 0,00684 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

La cantidad de N que anualmente aporta el agua de riego (2000 m³/ ha) es:

$$382,45 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} * 0,00684 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,61 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Cálculo de magnesio aportado en el mes de mayo por el agua de riego:

- $K^+ = 5,8 \text{ meq/l} = 70,47 \text{ mg/l}$
- $VR = 382,45 \text{ m}^3/\text{ha y mes}$
- $Ctr = 166,6$
- $Ef: 0,6$

$$N = \frac{70,47 * 1m^3 * 166,6}{100.000} * 0,6 = 0,07 \frac{kg}{m^3}$$

La cantidad de N que anualmente aporta el agua de riego (2000 m³/ ha) es:

$$382,45 \frac{m^3}{ha} * 0,07 \frac{kg}{m^3} = 26,9 \frac{kg}{ha}$$

Tabla 8 Aportaciones de nitrógeno por el agua de riego

APORTACIONES MENSUALES DE NUTRIENTES POR EL AGUA DE RIEGO					
MES	RIEGO m ³ /ha.mes	RIEGO l/olivo.día	AGUA DE RIEGO (kg/ha.mes)		
			N	K	Mg
MAYO	382,45	7,401	2,65	2,62	26,94
JUNIO	457,77	8,858	3,17	3,13	32,25
JULIO	466,88	9,035	3,24	3,19	32,89
AGOSTO	435,95	8,436	3,02	2,98	30,71
SEPTIEMBRE	204,24	3,952	1,42	1,40	14,39
TOTAL	1947,284	37,682	13,50	13,33	137,17

Elaboración propia.

5.4.1. Cálculo de la cantidad de fertilizantes a aportar anualmente

Consideraremos una producción de 8.300 kg/ha, teniendo en cuenta que la fertilización cambiará en función de la cosecha esperada.

En una primera aproximación, se estima la dosis de abonado, teniendo en cuenta la producción, los niveles de fertilidad del suelo y eficiencia de los fertilizantes. La aportación variará año tras año, dependiendo de los resultados del análisis foliar.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Tabla 9 Aportaciones de nutrientes a un olivar por cada 1000 kg de capacidad productiva

NUTRIENTE	Kg/t	kg/ha	g/olivo
N	15	124,5	74,7
P205	4	33,2	19,9
K20	15	124,5	74,7
MgO	3	24,9	14,9

Elaboración propia. Fuente: Cultivo del Olivo con Riego Localizado

Las aportaciones de la Tabla 8, están corregidas con los porcentajes de arcilla y carbonato cálcico, según los datos obtenidos en el libro del Cultivo del Olivo con Riego Localizado, y la producción considerada.

- N:15 kg/t (arcilla 20%)
- P_{10} : 4 kg/t (carbonato cálcico < 20%)
- K_{10} : 15 kg/t (arcilla 20%)

Tabla 10 Cantidades de fertilizante a aplicar anualmente (kg/ha)

NUTRIENTE	CAPACIDAD PRODUCTIVA (t/ha)	EXTRACCION (kg/t)	FERTILIZANTES QUE APORTAR ANUALMENTE		APORTADO POR AGUA DE RIEGO	FERTILIZANTES QUE APORTAR ANUALMENTE
			kg/ha	g/olivo		
N	8,3	15	124,5	74,7	13,50	111,00
P205	8,3	4	33,2	19,9		33,20
K20	8,3	15	124,5	74,7	13,33	111,17
MgO	8,3	3	24,9	14,9	137,17	0

Elaboración propia

Las necesidades para el magnesio se cubren con el agua del riego, por lo que no se realizará abonado de forma directa.

5.4.2. Programación de los fertilizantes a emplear mensualmente

Lo primero que haremos será realizar la división de la aplicación de los fertilizantes a lo largo del ciclo de riego. Las cantidades de N, P y K aportadas mensualmente no deben ser homogéneas, ya que dependen del ciclo vegetativo del olivo.

Programación de nutrientes a emplear mensualmente:

- Nitrógeno: las formas amoniacales, aplicadas en dosis bajas, concentran el elemento, cerca del punto de aplicación, siendo retenidos por los coloides del

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

suelo. Parte de este amonio lo toma la planta directamente y otra se transforman en nitratos. Lo ideal es aportarlo en pequeñas dosis y con gran frecuencia, lo que permite una mejor distribución. Se aportará con mayor proporción en los meses de primavera-verano, al coincidir con la época de mayor demanda provocada por el gran crecimiento vegetativo y el cuajado y crecimiento inicial del fruto reduciendo esta proporción a partir del mes de agosto con el endurecimiento del hueso.

- Fósforo: Se aporta en mayor cantidad al final del verano y principalmente en otoño, se relaciona con el desarrollo del fruto. Los iones fósforos son pocos solubles. El fraccionamiento del fosforo, no es tan esencial como el del nitrógeno, ya que no hay riesgo de lavado.
- Potasio: Se aplica en cantidades semejantes a lo largo de los diferentes meses especialmente en otoño.

También se puede aplicar siguiendo la misma pauta que el fosforo.

En la Tabla 10 vemos las cantidades de fertilizante a aportar mensualmente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Dosis totales mensuales de nutrientes a aportar en un olivar de 1.667 olivo/ha y una producción esperada de 8,3 t/ha

MES	% MENSUAL			APORTACIÓN MENSUAL (kg/ha)		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
MAYO	50	20	0	55,50	6,64	0,00
JUNIO	25	20	20	27,75	6,64	22,23
JULIO	20	20	25	22,20	6,64	27,79
AGOSTO	5	20	25	5,55	6,64	27,79
SEPTIEMBRE	0	20	30	0,00	6,64	33,35
TOTAL	100	100	100	111,00	33,20	111,17

Elaboración propia

5.5. Micronutrientes

Evaluando la necesidad de aplicar micronutrientes de manera específica vemos que no será necesario realizar aplicaciones adicionales ya que los productos utilizados para corregir las deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio, fundamentales para el desarrollo de los olivos, suelen contener ciertos porcentajes de micronutrientes que compensan cualquier posible carencia.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

En el caso del cobre, con las aplicaciones que se realizan para el tratamiento contra el repilo es suficiente.

5.6. Tipos de fertilizantes para la FERTIRRIGACIÓN

Se pueden utilizar abonos líquidos y sólidos solubles. Se seleccionan abonos exentos de cloruros, sodios y sulfatos, para no aumentar los niveles de alcalinidad ni salinidad del suelo. Los fertilizantes para fertirrigación deben de cumplir la siguiente normativa:

- Se debe de conocer la composición y densidad de los productos empleados para reducir las posibilidades de obturación de los goteros.
- No deben causar daños a los materiales de la instalación de riego.
- No pueden sufrir alteraciones ni provocar cambios en otros fertilizantes con los que se mezclen.
- Deben evitar la obstrucción de los goteros, manteniendo una reacción de ácida a neutra.
- Deben tener un índice de solubilidad aceptable según el agua de riego que tenga.

En caso de utilizar fertilizantes sólidos, estos se diluirán en depósitos al efecto antes de distribuirlos por la red de riego.

5.7. Soluciones madre

El producto que se obtiene de diluir el abono sólido en agua constituye las soluciones madres. Estas soluciones madres deben de cumplir las siguientes condiciones:

- La solución madre debe de tener un pH entre 5-6.
- El dosificador se regulará de tal forma que el fertilizante no supere el 2 x 1.000
- No utilizar fosfatos y sulfatos con aguas que contengan sales de magnesio y calcio.
- Después de la fertirrigación se debe de limpiar todo el equipo con agua durante al menos media hora.

5.8. Sustancias húmicas. Ácidos húmicos y fúlvicos

Se realizará una aplicación con el fruto cuajado el año de plantación sobre la segunda quincena de Julio para acondicionar el suelo y mejorar y rejuvenecer el medio de cultivo se utiliza el ácido húmico que repercute en la planta con un mejor crecimiento y productividad y el ácido fúlvico actúa sobre los fertilizantes provocando un mayor rendimiento de estos.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

No son nutrientes, son potenciadores de los nutrientes y proporcionan una fertilización más eficaz, hacen que los minerales se absorban mejor, además de proporcionar una mejor retención del agua.

Se aplicará con fertirrigación BIORGANIC – (Extracto húmico total 35,0% - Ácidos Fúlvicos 32% - 1,7% N + 0,6% P₂O₅ + 5% K₂O + 0,9% CaO p/p) a una dosis de 20 l/ha.

5.9. Aminoácidos

En olivar no se suelen utilizar aminoácidos, sólo algunas en situaciones extremas de verdadera necesidad. No se ve necesario realizar ninguna aplicación aunque sería posible aplicarlos por fertirrigación con la plantación joven mejorando el enraizamiento o mejorando la asimilación del potasio. También se aplica para mejorar la floración por vía foliar. Son productos tóxicos, que deben de aplicarse con un alto control.

5.10. Fertilización FOLIAR

Se pueden realizar tratamientos fitosanitarios y abonados foliares, aunque trata de una fertilización complementaria. La cantidad de micronutrientes que se aprovechan en estas fertilizaciones son mínimas dadas las dosis que se utilizan de estos productos.

Sin embargo, hay algunos inconvenientes a tener en cuenta:

- Si se trata inmediatamente antes o durante la lluvia, el fertilizante será lavado por el agua. Algunos nutrientes no son absorbidos y se contamina el terreno.
- Se pueden esperar respuestas positivas, si se detecta una deficiencia y se aplica.
- No se ha demostrado un aumento de la producción en olivares adultos asociada a la aplicación foliar por lo que su uso se recomienda solo para el tratamiento en viveros y en plantaciones jóvenes.

Por otro lado:

- Corrige las carencias en menor tiempo.
- Los nutrientes aportados tienen una asimilación rápida.
- Es una aplicación más efectiva ya que se reducen las pérdidas de abono por lixiviación.
- Algunos elementos no son bloqueados como si ocurre en determinados suelos.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Los tratamientos de fertilización foliar se realizan mediante un atomizador y hay que tener en cuenta, la edad del olivo y de las hojas, fórmula empleada y concentración de la composición, el momento y frecuencia de aplicación a la hora de realizar los tratamientos, ya que pueden influir en la absorción de los nutrientes. Por ejemplo, el Sodio, Fósforo y Nitrógeno son elementos con fácil absorción.

Tabla 11 Calendario fertilización anual de la finca en proyecto en Ciudad Real

ESTADO FENOLOGICO	FECHA APROX.	TRATAMIENTO	PRODUCTO	DESCRIPCION
DESPUES DE LA RECOLECCION	Febrero	Análisis foliar	N, P,K ,Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B	Evaluar el estado nutritivo del olivo tras la cosecha y con qué reservas cuenta para iniciar el ciclo, para diseñar el plan de abonado
		Tratamiento Foliar	Cobre	Cura para prevenir ataque de hongos
SALIDA DE INVIERNO		Suelo	Abono complejo N-P-K	Abonado de nutrientes N-P-K para el ciclo vegetativo
INICIO BROTACION	Marzo	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
			Estimulante vegetativo	Aminoácidos
INICIO FLORACION	Mayo	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar
MITAD DEL CICLO	Julio	Análisis foliar	N, P,K ,Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B	Evaluar eficacia del plan de abonado, y corregir carencias
OTOÑO CUANDO BAJEN LAS TEMPERATURAS	Septiembre	Foliar	Abono complejo N-P-K	Abonado foliar

Elaboración Propia

6. RECOLECCION

En el Campo de Montiel la recolección suele comenzar a finales de Noviembre, y puede prolongarse hasta finales del mes de Enero dependiendo, en algunos casos, de la climatología y en otros de los rendimientos que se quieran obtener. El momento y la eficiencia y cuidado en la recolección son cruciales para tener un aceite de oliva virgen extra de calidad y con unas características sensoriales excepcionales.

6.1. Índices de madurez

En general, la aceituna tiene que ser recogida cuando ha llegado a su madurez total y siempre antes de que se caiga del olivo. La variación del color de la aceituna es un indicador de su maduración. Desde un inicio verde, el fruto va cambiando su tonalidad a tonos amarillentos y posteriormente rojizos o violáceos. Este proceso está influenciado por factores como el clima, la carga del árbol, la fertilización y las características genéticas de la variedad.

Es por ello conveniente realizar análisis del fruto en laboratorio antes de comenzar a recolterar, donde se analizan, el grado de acidez, la grasa húmeda, el rendimiento (cantidad de aceite que tiene la aceituna) y los parámetros que consideremos necesarios. Conoceremos así el grado de maduración que tiene la aceituna independientemente del aspecto y color que tenga.

Se deberá calcular el tiempo que se tardará en recogerla para evitar así entrar en el periodo de caída de la aceituna.

6.2. Mecanización de recolección

Se ha tenido en cuenta la distribución del olivar en su plantación de cara a la campaña de recolección. Se preparan las calles de manera que estén limpias y se intentan mantener los árboles a una altura que no supere los 2-2,5 para facilitar el avance de la máquina cabalgante y optimizar los tiempos de viraje, que pueda realizar un trabajo eficiente a una velocidad constante.

Aunque cabe destacar que la máquina es muy respetuosa con los árboles y realiza la recogida de la aceituna sin dañarla.

6.3. Cosechadora Autopropulsada

Se realiza con una máquina cosechadora cabalgante autopropulsada diseñada específicamente para el olivar. Se subcontrata una New Holland Olive con capacidad de hasta 1.600kg en cada una de sus dos tolvas. Es capaz de recolectar una hectárea en 1,5 horas trabajando a una velocidad de 12 km/h. Cuenta con un sistema de sacudida SDC con fijación trasera flexible que masajea y desprende las aceitunas sin dañarlas el fruto o la planta. Además destaca la buena limpieza de la aceituna con su sistema de ventilación de limpieza que se realiza cuando el producto está en caída libre, lo que mejora la eficacia en el caso de material ligero como las aceitunas. Con estas cosechadoras, se logra una mayor productividad y un producto final más limpio, esencial para una buena calidad del producto final.

Ilustración 20 Cosechadora cabalgante autopropulsada



Fuente: New Holland

7. BIBLIOGRAFÍA

-LIBROS:

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (2004). El Cultivo del Olivo. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN 978-84-8476-119-5. 846 páginas.

Gómez del Campo, M. (2004). Olivicultura. Madrid: Publicaciones de la E.U.I.T Agrícola, U.P.M. ISBN 978-84-7493-231-8. 364 páginas.

Junta de Castilla-La Mancha. Consejería de Agricultura. (s.f.). Boletín Fitosanitario de Avisos. [Consulta: 28-08-2024]. Disponible en:
<https://www.castillalamancha.es/gobierno/actuaciones/bolet%C3%ADn-fitosanitario-de-avisos>

Molina de la Rosa, J., et al. (2017). Técnicas de Cultivo: Plagas y Enfermedades del Olivo. Sevilla: Junta de Andalucía. ISBN 978-84-8108-738-0. 354 páginas.

Pastor, M. (2016). La Poda del Olivo. Madrid: Agrícola Española. ISBN 978-84-7207-217-7. 229 páginas.

García Zamorano, F., Ruiz Coleto, F., Cano, J., Pérez, J., & Molina de la Rosa, J. (2010). Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar. Sevilla: Junta de Andalucía. ISBN 978-84-8108-584-3. 342 páginas.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (s.f.). Guía Gestión Integral de Plagas. [Consulta: 28-08-2024]. Disponible en:
<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/guias-gestion-plagas/olivar/default.aspx>

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

ANEJO 6

MAQUINARIA

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	4
2.MAQUINARIA	4
2.1.Tractor	4
2.2.Tecnología de Agricultura de Precisión	5
2.2.1.Receptor y monitor	6
2.2.2.JD Link	6
2.2.3.Operations Center	6
2.3.Auravant	7
2.4.Picadora	9
2.5.Desbrozadora	10
2.6.Atomizador	10
2.7.Máquina cabalgante	11
2.8.Aperos ISOBUS	12
2.9.Remolque	12
2.10.Barra de discos rotativos	12
2.11.Tijera eléctrica	13

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Maquinaria en propiedad para la explotación	14

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Tractores para labores agrícolas	4
Ilustración 2 Pantalla trabajo de AURAVANT.	7
Ilustración 4 Desbrozadora	10
Ilustración 3 Atomizador	10
Ilustración 5 Cosechadora cabalgante	11
Ilustración 6 Remolque	12
Ilustración 7 Barra de discos	12
Ilustración 8 Tijeras eléctricas	13

1. INTRODUCCIÓN

La maquinaria agrícola está en constante evolución y modernización adaptándose a las exigencias de los cultivos y a las impuestas por las normativas europeas principalmente en la PAC. Por lo que el sector se enfrenta a un reto en que tiene que adaptar todo el equipamiento, máquinas y herramientas del sector de la agricultura al panorama que nos viene. Esta modernización de los equipos es tanto industrial como tecnológica, que principalmente busca facilitar el trabajo del agricultor, realizándolo de forma más rápida y efectiva, automatizando procesos y aumentando la producción, lo que repercute directamente en la economía de la explotación.

El propietario dispone de la mayor parte de la maquinaria que se necesita para las labores que necesita el cultivo.

2. MAQUINARIA

2.1. Tractor

El tractor se ha convertido en un vehículo agrícola fundamental en cualquier explotación mecanizada, realizando las tareas tanto de preparación del terreno, como tratamiento o de recolección del cultivo. La finca cuenta con un tractor John Deere 6230 de 100CV y un John Deere 2850 para realizar todas las labores comentadas anteriormente.

Este modelo 6230 de John Deere inicialmente no contaba con el sistema de autoguiado de serie pero se le realiza la instalación de algunas herramientas de precisión que hará más fácil el trabajo diario y nos ayudará a tomar decisiones para el ahorro y eficiencia de las tareas.

Ilustración 1 Tractores para labores agrícolas



Fuente: John Deere

2.2. Tecnología de Agricultura de Precisión

La instalación de tecnología de precisión en el tractor John Deere 6230 nos permite avanzar en términos de eficiencia y optimización de las labores agrícolas.

Con los datos que se van tomando en tiempo real y la documentación específica del campo se consiguen datos muy valiosos para tomar decisiones basadas en hechos y tareas realizadas y crear prescripciones precisas para los próximos trabajos de campo.

Además de un ahorro muy significativo en insumos y tiempo. Esta tecnología nos permite:

- Controlar los costes con precisión, realizando aplicaciones de dosis variable se podrá estimar con precisión los costes de fertilizantes y productos fitosanitarios.
- Trabajar con mayor sostenibilidad: un control preciso de los insumos para reducir los desperdicios y evitar los excesos de fertilización y de siembra.
- Seguimiento de las labores diarias, la información que se documenta a diario muy importante para el cuaderno de campo digital que se va a implantar este año.
- Permite optimizar la maquinaria configurándola una sola vez, se pueden utilizar los mismos ajustes año tras año.

Comenzaremos con la instalación del autoguiado y la tecnología asociada, dando a los trabajadores la oportunidad de familiarizarse con estas innovaciones y comprender su impacto en las labores diarias.

Conforme avancemos, les presentaremos diferentes plataformas de gestión para que puedan hacer un seguimiento más detallado de las tareas y comprender plenamente el alcance y los beneficios de la agricultura de precisión. Esto nos permitirá, en los próximos años, tomar decisiones conjuntas con nuestra visión técnica y la experiencia de los empleados sobre qué equipos y tecnologías son más adecuados para nuestra explotación, asegurando así que cada inversión que hagamos en agricultura de precisión se traduzca en un mayor rendimiento y rentabilidad para nuestro olivar superintensivo.

Plantación de un olivar de 6,7 a con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

2.2.1. Receptor y monitor

A través del autoguiado Autotrac Universal 3000 de John Deere, equipado con la antena Starfire 6000 y la señal GPS SF1, junto con el monitor 4640 de generación 4, utiliza la tecnología GPS para guiar automáticamente el tractor en las líneas de trabajo, permitiendo una conducción más precisa y reduciendo los solapes y las mentiras en las labores.

Lo que se traduce en un ahorro de tiempo y recursos logrando así un nivel de precisión y eficiencia sin precedentes.

2.2.2. JD Link

La recopilación de datos durante las labores es esencial para el análisis y la toma de decisiones. En este caso, toda la información recopilada se puede procesar y analizar a través del Operations Center de John Deere. Mediante un cable Ethernet, se establece una conexión entre el monitor y el MTG (Modem Transfer Gateway) instalado posteriormente en el tractor. A través de JDLink, la información del tractor se transmite al ordenador, lo que permite acceder a esta información de manera remota, un monitoreo en tiempo real de la explotación y un análisis detallado de las actividades agrícolas.

2.2.3. Operations Center

El Operations Center de John Deere es un portal agrícola para recoger y visualizar información agronómica y sobre la maquinaria. Una herramienta que nos ayuda a tomar decisiones basadas en hechos de forma rápida y fácil.

Además de los datos de la máquina en vivo como el consumo de combustible o la carga del motor, se tiene las posiciones de las máquinas en vivo de toda la flota, se pueden ver desde cualquier lugar en todo momento.

El objetivo de estas herramientas es que con todos los datos que se recojan podamos tomar decisiones agronómicas y nos ayudarán a tener el máximo rendimiento y una calidad homogénea de su suelo reduciendo los costes de los insumos.

A medida que se completan las tareas, los datos de documentación se cargan automáticamente en el Centro de operaciones y vamos a poder visualizarlos en cualquier momento y lugar, y desde cualquier dispositivo. Además nos permite importar, exportar y editar archivos de datos en formato shapefile, csv, cml....

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Así podemos ver los mapas o comparar distintas capas de los mapas como el rendimiento o las dosis.

El registro de las actividades en el campo, las labores realizadas, los tratamientos y la dosis empleada, nos permiten llevar un cuaderno de campo digital, tener una trazabilidad de las operaciones, etc, y poder generar informes precisos de la explotación.

2.3. Auravant

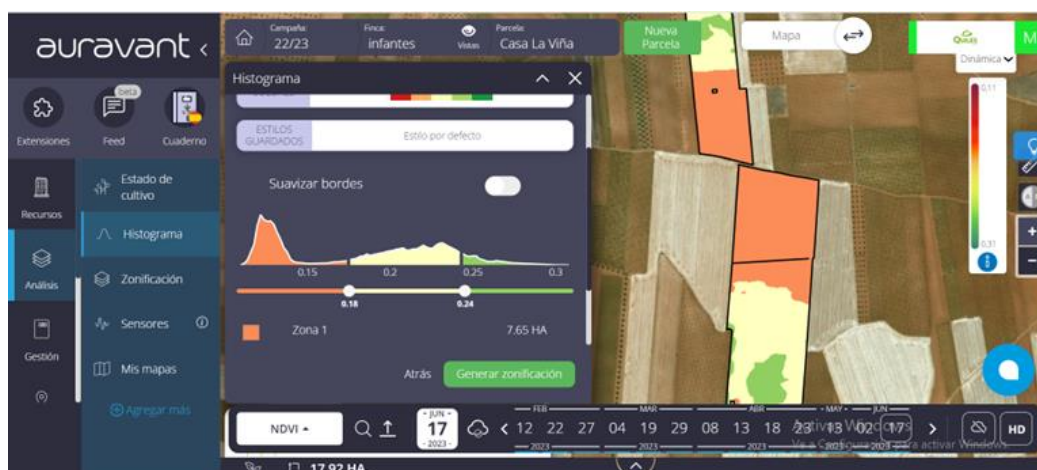
La verdadera ventaja de la agricultura de precisión es la capacidad de recopilar y procesar la información generada durante las labores agrícolas que combinada con las imágenes satelitales y otras herramientas nos permiten uso más eficiente de los recursos, reducir costes y minimizar del impacto ambiental.

En nuestro caso vamos a trabajar con una herramienta llamada AURAVANT que es compatible con el centro de Operaciones de John Deere por lo que toda la información registrada en nuestro tractor se podrá transferir a esta plataforma.

Con todos estos datos podremos analizar la evolución de nuestro cultivo a través de imágenes satelitales analizando índices de vigor y clorofila. Así podemos conocer el estado de nuestro cultivo y ver las zonas críticas, vamos a poder comparar cómo se comporta el cultivo a lo largo de diferentes etapas.

Si la máquina cabalgante está equipada con un sistema de pesaje y un GPS, es posible obtener mapas de rendimiento, esto puede complementar a los índices NDVI, etc y con función Histograma podemos ver la variabilidad de nuestra parcela y crear y exportar una prescripción a máquinas de dosificación variable.

Ilustración 2 Pantalla trabajo de AURAVANT.



Además cuenta con un registro de pluviometría de la estación más cercana a nuestra finca y podemos ver cómo afectan las lluvias al cultivo analizando los índices de vigor (NDVI...)

También podemos minimizar costes con los tratamientos herbicidas ya que a través de estas imágenes satelitales vamos a poder identificar malas hierbas. En las calles todo lo que a través de estos índices veamos que no es suelo, será hierba y crearemos una prescripción para tratar sólo en aquellos lugares donde haya hierba.

Esto implica ajustar la cantidad de insumos agrícolas utilizados, como fertilizantes o pesticidas, en función de las necesidades específicas de cada área del campo. Al utilizar solo la cantidad necesaria de fertilizantes, pesticidas u otros productos, se logra un uso más eficiente de los recursos y se reducen los costes, al tiempo que se minimiza el impacto ambiental.

Además la plataforma dispone de un nuevo módulo de Gestión que incluye dos funcionalidades, Stocks y Registro de Actividades, que nos van a ser clave para llevar a cabo la gestión de la explotación.

Con Stocks podemos almacenar los stocks de granos e insumos, asociarlos a tus actividades y garantizar la trazabilidad de tus productos agropecuarios. Con esta herramienta, se crearán los distintos depósitos que tenemos para organizar los insumos una vez los hemos comprado y asociarlos directamente a tus actividades agrícolas.

Con ello conseguimos aumentar la trazabilidad de los insumos y tener un mayor control de los movimientos. Ahorraremos tiempo y optimizamos el control de stock identificando los insumos que se agotarán próximamente pudiendo reducir costes al planificar compras anticipándonos a la demanda del mercado.

Además, el módulo de Gestión también permite la vinculación con actividades agrícolas. Al crear una actividad, como siembra, aplicación o cosecha, puedes asociarla directamente al módulo de stock, facilitando la gestión de insumos.

Auravant nos permitirá registrar las aplicaciones de insumos agrícolas, como fertilizantes y herbicidas. Un registro proporciona orden y trazabilidad en el manejo de la información, nos dará una visión clara de las labores realizadas.

En caso de superar la densidad de siembra con respecto al stock almacenado, la plataforma nos avisará al igual que al superar la dosis disponible al hacer una aplicación. Además nos ayudará de cara a tener todo en regla con el Cuaderno de Campos donde al utilizar un producto nos dirá si está autorizado para nuestro cultivo.

Nos informa de las adversidades sobre las que actúa, y se completará automáticamente la dosis recomendada y el periodo de seguridad de reentrada.

Esta información se sincronizará automáticamente con la extensión Cuaderno de Campo, que nos permite tener una visión completa de todas las actividades agrícolas de manera eficiente.

Realmente creemos que Auravant es una herramienta completa para la gestión de la explotación y nos ayudará a tomar decisiones agronómicas ahorrando el tiempo y dinero que tanpreciado es en nuestro sector.

2.4. Picadora

Se utiliza para la gestión de los residuos de poda, picando las ramas procedentes del desvareado y de la poda, convirtiéndolas en un material más manejable. Para mantener el terreno limpio y libre de residuos de poda. También facilitando la incorporación de ellos al suelo.

Ilustración 2. Picadora



Fuente: Picultura

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

2.5. Desbrozadora

Utilizada para el manejo de la cubierta vegetal., eliminando las malas hierbas y facilitando su incorporación al suelo. Ofrece la posibilidad de ajustar la altura de corte y la velocidad de trabajo

Ilustración 3 Desbrozadora



Fuente: GeoTech

2.6. Atomizador

El atomizador que se dispone en la explotación es el modelo FT4500 de Fitoliva con capacidad para 3000 litros, utilizado para realizar todos los tratamientos foliares que precise el olivo.

Cabe destacar que cuenta con bombas de membrana con válvula de seguridad, células de ultrasonido y ordenador en cabina para un control preciso, sistema de agitación doble y detectores de proximidad ultrasónica para una aplicación eficiente y segura.

Ilustración 4 Atomizador



Fuente: Fitoliv

2.7. Máquina cabalgante

Se subcontrata una máquina New Holland Braud 10.90X Olivar que puede ir a una velocidad de 12 km/h en el trabajo y de 30 km/h en el transporte, siendo capaz de recolectar una hectárea en 1,5 horas. Además, consta de dos tolvas con una capacidad total de 3.200 kg.

Cabe destacar que esta máquina es capaz de recoger el 99% de la aceituna del árbol, no siendo necesaria una posterior recolección manual. Cuenta con un sistema de sacudida SDC con fijación trasera flexible que masajea y desprende suavemente las aceitunas sin dañar el fruto o la planta.

Destaca la buena limpieza del fruto con un transportador de gran capacidad y un sistema superior de ventilador de limpieza que se realiza cuando el producto está en caída libre, lo que mejora la eficacia en el caso de material ligero como las aceitunas.

Aunque puede ocasionar pequeños daños de descortezado del pie del olivo.

Con estas cosechadoras, se logra una mayor productividad y un producto final más limpio.

Ilustración 5 Cosechadora cabalgante



Fuente: New Holland

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

2.8. Aperos ISOBUS

La instalación de esta tecnología nos permite el uso de aperos ISOBUS. Se estudia la adquisición de maquinaria ISOBUS mediante las ayudas europeas para agricultura 4.0. Esta tecnología de John Deere permite la comunicación y el intercambio de datos entre diferentes equipos agrícolas, lo que contribuye a una mayor eficiencia y precisión en las tareas agrícolas.

2.9. Remolque

Sirve para transportar la aceituna de la cosecha a la almazara, independientemente de otras labores propias de la finca. 16.000kg.

Ilustración 6 Remolque



Fuente: Hnos Bellón

2.10. Barra de discos rotativos

Se utilizará para la poda de rebaje o topping que se realiza mecánicamente con la barra de discos rotativos y cortantes a una altura entre 2,5-2,7 m. Cuando la plantación alcance un vigor que haga más difícil la poda lateral a mano, se realizará poda mecánica lateral con barra de discos rotativos.

Ilustración 7 Barra de discos



Fuente: Tractores y máquinas

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

2.11. Tijera eléctrica

La poda lateral se hará a mano con tijeras eléctricas a mano tijera eléctrica Electrocoup, en los primeros años de la plantación. Se trata de una herramienta de fácil manejo que ha significado un gran avance en las tareas de poda, aumentando la comodidad y con ello, la productividad del operario.

Ilustración 8 Tijeras eléctricas



Fuente: Electrocoup

2.12. Remolque enterrador

Para la aplicación de la enmienda orgánica se utilizará estiércol de ovino con un carro-remolque enterrador que va abriendo un surco con una reja-topo sobre el que va cayendo por gravedad el estiércol. El surco se va cerrando con una hoja que voltea y alisa el terreno removido y que entierra la enmienda de ovino a uno 15-20cm.

Tabla 1 Remolque enterrador y detalle de caída de enmienda en el surco abierto y hoja que alisa el terreno



Elaboración propia

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Tabla 2 Maquinaria en propiedad para la explotación

MAQUINARIA	FUNCIÓN
2 TRACTORES	DIVERSAS ACTIVIDADES
PICADORA	PICAR RAMAS DE PODA
ATOMIZADOR	TRATAMIENTOS FOLIARES
DESBROZADORA	ELIMINACIÓN VEGETACIÓN
MAQ. CABALGANTE	RECOLECCIÓN
REMOLQUE	TRANSPORTE
BARRA DE DISCOS ROTATIVOS	PODA
TIJERAS ELÉCTRICAS	PODA

Elaboración propia

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

ANEJO 7

VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.	Parámetros básicos que definen la inversión	4
1.2.	Criterios de evaluación de inversiones.....	4
2.	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	5
2.1.	Inversión o Desembolso inicial.....	5
2.2.	Vida útil del proyecto.....	6
2.3.	Flujos de caja	6
2.3.1.	Pagos.....	6
2.3.2.	Cobros.....	10
2.3.3.	Cash Flow	12
3.	CRITERIOS DE EVALUACION FINANCIERA	13
3.1.	Valor Actual Neto (VAN).....	13
3.2.	Relación Beneficio/Inversión.....	14
3.3.	TIR (Tasa Interna de Retorno)	14
3.4.	PAY-BACK (Plazo de recuperación)	15
4.	LOS PRECIOS DEL ACEITE DE OLIVA EN LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO	15
6.	BIBLIOGRAFÍA	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pagos de herbicidas	7
Tabla 2. Pagos por fertilizantes (N-P-K)	8
Tabla 3. Pagos de fitosanitarios	9
Tabla 4. Gastos totales de la explotación.....	10
Tabla 5. Precios del Aceite de Oliva Virgen Extra (2010-2019).....	11
Tabla 6. Ingresos de la venta de producción.....	12
Tabla 7. Flujos de caja para 15 años.....	13
Tabla 8. Valor Actual Neto (VAN)	14
Tabla 9. Variabilidad de la rentabilidad en función de la volatilidad de los precios del AOVE	16

1. INTRODUCCIÓN

Se llevará a cabo un análisis del proyecto desde el punto de vista económico para conocer la viabilidad económica de este, llegando a la conclusión de si es rentable o no la inversión en ella. Para empezar, debemos conocer la inversión inicial, obtenida en el Documento 4: Presupuesto.

1.1. Parámetros básicos que definen la inversión

La evaluación financiera se basa en cuatro parámetros básicos que definen la inversión:

- Desembolso inicial (K): número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para que la inversión se pueda poner en marcha.
- Vida útil del proyecto (n): número de años durante los cuales la inversión estará generando rentas.
- Flujos de caja (R_i): diferencia entre los cobros y los pagos (ordinarios y extraordinarios) de cada uno de los años de la vida del proyecto.
- Tasa de actualización (r): tanto por uno empleado para homogeneizar un desembolso inicial y flujos de caja desde 1 hasta “n”.

1.2. Criterios de evaluación de inversiones

El objetivo de este anejo es medir la rentabilidad-riesgo, mediante los siguientes criterios:

- Valor Actual Neto (VAN): valor actual de la ganancia total o rentabilidad absoluta de la inversión, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Si el VAN tiene valor positivo podemos decir que el tipo de interés elegido es viable.

$$VAN = -k + \sum_1^{23} \frac{R}{(1+r)^i}$$

- Ratio Beneficio/Inversión (Q): mide la ganancia neta generada por cada unidad monetaria invertida.
- Tasa Interna de Rendimiento (TIR): tasa de actualización para la cual el VAN se

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

hace cero. Es una tasa de rentabilidad teniendo en cuenta la reinversión de los flujos de caja anuales. Cuando el TIR es superior a un tipo de interés de capitalización que se establece en el mercado se puede decir que el proyecto es viable.

- Pay Back o plazo de recuperación: periodo en el que se recupera el desembolso inicial, el mínimo tiempo para que los pagos actualizados se iguale a los cobros actualizados.

2. EVALUACIÓN FINANCIERA

2.1. Inversión o Desembolso inicial

La inversión inicial de proyecto (año 0), está compuesta del acondicionamiento del terreno, plantación, bombeo, equipo de filtración e inyección y red de riego, debido a que el terreno, la arqueta y la maquinaria están en propiedad.

El presupuesto de ejecución material es de 64.182,04 € al que hay que aplicarle el IVA (21%) obteniendo un presupuesto de ejecución por contrata de 90.085,91 €.

El promotor dispone de un capital inicial de 90.100,00€.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO	1.742,00
CAPÍTULO 2.- LABORES DE PLANTACIÓN	26.795,40
CAPÍTULO 3.- INSTALACIÓN RED DE RIEGO	9.593
CAPÍTULO 4.- CABEZAL DE RIEGO	18.075,73
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	64.182,04

13% GASTOS GENERALES	6.418,20
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	3.850,92
TOTAL DE PRESUPUESTO POR CONTRATA	74.451,17
21% IVA	15.634,74

TOTAL, PRESUPUESTO GENERAL € 90.085,91

2.2. Vida útil del proyecto

La vida útil de un proyecto es el periodo de tiempo que transcurre desde que se pone en marcha un proyecto de inversión hasta el momento en que se prevea que va a dejar de generar los flujos de caja que se espere obtener. Aunque este periodo en la plantación pueda ser mayor de 15 años, se ha considerado este periodo, ya que a partir de aquí la incertidumbre será mucha y los resultados se antojan muy imprevisibles.

2.3. Flujos de caja

Los flujos de caja son la diferencia entre los ingresos y los gastos, es decir, el resultado de restar los ingresos de la explotación con respecto a los gastos que este ligado. Haciendo referencia a las entradas y salidas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado.

Es una buena forma para conocer el nivel de liquidez de una empresa.

2.3.1. Pagos

Los pagos ordinarios derivan de la adquisición de capital circulante, es decir, mano de obra, maquinaria, combustible, fertilizantes, fitosanitarios, impuesto del proceso de producción.

Los pagos extraordinarios son los gastos de mantenimiento, como renovación de equipos, maquinaria, renovación de sistema de riego, etc.

Se considera que a partir del año 4 el olivar está en plena producción y se realizarán los mismos tratamientos y la misma producción, en los años sucesivos.

Pagos Ordinarios

Utilizamos datos propuestos por (Valenzuela, 2020), (Rius, 2015) y las fichas técnicas de las diferentes casas comerciales de la maquinaria que hay en la explotación para saber el rendimiento de trabajo de cada una de ellas y para aproximar los costes de las labores mecanizadas y estimar el gasto en manejo del olivar

Durante los primeros años del proyecto esta aproximación de costes medios anuales es diferente con la que tiene un olivar adulto. Se detallan los gastos para cada año.

Tabla 1 Coste de las labores mecanizadas: Tractor + Apero

MAQUINARIA	Capacidad de Trabajo (ha/h)	Pasadas	Trabajo (horas)	Coste (€/h)	Coste (€/año)
Trat Foliar - Atomizador	2	4	13,4	46,50 €	623,10 €
Desbrozadora	2	1	3,35	30,50 €	102,18 €
Trituradora	1,2	1	5,58	33,50 €	187,04 €
Podadora discos	2	1	3,35	35,00 €	117,25 €
Skirting	2	1	3,35	35,00 €	117,25 €
Podadora Doble Sierra	2	1	3,35	35,00 €	117,25 €
COSTE ANUAL					
Año1	725,28 €				
Año2	725,28 €				
Año3 y sucesivos	1.264,07				

Elaboración propia

Hay que tener en cuenta los costes de poda manual además de los costes de la poda mecanizada estudiados anteriormente. Esta poda manual se realiza principalmente durante los primeros años para la poda de formación, y en menor medida en la poda de renovación y producción de forma auxiliar cuando el olivo es adulto.

Para la poda manual, se fija un coste a la hora del personal de 10 €/h y un tiempo empleado por hectárea según (Rius, 2015).

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Tabla 2 Costes anuales poda manual

PODA	Capacidad de Trabajo (h/ha)	Capacidad de Trabajo (ha/h)	Trabajo (horas)	Coste (€/h)	Coste (€/año)
Poda Formación					
Año 1	15	0,067	100,50	10,00 €	1.005,00 €
Año 2	17	0,059	113,90	10,00 €	1.139,00 €
Año3	20	0,050	134,00	10,00 €	1.340,00 €
Poda Producción					
Año 5	23	0,043	154,10	10,00 €	1.541,00 €
Año 6 y sucesivos	23	0,043	154,10	10,00 €	1.541,00 €

Elaboración propia

También tenemos en cuenta los gastos destinados a fitosanitarios para combatir plagas y enfermedades como el cobre, fungicidas e insecticidas. Y por otro lado tenemos gastos de herbicidas aplicados en la línea de los olivos para eliminar las malas hierbas. El coste de los herbicidas es orientativo, ya que éste depende de las malas hierbas que haya en la explotación, por lo que en años con menos hierbas se podrán reducir dichos costes. En el manejo del suelo como ya se comentó en el Anejo 5, se utilizan herbicidas diferentes en función de la edad de la plantación.

Las dosis y costes de estos productos para olivar adulto se han obtenido de (Valenzuela, 2020).

Tabla 3 Costes Fitosanitarios y Herbicidas

FITOSANITARIOS Y HERBICIDAS	Dosis (L o kg/ha)	Superficie (ha)	Nº Tratamientos	Coste (€/h)	Coste (€/año)
Fitosanitarios					
Cobre	3	6,7	2,00	17,80 €	715,56 €
Fungicidas	0,15	6,7	2,00	50,90 €	102,31 €
Insecticidas	1,2	6,7	2,00	13,21 €	212,42 €
Herbicidas					
Pre/Post Emergencia (Aplicado sólo en la línea de los olivos)	4	1,675	2,00	48,20 €	645,88 €

Elaboración propia

En función de la edad del olivar, los gastos en fitosanitarios varían siendo menor los primeros 3 años cuando el olivar es joven, que en un olivar adulto que está en plena producción. Sin embargo los herbicidas durante el primer año y dependiendo su desarrollo en el segundo año, no se aplican mientras que en los años siguientes se aplican hasta el fin de su vida útil. Son importantes en la plantación para delimitar bien la línea del olivo y conseguir así que las hierbas no sean compitan por agua y nutrientes.

Tabla 4 Costes Anuales en Fitosanitarios y Herbicidad

FITOSANITARIOS Y HERBICIDAS ANUALES	Insecticida	Fungicida	Cobre	Herbicida	Coste (€/año)
Año 1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Año 2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Año 3	212,42 €	102,31 €	715,56	645,88 €	1.676,17 €
Año 4	212,42 €	102,31 €	715,56	645,88 €	1.676,17 €
Año 5	212,42 €	102,31 €	715,56	645,88 €	1.676,17 €
Año 6 y sucesivos	212,42 €	102,31 €	715,56	645,88 €	1.676,17 €

Elaboración Propia

Se lleva a cabo una aproximación de las dosis de fertilizantes a aplicar y sus costes ya que es imprevisible según las necesidades que tiene el olivar cada año, en función de las condiciones dadas en cada año, teniendo en cuenta el análisis foliares anual que se realice, el análisis de agua de riego y análisis del suelo y la cosecha que deseamos esperar en campaña.

En la siguiente tabla se muestra el tipo de fertilizantes utilizados más frecuentes para el olivo, con la cantidad y coste total para un olivar en estado adulto.

Tabla 5 Aportación de los fertilizantes de cada nutriente

Nutriente	Necesidades (kg/año)	KNO3 (13-0-46)	(NH4)2HPO4 (18-46-0)	UREA (46-0-0)
Nitrógeno	111,00	31,42	13,01	66,57
Fósforo	33,20	0	72,17	0
Potasio	111,17	241,67	0	0
Total		241,67	72,17	144,72

Elaboración propia

Tabla 6 Coste fertilizantes

Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Total 6,7 ha (kg)	Precio (€/kg)	TOTAL (€)
KNO3	241,67	1619,189	1,1	1781,1079
(NH4)2HPO4	72,17	483,539	1,21	585,08219
UREA	144,72	969,624	0,65	630,2556
Total				2996,4457

Elaboración propia

Tabla 7 Costes anuales en fertilizantes

Fertilizante	Dosis Total	Total (€)
Año 1	60%	1797,8
Año 2	70%	2097,5
Año 3	80%	2397,1
Año 4 y sucesivos	100%	2996,4

Elaboración propia

2.3.1.1. Combustible

Se considera el gasto de combustible diésel por parte del sistema de riego, por tanto, se calcula en función de las horas de riego de cada mes, teniendo en cuenta el tipo de bomba de la instalación que es de 8,94 cv, lo que equivale a 6,59 kW. Teniendo en cuenta que funciona como máximo 2,5 horas al día, funciona durante 75 horas mensuales.

El grupo electrógeno consume 5,37 l/h por lo que:

$$5,37 \text{ l/h} * 75 \text{ h/mes} = 402,75 \text{ l/mes}$$

Si estimamos un funcionamiento de 3 horas diarias durante 6 meses, tenemos 2416,8 L. Por lo tanto el consumo promedio mensual de combustible son 245 l/mes que a 1,50 €/l de diésel nos arroja un valor de **3624,8€** al año de combustible diésel consumido por el sistema de riego

2.3.1.2. Recolección

Se estima unos costes de 500 €/ha por el alquiler de la cosechadora autopropulsada necesaria para llevar a cabo la recolección de la aceituna de forma mecanizada. Estos costes se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 8 Costes recolección

RECOLECCION	Recolección (kg/ha)	Precio Cosechadora (€/ha)	Superficie (ha)	Coste (€/año)
Año 1	0	0	0	0,00 €
Año 2	800	0	0,0	0,00 €
Año 3	2400	500	6,7	3.350 €
Año 4	5600	500	6,7	3.350,€
Año 5	7500	500	6,7	3.350 €
Año 6 y sucesivos	8100	500	6,7	3.350€

Elaboración Propia

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Consideraciones generales

Como se comentó anteriormente, el propietario no necesita comprar ni alquilar la maquinaria, solamente se subcontrata la cosechadora y el carro enterrador de enmienda orgánica, ya que dispone de toda la maquinaria que se necesita para las labores que necesita el cultivo.

Se ha considerado el coste que suponen los fertilizantes, herbicidas y fitosanitarios, para ello se necesita la utilización de la maquinaria (atomizador), el cual genera unos costes que tienen que ser considerados. Los costes del atomizador, trituradora otras labores mecanizadas que se indican en la Tabla 1, tiene en cuenta el gasoil, reparaciones, amortización, aceite, mantenimiento de la maquinaria.

Para los costes de poda se ha diferenciado entre la poda de formación durante los primeros años y la poda de mantenimiento, ya que la duración y la dificultad de las mismas es diferente con el crecimiento de la planta. Para evitar problemas de plagas se trituran los restos de poda serán triturados, además de servir como aporte de materia orgánica.

En el mantenimiento del suelo, se utiliza la desbrozadora para el control de la cubierta vegetal, a partir del segundo año de la plantación.

Debemos tener en cuenta que los gastos definidos en función de las labores que se realizarán en la explotación son orientativos.

Además se tienen en cuenta los gastos de mantenimiento, de imprevistos o averías del sistema de riego o de la maquinaria ya que durante la campaña pueden surgir imprevistos que no se hayan contemplado.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Tabla 9 Gastos totales de la explotación

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
COMBUSTIBLE	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €	3.625 €
FERTILIZANTES	1.798 €	2.098 €	2.397 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €	2.996 €
HERBICIDAS	0 €	0 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €	646 €
COBRE	0 €	0 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €	716 €
FUNGICIDA	0 €	0 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €
INSECTICIDA	0 €	0 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €	212 €
PODA DE FORMACION	1.005 €	1.139 €	1.340 €	1.340 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
PODA DE MANTENIMIENTO	0 €	0 €	0 €	0 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €	1.541 €
PODA DISCOS	0 €	0 €	0 €	0 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €
PODA SKIRTING	0 €	0 €	0 €	0 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €	117 €
ANALISIS FOLIAR	100 €	100 €	100 €	100 €	0 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €
COSTE DEL ATOMIZADOR	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €	623 €
RECOLECCION	0 €	0 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €	3.350 €
COSTE DE TRITURADORA	0 €	0 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €	187 €
COSTE DE DESBORZADORA	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €	102 €
GASTOS DE PERSONAL	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €	2.100 €
GASTO DE MANTENIMIENTO	1.500 €	1.500 €	1.500 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €	3.830 €
TOTAL €	10.853 €	11.287 €	17.000 €	19.930 €	20.265 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €	20.365 €

Elaboración Propia

Cobros

2.3.1. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios son procedentes de la Política Agraria Común de la Unión Europea, PAC. La región en la que se encuentra la explotación es la REGIÓN 7 de cultivos de regadío, y por el tipo de cultivo y explotación, tendrá un pago de Ayuda Básica a la Renta para la Sostenibilidad (ABRS) con una cuantía de 193,65 € / ha.

En definitiva, supondrá un total mensual de 1.297,5 €

2.3.2. Cobros Ordinarios

Los cobros ordinarios son el resultado de la venta de la producción.

Se tienen en cuenta la producción a partir del tercer año, y las producciones medias de los siguientes años sucesivos se han recogido de los datos de las fincas a las que nuestro vivero ha proveído su material con las mismas características, para calcular los cobros de la

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

explotación. Los valores son orientativos ya que la producción varía de un año a otro debido a los cambios en las condiciones climáticas y otros condicionantes que pueda sufrir la explotación.

La volatilidad del precio de la aceituna es un problema para poder establecer un precio fijo, está influido por muchos parámetros como ya se comentó en el Anejo 1.

Se han recogido los precios de liquidación de aceituna desde el 2013 al año 2023. Como se muestra en la Tabla 5, existe una gran variabilidad de los precios entre los distintos años de estudio, por eso no es viable coger los valores altos que nos dan rentabilidades al alza, ni tampoco lo sería coger los valores de aquellos años en los cuales se produjo un descenso brusco de los precios. Por ello se tomará un valor para este estudio, de la media del precio del aceite desde el año 2013 hasta la actualidad.

Tabla 5. Precios del Aceite de Oliva Virgen Extra (2009-2023)

PRECIOS ACEITUNA	
AÑOS	€/kg
2023	1,533
2022	1,083
2021	0,715
2020	0,5222
2019	0,3971
2018	0,4164
2017	0,5357
2016	0,7615
2015	0,6968
PRECIO MEDIO	0,74

Elaboración propia. Fuente: POOLRED

Se toma un valor medio de 0,74 €/kg como precio de la aceituna para estudiar la rentabilidad del proyecto.

Calculamos los ingresos estimando una producción media teniendo en cuenta el rendimiento de la aceituna variedad Lecciana. Para ello se han consultado los rendimientos de distintos productores y almazaras particulares y nos han comentado un rendimiento medio para la variedad Lecciana de un 16%.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

La superficie de la finca que nos ocupa es de 6,7 ha con un marco de plantación de 4 x 1,5 m, lo que nos da un total de 1667 olivos/ha.

Tabla 6. Ingresos de la venta de producción

COBROS DE LA VENTA DE LA PRODUCCION							
PRECIO DE LA ACEITUNA: 0,74 €/kg RENDIMIENTO LECCIANA: 16%				SUPERFICIE EXPLOTACION: 6,7 ha TOTAL OLIVOS/ha: 1667 olivos/ha			
AÑO	kg aceituna/ha	kg aceituna/arbol	kg aceituna totales	€/ha aceituna	PAC	€ totales aceituna	€/totales
1	0	0	0	0	1297,5	0,0	1297,5
2	0	0,0	0,0	0,0	1297,5	0,0	1297,5
3	2400	1,4	16080,0	1776,0	1297,5	11899,2	13196,7
4	5600	2,7	37520,0	4144,0	1297,5	27764,8	29062,3
5	7500	3,4	50250,0	5550,0	1297,5	37185,0	38482,5
6	8100	4,5	54270,0	5994,0	1297,5	40159,8	41457,3
7	8500	5,1	56950,0	6290,0	1297,5	42143,0	43440,5
8	9000	5,4	60300,0	6660,0	1297,5	44622,0	45919,5
9	9300	5,6	62310,0	6882,0	1297,5	46109,4	47406,9
10	8900	5,3	59630,0	6586,0	1297,5	44126,2	45423,7
11	9000	5,4	60300,0	6660,0	1297,5	44622,0	45919,5
12	11000	6,6	73700,0	8140,0	1297,5	54538,0	55835,5
13	9400	5,6	62980,0	6956,0	1297,5	46605,2	47902,7
14	9000	5,4	60300,0	6660,0	1297,5	44622,0	45919,5
15	10200	6,1	68340,0	7548,0	1297,5	50571,6	51869,1

Elaboración propia

2.3.3. Cash Flow

En el año 0 se realiza un aporte de capital del promotor con valor de 90.100 euros para poder afrontar al pago de la inversión en ese mismo año y disponer de tesorería para realizar las operaciones necesarias al año siguiente.

Tabla 7. Flujos de caja para 15 años

CONCEPTO	CAPITAL INICIAL (€)	INVERSION (€)	COBROS (€)	PAGOS (€)	FLUJOS DE CAJA (€)	TESORERIA (€)
AÑO 0	90.100	90.085,91	0,00	0,00	14,09	14,09
AÑO 1			1297,52	10852,89	-9555,37	-9541,28
AÑO 2			1297,52	11286,54	-9989,01	-19530,30
AÑO 3			13196,72	17000,39	-3803,67	-23333,96
AÑO 4			29062,32	19929,68	9132,64	-14201,32
AÑO 5			38482,52	20265,18	18217,34	4016,02
AÑO 6			41457,32	20365,18	21092,14	25108,17
AÑO 7			43440,52	20365,18	23075,34	48183,51
AÑO 8			45919,52	20365,18	25554,34	73737,86
AÑO 9			47406,92	20365,18	27041,74	100779,60
AÑO 10			45423,72	20365,18	25058,54	125838,14
AÑO 11			45919,52	20365,18	25554,34	151392,49
AÑO 12			55835,52	20365,18	35470,34	186862,83
AÑO 13			47902,72	20365,18	27537,54	214400,37
AÑO 14			45919,52	20365,18	25554,34	239954,72
AÑO 15			51869,12	20365,18	31503,94	271458,66

Elaboración propia

Los flujos de caja serian positivos en el año 4 y los flujos de caja acumulados (Tesorería) en el año 5. Las mayores dificultades que se aprecian es que los flujos de caja acumulados son negativos durante los 5 primeros años, suponiendo un desafío la tesorería.

3. CRITERIOS DE EVALUACION FINANCIERA

3.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. Si el VAN tiene valor positivo podemos decir que el tipo de interés elegido es viable. La tasa de actualización es del 4%.

$$VAN = -k + \sum_{i=1}^{23} \frac{R}{(1+r)^i}$$

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Para una vida útil del proyecto de 15 años, se obtiene un VAN de 80.430,34 €.

Por lo tanto, al ser el $VAN > 0$, se puede decir que la inversión es viable.

Tabla 8. Valor Actual Neto (VAN)

CONCEPTO	CAPITAL INICIAL (€)	INVERSION (€)	COBROS (€)	PAGOS (€)	FLUJOS DE CAJA (€)	VAN
AÑO 0	90.100	90.085,91	1297,522	0	14,09	
AÑO 1			1297,5	10.852,89	-9.555,37	-98.906,84 €
AÑO 2			1297,5	11.286,54	-9.989,01	-107.787,04 €
AÑO 3			13196,7	17.000,39	-3.803,67	-111.038,43 €
AÑO 4			29062,3	19.929,68	9.132,64	-103.532,06 €
AÑO 5			38482,5	20.265,18	18.217,34	-89.134,63 €
AÑO 6			41457,3	20.365,18	21.092,14	-73.106,34 €
AÑO 7			43440,5	20.365,18	23.075,34	-56.245,41 €
AÑO 8			45919,5	20.365,18	25.554,34	-38.291,26 €
AÑO 9			47406,9	20.365,18	27.041,74	-20.022,83 €
AÑO 10			45423,7	20.365,18	25.058,54	-3.745,28 €
AÑO 11			45919,5	20.365,18	25.554,34	12.215,89 €
AÑO 12			55835,5	20.365,18	35.470,34	33.518,46 €
AÑO 13			47902,7	20.365,18	27.537,54	49.420,70 €
AÑO 14			45919,5	20.365,18	25.554,34	63.610,12 €
AÑO 15			51869,1	20.365,18	31.503,94	80.430,34 €

Elaboración propia.

3.2. Relación Beneficio/Inversión

Es el coeficiente entre el VAN y el pago de la inversión, se toma como una de las medidas para estudiar la rentabilidad del proyecto.

Relación beneficio/inversión: VAN/K

$$RELACION BENEFICIO/INVERSION = 80.430,34 / 90.085,91 = 0,89 \text{ €}$$

Por lo tanto se trata de un proyecto rentable económicamente.

3.3. TIR (Tasa Interna de Retorno)

Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá la inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

$$VAN = -K + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1 + TIR)^j} - \frac{P_j}{(1 + TIR)^j} = 0$$

El TIR toma un valor de 46%

El tipo de interés en el año 2024 en España está entorno al 4%, por lo tanto, se puede decir que el proyecto es viable ya que el TIR = 46%, siendo mayor que el tipo de interés

3.4. PAY-BACK (Plazo de recuperación)

El plazo de recuperación o payback son los años que transcurren hasta que la suma de los flujos de caja actualizados que genera la explotación es igual o superior al pago de la inversión inicial. En el caso de este proyecto, el plazo de recuperación es a partir del año 4.

4. CONCLUSIONES

Para realizar el estudio de viabilidad económica del proyecto se han empleado diferentes criterios, como: el VAN, la relación BENEFICIO/COSTE y la TIR, teniendo en cuenta una tasa de actualización del 4 %.

En nuestro caso llegamos a la conclusión de que el proyecto es rentable, ya que la TIR tiene un valor del 46%, que es mayor que la tasa de actualización, del 4%. El valor tan alto del TIR se debe a que el propietario dispone de fondos propios suficientes para realizar la inversión inicial sin necesidad de buscar financiación.

El plazo de recuperación de la inversión es de 4 años. Como vemos, a partir del año 4, con una mayor producción, los ingresos superan cada vez más a los costes de explotación, la plantación superintensiva y su mecanización hacen que el cultivo del olivo sea una buena alternativa.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Por lo que después de realizar el estudio para conocer la viabilidad económica del proyecto, se puede decir que el proyecto es viable. Cabe destacar que los datos utilizados son orientativos, así como la estimación de cada uno de los tratamientos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- WEB:

MAPAMA. Encuesta Sobre Rendimientos y Superficie de Cultivos (ESYRCE).
Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/resultados-de-anos-anteriores/default.aspx>

POOLRED. Sistema de Información de Precio en Origen. Recuperado de:
<http://www.poolred.com>

Rius, X. (2015). La Revolución del Olivar.

Valenzuela, J. M. (2020). Asociación Española de Municipios del Olivo. Obtenido de
<https://www.aemo.es/slides/slide/estudio-de-costes-aemo-2020-241/download>

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

ANEJO 8

ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN..... 3

2.Aspectos Éticos, Económicos, Sociales y Ambientales 4

 2.1.Éticos:..... 4

 2.2.Económicos: 4

 2.3.Sociales:..... 4

 2.4.Ambientales:..... 5

3.Descripción y selección de los impactos y aspectos más relevantes 5

 3.1.Justificación de selección: 6

4.Análisis de impactos y su posible integración en el proyecto 7

 4.1.Análisis del uso eficiente del agua: 7

 4.2.Integración en el proyecto: 7

5.Reflexión final ¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de los principales impactos 5

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se abordarán los aspectos éticos, sociales, económicos y ambientales relacionados con el proyecto de establecimiento de un olivar superintensivo con la variedad Lecciana en parcelas adquiridas en Villanueva de los Infantes, Ciudad Real. Este proyecto surge de la necesidad de mejorar y actualizar las prácticas agrícolas en la zona, así como de diversificar las actividades productivas. Se enfoca en evaluar la viabilidad técnica y económica de esta iniciativa, considerando su impacto en diferentes aspectos de la sociedad y el medio ambiente.

El TFG se enmarca en el sector agrario en el contexto de una explotación agrícola ya existente, donde el propietario busca implantar una nueva variedad de olivo y un nuevo sistema de producción, modernizando sus prácticas agrícolas. Aquí, el cultivo del olivar es el foco principal, con la introducción de una variedad innovadora, la Lecciana, en un sistema superintensivo. El objetivo estratégico es maximizar la productividad y rentabilidad del cultivo de olivar y ver si una vez implantado y en funcionamiento será rentable convertir la explotación a superintensivo.

El proyecto se inscribe dentro de la estrategia de mejora y actualización de la explotación agrícola del propietario, quien busca incrementar la rentabilidad y la calidad del producto final mediante la adopción de prácticas innovadoras.

El ciclo de vida del proyecto abarca desde la preparación del suelo hasta la recolección y procesamiento de la aceituna, considerando aspectos como el riego, la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades. Se busca una gestión eficiente y sostenible de todos los recursos involucrados en cada etapa.

El proyecto se desarrolla en la región del Campo de Montiel, Ciudad Real, una región tradicionalmente agrícola y caracterizada por un clima mediterráneo con veranos calurosos e inviernos suaves favorables para el cultivo del olivo. La actividad agrícola tiene una gran importancia económica y cultural en la zona.

Los grupos de interés incluyen al propietario de la finca, trabajadores agrícolas, empresas proveedoras de insumos agrícolas, la cooperativa a la que pertenece el propietario, donde se procesa la aceituna, consumidores de aceite de oliva, autoridades locales y la comunidad en general.

Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Cada uno de estos grupos puede verse afectado de manera directa o indirecta por el proyecto.

Si bien el proyecto se centra en la implementación de un sistema de cultivo innovador, es fundamental considerar los posibles impactos y aspectos éticos, legales, económicos, sociales y ambientales asociados.

2. ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

2.1.Éticos:

- Se debe garantizar el bienestar de los trabajadores agrícolas, proporcionando condiciones laborales seguras y justas. Desde la propiedad se tiene una gran tradición del cuidado de sus trabajadores , quedando la buena experiencia de trabajadores del este de Europa que en campaña de recolección siguen viniendo desde hace más de 8 años a trabajar con la propiedad por el buen trato, familiar y profesional
- Se debe promover la transparencia en todas las etapas del proyecto, desde la selección de proveedores hasta la comercialización del producto final.

2.2.Económicos:

- El proyecto busca maximizar la rentabilidad del cultivo del olivar, optimizando el uso de recursos y reduciendo los costos de producción.
- Se deben considerar los posibles impactos económicos en la comunidad local, como la generación de empleo y el aumento de la actividad económica.
- Es necesario evaluar la viabilidad financiera del proyecto a largo plazo, considerando los costos de inversión y los ingresos esperados por la venta de aceite de oliva.

2.3.Sociales:

- El proyecto puede contribuir al desarrollo socioeconómico de la región, proporcionando empleo y mejorando la calidad de vida de los habitantes locales.
- Se deben tener en cuenta las preocupaciones y necesidades de la comunidad en la planificación y ejecución del proyecto, fomentando la participación y el diálogo.
- Es importante promover prácticas agrícolas sostenibles que respeten el entorno social y cultural de la zona.

2.4.Ambientales:

- Se debe minimizar el impacto ambiental del proyecto, evitando la contaminación del suelo, agua y aire.
- Es fundamental adoptar prácticas agrícolas sostenibles que conserven la biodiversidad y los recursos naturales
- Se debe garantizar una gestión adecuada de los residuos agrícolas y promover la eficiencia en el uso de recursos, como el agua y la energía.

Salud pública

- Garantía de la seguridad alimentaria y la calidad del producto final para los consumidores.

Este análisis inicial del contexto general del proyecto nos permite identificar los principales impactos y aspectos éticos, económicos, sociales y ambientales que deben ser considerados en el desarrollo del TFG sobre el establecimiento de un olivar superintensivo con la variedad Lecciana.

3. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE LOS IMPACTOS Y ASPECTOS MÁS RELEVANTES

Tabla 1 Análisis de los principales impactos

Aspectos más relevantes	Descripción	Grupos/Sectores Afectados	Normativas, leyes, estándares, códigos éticos de referencia
Uso eficiente de recursos naturales	El proyecto busca optimizar el uso de recursos hídricos y suelos agrícolas mediante la implementación de prácticas de riego eficientes y el manejo sostenible del suelo.	Agricultores, trabajadores agrícolas, consumidores	Regulaciones sobre uso de agua y protección del suelo
Maximización de la rentabilidad	La introducción de prácticas agrícolas innovadoras tiene como objetivo maximizar la rentabilidad del cultivo de olivar, beneficiando a los agricultores y contribuyendo al desarrollo socioeconómico local.	Agricultores, trabajadores agrícolas, comunidad local	Normativas agrarias, políticas de desarrollo rural
Conservación de la biodiversidad	El proyecto busca minimizar el impacto ambiental del cultivo de olivar y contribuir a la conservación de la biodiversidad local mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.	Comunidad local, ecologistas	Legislación ambiental, normativas de uso de agroquímicos, estándares de manejo integrado de plagas.

3.1. Justificación de selección:

Uso eficiente de recursos naturales: Este aspecto es fundamental para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto, impactando tanto en la viabilidad económica como en la conservación del medio ambiente y en la seguridad alimentaria de los consumidores. Además, el uso eficiente del agua y del suelo es crucial en una zona con potencial escasez hídrica.

Maximización de la rentabilidad: La rentabilidad económica es un aspecto clave para el éxito del proyecto y su aceptación por parte de los agricultores y la comunidad local. El aumento de la rentabilidad contribuirá al desarrollo socioeconómico de la zona, generando empleo y dinamizando la economía rural.

Conservación de la biodiversidad: La conservación del entorno natural es esencial para mantener el equilibrio ecológico y la calidad de vida de la comunidad local. La implementación de prácticas agrícolas sostenibles permitirá reducir el impacto ambiental del proyecto y proteger la biodiversidad de la región.

Estos aspectos seleccionados son cruciales para garantizar la viabilidad y el éxito del proyecto de establecimiento de un olivar superintensivo con la variedad Lecciana. Su consideración en el desarrollo del TFG asegurará que el trabajo sea coherente con la ética profesional y respetuoso con la legislación y normativa vigente, promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad local.

4. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y SU POSIBLE INTEGRACIÓN EN EL PROYECTO

Durante esta fase, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del impacto del uso eficiente del agua en el proyecto de establecimiento de un olivar superintensivo con la variedad Lecciana. Se reconoció la importancia de este aspecto tanto desde un punto de vista económico como ambiental y social, y se exploraron diversas medidas para integrar este impacto en el diseño e implementación del proyecto.

4.1. Análisis del uso eficiente del agua:

El agua es un recurso vital en la agricultura, y su uso eficiente es crucial para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto de olivar. Se consideraron varias medidas para optimizar el uso del agua en todas las etapas del ciclo de vida del cultivo:

1. **Sistemas de riego por goteo:** Se evaluó la viabilidad y los beneficios de la instalación de sistemas de riego por goteo, que permiten una distribución precisa del agua directamente a las raíces de las plantas. Este sistema reduce las pérdidas por evaporación y escorrentía, maximizando la eficiencia en el uso del agua.
2. **Selección de variedades resistentes a la sequía:** Se analizó la posibilidad de seleccionar variedades de olivo, como la Lecciana, que sean más resistentes a la sequía y requieran menores cantidades de agua para su desarrollo y producción. Esto contribuiría a reducir la demanda de agua y a minimizar el estrés hídrico en condiciones de escasez.
3. **Prácticas de gestión hídrica eficientes:** Se consideró la implementación de prácticas de gestión hídrica eficientes, como el monitoreo del contenido de humedad del suelo, la programación adecuada del riego y el reciclaje de aguas residuales para usos no potables. Estas medidas ayudarían a optimizar el uso del agua y a minimizar el desperdicio.

4.2. Integración en el proyecto:

Se propuso integrar estas medidas en el diseño y la implementación del proyecto de olivar superintensivo de la siguiente manera:

- Incluir la instalación de sistemas de riego por goteo en el plan de desarrollo del olivar, con una distribución óptima de las líneas de riego para maximizar la cobertura y minimizar las pérdidas de agua.
- Seleccionar y plantar variedades de olivo Lecciana conocidas por su resistencia a la sequía y su capacidad para prosperar en condiciones de riego limitado.
- Establecer un plan de gestión hídrica que incluya prácticas de monitoreo del agua, programación de riegos basada en las necesidades de las plantas y el uso eficiente de las fuentes de agua disponibles.

Conclusiones preliminares:

El análisis detallado del uso eficiente del agua ha revelado la importancia de esta medida para la sostenibilidad económica, social y ambiental del proyecto de olivar. La integración de prácticas de gestión hídrica eficientes no solo contribuirá a reducir los costos de producción y mejorar la rentabilidad del cultivo, sino que también promoverá la conservación de los recursos hídricos y la equidad social al garantizar un acceso equitativo al agua en la comunidad local.

5. REFLEXIÓN FINAL

Desde un punto de vista ético, social, económico y medioambiental, el uso de criterios de sostenibilidad ha aportado un valor significativo al proyecto. La integración de medidas para el uso eficiente del agua no solo garantiza la viabilidad económica a largo plazo, sino que también promueve la equidad social al generar empleo en la comunidad local y protege el medio ambiente al reducir el impacto sobre los recursos hídricos.

Además, al considerar criterios de sostenibilidad en todas las etapas del proyecto, se ha fomentado una cultura de responsabilidad ambiental y social en el ámbito agrícola. Esto contribuye a fortalecer la reputación del propietario y del proyecto en la comunidad, así como a mejorar la competitividad en el mercado del aceite de oliva.

En conclusión, el enfoque en la sostenibilidad ha sido fundamental para orientar el proyecto hacia un desarrollo equilibrado y responsable, que no solo busca maximizar los beneficios económicos, sino también garantizar el bienestar de la sociedad y la preservación del medio ambiente para las generaciones futuras.

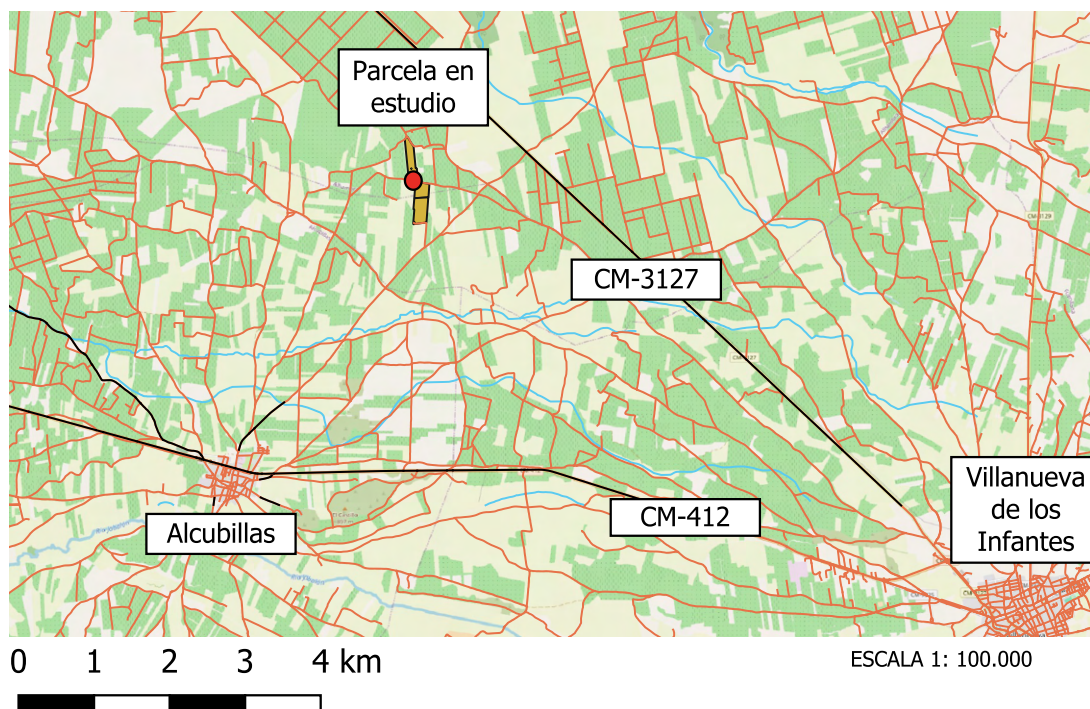
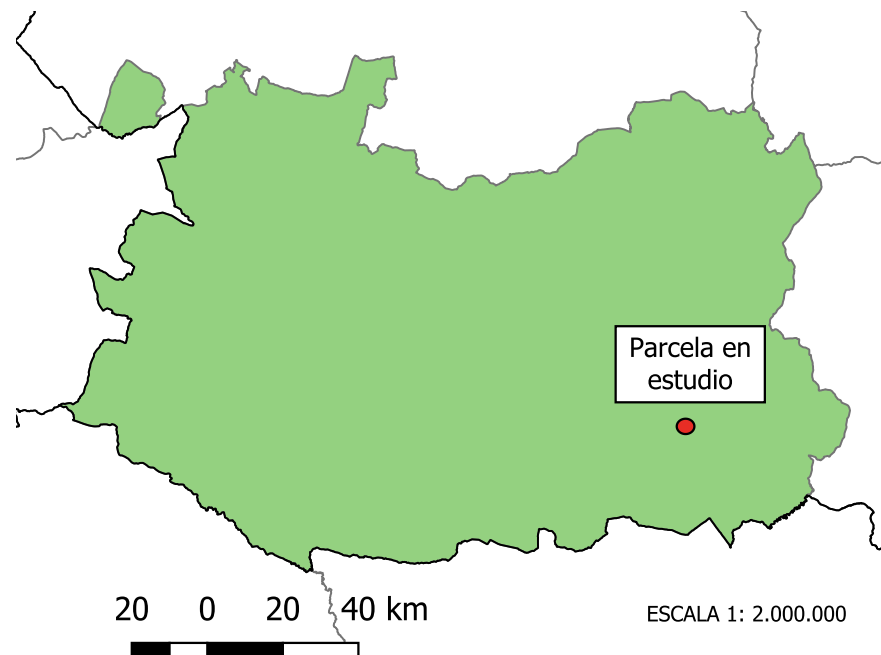
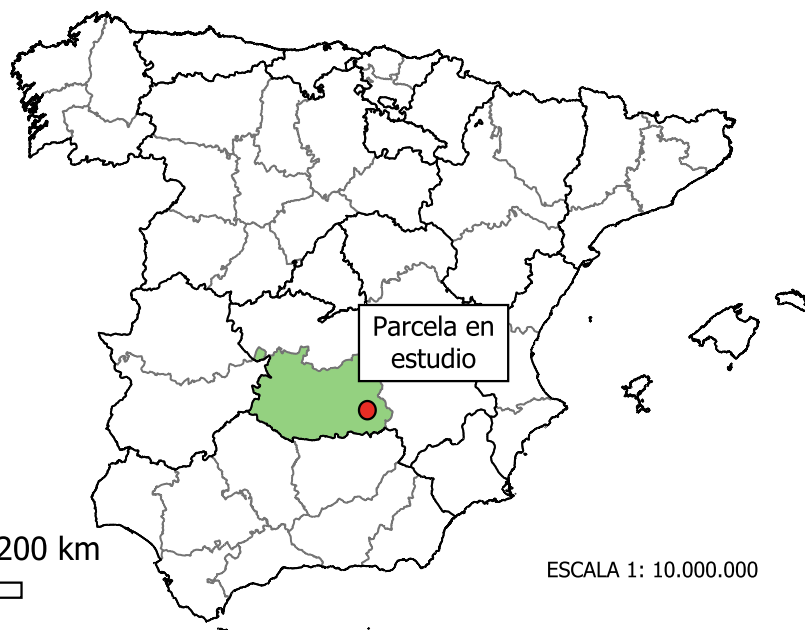
Plantación de un olivar de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

DOCUMENTO N° 2

PLANOS

ÍNDICE

PLANO I: SITUACIÓN	2
PLANO II: EMPLAZAMIENTO	3
PLANO III: CURVAS DE NIVEL	4
PLANO IV: MARCO DE PLANTACIÓN	5
PLANO V: SUBUNIDADES DE RIEGO	6
PLANO VI: RED DE DISTRIBUCIÓN	7
PLANO VII: CABEZAL DE FERTIRRIEGO	8



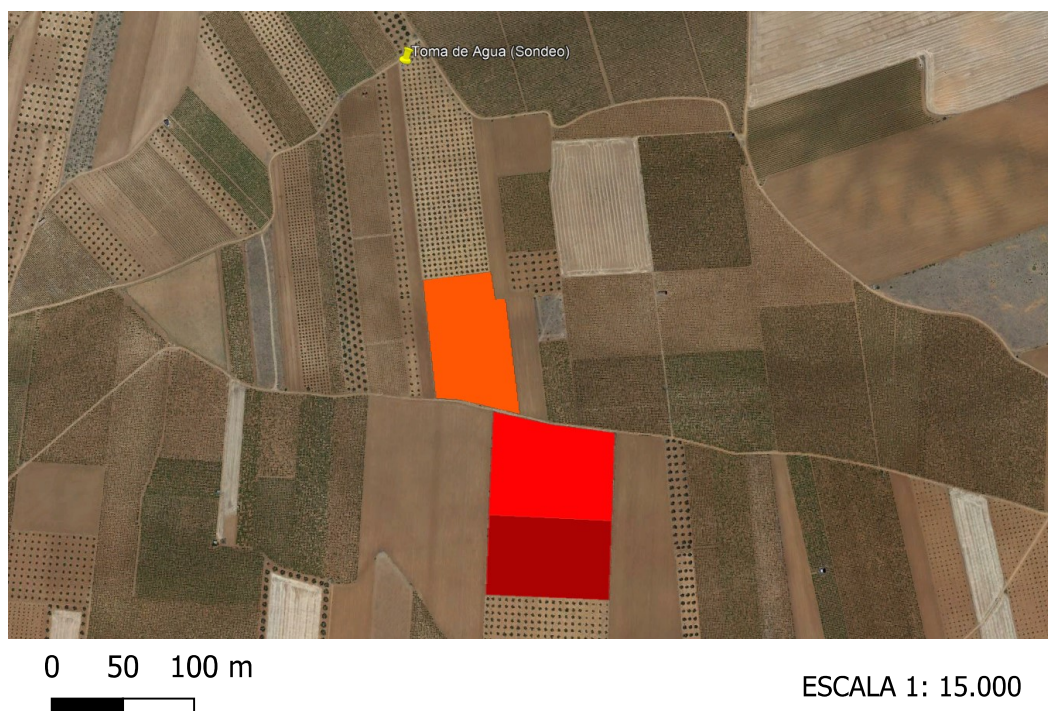
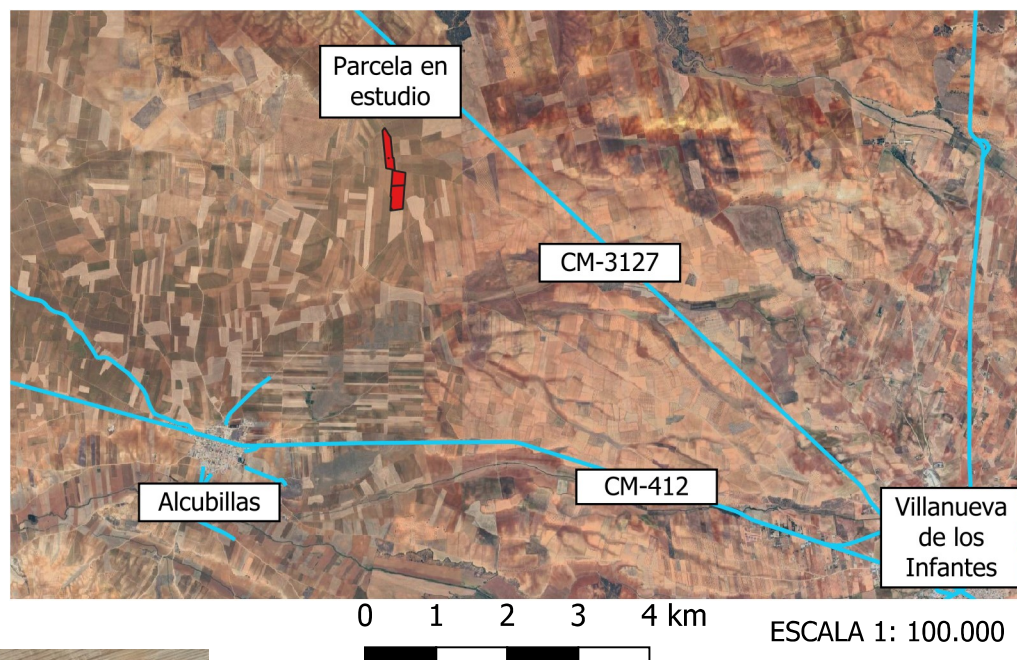
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

TRABAJO FIN DE GRADO

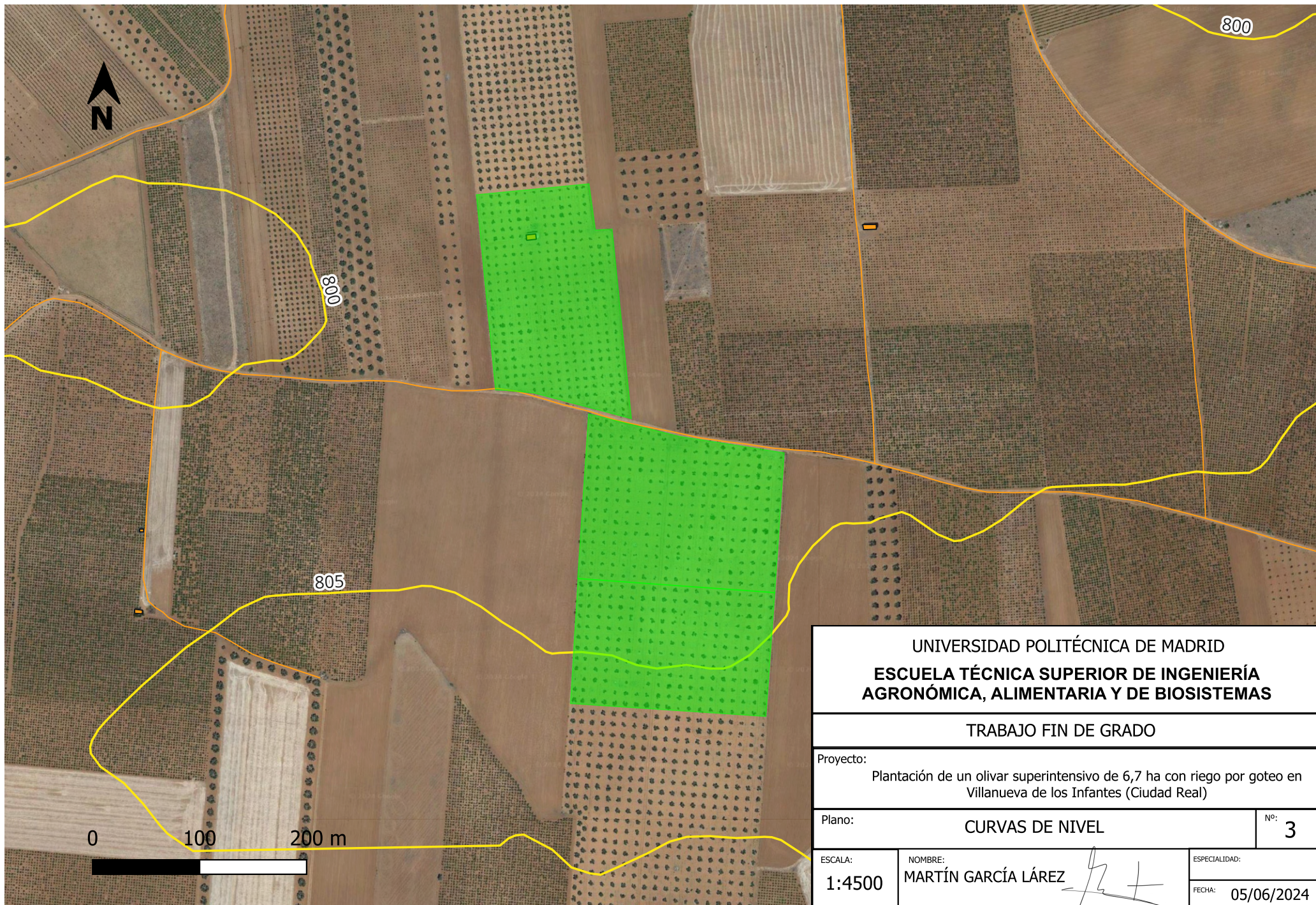
Proyecto:
Plantación de un olivar superintensivo de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Plano: Situación
FECHA: 05/06/2024

ESCALA: VARIAS
NOMBRE: MARTÍN GARCÍA LÁREZ
Nº: 1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO		
Proyecto: Plantación de un olivar superintensivo de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)		
Plano:	Emplazamiento	FECHA: 05/06/2024
ESCALA: Varias	NOMBRE: MARTÍN GARCÍA LÁREZ 	Nº: 2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto:
Plantación de un olivar superintensivo de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Plano: CURVAS DE NIVEL

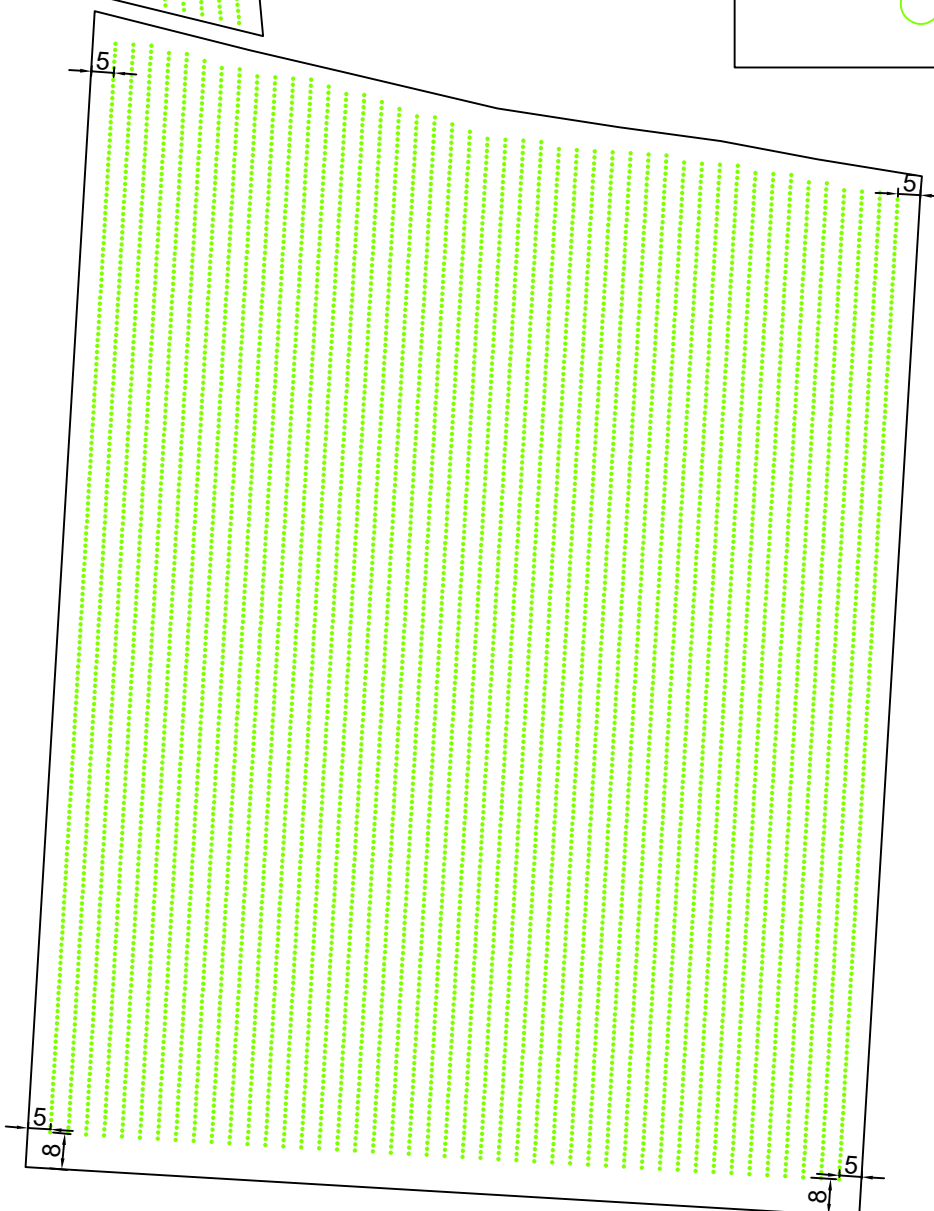
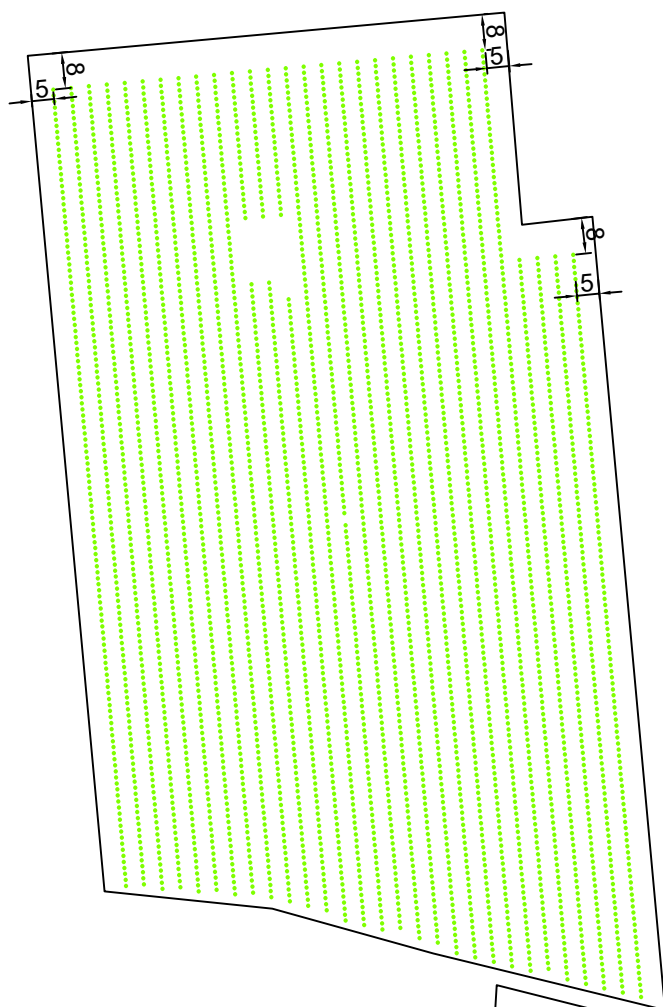
Nº: 3

ESCALA:
1:4500

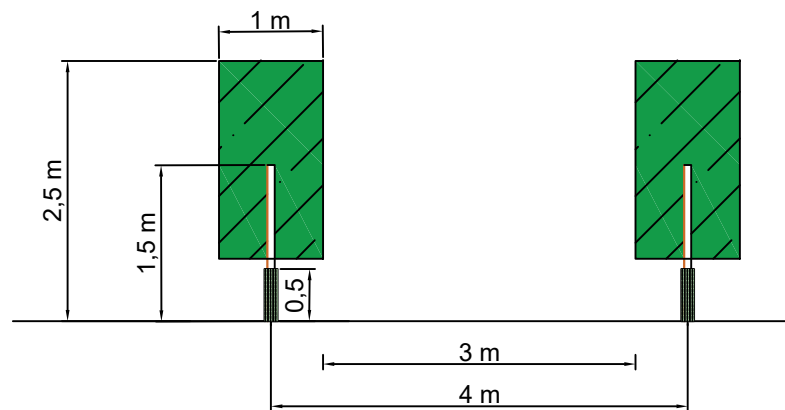
NOMBRE:
MARTÍN GARCÍA LÁREZ

ESPECIALIDAD:

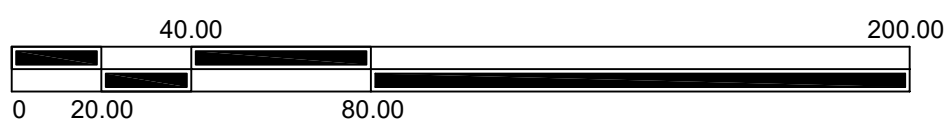
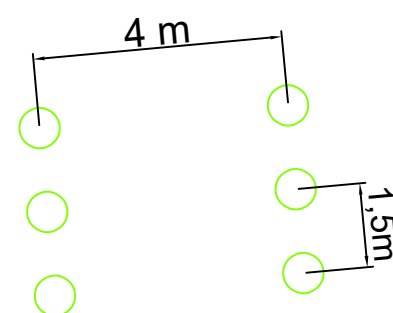
FECHA: 05/06/2024



Esquema separación entre árboles y volumen de copa



Detalle marco de plantación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto:
Plantación de un olivar superintensivo de 6,7 ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Plano: Marco de plantación

FECHA: 05/06/2024

ESCALA:
1:2500

NOMBRE:
MARTÍN GARCÍA LÁREZ

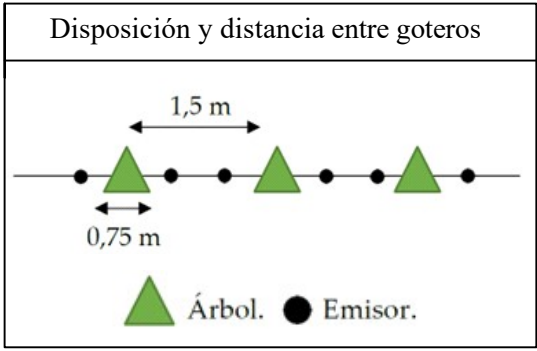
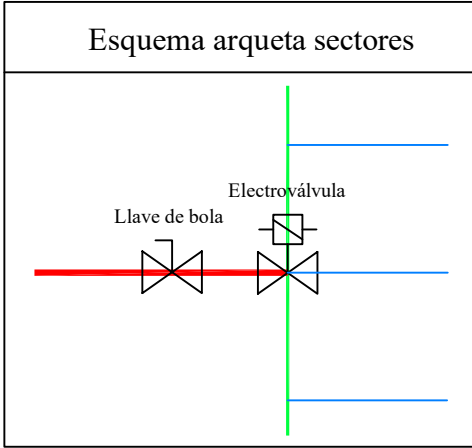
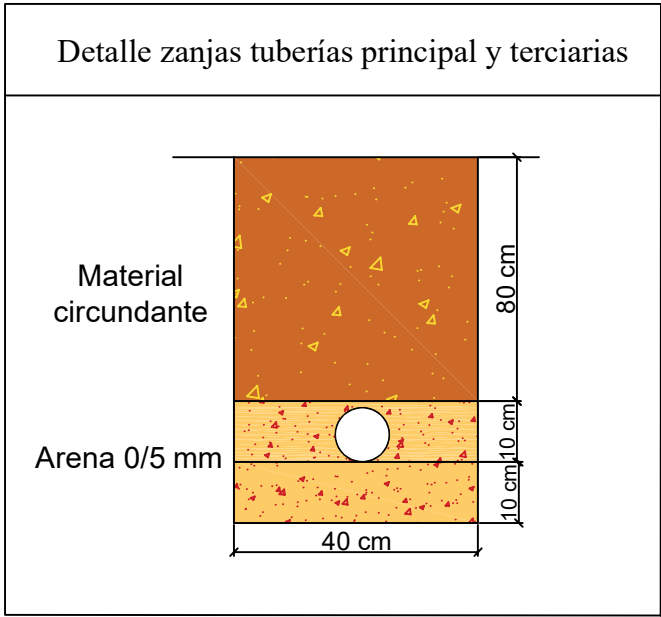
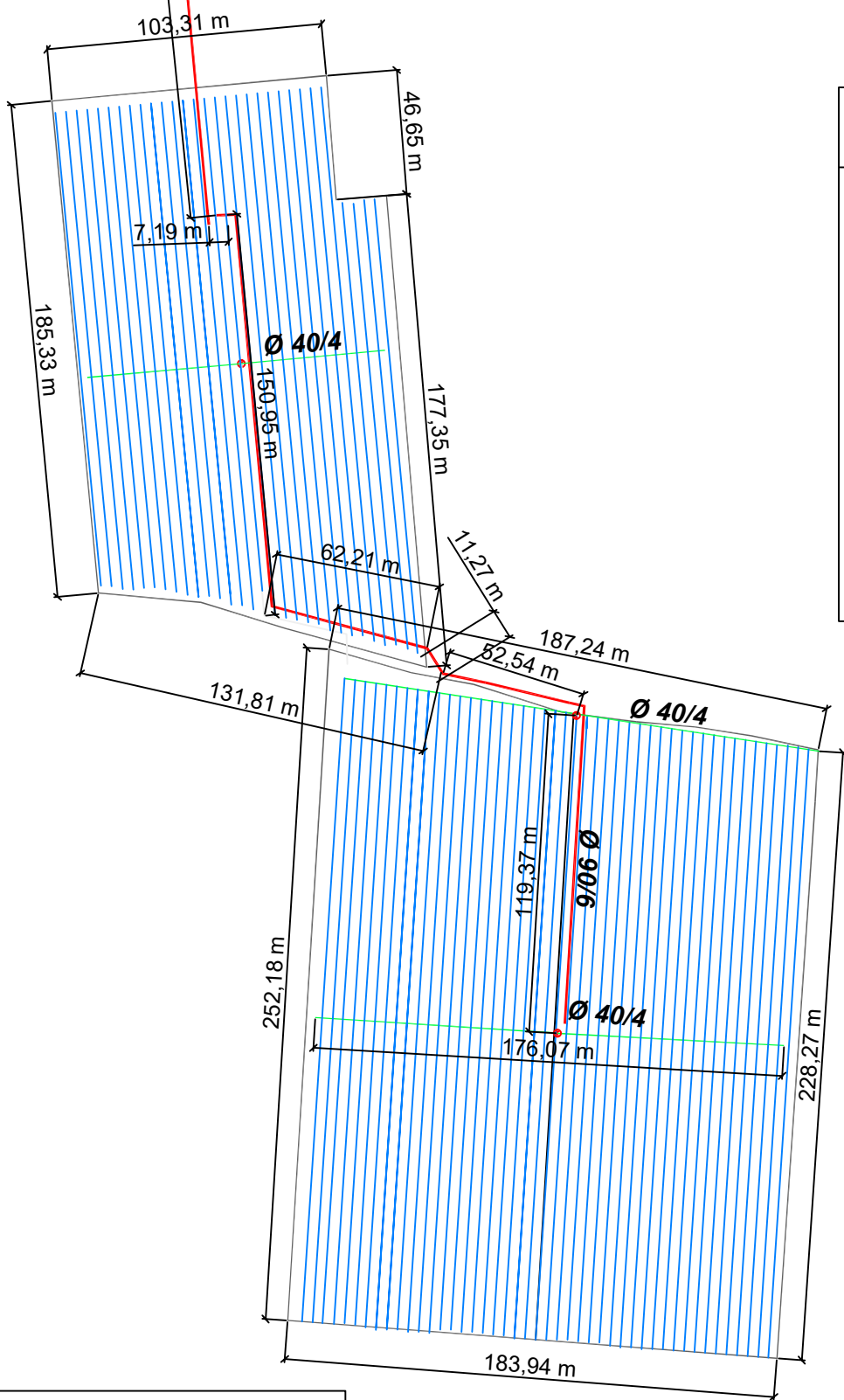
Nº:
4



74,76m
Toma de Agua
(Sondeo)

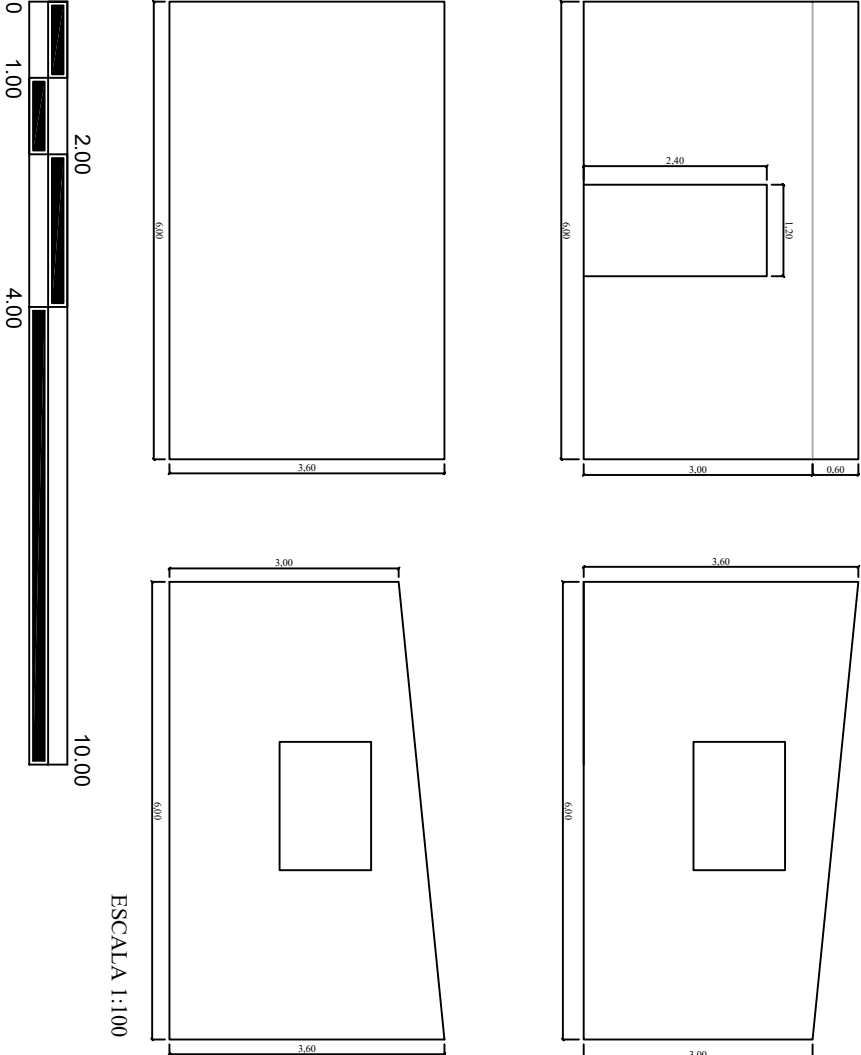


	LEYENDA			
	MATERIAL	DN (mm)	PN (MPa)	LONGITUD TOTAL (m)
Tubería Principal	PVC	90	0,6	1.956
Tubería Terciaria	PE	40	0,6	236
Tubería Portagoteros	PE	16	0,6	14.440

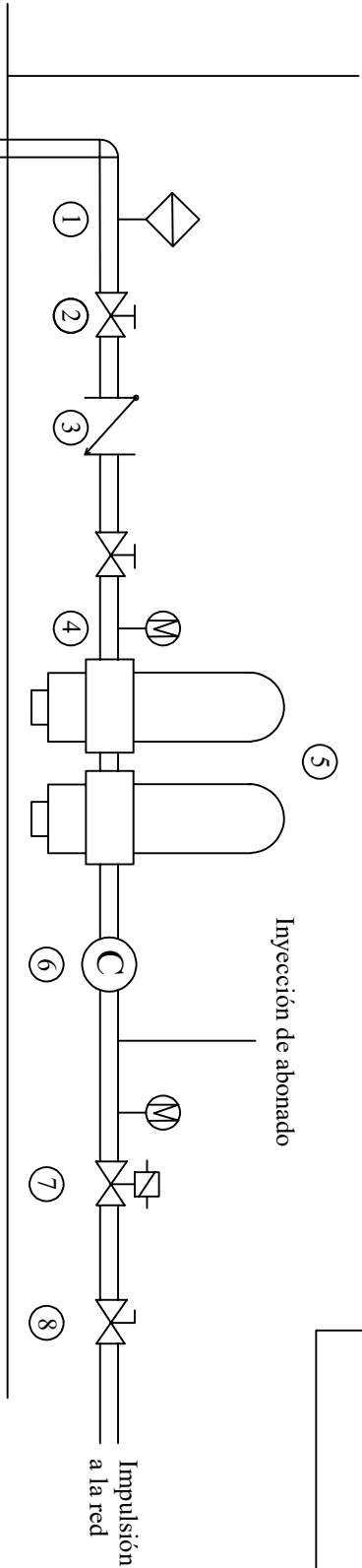


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
TRABAJO FIN DE GRADO			
Proyecto: Plantación de un olivar superintensivo de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)			
Plano: Red de Distribución			FECHA: 05/06/2024
ESCALA: 1:2500	NOMBRE: MARTÍN GARCÍA LÁREZ		Nº: 6

CASETA DE BOMBEO, FILTRADO Y FERTIRRIEGO

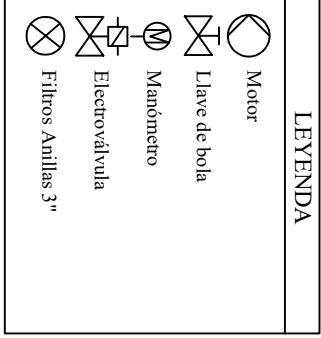
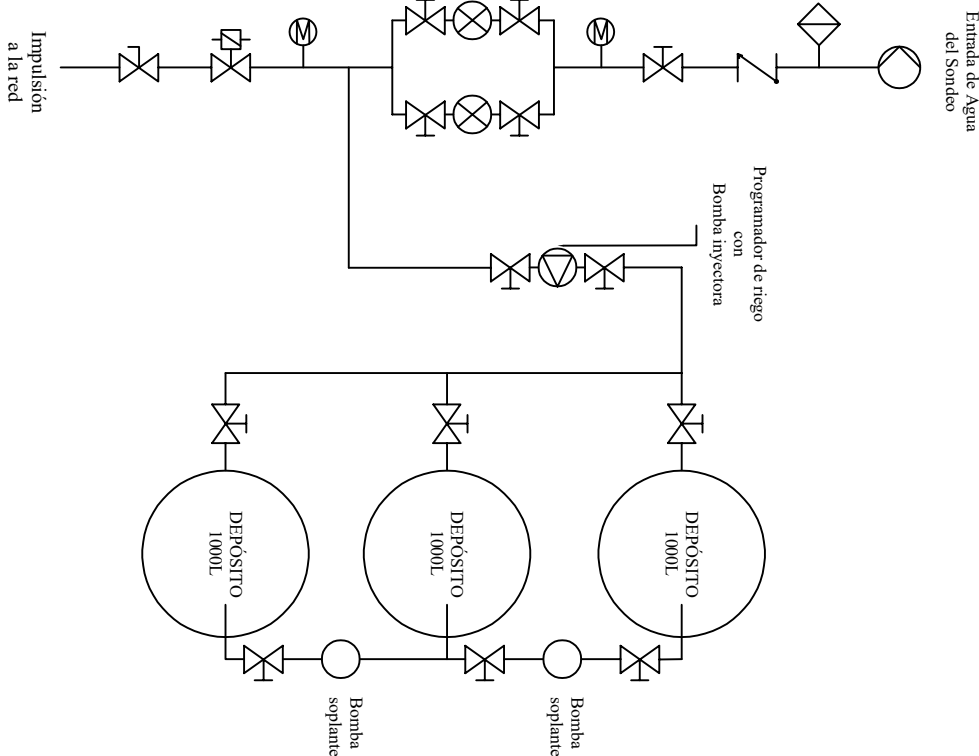


ALZADO EQUIPO INYECCIÓN ABONOS

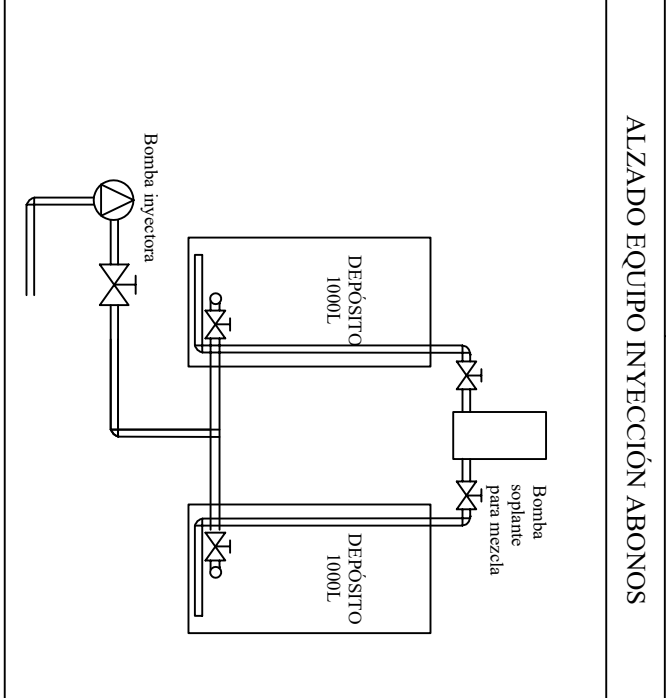


- 1 Ventosa
- 2 Válvula antirretorno de Clapeta
- 3 Llave de mariposa
- 4 Manómetro
- 5 Sistema de filtrado
- 6 Contador
- 7 Electroválvula
- 8 Llave de corte tipo Wafer

PLANTA EQUIPO INYECCIÓN ABONOS



ALZADO EQUIPO INYECCIÓN ABONOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto:

Plantación de un olivar superintensivo de 6,7 ha con riego por goteo en Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

Plano:

Cabezal de Fertirriego

FECHA: 05/06/2024

ESCALA:

Varias

NOMBRE:

MARTÍN GARCÍA LÁREZ

Nº:

7

DOCUMENTO N° 3

**PLIEGO DE
CONDICIONES**

ÍNDICE

1.	TITULO I: DISPOSICIONES GENERALES	3
2.	TITULO I: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA	5
3.	TITULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTIVA	24
4.	TITULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	28
5.	TITULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	33

1. TITULO I: DISPOSICIONES GENERALES

1.1. CAPÍTULO I: Objetivo de dicho proyecto y disposiciones aplicables

Artículo 1. Objeto del contrato.

El presente pliego de condiciones y demás documentación que lo acompaña tiene como objeto el establecimiento de una plantación de olivar con sistema de riego por goteo en una explotación de aproximadamente 7 hectáreas repartidas en tres parcelas situadas en en el término municipal de Alhambra y de Montiel, Ciudad Real.

Artículo 2. Documentos

El carácter general y alcance de la obra descrita en este proyecto están fijados por los siguientes documentos:

Documento I

Documento II

Documento III

Documento IV

Los Planos, el Pliego de Condiciones , los Cuadros de Precios y el Presupuesto serán documentos contractuales de este Proyecto. Los datos incluidos en la Memoria y Anejos son de carácter informativo. Cualquier cambio sustancial respecto a lo proyectado debe ser comunicado a la Dirección Técnica para su aprobación y, de ser necesario, redacción del correspondiente Proyecto reformado

Artículo 3. Obras que se contratan y fianza.

Las obras que se contratan están especificadas en cada documento correspondiente y quedan definidas y presupuestadas en el documento nº 4: mediciones y presupuesto, incluyendo todos los accesorios para completar con éxito el proyecto como así, se indica en los planos y documentación adjunta. La propiedad podrá reservarse como fianza un 5 % de la cantidad facturada por el contratista, que deberá responder al cumplimiento de todas las partes del contrato. Esta fianza se devolverá a los 6 meses de la finalización y entrega de las instalaciones realizadas.

Artículo 4. Compatibilidad entre los documentos

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo establecido en este último. Aquello mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera incluido en ambos documentos.

1.2. CAPÍTULO II: Descripción de la obra

Artículo 3. Emplazamiento.

Las obras se llevarán a cabo según lo indicado en la Memoria y en el plano nº 1: Situación y emplazamiento.

Artículo 4. Sistema general de construcción.

Todas las obras se ejecutarán de acuerdo con los Planos del Proyecto y documentos adjuntos para llevar a cabo el proyecto, teniendo en cuenta en todo momento las mediciones del Presupuesto, así como las instrucciones verbales o escritas por el Ingeniero Director en cada caso particular.

Artículo 5. Obras secundarias

Hace referencia a aquellas que por su naturaleza no pueden ser previstas y descritas en todos sus detalles, si no que se realizarán a medida que avancen los trabajos.

Se realizarán según se vaya conociendo su necesidad, quedando sujetas a las mismas condiciones que rigen para las análogas que figuran en la contrata.

Artículo 6. Labores accesorias.

Aquellas que por su naturaleza no puedan ser previstas y descritas en todos sus detalles, sino que se realizarán a medida que avance la vida de la plantación. Se realizarán bajo el criterio del personal cualificado.

2. TITULO I: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

2.1. CAPÍTULO I: Labores para la preparación del terreno

Artículo 7. Normas generales.

Las labores y operaciones de preparación para el establecimiento de la plantación, riego y prácticas culturales se ejecutarán siguiendo las normas que se citan en la Memoria y sus Anejos.

Artículo 8. Materias primas, energía.

Las materias primas y energía que se utilicen serán las especificadas en los documentos del proyecto. La Dirección Técnica de la explotación asumirá las responsabilidades derivadas de las modificaciones sustanciales según lo establecido.

2.2. CAPÍTULO II: Obtención del material vegetal

Artículo 9. Procedencia y compra de las plantas.

Las plantas se obtendrán de vivero autorizado que suministrará el material vegetal libre de virus, “planta certificada”, según las características especificadas en el texto redifundido del Reglamento Técnico de Control y Certificación de Plantas de Vivero de Frutales.

El material vegetal seleccionado deberá de cumplir al menos con la normativa oficial siguiente:

Real Decreto 929/1995, de 9 de junio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de frutales. (B.O.E. de 14 de Junio de 1995), con sus correspondientes modificaciones, hasta la última modificación: Real Decreto 1256/2010, de 8 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 929/1995, de 9 de junio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de frutales.

La compra se efectuará mediante un contrato en el que se especifique el tipo de plantas, fecha y forma de entrega, así como las responsabilidades en caso de incumplimiento por ambas partes.

Artículo 10. Características de las plantas.

Las plantas deberán reunir las condiciones de sanidad y vigor marcadas por la legislación vigente.

La planta de olivar será de la variedad Lecciana, con una altura de más de 40 cm. (11.320 unidades), seleccionada en base a los estudios que se recogen en los Anejos, será la que se utilice en la plantación, ya que es la más adecuada para las condiciones climáticas, edafológicas, de producción y comerciales de la zona.

Deben tener la calificación de “planta certificada”, estas llevarán etiquetas oficiales de color amarillo, que incluirá la siguiente información: Indicación de calidad CEE; con encabezamiento de ESPAÑA; organismo oficial responsable, nombre o código; categoría, especie, nombre botánico y común; variedad y clon; patrón y clon; cantidad; número de lote o serie; proveedor; país productor, en el caso de importaciones de terceros países; la mención ("VF") ó "VT".

Artículo 11. Porte de la planta.

No presentará ningún síntoma de enfermedad en ninguna de sus partes, siendo fundamental revisar el estado de enraizamiento de las raíces .

Artículo 12. Rechazos de plantones.

Se rechazarán los plantones que presenten síntomas de raquitismo o de retraso de crecimiento, así como las que presenten heridas en el tronco o ramas y no presenten un sistema radicular sano, según lo dispuesto en el Anejo 3: Establecimiento de la plantación.

Así como todos aquellos organismos nocivos y enfermedades que afectan a la calidad:

- Insectos, ácaros y nematodos en todas sus fases de desarrollo: Eusophera pinguis
Meloidogyne spp. Saissetia oleae

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

- Bacterias: *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*
- Hongos: *Verticillium dahliae*
- Virus y organismos similares

Artículo 13. Documentos que acompañan.

Todas las plantas que se adquieran deberán ir acompañada por un documento, donde se indicarán las características de las plantas, así como destino de estas, de acuerdo con los datos mínimos que se detallan.

- Remitente: Número del documento, nombre del proveedor, número del registro, domicilio social, domicilio almacén y medio de transporte.
- Destinatario: Nombre, domicilio y municipio.
- Mercancía remitida: Tipo de material (semilla, partes de planta y plantones) variedad y clon, en su caso. Patrón y clon, en su caso. Categoría, número de lote y Cantidad (Unidades o Kg., en su caso).
- Declaración del proveedor: "El proveedor remitente declara que la mercancía amparada por el presente documento cumple con todos los requisitos exigidos en el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Plantas de Vivero Frutales, para su categoría, haciéndose responsable de la veracidad de los datos consignados".
- Fecha de expedición y sello del proveedor.

La casa suministradora garantizará que el producto corresponde a las características que se señalan en la etiqueta.

Artículo 14. Lotes.

Las plantas certificadas procedentes del vivero sólo se adquirirán en lotes homogéneos.

Si, durante el embalaje, almacenamiento, transporte o entrega, se juntaran o mezclaran plantas de vivero de distintas procedencias el proveedor hará constar la composición del lote y la procedencia de sus distintos componentes. Se evitará en la medida de lo posible este tipo de situaciones.

Artículo 15. Obligaciones del vivero.

El vivero tomará las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de las normas fijadas en el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Plantas de Vivero de Frutales en todas las etapas de la producción y de la comercialización.

Dicho proveedor está obligado a reponer los plantones que no estén en buen estado.

2.3. CAPÍTULO III: Plantación

Artículo 16. Momento de plantación.

La disposición de la plantación, densidad y marco de plantación se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo 3: Establecimiento de la plantación.

Artículo 17. Proceso de Plantación.

La plantación se realizará siguiendo rigurosamente lo indicado en el apartado de plantación del Anejo 3: Establecimiento de la plantación, y según el orden establecido en la ejecución y puesta en marcha del proyecto (Anejo 3).

Artículo 18. Labores previas.

Las labores previas a la plantación se realizarán conforme al orden en que se describen en el Anejo 3: Establecimiento de la plantación.

Artículo 19. Momento de plantación.

La plantación se realizará siguiendo las normas, orden y tiempos que se marcan en el Anejo 3: Establecimiento de la plantación.

Artículo 20. Reposición de marras.

En el mismo año en que se lleva a cabo la plantación, se procederá a la revisión de la plantación, realizando la reposición de marras, y realizando las posibles correcciones de estas, así como, la revisión sanitaria de los plantones, tutores y entutorado.

2.4. CAPÍTULO IV: Prácticas culturales

Artículo 21. Calendario de labores.

La recolección, poda, fertilización, tratamientos herbicidas y fitosanitarios y riego, es decir, todas y cada una de las prácticas que se lleven a cabo en la explotación, según lo indicado en cada uno de los Anejos y Memoria, deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de estas.

El encargado de la plantación puede contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el Anejo 5: Prácticas Culturales.

El encargado de la plantación podrá realizar cambios en las labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecte a lo redactado en el Documento nº 1: Memoria y Anejos.

2.5. CAPÍTULO VI: Poda

Artículo 22. Normas a seguir.

El sistema de formación elegido se realizará conforme a lo establecido, siguiendo los pasos y fechas descritos en el Anejo 5: Prácticas Culturales en el apartado de poda, teniendo especial cuidado con la formación del árbol.

Cuando, a juicio del encargado, exista una causa que justifique una variación en los plazos de realización de estas operaciones, ésta deberá consultarse previamente a la Dirección Técnica.

Artículo 23. Mano de obra.

Durante el primer año la poda será realizada por dos peones, dirigida por el encargado responsable de la explotación. En los años sucesivos se contratará a personal cualificado en esta tarea, dichas personas serán propias de la zona, conocedoras de la poda del término que nos ocupa.

Artículo 24. Mantenimiento.

El equipo utilizado en la poda será cuidado, mantenido y desinfectado en una solución

Plantación de un olivar de 6,7 Ha con riego por goteo en
Villanueva de los Infantes (Ciudad Real)

anti criptogámica, para evitar enfermedades.

Artículo 25. Restos de poda.

Se dejarán en la parcela una vez triturados de inmediato, nunca se dejará en la parcela la madera vieja para evitar los ataques por barrenillo.

2.6. CAPÍTULO VII: Fertilización

Artículo 26. Normativa.

Los abonos que se utilicen en la explotación deberán ajustarse a la normativa vigente relativa a la pureza y a la composición de estos.

- Real Decreto 999/2017, de 24 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. En la que se incluyen en esta definición los abonos, los productos especiales y las enmiendas.

Artículo 27. Abonado.

El abonado de mantenimiento se realizará incorporando el abono con el agua de riego, mediante fertirrigación y por aplicación foliar, según se indica en el Anejo 5: Prácticas Culturales, en el apartado de fertilización.

Artículo 28. Composición y riqueza de los fertilizantes.

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P₂O₅ para el fósforo y K₂O para el potasio. Los abonos de gran higroscopicidad vendrán en envases especiales, y no se abrirán hasta el momento del empleo.

Artículo 29. Envasado y etiquetado

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir

precintados.

Artículo 30. Peticiones.

El encargado pedirá las partidas de abonos, así como de programar la fertirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo 5: Prácticas Culturales, pero siempre con la supervisión del técnico responsable.

Artículo 31. Recepción de abonos.

Todos los abonos se compran envasados y deberán llevar en el envase. Los envases deberán ir precintados.

Artículo 32. Manejo y aplicación.

Se usarán los fertilizantes escogidos en el apartado de fertilización, Anejo 5: Prácticas culturales. Las mezclas y distribuciones de abono se harán bajo las recomendaciones técnicas, ajustándose siempre a los criterios de incompatibilidad de los diferentes abonos a emplear y cumpliendo las normas de manipulación de productos fitosanitarios, así como las normas de prevención de riesgos laborales.

Si al realizar nuevos análisis de suelo, agua y foliares, indicasen una variación de los elementos nutritivos, el técnico podrá rectificar el abonado. Hay que recordar que en el Anejo 5: Prácticas culturales, se indica una programación orientativa, por tanto, el técnico deberá cada año elaborar un plan de abonado.

Artículo 33. Transporte.

El transporte desde el distribuidor a la explotación se realizará siguiendo las normas básicas de protección y cuidados en su transporte, reguladas por la normativa.

Artículo 34. Almacenamiento y conservación.

Los fertilizantes se almacenarán de forma que se conserven intactas sus propiedades. Se guardarán en los tanques de la caseta libres de humedad, en el caso, de que la utilización

no sea inmediata será guardados en la nave del propietario donde se aloja toda la maquinaria.

Artículo 35. Facturas.

Deberán figurar en la factura el peso total de la partida, número y clase de envase y, firma de conformidad por ambas partes, además de todos los detalles expuestos anteriormente. Se acompañará albarán de entrega del producto firmado por el responsable de la recepción.

2.7. CAPÍTULO VIII: Productos fitosanitarios

Artículo 36. Normativa sobre los productos fitosanitarios.

Los productos fitosanitarios que se utilizarán en la explotación deberán ajustarse a las normativas vigentes, debiendo estar inscritos en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios Regulado por el Ministerio.

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 3349/1983 de noviembre y órdenes ministeriales del 1 de abril de 1976 y 7 de octubre de 1976.

El encargado de la explotación deberá estar, al menos, en posesión del carné de manipulador de productos fitosanitarios nivel básico.

Artículo 37. Condiciones de envasado y etiquetado.

Los productos envasados deben estar precintados y etiquetados según el modelo oficial. En él constará el número de registro del producto y la composición química, así como la riqueza de la materia activa.

El etiquetado será indeleble y legible, con la indicación del fabricante (productor, importador, envasador), los productos clasificados como peligrosos deberán ir indicados (frases de riesgo [R] y frases de seguridad [S], requeridos conforme al RD 255/2003), y tendrán a disposición la ficha técnica de seguridad.

El embalaje debe evitar roturas en su manejo.

Artículo 38. Tipo de producto a utilizar y seguridad.

Ante la incertidumbre del momento de prever las plagas o enfermedades que afecten al cultivo, el encargado de la explotación deberá basarse en las indicaciones del Técnico responsable de la explotación, el cual indicará los productos a usar y dosis en cada caso y determinará las normas de utilización de estos.

Artículo 39. Manejo.

El encargado realizará la aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador. El conductor deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes, siempre y cuando la dirección técnica o el fabricante del producto así lo indiquen.

Artículo 40. Almacenamiento.

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El encargado realizará estas tareas con ayuda de peones si fuera necesario.

Artículo 41. Mezcla.

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico.

Artículo 42. Aplicación.

El encargado de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis, sin consultar previamente al técnico responsable, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de estos. Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en que se explica en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada.

Artículo 43. Limpieza.

Después de cada tratamiento fitosanitario, el encargado realizará la limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de estos.

Artículo 44. Seguridad y productos tóxicos.

En caso de utilizar productos peligrosos, se adoptarán las medidas que se reflejan en el artículo 37, en caso de afección o intoxicación se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia en la caseta según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

En el caso de utilizar productos peligrosos, se adoptarán medidas estrictas de seguridad para el personal que los maneje, LEY 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal. (B.O.E 279, de 21 de noviembre de 2002).

Artículo 45. Fraude.

En caso de duda sobre la autenticidad de los productos o de sus etiquetas, se realizarán los análisis oportunos en la delegación de agricultura, o bien en el servicio de defensa contra fraudes del ministerio de agricultura.

2.8. CAPÍTULO IX: Riego

Artículo 46. Calendario y dosis de riego.

Los calendarios de riego propuestos son indicativos y en ningún caso deben imponerse, por tanto, se realizará los cambios oportunos en el calendario y la dosis, en función de las condiciones agroclimáticas de cada año. Se deja a criterio técnico responsable las oportunas modificaciones.

Artículo 47. Revisiones del sistema de riego.

El técnico de la instalación instruirá al encargado el manejo y mantenimiento del sistema de riego, ya que será el responsable de su mantenimiento y funcionamiento.

Artículo 48. Reparaciones y mantenimiento.

En caso de avería en el sistema de riego se contactará con un técnico. El encargado llamará lo antes posible al técnico para que la avería suponga el mínimo trastorno posible en el calendario de riego.

Para asegurar su conservación, el encargado del riego procederá periódicamente al engrase y limpieza de las piezas del cabezal de riego.

Se tendrá en la finca los recambios de aquellas piezas que se estropeen con más frecuencia, y todas aquellas herramientas necesarias para efectuar reparaciones en el sistema, con el fin de interrumpir al mínimo el riego.

El encargado del mantenimiento realizará la limpieza de las tuberías y depósitos con ácido nítrico, y realizará lavados de arena y anillas de los filtros, así como la limpieza de los goteros obstruidos.

2.9. CAPÍTULO X: Recolección

Artículo 49. Normas para seguir.

Las pautas a seguir en la recolección son las expresadas en el Anejo 5: Prácticas Culturales.

Artículo 50. Mano de obra.

Se contratará personal auxiliar y eventual para la recolección, siendo esta una operación supervisada por el encargado. La recolección se llevará a cabo con la maquinaria expuesta en el Anejo 5: Prácticas culturales, en el apartado de la recolección.

Artículo 51. Época de recolección.

La época de recogida coincidirá con la fecha de idónea recolección de la variedad, dentro de un cierto intervalo (Octubre-Enero). Será responsabilidad del encargado decidir en cada año la fecha exacta del comienzo de ésta, influenciada por las condiciones climatológicas, retrasando o adelantando el inicio de la misma.

Artículo 52. Supervisión y limpieza.

Se realizará la recolección con material desinfectado, para evitar enfermedades viróticas.

2.10. CAPÍTULO XI: Maquinaria y equipos

Artículo 53. Normas de utilización.

La maquinaria de la explotación sólo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas y diseñadas.

Artículo 54. Mantenimiento y conservación.

El encargado cumplirá con las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial el engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

Después de cada operación serán perfectamente limpiados.

Artículo 55. Almacenamiento.

La maquinaria permanecerá en la nave siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

Artículo 56. Averías.

Las averías que se produzcan en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta.

Artículo 57. Seguridad del personal.

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el conductor deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad. Se tendrá una especial atención en las uniones de los brazos cardan a la toma de fuerza

Artículo 58. Reglamentación.

Los tractores deberán estar inscritos en el registro oficial de maquinaria agraria del ministerio de agricultura (ROMA) cumpliendo con los requisitos de dicha inscripción.

2.11. CAPÍTULO XII: Materiales de la Instalación de riego

Artículo 59. Tuberías de PVC

Las tuberías de PVC (policloruro de vinilo) tendrán las características descritas en el Anejos 4: Riego.

Las uniones para las tuberías de PVC se efectuarán mediante juntas de goma, de forma que evite cualquier tipo de pérdida de presión. Los materiales y piezas de PVC habrán de cumplir específicamente la Norma UNE-53112, en lo que se refiere a las presiones de trabajo, diámetro y demás características. En todos los casos las presiones de trabajo a 20° C son de 6 atm.

Certificado de calidad AENOR, ya que incrementa el nivel de confianza del producto, garantizando el cumplimiento con todos los requisitos legales que implica el marcado CE.

Así mismo, se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie o se aparten de las medidas dadas por el fabricante.

Artículo 60. Tuberías de PE

Las tuberías de PE (polietileno) tendrán las características descritas en el Anejo 4: Riego, y en los planos.

Las tuberías de PE deberán cumplir las Normas UNE-53131 y UNE-53142, excepciones hechas de las de pequeño diámetro no incluidas en dicha norma, cuyas características constructivas, timbraje, espesor de la red y diámetro habrán de ser aprobadas por el Director de la obra.

El Contratista de las obras presentará a la Dirección Facultativa los documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Certificado de calidad AENOR, ya que incrementa el nivel de confianza del producto, garantizando el cumplimiento con todos los requisitos legales que implica el marcado

CE.

Artículo 61. Piezas de conexión.

La Dirección Facultativa podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto y en los planos, si así lo considera conveniente.

Las piezas especiales y juntas de tubos resistirán los esfuerzos de cobertura o empuje exterior, consecuencia de la presión máxima interior y del esfuerzo dinámico debido a la velocidad del agua. Las tes, cruces y otras piezas serán de PVC y PE capaces de resistir la presión y esfuerzos anteriormente citados. Así, garantizamos el buen funcionamiento de la red de riego.

Artículo 62. Válvula de compuerta y electroválvulas.

La válvula de compuerta, las electroválvulas y demás elementos serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. El cierre deberá ser progresivo, para evitar que se den golpes de ariete.

Artículo 63. Otras válvulas.

Las válvulas a instalar en las tuberías conseguirán el cierre absoluto del paso del agua por las conducciones. El cierre deberá ser progresivo para evitar que un cierre brusco provoque golpes de ariete. Deberán ser de larga duración

Artículo 64. Cabezal de riego, equipo de filtración e inyección

El equipo de filtrado e inyección, el equipo de bombeo, accesorios de todo el conjunto de la instalación, según las características especificadas en los planos y en el Anejo 4: Riego, así como cada elemento que integran las máquinas e instalaciones serán controlados por el Ingeniero Director. El contratista se responsabilizará del suministro, del montaje y comprobación del correcto funcionamiento de la instalación completa.

Artículo 65. Instalación de tuberías.

Las tuberías principales y secundarias irán enterradas, teniendo especial cuidado al

colocar las conexiones entre la tubería secundaria y los ramales portagoteros. Las conexiones entre tuberías se harán mediante anillas de goma del diámetro adecuado para las medidas adoptadas y reflejadas en el correspondiente Anejo 4: Riego, y los planos correspondientes. La tubería terciaria no se enterrará y se colocará una vez realizada la plantación.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías, se procederá al relleno de las zanjas en dos etapas:

- Se cubrirán con una capa de arena y gravilla y se realizará una prueba hidráulica de toda la instalación.
- Se completará el relleno, cubriendo la tubería con arena y gravilla completando el relleno de la zanja con tierra procedente de la excavación realizada no quedando huecos en las proximidades de las piezas.

Artículo 66. Goteros.

Se utilizarán goteros integrados autocompensantes de 2,2 l/h, colocados sobre el ramal portagoteros a una separación de 0,75 m. En el Anejo 4: Riego, se especifica la elección de este.

Artículo 67. Comprobación de la instalación.

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados en los términos y formas que prescriba el Técnico encargado, salvo lo que se disponga en contrario para casos determinados en el presente Pliego. Las pruebas y ensayos prescritos en este Pliego, se llevarán a cabo por el Técnico encargado o agente en quien al efecto delegue.

Se realizará una comprobación de toda la instalación de manera global, de tal manera, que cada componente funcione y esté instalado correctamente.

Artículo 68. Limpieza de las conducciones

Después de cada campaña de riego, se limpiarán las tuberías dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riego, se procederá al limpiado de las

tuberías comprobando que no existen problemas de obturación en goteros, dejando correr el agua, utilizando un producto detergente que no sea corrosivo para las tuberías.

Artículo 69. Manejo del sistema.

Se seguirán las directrices expresadas en el Anejo 4: Riego. El encargado de la explotación, podrá hacer modificaciones correspondientes por razones climatológicas, siempre y cuando el técnico de su aprobación, y realice un programa para cada año.

Artículo 70. Mantenimiento.

Para asegurar la conservación de la instalación, el encargado de la explotación procederá periódicamente al engrase de las piezas del cabezal de riego.

Artículo 71. Averías.

En caso de avería en el sistema de filtrado e inyección, equipo de bombeo o conducción del agua, u otra incidencia no mencionada en dicho pliego, el encargado de la instalación debe dar parte inmediatamente al técnico responsable para que la avería se repare lo antes posible, en el caso que dicha avería no puede ser solucionada por dicho encargado.

2.12. CAPÍTULO XIII: Otras labores.

Artículo 72. Otras labores.

Se llevarán a cabo todas las actividades descritas y previstas en la Memoria y Anejo 5: Prácticas culturales.

También todas aquellas no descritas y realizables a criterio del encargado especialista consultadas con el técnico responsable de la explotación.

Artículo 73. Cambio de labores.

El encargado de la explotación podrá realizar cambios en algunas labores, siempre que estos cambios sean ocasionados por nuevas características producidas en la plantación, y con el consentimiento del técnico de la explotación.

2.13. CAPÍTULO XIV: Ejecución de las obras

Artículo 74. Plan de ejecución de obras.

El contratista deberá redactar un programa de trabajo que someterá a la aprobación del técnico encargado y al que deberá ajustarse a los tiempos y actividades descritas en el Anejo 3: Establecimiento de la plantación.

Artículo 75. Replanteo.

Además de la aprobación del replanteo general, se llevará a cabo por el técnico encargado, o facultativo en quien delegue, los replanteos parciales que exija el curso de las obras, debiendo presenciar estas operaciones el Contratista o su representante, los cuales se harán, cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno.

El Contratista no comenzará las obras referentes a los replanteos, sin previa autorización del técnico responsable de la explotación.

Las zanjas, deberán ser reconocidas por el ingeniero o facultativo en quien delegue, sin cuya aprobación no podrá rellenar sin la comprobación necesaria de tuberías y demás piezas de la instalación.

Artículo 76. Excavaciones.

Las excavaciones se harán de acuerdo con las alineaciones y rasantes que resulten del replanteo y cumplimiento de las órdenes por escrito del ingeniero encargado. Todo exceso de excavaciones que realice el Contratista deberá rellenarse con terraplén o fábrica, según lo considere necesario el ingeniero, en la forma que prescriba, no siendo de abono esta operación ni el exceso de volumen excavado.

Si se representasen aguas que hubiese necesidad de drenar se podrá en conocimiento de la dirección para que se tomen las medidas pertinentes. Estos trabajos auxiliares de drenaje, si la importancia lo demandase y el técnico encargado de la dirección lo juzgase necesario, serán objeto de presupuestos adicionales.

Artículo 77. Ejecución de los tubos enterrados.

La zanja de excavación para la tubería no podrá estar abierta a su rasante definitiva más de ocho, días antes de la colocación de las tuberías.

En caso de hacerse la excavación con anticipación deberá dejarse los últimos veinte centímetros de esta para ser ejecutados no antes de los ocho días previos a la colocación de los tubos.

Para el relleno se utilizará primeramente una capa de arena y gravilla de unos 20 cms sobre la que se colocara la tubería, una vez colocada ésta se rellenará con la misma arena y gravilla hasta cubrir la misma y a continuación se acabara de rellenar la zanja con la tierra de excavación que presente un aspecto más polvoriento hasta completar el nivel igualando con el terreno adyacente. .

Los tubos se unirán por juntas tipo junta elástica.

La prueba en zanja de las tuberías se realizará sin tapar las juntas de los tubos, debiendo someterlos a una presión máxima de 1,4 veces la presión de trabajo o nominal.

Para todo lo referente a montaje y pruebas, así como almacenaje y transporte, se realizará según indican las directrices del “Código de instalación y manejo de tubos de PVC para la conducción de agua a presión” (UNE 53.399 IN).

Artículo 78. Relleno de la zanja.

Se llevará a cabo con arena y gravilla de aportación y las tierras procedentes de las excavaciones.

Artículo 79. Mediciones del relleno.

La medición del relleno de zanjas se hará sin descontar el volumen ocupado por la tubería del determinado por las secciones de la zanja.

Artículo 78. Instalaciones

Se colocarán las tuberías para las redes e instalaciones con los diámetros y distancias señaladas en el proyecto.

Artículo 79. Defectos.

Las deformaciones, grietas, roturas, etc. Serán motivo suficiente para ordenar la desinstalación total o parcial, con la consiguiente reinstalación, si lo estima conveniente el ingeniero o técnico encargado. Los gastos correrán a cargo del contratista.

Artículo 80. Mano de obra.

El contratista deberá tener siempre en la obra el número de operarios proporcionado a la extensión y clase de obra que esté ejecutando. Los operarios serán de aptitud reconocida y experimentada en sus respectivos oficios y constantemente ha de haber en la obra un encargado apto que vigile a los operarios para que cumplan las órdenes del ingeniero.

Artículo 81. Labores mal ejecutadas.

Si a juicio de la Dirección Técnica hubiese alguna parte de la labor mal ejecutada, tendrá la obligación de revisarla cuantas veces sea necesaria hasta que merezca la aprobación de la Dirección Técnica, no teniendo por esta causa derecho a indemnización, ni adicional alguno.

Artículo 82. Trabajos no expuestos en el Pliego de Condiciones.

Es obligación del contratista ejecutar cuanto fuera necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en dicho Pliego de Condiciones.

Artículo 83. Cómo interpretar, aclarar o modificar alguno de los Documentos del Proyecto.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar algún documento del proyecto a indicación del Pliego de Condiciones o bien de los Planos del Proyecto, las órdenes de instrucción correspondientes se comunicarán previamente y por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver el documento firmado para su confirmación.

Artículo 84. Protección.

Correrán a cuenta del Contratista los seguros, cargas sociales, etc., a que obliga la legislación vigente, haciéndose responsable del cumplimiento de esta obligación.

Todos los trabajos se realizarán teniendo en cuenta todas las disposiciones vigentes en materia de seguridad de trabajo, por lo que será el Contratista responsable de cuantos accidentes o daños se pudieran ocasionar por el no cumplimiento de estas disposiciones.

3. TITULO II: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTIVA

3.1. CAPÍTULO I: Obligaciones y derechos del contratista

Artículo 1. Residencia.

Desde el comienzo de las obras hasta su finalización, el Contratista, o bien un representante suyo, deberá residir en un punto lo más próximo posible al de ejecución de las obras. Dicha persona no deberá ausentarse y, si fuese necesario, deberá informar a la Dirección Técnica sobre la identidad de la persona que le sustituirá durante su ausencia, la cual dispondrá de todas sus funciones.

Artículo 2. Oficina en la Obra.

El Contratista habilitará una oficina para que vele por la ejecución correcta del Proyecto y de las instalaciones. En dicha oficina dispondrá en todo momento de una copia de todos los documentos del Proyecto, así como del Libro de Órdenes.

Artículo 3. Presencia del Contratista.

El Contratista o su representante en la obra estarán durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Técnica en las visitas que ésta haga, facilitándole en todo momento la información que se le solicite.

El Contratista tiene la obligación de ejecutar esmeradamente las labores encomendadas y cumplir estrictamente todas las condiciones estipuladas, y cuantas órdenes verbales o escritas le sean dadas por la Dirección Técnica de la explotación.

3.2. CAPÍTULO III: Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares

Artículo 4. Libro de órdenes.

El Contratista deberá de tener un libro de órdenes, donde siempre que así lo considere oportuno escribirá a la Dirección Técnica, las que necesite darle, que el Contratista firmará como enterado, adjuntando la hora del verificado. El libro se encontrará en un lugar accesible, por lo general en la oficina del Contratista, en la obra. Dichas órdenes serán de cumplimiento obligatorio, siempre que no sea presentada por el Contratista dentro de las 24 horas siguientes reclamación alguna.

Artículo 5. Comienzo de la obra y ejecución.

El Contratista deberá presentar antes de empezar con los trabajos, un Plan de Ejecución, que a su vez deberá ser aprobado por la Dirección Técnica. Este plan se desarrollará en la forma necesaria para que, dentro de los periodos parciales en él señalados, queden ejecutadas las obras correspondientes dentro del plazo exigido en el contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista informar a la Dirección Técnica del comienzo de los Trabajos en el plazo de 24 horas antes de su iniciación.

Artículo 6. Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la contrata, salvo aquellos casos en que, por cualquier motivo técnico o facultativo, estime conveniente su variación la Dirección Técnica.

Artículo 7. Ampliaciones y prórrogas por fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor, o que no dependiese de la voluntad del Contratista y siempre que sean distintas de aquellas que se especifican como causa de rescisión del Pliego de Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar, proseguir o finalizar las obras en los plazos fijados, se le otorgará una prórroga para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable de la Dirección Técnica.

Artículo 8. Modificaciones y alteraciones del Proyecto.

Si se acordasen introducir en el Proyecto cambios que supongan la reducción o el aumento de una clase de fábrica o sustitución por otra, será obligatorio para el Contratista cumplir estas disposiciones sin derecho a reclamar ninguna indemnización por los pretendidos beneficios que hubiera podido obtener de la parte reducida o suprimida.

Si para llevar a cabo las modificaciones, se juzgase todo o parte de las obras contratadas, se comunicará por escrito la orden al Contratista, procediendo a la medición de la obra ejecutada en la parte a que alcance la suspensión, extendiéndose un acta de los resultados.

Artículo 9. Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos, sin que pudiese servirle de excusa, ni le otorgue ningún derecho, el que la Dirección Técnica o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de las obras.

Artículo 10. Obras y vicios ocultos.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del Proyecto, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos ; dichos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al Promotor, otro a la Dirección Técnica y el tercero al Contratista.

Si la Dirección Técnica tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción de las obras ejecutadas, ordenará efectuar, antes de la recepción definitiva, las demoliciones o desmontajes que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Artículo 11. Materiales defectuosos.

Cuando los materiales no fuesen de la calidad requerida, o no estuviesen perfectamente preparados, la Dirección Técnica dará orden al Contratista para que los reemplace por

otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o faltando estos por las ordenes de la Dirección Técnica.

Artículo 12. Materiales no utilizables.

El Contratista a su consta transportará y colocará en el sitio de la obra en que no puedan causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de excavaciones, etc. que no sean utilizables en la obra.

Artículo 13. Aparatos y máquinas.

Todos los aparatos, motores, máquinas y demás mecanismos a emplear reunirán perfectas condiciones para su funcionamiento, cumpliendo con las condiciones exigidas por los reglamentos vigentes.

Artículo 14. Pérdidas y averías

El Contratista no tendrá derecho a reclamación ni indemnización alguna por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en la obra, salvo en los casos de fuerza mayor que se especifiquen en el Pliego de Condiciones Generales.

3.3. CAPÍTULO V: Recepción y liquidación

Artículo 15. Recepción provisional.

Se producirá 15 días después de que la instalación se encuentre terminada, conforme a todas las normas del presente Pliego de Condiciones y el funcionamiento confirman las garantías ofrecidas por el Contratista.

Artículo 16. Recepción definitiva.

Tendrá lugar al cumplimiento del primer ciclo de riego o a los 6 meses, después de la recepción provisional siempre que este periodo incluya el primer ciclo de riegos. Durante este periodo de garantía, el Contratista sustituirá a su costa todas las partes de la instalación que fuesen defectuosas, por construcción o montajes manifiestos y ocultos. No se incluyen los trabajos de conservación normal, como tampoco los que fueran

consecuencia de un abuso, de torpeza, de uso anormal o de falta de conservación, de lo cual deberá presentar pruebas el Contratista.

Artículo 17. Medición definitiva de los trabajos.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Técnica a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o su representante.

3.4. CAPÍTULO VI: Facultad de la dirección de la ejecución

Artículo 18. Potestades.

La Dirección Técnica tendrá la capacidad para ordenar el cese de actividades o el comienzo de éstas, tal como se establece en este Pliego de Condiciones.

El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones dictadas por la Dirección Técnica, de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

Artículo 19. Cumplimiento de plazos.

El Contratista terminará las labores en su totalidad en los plazos establecidos, que serán definidos en el contrato que se establezca, entre la explotación y la empresa de servicios. La contrata llevará un ritmo de trabajo acorde con la perfecta ejecución de sus tareas.

4. TITULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

4.1. CAPÍTULO I: Base fundamental

Artículo 1. Base fundamental.

Como base fundamental de estas “Condiciones Generales de Índole Económica”, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales.

4.2. CAPÍTULO II: Garantías de cumplimiento y fianza

Artículo 2. Garantías.

El director de obra podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Artículo 3. Fianzas.

Se podrá exigir al contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 4. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de obra, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los trabajos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 5. Devolución de la fianza.

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de cinco días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Ayuntamiento del Municipio en cuyo término se halle ubicada la obra, que no exista reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales y materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

4.3. CAPÍTULO III: Precios y revisiones

Artículo 6. Precios contradictorios.

Si ocurriese un caso por el cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a

estudiarlo y convertirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.
- La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.
- Si ambos son coincidentes, se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuese posible conciliar por simple discusión los resultados, el director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, de la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

A la fijación del precio contradictorio, se habrá de proceder, necesariamente, al comienzo de la ejecución de la nueva unidad, y si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el director y a concluirla a satisfacción de éste.

Artículo 7. Reclamación de aumento de precios.

Si el Contratista antes de la firma del Contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá reclamar aumento de los precios fijados en el Cuadro de Precios correspondientes del Presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe se corregirán, pero no se tendrán en cuenta a los efectos del contrato señalado en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el director de obra o el Contratista los hubiese hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata respecto del importe del Presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho Presupuesto antes de la corrección y la cantidad ofrecida.

Artículo 8. Revisión de precios.

Dado el periodo corto de ejecución de los trabajos, se acuerda la no revisión de precios

Artículo 9. Elementos comprendidos en el presupuesto.

Los precios de las diferentes unidades de obra en el Presupuesto, se ha tenido en cuenta los medios auxiliares, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con lo que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras. No se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada.

4.4. 4.4. CAPÍTULO V: Valoración y abono de los trabajos

Artículo 10. Abono de las obras ya ejecutadas.

Se abonarán al Contratista las obras ejecutadas con arreglo a las normas del Proyecto aprobado.

Artículo 11. Obras de mejora.

Si por alguna disposición superior se produjera alguna reforma en las obras sin aumentar la cantidad total del Presupuesto, el Contratista queda obligado a ejecutarla con la baja proporcional al adjudicarse la subasta.

Artículo 12. Obras calculadas por partidas alzadas.

Las partidas alzadas consignadas en el Presupuesto se abonarán al Contratista cuando estén totalmente terminadas, con arreglo a lo expuesto en el presente Pliego.

Artículo 13. Honorarios por dirección de obra.

Serán por cuenta del Contratista y su importe será el tanto por ciento correspondiente a las tarifas de honorarios del Instituto de Ingenieros Civiles de España.

Artículo 14. Liquidaciones parciales con carácter provisional.

La obra ejecutada se abonará por certificaciones de liquidaciones parciales. Estas certificaciones tendrán carácter de documentos provisionales como pagos a cuenta, sin que suponga la aceptación de mediciones ni precios, sujetos a las mediciones y variaciones de la liquidación final.

Artículo 15. Liquidación Definitiva.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación final, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando estas hayan sido previamente aprobadas con sus precios por la Dirección Técnica.

4.5. CAPÍTULO VI: Indemnización mutuas

Artículo 16. Sanciones por retraso de las obras.

Si el Constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre Propiedad y Contrata.

Artículo 17. Indemnizaciones por retraso de la entrega.

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causa de retrasos no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas, será una cantidad fijada por día de retraso, cantidad que quedará expresada por las partes contratantes antes de la firma del contrato, pero que no será inferior a la correspondiente al (5%) de las sumas totales desembolsadas por el propietario.

Artículo 18. Indemnización por daños de causa mayor.

El contratista no tendrá derecho a indemnización si los perjuicios son ocasionados por causa que no sean de fuerza mayor:

- Incendios causados por electricidad

- Daños producidos por terremotos o vientos huracanados
- Los destrozos ocasionados violentamente

La indemnización se referirá exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas a, materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria e instalaciones, etc., propiedad de la contrata.

Artículo 19. Renuncias.

El contratista renuncia a la indemnización por el aumento que pudieran sufrir los materiales o jornales especificados en los diversos documentos de este proyecto

5. TITULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 1. Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componentes nombrados en número igual por ellas y presidido por el director de obra y, en último término, a los Tribunales de justicia del lugar en que radique la Propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajos, lo dispuesto por Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Será de encargo y cuenta del Contratista el vallado y vigilando que, por los propietarios de las fincas contiguas si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que merme o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente será informada al director de obra.

Artículo 2. Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos en los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en legislación vigente y, siendo en

todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto. El Contratista está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los peones en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios que se generen por no cumplir el Contratista lo legislado éste será el único responsable o sus representantes en la obra.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda en las operaciones de ejecución de las obras.

Artículo 3. Pago de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

Artículo 4. Causas de rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si el heredero ofreciera llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del Proyecto que represente alteraciones fundamentales, siempre que la variación del presupuesto de ejecución como consecuencia de estas modificaciones represente en más o en menos del 50% como mínimo, de las unidades del Proyecto modificadas.

- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos del 50% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.

La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de dos meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido tres meses.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Así mismo serán de aplicación los preceptos de la “Ley y Reglamento General de Contratación”, en todos aquellos puntos que no queden suficientemente regulados.

JUNIO DE 2024, MADRID



Fdo. Martín García Lárez

DOCUMENTO N° 4

**MEDICIONES Y
PRESUPUESTO**

ÍNDICE

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	3
1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	10

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PARTIDA	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
CAPÍTULO 1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					
01.01	HA	PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA LA PLANTACIÓN			
		Subsolado del terreno en el mes de Agosto con una profundidad de 0,70-0,80 metros ejecutándose 2 trazos cruzados. Se utilizarán tractor y subsolador	2	48	643,2
01.02	HA	LABOREO COMPLEMENTARIO			
		Labor complementaria con Chisel para dejar el terreno mullido en época con la tierra muy seca, realizando 2 pases cruzados.	1	36	241,2
01.03	HA	LABOREO COMPLEMENTARIO			
		Labor complementaria para igualar y alisar el terreno. Se realizarán 2 pases con un rulo.	4	32	857,6
01.04	Tn	ENMIENDA ORGÁNICA			
		Aplicación de estiércol de ovino con carro enterrador.	113	23	2.599,0
IMPORTE TOTAL CAPÍTULO 1					4.341,0

PARTIDA	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
CAPÍTULO 2 LABORES DE PLANTACIÓN					

02.01	UD	PLANTAS DE OLIVO			
		Planta de olivo, variedad LECCIANA. Altura de la planta: más de 40cm	11.320	1,57	17.772,4
02.02	UD	PLANTACIÓN CON TRACTOR GPS			
		Plantación del cultivo sobre terreno definitivo con tractor guiado con GPS (incluye tutor y protector puesto).	11.320	0,3	3.396,00
02.03	UD	TUTOR			
		Tutor de acero galvanizado, altura 1,50m, Ø20mm	11.320	0,67	7.584,40
02.04	UD	PROTECTOR			
		Protector de polipropileno de doble cara, perforado, altura 40 cm.	11.320	0,28	3.169,60
02.05		DESPLAZAMIENTO			
		Desplazamiento de maquinaria, de plantadores y llevar material de plantación.			250
		IMPORTE TOTAL CAPÍTULO 2			32.172,40

PARTIDA	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN RED DE RIEGO					

03.01	ML	APERTURA DE ZANJA			
		Hora retroexcavadora en zanja y otros trabajos	34	35,00	1.190
03.02	ML	TUBERÍA PVC DN90 (5 MT.)	1.965,00	1,576	3.096,84
03.03	UD	TUB. PE 40 UNE EN 1220 (100 MT.)	500,00	1,48	740
03.04	ML	Tubo goteo AZUD PC SYSTEM Ø 16x0,9 mm., (400 MT)	14440	0,227	3276,07
		Tubo Ø 16x0,9 mm gotero autocompensante 2,2 L/H. cada 75 cm.			
03.05	UD	ACCESORIOS Y FITTINGS	1	240	240
03.06	UD	MANO DE OBRA DE MONTAJE RED DE RIEGO INCLUIDO GPS	1	850	850
03.07	UD	PORTE MAQUINARIA	1	200	200
		IMPORTE TOTAL CAPÍTULO 3			9592,915

PARTIDA	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	IMPORTE TOTAL (€)
CAPÍTULO 4 CABEZAL DE RIEGO					

04.01	UD	E6 XD 40-6/13 CUERPO DE BOMBA CAPRARI	1	967	967
		suministro e instalación de bomba sumergible SP 95-2 de 9.2 KW de potencia, fabricada totalmente de acero inoxidable anticorrosión, se incluye cuadro eléctrico de control y maniobras, con diferencial y magneto térmico de protección, e interruptor general montado en cuadro con puerta estanca, con variador de velocidad para la bomba. .			
	UD	MOTOR MCR410 T 380 V. SUMERG.	1	470	470
	ML	MANGUERA ELECTRICA 3X6 MM2 (MT)	85	2,75	233,75
	ML	TUBERIA PVC 2" 1/2 STANDARD (MT)	23	24,42	561,66
	UD	CONJUNTO GUARDA BOMBAS 2 1/2" STANDARD	1	32,11	32,11
	UD	ACCESORIOS Y FITTINGS	1	240	240
	UD	VENTOSA TRIPLE EFECTO BERMAD C10-P	2	44,02	88,04
	UD	VAL. PVC RETENCION CLAPETA SYSTEM Ø90	1	140,67	140,67
	UD	VÁLVULA DE MARIPOSA CON BRIDAS Ø 90 PVC. GATILLO.	1	132,19	132,19
	UD	MANÓMETRO 0-16 bar dn 63	2	10,38	20,76
		Manómetro inox. glicerina MT 0-16 bar con glicerina, diámetro nominal 63mm, rosca macho 1/4".			

	UD	CABEZAL FILTRADO ANILLAS	1	1000	1000
		AZUD HELIX SYSTEM 2 UDS. DE 2" SUPER COLECTOR Ø 90 /10 (Caudal máximo=50 m³/h)			
	UD	CONTADOR AGUA WOLTMAM 2" ½ (DN 65 mm)	1	304,35	304,35
		contador de agua Woltman 65 mm diámetro nominal + Emisor pulsos.MÁX= 30 m³/h instalado en tuberíade entrada de agua con p.p. de entronques y piezas especiales de instalación.			
	UD	NUTRITEC 9501 C 4 FERTILIZANTES Y ÁCIDO (500 L/H).	1	9500	9500
		Equipo de programación de riego y fertirrigacion compuesto por central programable, con conexionado a cuadro de protección red de baja y tomas y cableado para electroválvulas. INCLUYE:			
	UD	ELECTROBOMBA AUXILIAR 3CV PARA INYECCIÓN FERTILIZANTES EN RED DE RIEGO HASTA 4 BAR.	1		
	UD	ESTRUCTURA DE ACERO INOXIDABLE (BANCADA), PARA TODOS LOS ELEMENTOS.	1		
	UD	PROGRAMADOR DE RIEGO (según modelo), montado en pupitre de acero inoxidable con voltímetro digital, selectores (Automatico 0 Manual) de las válvulas de fertilizantes, etc.,(	1		
	UD	SENSOR DE pH, MÁX. 6 atm (con acoples y soluciones de calibración)	1		
	UD	SENSOR DE C.E., MÁX. 6 atm (con transmisor, acoples y soluciones de 1	1		
	UD	UNIDAD DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTE MÁX. 500 l/h, c ompuesta por: -Venturi ¾" PVC RITEC (-Electroválvula dosificación 16 mm auto. (FIP) (-Válvula regulación manual de aguja ½" (-Caudalímetro (Rotámetro) 500 1.500 l/h RITEC (-Válvula anti retorno Ø20 mm (1u) -Te PVC Ø50 25 mm (2u) -Válvula de esfera Ø 20mm (1u)	4		

		-Válvula de esfera Ø25 mm (2u)			
	UD	UNIDAD DE INYECCIÓN DE ÁCIDO COMPLETA MÁX 500 l/h	1		
	UD	MEZCLADOR DE PVC en tubería principal riego	1		
	UD	DEPÓSITO P.E. CÓNICO CON TAPA 1.000 L	2	220	440
	UD	DEPÓSITO P.E. CÓNICO CON TAPA 500 L	1	150	150
	UD	ACCESORIOS LLENADO Y VACIADO PARA CADA DEPÓSITO DE FERTILIZANTES	2	150	300
		(Incluye filtro salida 2" malla / filtro 3/4" y accesorios)			
	UD	ACCESORIOS LLENADO Y VACIADO PARA CADA DEPÓSITO DE ÁCIDO	1	150	150
	UD	AGITADOR DE AIRE			
		PARA DEPÓSITOS DE PE PARA UN MÁXIMO DE 4 DEPÓSITOS DE 1.000 L: AGITADOR DE 2,0 CV MONOFÁSICO , TRABAJO DISCONTINUO	1	150	150
	UD	ACCESORIOS PVC PARA AGITADOR POR AIRE PARA CADA DEPÓSITO	3	130	390
		VÁLVULA DE ESFERA. DISTRIBUIDOR DE AIRE (PULPO) ETC.			
	UD	MANIOBRA ELÉCTRICA	1	150	150
	UD	ELECTROVÁLVULA 1"1/2 SECTORES DE RIEGO	3	83,2	249,6
		Electroválvula Latch 9V. BerMad 1y1/2 pulgadas DN40 - Latch 9V para el correcto servicio y programación del riego instalado			
	UD	ELECTROVÁLVULA 2"1/2	1	306,8	306,8
		electroválvula de 2 ½" de la marca Bermad, modelo IR-410-RX,			

	UD	LLAVE DE CORTE TIPO WAFER 2 1/2"	1	68,6	68,6
		Llave de corte tipo Wafer mariposa con gatillo 2 1/2"			
	UD	MANO DE OBRA MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	1	2030,2	2030,2
		IMPORTE TOTAL CAPÍTULO 4			18075,73

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO	4.241,00
CAPÍTULO 2.- LABORES DE PLANTACIÓN	32.172,40
CAPÍTULO 3.- INSTALACIÓN RED DE RIEGO	9.593
CAPÍTULO 4.- CABEZAL DE RIEGO	18.075,73
TOTAL, EJECUCIÓN MATERIAL	
€	64.182,04

10% GASTOS GENERALES	6418,204
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	3.850,92
TOTAL DE PRESUPUESTO POR CONTRATA	74.451,17
21% IVA	15.634,74

TOTAL, PRESUPUESTO GENERAL € 90.085,91

El importe total del presupuesto asciende a la cantidad de **SESENTA Y CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS** con **CUATRO CÉNTIMOS**.

A este importe se le añadirá el correspondiente porcentaje de IVA en vigor(21%), un 10% de gastos generales y un 6% de beneficio industrial ascendiendo hasta **NOVENTA MIL OCHENTA Y CINCO EUROS** con **NOVENTA Y UN CÉNTIMOS**

JUNIO DE 2024, MADRID



Fdo. Martín García Lárez