



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

**ESTUDIO PARA LA ADAPTACIONES A
LAS NUEVAS TENDENCIAS EN
OLIVICULTURA DE UN OLIVAR
TRADICIONAL.**

**FORMA Y RENTABILIDAD DE LA
ADAPTACION.**

Alumno: PEDRO ALBERTO LÓPEZ LÓPEZ

Director/a FRANCISCO JOSE PEREZ LATORRE

Tutor/a:

Dpto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Fecha 04/12/2023



Francisco José Pérez Latorre, Profesor Universidad del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Jaén.

Como **Directora y/o Tutora** de D. (D^a. Pedro Alberto López López, en el Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva, durante el curso 2023-2024.

INFORMA: QUE EL PRESENTE TRABAJO FIN DE MÁSTER, “**ESTUDIO PARA LA ADAPTACIONES A LAS NUEVAS TENDENCIAS EN OLIVICULTURA DE UN OLIVAR TRADICIONAL. FORMA Y RENTABILIDAD DE LA ADAPTACION.**”

“HA SIDO REALIZADO POR D./D^a. ,PEDRO ALBERTO LÓPEZ LÓPEZ, PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN OLIVAR Y ACEITE DE OLIVA POR LA UNIVERSIDAD DE JAÉN, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA **DR.** FRANCISCO JOSÉ PÉREZ LATORRE.

Jaén, a 04 de diciembre 2023

Fdo.: Alumno/a: **Pedro Alberto López López**

Fdo.: Francisco José Pérez Latorre

ÍNDICE GENERAL

<u>MEMORIA</u>	
<u>1 Objeto del proyecto</u>	
<u>1.1 Agentes del proyecto</u>	
<u>1.2 Naturaleza del Proyecto</u>	
<u>1.3 Localización y acceso</u>	
<u>1.4 Dimensiones del proyecto</u>	
<u>2 Antecedentes</u>	
<u>2.1 Motivaciones del proyecto</u>	
<u>2.2 Trabajos previos</u>	
<u>3 Bases del proyecto</u>	
<u>3.1 Directrices del proyecto</u>	
<u>3.1.1 Finalidad perseguida por el Promotor</u>	
<u>3.1.2 Condicionantes del promotor</u>	
<u>3.1.3 Criterios de valor</u>	
<u>3.2 Condicionantes del medio</u>	
<u>3.2.1 Condicionantes legales</u>	
<u>3.2.3 Condicionantes externos</u>	
<u>3.3 Situación inicial</u>	
<u>3.3.1 Construcciones existentes</u>	
<u>3.3.2 Maquinaria apropiada</u>	
<u>3.3.3 Rentabilidad actual sin proyecto</u>	
<u>4 Alternativas y estrategias</u>	
<u>4.1 Elección varietal</u>	
<u>4.2 Elección del material vegetal</u>	
<u>4.3 Mantenimiento del suelo</u>	
<u>4.4 Elección del tutor y protector</u>	
<u>4.5 Elección del sistema de riego</u>	
<u>4.6 Marco de plantación</u>	
<u>4.7 Orientación de la línea de plantación</u>	
<u>4.8 Diseño de la caseta de riego</u>	
<u>4.9 Tipo de energía a emplear</u>	
<u>4.10 Riego y fertirrigación</u>	
<u>5 Ingeniería del Proyecto</u>	
<u>5.1 Diseño de la instalación de riego</u>	
<u>5.1.1 Diseño agronómico</u>	
<u>5.1.2 Diseño hidráulico</u>	
<u>5.2 Ingeniería del proceso productivo</u>	
<u>5.2.1 Programa productivo</u>	
<u>6 Evaluación económica y financiera</u>	
<u>7 Resumen del presupuesto</u>	

RESUMEN

Con el presente estudio técnico, se pretende realizar una reconversión a olivar intensivo de una plantación de olivar tradicional con riego localizado, con una superficie de 15,55 Has y su posterior plan de explotación, con el fin de aumentar la rentabilidad de la explotación aplicando la nuevas tecnologías.

Éste trabajo será utilizado como TFM del Máster de Olivar y Aceite de Oliva de la Universidad de Jaén.

Actualmente existe una gran preocupación en el sector respecto del grave desequilibrio que se está produciendo entre ingresos y gastos en fincas de olivar que se caracterizan por tener unos marcos de plantación, una disposición y un tipo de arbolado de edad avanzada que atiende a un olivar de tipología TRADICIONAL.

Esta situación debía de haberse ido corrigiendo progresivamente, para que llegados a éste punto, la provincia de Jaén que es la principal productora de aceite de olivar nivel mundial, presentara fundamentalmente un olivar en los que los gastos de producción se modularan mientras que las producciones por hectárea se igualaran o incluso mejoraran las actuales. Pero la realidad es que la transformación de olivar tradicional a olivar intensivo esta aun muy poco extendido en la provincia.

En un estudio realizado recientemente por la Asociación Española de Municipios del olivo podemos observar la evolución que ha tenido el precio de producción de 1 Kg de aceite de oliva en 2023 con respecto al precio de producción de 1 Kg de aceite de oliva en 2020.

PRECIO DE PRODUCCION DE 1 KG DE ACEITE DE OLIVA EN 2020

Sistema de Cultivo	Coste kg a ceite
Olivar Tradicional de Montaña. Secano	3,52 €
Olivar Tradicional Pendiente Moderada. Secano	2,64 €
Olivar Tradicional Pendiente Moderada. Regadío	2,18 €
Olivar Intensivo. Secano	1,90 €
Olivar Intensivo. Regadío	1,60 €
Olivar en Seto. Regadío	1,49 €
Coste Medio Ponderado	2,42 €

Fuente: AEMO

PRECIO DE PRODUCCION DE 1 KG DE ACEITE DE OLIVA EN 2023

Sistema de Cultivo	Coste kg a ceite
Olivar Tradicional de Montaña. Secano	10,03 €
Olivar Tradicional Pendiente Moderada. Secano	6,98 €
Olivar Tradicional Pendiente Moderada. Regadío	4,48 €
Olivar Intensivo. Secano	5,33 €
Olivar Intensivo. Regadío	3,45 €
Olivar en Seto. Regadío	3,07 €
Precio Medio Ponderado	6,22 €

Fuente: AEMO

Éste incremento de costes de producción se ha producido por diferentes factores entre ellos, la escasa producción por la sequia o el incremento de precio de los insumos necesarios para la producción de aceite de oliva.

Ante esta situación es un reto de la provincia de Jaén general, poder llevar a cabo una reconversión del olivar tradicional a un olivar intensivo que sea rentable económicamente.

Además del factor económico, también hay un factor muy importante y que cada vez es más evidente en el día a día de las explotaciones olivareras, y es la falta de mano de obra para poder llevar a cabo las labores de producción y recolección de la aceituna que después se transforma en aceite.

Ante esta problemática es necesario comenzar a poner solución y ésta puede ser la reconversión de olivar tradicional a olivar intensivo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TFM

El presente TFM se basa en la necesidad que existe en el mundo del olivar de adecuar el tipo de arbolado, las necesidades de gestión, los gastos de producción y recolección a las nuevas necesidades del mercado de aceite de oliva para buscar una mejor rentabilidad de la explotación olivarera.

Desde un punto de vista técnico, “La creación en 1970 del CEMEDETO (Centro de Mejora y Demostración de las Técnicas Oleícolas), con sede en el Centro Alameda del Obispo de Córdoba, fue el punto de partida. Lo que hoy conocemos como la “nueva olivicultura” u olivicultura intensiva es el resultado de estas décadas de incansable trabajo. Este modelo productivo, basado en el aumento de las densidades de plantación tradicionales y las formaciones a un tronco para facilitar la recolección mecanizada mediante vibradores de troncos”, (Victorino Vega Evolución de los sistemas de plantación del olivo: del vareo a la recolección integral, Mercacei visitado 1/1/2023: https://www.mercacei.com/pdf/m100_sistemasdeplantacion.pdf)

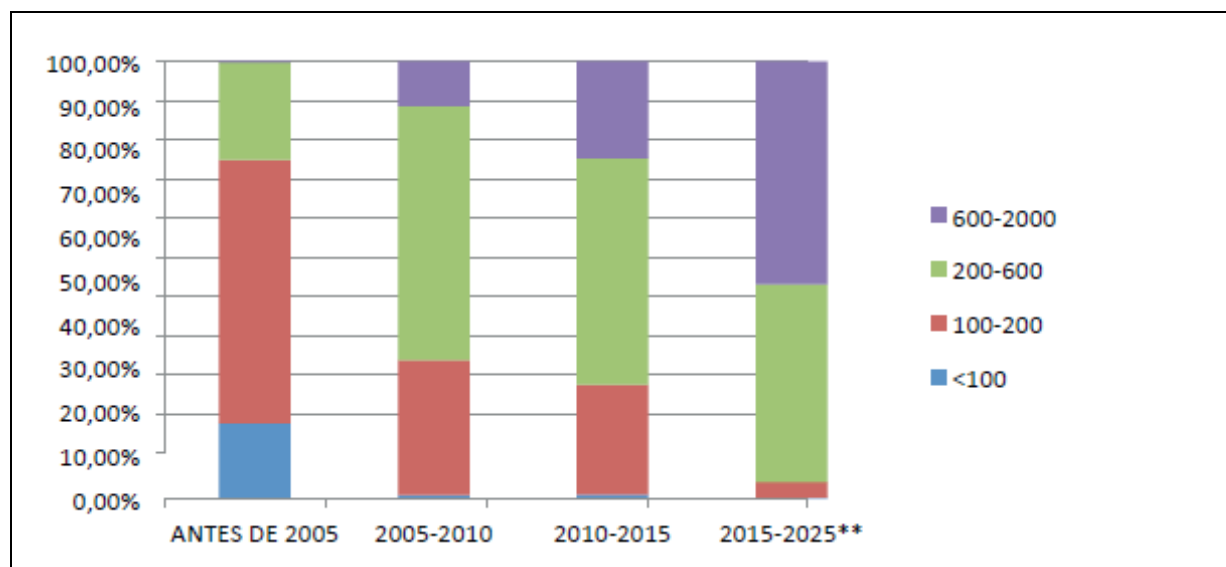


Figura 1 Tendencias en las densidades de plantación en el olivar andaluz

Fuente: Evolución de los sistemas de plantación del olivo: del vareo a la recolección integral, Mercacei visitado 1/1/2023:

Como se puede comprobar en la grafica anterior la evolución de la implantación de nuevas plantaciones intensivas y superintensivas en el olivar andaluz, ha ido evolucionando en positivo con respecto a la disminución drástica de de nuevas plantaciones tradicionales.

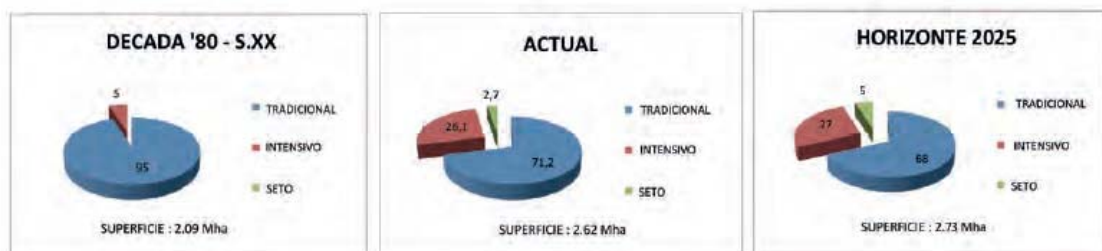


Figura 2. Distribución porcentual de la superficie española de olivar por modelos de plantación, desde la década de los 80 del siglo XX (Fig. 2a) hasta inicios del s. XXI (situación actual-Fig. 2b) y horizonte 2025 (Fig. 2c).

En los últimos tiempos se están llevando a cabo una serie de nuevas plantaciones, así como reconversiones de olivar tradicional a olivar intensivo en búsqueda de una mayor rentabilidad de los olivares.

Esta acción debe de contar no solo con un proyecto minucioso de rentabilidad, sino también de un proyecto de viabilidad agronómica. Es por el ello que es más que necesario conocer las variables agronómicas que puedan incidir en la rentabilidad de la explotación, como pueden ser: la pendiente de la parcela (pues será uno de los parámetros fundamentales a la hora de elegir el marco de la plantación), el sistema de riego y dotación con que cuenta la parcela a reconvertir (pues nos delimitará o no la posibilidad de poner más o menos masa vegetal por hectárea), las posibles plagas y enfermedades a las que se puede enfrentar la nueva plantación (que nos orientará en las variedades a plantar, principalmente motivados por la sensibilidad de las mismas a determinadas plagas y/o enfermedades), etc.

En este trabajo, aunque se abordarán diferentes aspectos técnicos, dada la importancia del mismo, se centrará de forma especial en el sistema de riego de la parcela. Es por ello que debemos conocer muy bien la dotación, las opciones de

sistemas de regadío que podemos tener, así como el diseño del nuevo sistema, el número de sectores a considerar, el calendario de riego a adoptar que permita el llevar a nuestros árboles a una producción óptima.

Así pues una vez determinada de forma concisa la información actual del sistema, habrá que determinar, el momento más idóneo de la plantación, la variedad que mejor se adapta a nuestras necesidades, el marco definitivo, las labores culturales pre y post plantación, el diseño y manejo del sistema de riego, etc. En definitiva, procurar no dejar nada a la improvisación y que la reconversión de nuestro olivar tradicional se traduzca en una reconversión segura, económicamente viable y con todas las certezas.

1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Como aspectos técnicos específicos de este trabajo se deberá incluir en los resultados del mismo no solamente el nuevo diseño de la plantación, sino también aspectos específicos de la misma, tales como:

- Diseño y cálculo de la futura instalación de riego.
- Posibilidad de construcción de una pequeña nave de riego para el alojamiento del cabezal de riego y el equipo de fertirrigación.
- Elaboración de un plan de explotación para el proceso productivo

1.3. SECUENCIA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Los pasos a seguir para el desarrollo del Trabajo Fin de Master son los siguientes:

- a) Conocer in situ la situación actual de la finca objeto de este estudio
- b) Estudiar la viabilidad económica de la transformación que se propone en el trabajo Fin de Master
- c) Estudiar la viabilidad agronómica de la transformación que se propone en este trabajo Fin de Master. Teniendo en cuenta de manera importante la dotación de agua que tenemos y la posibilidad de realizar una instalación

de riego más eficiente, además de la incorporación de sistemas de fertirrigación. Además, se estudiará el tipo de suelo, las posibles plagas y enfermedades, los datos climáticos a los que tenemos acceso, etc.

- d) Estudiar la metodología a seguir para la transformación.
- e) Estudio de los problemas que pueden surgir en el momento en que se ejecute el correspondiente proyecto y tener previstas las opciones para subsanar los mismos.

1.4. ANTECEDENTES

Descripción de la finca

La finca se encuentra situada en la parcela 1 del polígono 87, en el término municipal de Úbeda Jaén, en el paraje conocido como Ahorcacopos. Una carretera delimita la finca por el Norte, en el Oeste hay un camino que también lo delimita y el resto tanto Este como Sur tiene su linde con fincas de olivar colindantes.

Se trata de un olivar adulto con ciertos problemas de encharcamiento al no tener una pendiente alta y que debido a la proximidad de la carretera que hace de dique, se acumula el agua produciendo síntomas de encharcamiento.

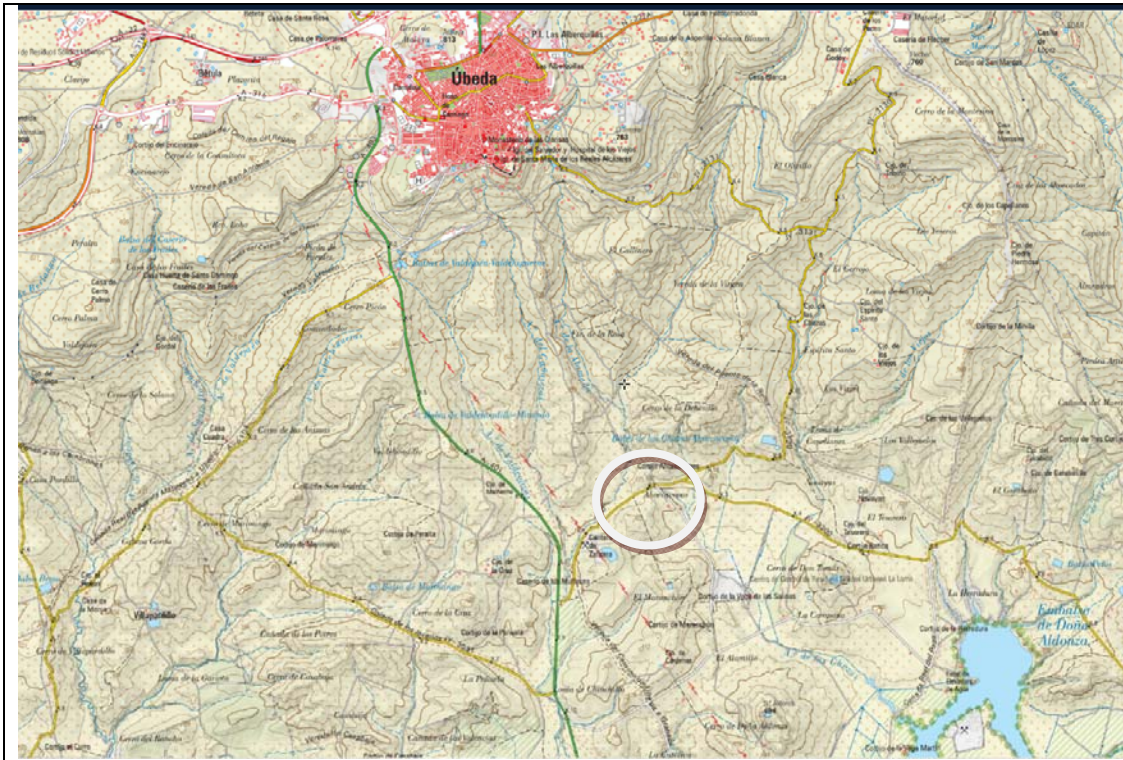


Imagen 1: Plano de situación de la finca
 Elaboración propia a partir de la ortofoto del SIGPAC

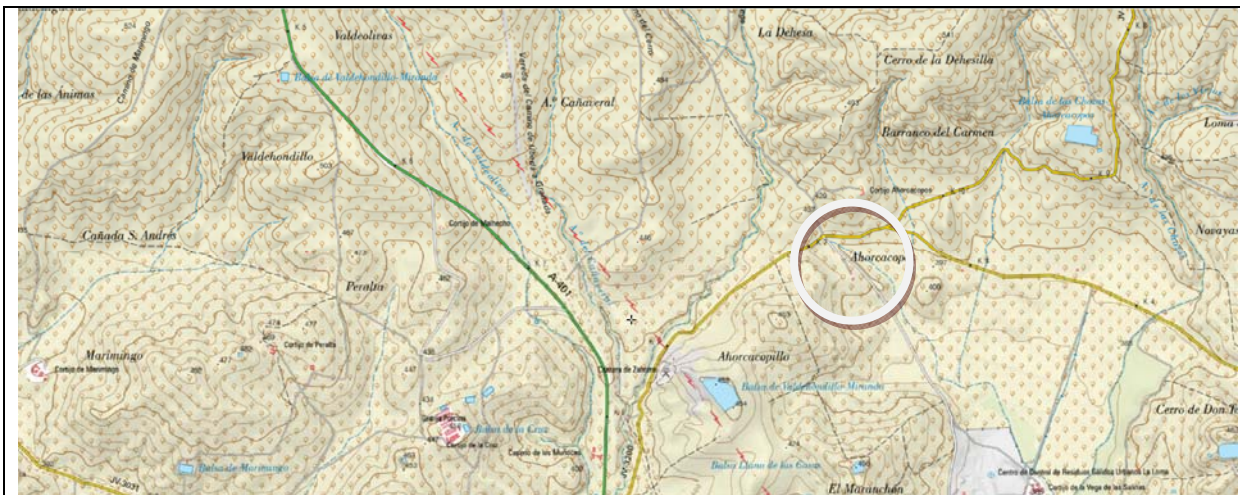

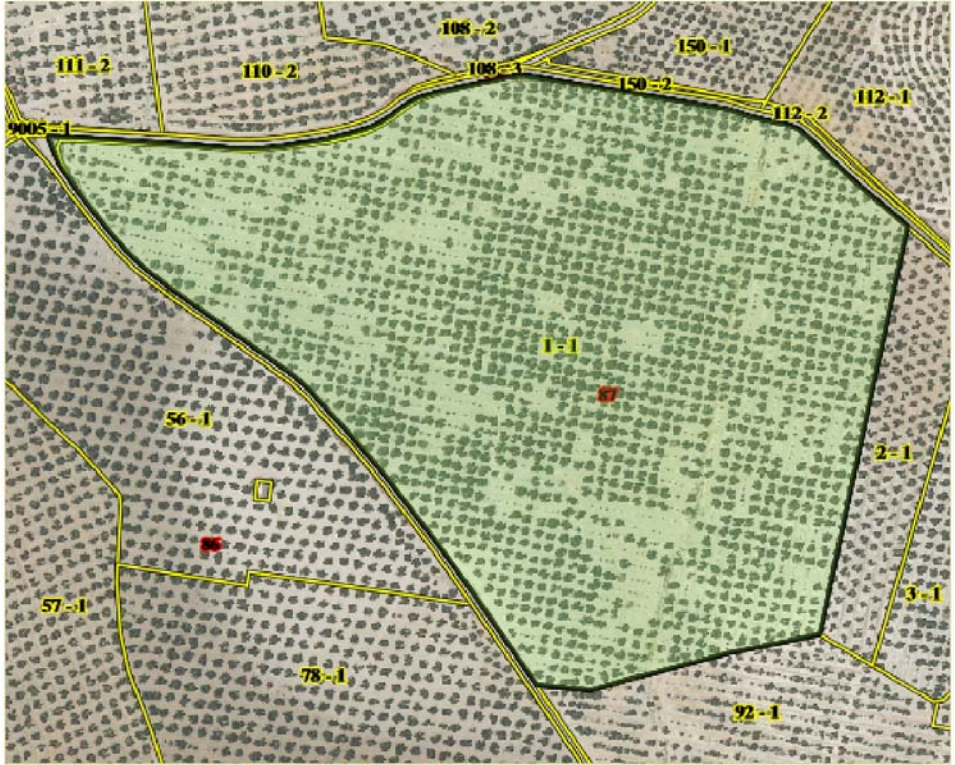


Imagen 2: Plano de detalle de la finca
 Elaboración propia a partir de la ortofoto del SIGPAC

	Datos Identificativos SIGPAC 2023	
	Provincia	23-Jaén
	Municipio	92-Ubeda
	Poligono	87
	Parcela	1
	Referencia Catastral	23092A08700001EA



Sistema de Coordenadas del centroide según Huso	EPSG:ETRS89 / UTM zone 30N	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela	2019
Coordenada X:	470.037,144500	Año de renovación Catastral	2018
Coordenada Y:	4.202.195,141670	Fecha de impresión	20/11/2023
		Escala aproximada de impresión	1.3.490


Nombre y Apellidos /Razón Social:

DNI /CIF /NIF:

Observaciones:

Imagen 3: Vista aérea de la explotación de estudio

Fuente: SIGPAC



Datos Identificativos SIGPAC 2023

Provincia	23-Jaén
Municipio	92-Ubeda
Poligono	87
Parcela	1
Referencia Catastral	23092A08700001EA

Información Alfanumérica SIGPAC asociada a la parcela

Recinto	Uso	Superficie (Ha.)	Perímetro (m)	Pendiente Media (%)	Coef. de Regadío (%)	Coeficiente de Subvencionabilidad de Pastos		Incidencias	Contiene elementos del paisaje con expresión gráfica	Barbecho de 5 años	Cambio de uso autorizado por la Consejería de Medio Ambiente
						%	Superficie (Ha.)				
1	OV	15,4926	1.652,06	6,70	0,00	----	----	---	No	No	No procede
2	CA	0,0614	721,75	13,30	0,00	----	----	---	No	No	No procede
Superficie total		15,5540				Superficie total (Ha.)	----				

Resumen de Usos Por Superficie (Ha.)

Cod. del Uso	Descripción del Uso	Superficie por Uso (Ha.)	Coeficiente de Subvencionabilidad de Pastos (Ha.)
CA	VIALES	0,0614	0,0000
OV	OLIVAR	15,4926	0,0000

Información de Regiones

Recinto	Región	Comarca	Grupo de Cultivo
1	14	LA LOMA	Cultivos Permanentes

AVISO LEGAL

El uso de los recintos agrícolas que aparece en el SIGPAC tiene por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas directas.

Cuando el uso que aparece en el sigpac es distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo tramitar la correspondiente alegación al SIGPAC para cambiar el uso al real.

Imagen 4: Cuadro características de la finca

Fuente: SIGPAC

METODOLOGÍA

Climatología

Los datos utilizados para las clasificaciones climáticas de la finca a proyectar han sido tomados de la Estación Agroclimática de Úbeda de la Junta de Andalucía.

Temperatura

La temperatura media anual (año 2000 al 2023) es de 15,64 °C, teniendo como mes más cálido Julio con 26,65 °C y mes más frío enero con 6,64 °C.

Imagen: Evolucion de las temperaturas medias mensuales en la estacion Agroclimatica de Úbeda

Pluviometría

La precipitación media anual de los últimos 20 años es de 349,75 L/m², el mes de más precipitación es el de Noviembre con una media de 44,71 l/m² y el de menor precipitación es el mes de Julio con 0,69 L/m².

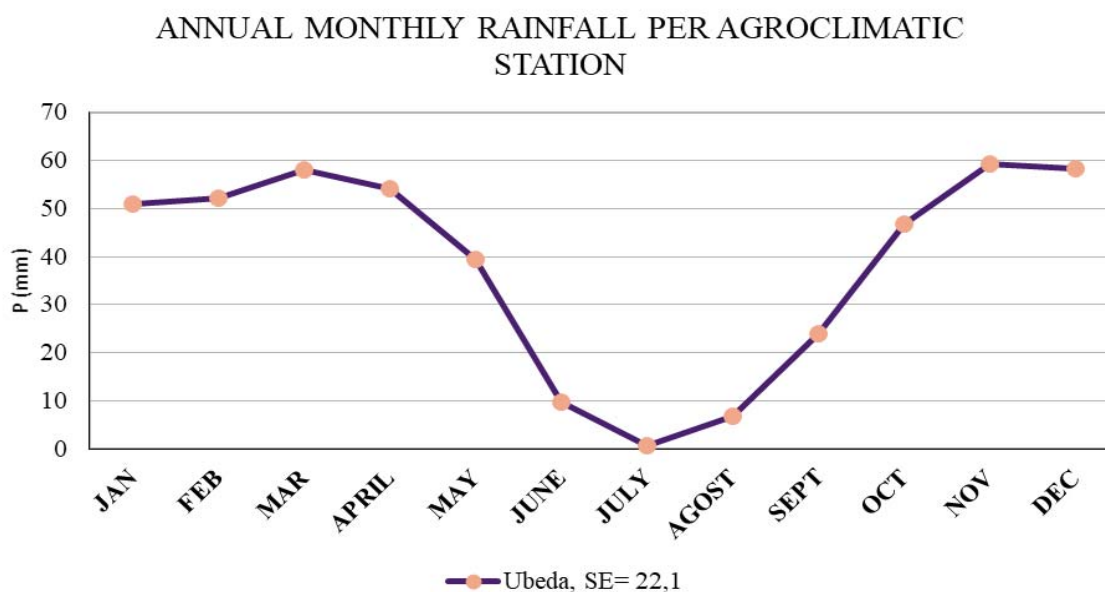


Imagen 5: Precipitacion media mensual en la estacion climatica de Úbeda

Datos

Clasificación climática

Según el criterio UNESCO-FAO el clima en esta finca es templado medio y según el índice climático de Dantín Cereceda y Revenga es una zona semiárida.

Evapotranspiración

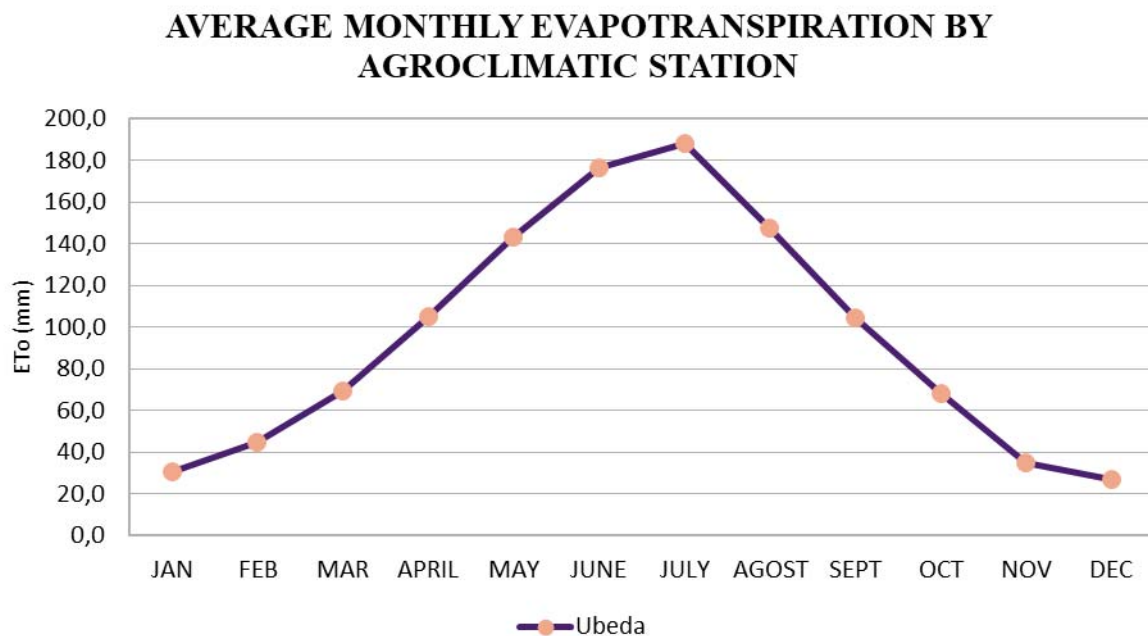


Imagen 6 : Valores de evapotranspiración en la estación climática de Úbeda datos medios de los últimos 20 años

Datos

3.2.2.2 Suelo

En la finca se tomó una muestra de tierra, que fue analizada en un laboratorio certificado. Todos los datos relacionados con la climatología podrán verse en más detallados en el ANEJO I de edafología.

El suelo de la finca presenta un pH neutro, una textura franco-arcillosa, que no representa ningún problema para el riego, ni para el desarrollo radicular del olivo, con unos niveles de materia orgánica y minerales normales.

El agua de riego procede de un sondeo que ya se encontraba en la finca, tras un análisis realizado a esta agua en un laboratorio certificado no se encuentra ninguna restricción de uso para riego en la misma. En el ANEJO II agua de riego podemos observar los parámetros analizados más detalladamente.

3.2.3 Condicionantes externos

3.2.3.1 Mano de obra y maquinaria

La finca no dispone de ninguna maquinaria, todas las labores que se realicen en la finca serán realizadas por una empresa de servicios.

En la finca no tendremos ningún trabajador fijo, solamente trabajadores eventuales que serán coordinados por la empresa de servicios, encargándose la misma de las altas y bajas de los trabajadores.

3.2.3.2 Mercado de materias primas y productos

Las materias primas y productos como (abonos, productos fitosanitarios, etc) serán suministrados por una empresa de fitosanitarios cercana a la finca, que cuenta con una amplia carta de productos y precios competentes.

3.3 Situación inicial

La finca en la que se pretende llevar a cabo la labor de arranque y sustitución es una finca de olivar, con olivos de edad superior a los 100 años. Presenta un marco de plantación conocido como “Marco Real”, situándose los olivos a una distancia de 10 x 10 (se adjunta fotografía).

En cuanto a las prácticas culturales que se llevan a cabo es importante la implantación de cubierta vegetal, mínimo laboreo y riego por goteo (2 goteros autocompensantes de 8 l/h).



Imagen 7: Vista olivar presente en la finca

Fuente: Propia

La finca cuenta con dos infraestructuras a tener en cuenta antes de iniciar el proyecto:

-Un sondeo con un caudal de 8,25 l/s, de una profundidad de 400 m ..

-Un transformador de 150 KVA, que suministra energía en baja tensión.

3.3.3 Rentabilidad actual sin proyecto

En la actualidad la finca se encontraba en propiedad, la finca cuenta con una superficie de 15,55 hectáreas. Debido al arbolado viejo que componía la finca, así como el marco de plantación, los ingresos brutos por producción de la finca se han estimado, según los datos del propietario en el que se han tenido en cuenta los últimos cinco años, eran de 37.200 €/año de media en el quinquenio anterior a éste trabajo

4 ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIAS

En este apartado, se tomarán las alternativas y estrategias más razonables teniendo en cuenta los condicionantes del promotor y los condicionantes que tenga la finca.

4.1 Elección varietal

Por las características de la finca y climatológica de la misma la variedad elegida es la Picual, aunque el punto más decisivo para la elección de esta variedad es su elevado rendimiento graso, se han tenido también en cuenta otra serie de circunstancias como, por ejemplo:

- a) Debido a que la explotación tiene más parcelas plantadas de olivos de variedad picual, se pretende que el ciclo de maduración coincida con el resto de parcelas.

- b) Las características en cuanto a estabilidad de los aceites obtenidos de aceituna de olivos de variedad picual debido a su alto contenido en antioxidantes naturales.

4.2 Elección del material vegetal

La planta provendrá de un vivero certificado, los plantones provendrán de una multiplicación por nebulización y tendrán un metro de altura aproximadamente. Por los estudios de viabilidad de los plantones, es recomendable que se lleve a cabo una plantación de plantones que tengan ya 2 savias (2 años).

Se elige este tipo de plantón debido a que los de 1 año de edad son olivos que son muy pequeños y tienen más probabilidad de no prosperar tras la plantación, mientras que olivos de 3 o más años tienen una serie de “vicios” que condicionan la nueva plantación.

4.3 Mantenimiento del suelo

El sistema de mantenimiento del suelo es de no laboreo con cubierta vegetal temporal en las calles, se realizaran tratamientos herbicidas debajo de los olivos y se dejara crecer la hierba espontanea que salga en las calles del olivo, y a finales de primavera se desbrozara para que no compita con el cultivo.

Ésta cubierta vegetal es muy importante su implantación así como las buenas practicas que se lleven a cabo con la misma. Una cubierta vegetal bien controlada, seleccionada con especies de hoja estrecha, desbrozándose en el momento adecuado y dejando una anchura lo suficientemente amplia, redundan en una minimización de la perdida de suelo por escorrentías, en la reserva de humedad bajo la misma y en la proliferación de ciertas especies beneficiosas para el olivar.



Imagen 8: Vista cubierta vegetal presente en la finca

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Elección del tutor y protector

El tutor elegido será de caña de bambú, con un metro y medio aproximadamente y un diámetro de 15 mm, el protector será necesario utilizarlo, ya que de esta manera evitaremos que los plantones sean roídos por conejos y liebres. Este protector es necesario también porque al ser opaco podemos ahorrarnos tener que eliminar todos los arrojes que tenga el olivo en el tronco durante su edad joven.



Imagen 9: Tutor y protector

Fuente: Agricheap

4.5 Elección del sistema de riego

El riego será subterráneo con goteros de 3 L/h en cada metro de tubería porta goteros (gotero integrado). El motivo de la elección de éste sistema de regadío es debido al mayor aprovechamiento y eficiencia del mismo.

Así el caudal instantáneo por árbol será de 18 l/h

4.6 Marco de plantación

La elección del marco de plantación es una de las decisiones más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar una nueva plantación, tras estudiar las diferentes alternativas conocidas y considerando:

- a) Maquinaria con la que se pretenden realizar las labores de producción y recolección para tener la anchura necesaria para el correcto movimiento de dicha maquinaria.
- b) Tener en cuenta el vigor de la variedad que vamos a plantar para que una vez que los olivos estén en pleno desarrollo no se produzcan excesivos sombreamientos entre los mismos.
- c) Dotación de agua de regadío con que contamos a fin de adaptar la misma a la masa foliar por hectárea que queremos tener.

El marco de plantación será de 6 x 7 metros, con el fin de aprovechar lo máximo posible el terreno, pero sin que se produzca competencia entre los olivos y tener una calle de trabajo, en la cual se puedan realizar las labores que sean necesarias para el olivar.

No se considera adecuado realizar una plantación a un marco más intenso (superintensivo) debido a que la dotación de agua no es el adecuado para dicha plantación ya que en ese caso los riegos serían deficitarios y por tanto el desarrollo de la plantación no iría de manera adecuada.

4.7 Orientación de la línea de plantación

La plantación se realizará en la orientación que las calles de trabajo sean lo más largas posible, en este caso se realizara en dirección noreste- suroeste (lo más parecido a Norte-Sur que nos permita evitar el sombreamiento y acelere el crecimiento de los plantones)

4.8 Diseño de la nave de riego

La caseta de riego contara con unas dimensiones de 5 x 6,5 metros, con un total de 32,5 m², la cual se situara en las inmediaciones del sondeo y el transformador. Estas dimensiones son las necesarias para que pueda albergar los filtros, sistema de fertirrigacion, etc.

4.9 Elementos de consumo de de energía

En la explotación, los sistemas que requieren energía serán la motobomba sumergida del pozo y la bomba de inyectar abono. La energía que utilizaremos será eléctrica, que será tomada del centro de transformación de la propia finca.

4.10 Riego y fertirrigación

El tipo de riego que se ha elegido es el riego localizado subterráneo, que presenta una serie de ventajas frente a otros para este tipo de cultivo, y se añadirá el abono por el mismo sistema de riego, de esta forma, a la vez que se riega el cultivo también se está nutriendo.

5 Ingeniería del Proyecto

5.1 Diseño de la instalación de riego

5.1.1 Diseño agronómico

El diseño agronómico se desarrolla en dos fases:

Cálculo de las necesidades de agua.

Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego. Número de emisores por planta y caudal del emisor.

5.1.1.1 Necesidades hídricas del cultivo

Las condiciones climatológicas varían de un año a otro, con esto las condiciones descritas no corresponden totalmente con la realidad. Por esta razón se han analizado las necesidades de todos los años de la serie, y se han escogido como condiciones climatológicas de referencia para el cálculo de las necesidades de la plantación.

La determinación de las necesidades hídricas se ha realizado a partir de la evapotranspiración de referencia E_{to} . Aplicando a ésta, un coeficiente de cultivo mensual (K_c), se ha llegado a la evapotranspiración de cultivo, obteniéndose (3,32) mm/día para el mes de mayor demanda (Julio).

El valor de K_c depende de las condiciones del cultivo, es por ello que se ha seguido un método de cálculo para el cálculo de la misma. Dicho método está descrito en el anejo N° 9 “Diseño Agronómico” del presente proyecto. Los valores de K_c calculados se exponen a continuación.

Tabla 0.2 Valores de K_c calculados para la plantación

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
K_c	0,50	0,50	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,55	0,60	0,65	0,50

Fuente: Pastor et al

5.1.1.2 Parámetros para utilizar en el diseño hidráulico

Para llevar a cabo el diseño hidráulico de la instalación, se han calculado los siguientes parámetros agronómicos del riego:

Separación entre emisores: 1,00 m.

Caudal del emisor: 3 l/h.

Líneas de tuberías portagoteros por línea de olivo: 1.

Sectores de riego: 4 sectores.

5.1.2 Diseño hidráulico

Se ha ideado una instalación de riego, dimensionada para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo en los meses de máximas necesidades, para lo cual, se determinaron los parámetros agronómicos del apartado anterior y en función de los cuales, se han calculado los elementos necesarios, diámetros de tuberías, pérdidas de carga, etc.

5.1.2.1 Descripción de la instalación de riego localizado

Cabezal de riego

El cabezal de riego estará alojado en el interior de la caseta diseñada para tal fin. El cabezal de riego constará de los siguientes elementos:

1 filtros de anillas, de 4" pulgadas instalado en el cabezal.

Bomba dosificadora de pistón.

2 depósitos (1 depósito de 1.500 L para complejos PK, 1 depósitos de 3.000 L para el Nitrógeno).

1 Tanque mezclador

Ventosa, para evitar la entrada de aire en el cabezal.

Válvulas de esfera, para llenado de depósito de fertilizantes.

2 electroválvulas.

2 manómetros para conocer las pérdidas de carga producidas en la red, filtros, etc., lo que indica su nivel de suciedad.

Cuadro eléctrico de protección y mando.

Resto de piezas (codos, tes, tuberías, etc.) constituyentes del cabezal.

Tubería principal

Esta tubería es de PVC- \varnothing 90 mm y de 6 atm de unión elástica en todo su trayecto. Se colocará sobre una cama de arena de 10 cm que se forma en el fondo de una zanja de 50 cm de ancha y 100 cm de profunda.

Tuberías portarramales

Tuberías de PE \varnothing 63 mm de 6 atm. Irán enterradas en una zanja, de 80 cm de profundidad y 50 cm de anchura.

Tuberías portagoteros

Conducciones encargadas de transportar el agua hasta las inmediaciones de la planta y en las cuales van colocados los emisores. Se opta por goteros integrados autocompensantes. Estas tuberías portagoteros, van a estar situadas a una profundidad de 20-30 cm de la superficie, y serán PE y las líneas de todos los sectores, van a tener un diámetro de 16 mm, de 4 atm. La elección de este tipo de material se debe a la flexibilidad que presenta, y a la posibilidad de encontrarlo en el mercado ofreciendo un amplio rango de caudales a un amplio rango de distancias, las líneas portagoteros van incrustadas en las tuberías portarramales a 7 metros de distancias regulares unas de otras.

5.2 Ingeniería del proceso productivo

5.2.1 Programa productivo

El programa productivo tiene como fin obtener 14.450 kg/ha y año de aceitunas para aceite, a partir del 10º año de puesta en marcha del proyecto.

En los dos primeros años no habrá producción y partir del tercer año, la producción se irá incrementando hasta alcanzar la cifra prevista en el décimo año de plantación.

5.2.2.1 Labores previas

Con el fin de que las plantas se encuentren con un terreno adecuado para el desarrollo de su sistema radicular se realizará una labor en profundidad, ya que las labores de los anteriores cultivos son más superficiales que los niveles en que se van a desarrollar las raíces del olivo. El orden de las labores será el siguiente:

- Arranque de los olivos de la finca.

Eliminación de tres majanos de piedras que se encontraban en la finca

Pase de subsolador, para preparar el terreno en profundidad.

Pase con gradas de discos para preparar bien el terreno tanto en superficie como en profundidad.

Labor con cultivador para que la superficie del terreno quede lo más lisa posible para facilitar la plantación.

5.2.2.2 Plantación

La plantación se realizará con una trasplantadora dotada de G.P.S. la operación abarca la colocación del tutor y la planta, la colocación del protector y primer atado, al tener incorporado un dispositivo G.P.S. el replanteo se hace automáticamente y serán plantadas en dirección noroeste-suroeste. La operación será llevada a cabo por una empresa de servicios.

La planta de olivo provendrá de un vivero, obtenida por nebulización, será certificada, vendrá sobre turba estéril, con una altura de 1 metro y una edad de 2 años. El plantón vendrá formado del vivero con un solo eje, sin brotes bajos y vigorosos. Las variedades a cultivar, se dispondrán del siguiente modo. La variedad será "Picual".

La poda será manual, ya que se debe seleccionar en cada caso los brotes vigorosos y aquellos que pueden ejercer de esqueleto del árbol en un futuro. La poda se divide en tres fases, poda de formación, poda de producción y poda de.

5.2.2.4 Fertilización

En el abonado mineral se utilizarán dos tipos de abonos una vez que el olivar entre en producción, el primero el nitrogenado con una riqueza de un 20 % y el segundo un compuesto 0-2-10 de riqueza, el primer y segundo año se abonara con un compuesto 15-3-6 con una dosis muy baja. El tema de fertilización será tratado más detalladamente en el anejo N° V Fertilización

Tabla 0.3 Extracciones de U.F al año y hectárea

Año	Producción en Kg/Ha	U.F de nitrógeno Ha	U.F. de fosforo Ha	U.F. de potasio Ha
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	1.425	21,4	5,7	28,5
4	2.565	38,5	10,3	51,3
5	4.265	64	17,1	85,3
6	5.700	85,5	22,8	114
7	7.125	106,9	28,5	142

8	9.120	136,8	36,5	182,4
9	11.400	171	45,6	228
10 y siguientes	14.250	213	57	285

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.5 Tratamientos fitosanitarios y herbicidas

Los tratamientos propuestos tanto herbicidas como insecticidas y fungicidas son de materias activas autorizadas para el olivar, estas materias deben comprobarse y cambiarse con respecto a las siguientes campañas puesto que la normativa suele eliminar el uso de algunos productos habitualmente

5.2.2.6 Recolección

La recolección se llevará a cabo por una empresa de servicios, con un precio ajustado previamente, en el precio ajustado entra toda la recolección con maquinas propias de la empresa de servicios, seguros sociales de los trabadores, y porte de la aceituna hasta el molino.

5.2.2.7.- Drenaje

Se ha detectado que tal y como se puede comprobar en la ortofoto SIGPAC de la finca objeto de transformación, existe un importante problema de encharcamiento debido a que la carretera lindera hace de dique y el agua no puede drenar de la finca. Así pues el agua se acumula en las partes bajas en la finca y produce fundamentalmente asfixia radicular.

Es por ello que para el buen desarrollo de la nueva plantación y previa a la plantación se va a llevar a cabo la realización de un drenaje en la finca conocido como "Pata de Gallo". Debido a las condiciones en ciertas zonas de la finca de acumulación de agua debido al perfil de arcilla que se encuentra más somero, se realizará unas zanjas drenantes con salida al arroyo existente en la finca para facilitar la evacuación del agua y evitar su acumulación,

Este drenaje se caracteriza por constar de una serie (3-4) ramificaciones (zanjas que recojan agua) en las zonas en las que hay mayor altitud para concentrarlas y evacuarla en una ramificación única que saca el agua de la finca. Se ha probado la eficacia de este sistema y se ha demostrado que con él se produce una disminución importante de problemas de asfixia radicular y de problemas de proliferación de phytophthora.

La metodología será la siguiente:

- Realización de zanjas drenantes en las zonas de encharcamiento
- Replanteo del trazado de las zanjas, que seguirán el modelo de "patas de Gallo" pues se considera el más apropiado según la forma de la finca
- Realización de las zanjas con una profundidad media de 1,3 m y una anchura de 0.45 m.
- Relleno de grava el fondo de la zanja
- Relleno de arena y tierra procedente de la excavación, hasta alcanzar el nivel del terreno

6 Evaluación económica y financiera

Se puede concluir que:

	€/ Ha	TOTAL
<i>Compra de la planta (olivos de 2 savias)</i>	240 plantas x 3 € = 720 €	720 X 15,55 = 11.196 €
<i>Compra de tutor (caña) y protector (malla)</i>	240 tutores x 1,2 € = 288 € 240 protectores x 0,38 € = 91,2 €	288 € x 15,55 € = 4.478,4 € 1418,16 €
<i>Labrado de tierra con grada</i>	2 horas x 60 € = 120 €	120 € x 15,55 = 1866 €
<i>Arranque de olivos adultos</i>	Sin coste. Hay empresas que por la madera realizan este trabajo	
<i>Realización de drenaje</i>		10.000 €
<i>Marqueado</i>	Las empresas que retiran la madera, gratuitamente marcan la nueva disposición.	
<i>Realización de hoyos</i>	4 horas de Retroexcavadora x 60 € = 240 €	240 € x 15,55 Ha= 3.732 €
<i>Instalación de Riego (Compra de microtubo y gotero e instalación)</i>	1,5 € / olivo x 240 = 360 €	360 € x 15,55 Ha = 5.598 €
<i>Abonado por fertirrigacion (2) y tratamientos fitosanitarios (3 contra plagas)</i>	3 € x 240 olivos = 720 €	720 € x 15,55 Ha = 11.196 €
TOTAL		49.484,56 €

7.- Conclusiones

La Inversión inicial a realizar es de 49.484.56 €, si bien es cierto que pasados en torno a 10 años (plena producción) pasará la finca objeto de estudio, de tener unos ingresos de producción de:

a) Actual:

77.500 Kg de Aceituna x 20 % rendimiento graso= 15.500 Kg de aceite

15.500 Kg de Aceite x 2,40 € = 37.200 €

b) Previsto:

221.587,5 Kg de Aceituna x 20 % de rendimiento graso= 44.317,5 €

44.317,50 Kg de Aceite x 2,40 € = 106.362 €

Es por tanto que el incremento en ingresos procedentes de producción se incrementa en 69.162 €. esto unido al ahorro en costes de recolección y eficiencia del regadío, dejan a las claras que es necesaria la transformación de este modelo de olivar para hacerlos competitivos.

PEDRO ALBERTO LOPEZ LOPEZ

ANEJO I: ESTUDIO EDAFOLOGICO

1 Toma de muestra

Se realizan 4 calicatas repartidas homogéneamente repartidas en la finca, de un metro de profundidad aproximadamente, en las cuales observamos que son muy parecidas, diferenciando claramente dos perfiles. El primero a unos 10 cm de profundidad, de un color marrón-rojizo cuando está húmedo, de color rojizo pardo una vez seco, destacando que no se encuentran cantos rodados de gran tamaño en la calicata. El segundo perfil que se encuentra de los 10 cm de profundidad en adelante es de color rojizo cuando se encuentra húmedo y rojizo pardo cuando se encuentra seco.

Dado que se encuentran dos tipos de perfiles bien diferenciados se van a realizar un análisis de tierra para el horizonte A ya que es el más representativo y donde se desarrollarán la mayoría de las raíces del olivo.

La toma de muestra se realizará en zigzag en toda la parcela, a una profundidad de 30 cm, y con un total de diez muestras para que sea representativo de toda la parcela, en cada muestra se recogerá un kilo de tierra más o menos y se depositará en una bolsa limpia para no se produzca contaminación de ningún tipo, todas estas muestras se mezclarán y se llevará un porcentaje de todas estas a un laboratorio certificado.

2 Análisis de tierra

El análisis de tierra se ha realizado en el Laboratorio Agropar SL. Con los siguientes resultados:

Tabla 3.1 Resultados del análisis

Parámetros	Muestra
Arena (%)	23
Limo (%)	21
Arcilla (%)	56
Textura	Franco-Arcillosa
Densidad aparente (g/cm)	1,47

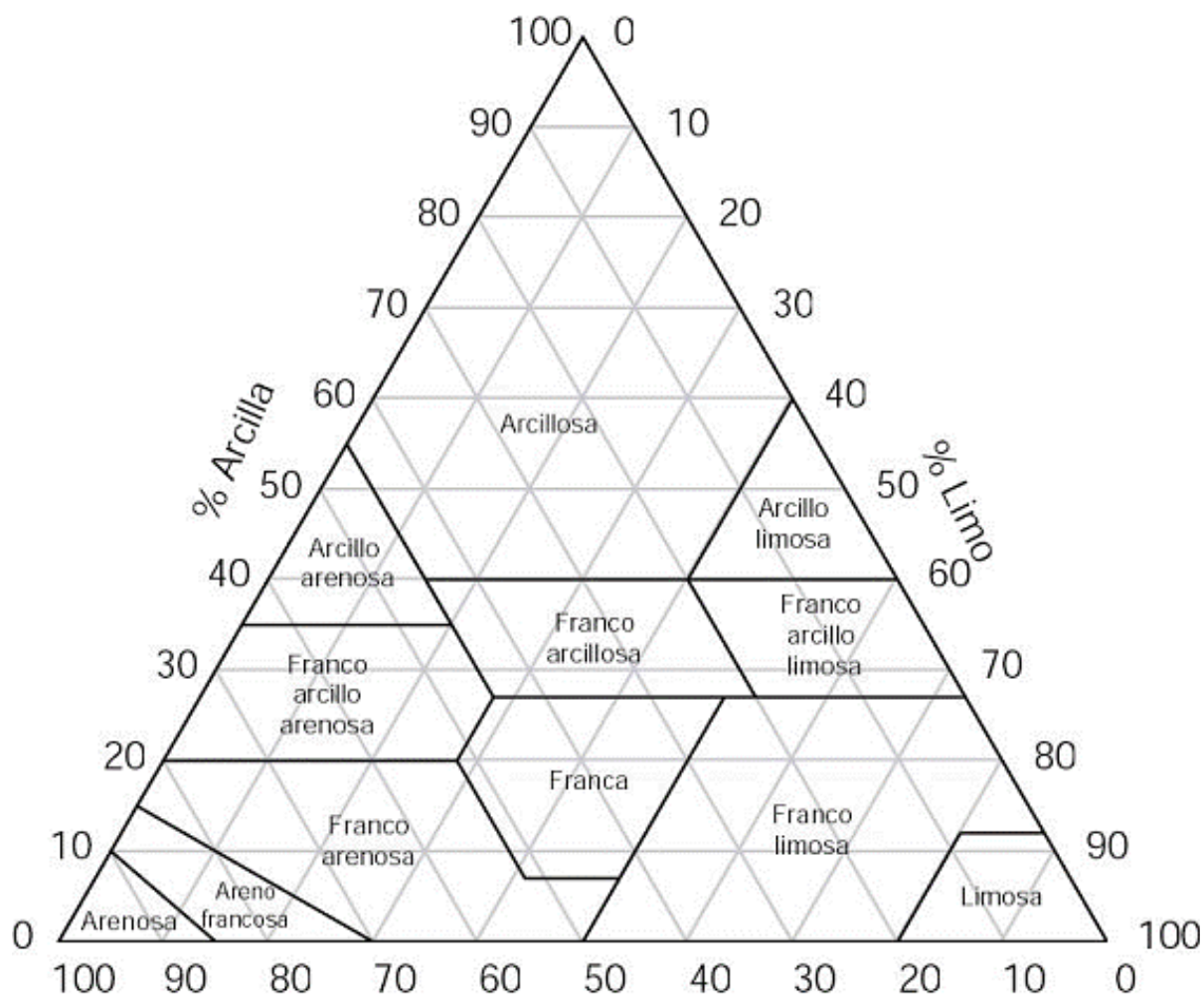
pH (extracto 1/2,5)	6,9
C.E. (Extracto 1/5 a 20 °C) (mmhos/cm)	0,065
Materia Orgánica Total (%)	2,05
Porosidad (%)	59
Nitrógeno total (%)	0,13
Relación C/N	11,9
Fosforo asimilable (Olsen) (ppm)	32,6
Boro (ppm)	0,62
Hierro (ppm)	41,43
Manganeso (ppm)	8,02
Cobre (ppm)	1,33
Zinc (ppm)	1,17
Sodio (meq/100g)	0,09
Potasio (meq/100g)	0,83
Calcio (meq/100g)	10,14
Magnesio (meq/100g))	1,79

Fuente: Laboratorios Agropar

3 Análisis de las características físicas

La clasificación de la textura se realiza mediante el triángulo (USDA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Figura 3.1 Triángulo (USDA)



Fuente: USDA

Tabla 3.2 Clasificación de la textura

Parámetros	Muestra
Arena (%)	23
Limo (%)	21
Arcilla (%)	56
Textura	Franco-Arcillosa

Fuente: Elaboración propia

3.1 Capacidad de campo

Es el punto en el cual el suelo retiene la mayor cantidad de agua útil para la planta, sin estar encharcado, solo el agua que se encuentra detenida en los micro poros.

Capacidad de campo: Cc

$$Cc = 0,48 \times \text{Arcilla} + 0,162 \times \text{Limo} + 0,023 \times \text{Arena} + 2,62$$

Por lo tanto

$$Cc = 0,48 \times 56 + 0,162 \times 21 + 0,023 \times 23 + 2,62$$

$$Cc = 33,43$$

3.2 Punto de marchitamiento

Es el punto a partir del cual, la planta sufre un estrés hídrico debido a que realiza un mayor esfuerzo para captar el agua que la recompensa producida por extraerla.

Punto de marchitamiento: Pm

$$Pm = 0,302 \times \text{Arcilla} + 0,102 \times \text{Limo} + 0,0147 \times \text{Arena}$$

Por lo tanto

$$Pm = 0,302 \times 56 + 0,102 \times 23 + 0,0147 \times 21$$

$$Pm = 19,56$$

3.3 Agua útil

Es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez, el agua que tiene la planta disponible con facilidad.

Agua útil: Au

$$Au = Cc - Pm$$

$$Au = 0,3343 - 0,1950$$

$$Au = 0,1393$$

Agua a capacidad de campo = % de capacidad de campo x la densidad aparente x la profundidad de las raíces

$$\text{Agua a capacidad de campo} = 0,3343 \times 1,47 \times 1$$

$$\text{Agua a capacidad de campo} = \mathbf{0,49 \text{ m}^3/\text{ m}^2}$$

Agua a punto de marchitez = % de punto de marchitez x la densidad aparente x la profundidad de las raíces

$$\text{Agua a punto de marchitez} = 0,1950 \times 1,47 \times 1$$

$$\text{Agua a punto de marchitez} = \mathbf{0,287 \text{ m}^3/\text{ m}^2}$$

Agua útil = Capacidad de campo – Punto de marchitez

$$\text{Agua util} = 0,49 - 0,287$$

$$Au = \mathbf{0,203 \text{ m}^3/\text{ m}^2}$$

4 Análisis de características químicas

4.1 Ph

El ph que se encuentra en este suelo es de 6,9 que se encuentra entre (6,5 y 7,5), siendo un pH neutro. Y es el pH óptimo para desarrollarse cualquier tipo de cultivo y para la asimilación de cualquier tipo de nutrientes.

4.2 Conductividad eléctrica

Es la facilidad que tiene una tierra para transmitir una corriente eléctrica y se transmite dependiendo de las sales disueltas que tenga en ella. Se mide con un conductímetro.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 0,065 mmhos/cm.

Tabla 3.3 Clasificación de las salinidades

C.E. mmhos/cm	Salinidad
<2	Ninguna
2-4	Escasa
4-8	Moderada
8-16	Alta
>16	Muy alta

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encantamos con suelo de **ninguna** salinidad

4.3 Nitrógeno Total

El contenido de nitrógeno en el suelo se determina mineralizando la muestra.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 0,13 %.

Tabla 3.4 Interpretación del nivel de nitrógeno

% de Nitrógeno	Nivel
0,05	Muy bajo
0,06 - 0,10	Bajo
0,11 - 0,20	Normal
0,21 - 0,40	Alto
0,40	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encontramos con un nivel de nitrógeno **normal**

4.4 Contenido de materia orgánica en el suelo (Método Waldley black)

En los suelos agrícolas a veces no se valora suficientemente el papel de la materia orgánica, por considerar que los fertilizantes pueden desempeñar su función, lo que resulta parcialmente cierto.

En nuestro caso nos ha dado un valor del 2,05 % de materia orgánica

Tabla 3.5 Niveles de materia orgánica

% de Materia Orgánica	Nivel
<0,99	Muy bajo
1,00-1,99	Bajo
2,00-2,50	Normal
2,51-3,50	Alto
>3,5	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto, nos encontramos con un nivel de materia orgánica **normal**

4.5 Fosforo asimilable (Método Olsen)

El papel del fósforo es múltiple, actuando como elemento estructural en el ADN y ARN, en los fosfolípidos de las membranas, en el ATP, en la síntesis de este, de azúcares y alcoholes, y en el control de la velocidad de diversas reacciones.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 32,6 (ppm)

Tabla 3.6 Niveles de fósforo

Fósforo (ppm)	Nivel
0 – 10	Muy bajo
11-20	Bajo
21-30	Normal
31-50	Alto
51-80	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Nos encontramos con un nivel de fósforo **alto**

4.6 Potasio

Su papel es muy importante en la estabilización del pH, osmoregulación, como activador enzimático, en la síntesis proteica, fotosíntesis y expansión celular.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 0,83 (meq/100g)

Tabla 3.7 Niveles de potasio

Potasio (meq/100g)	Nivel
0-0,30	Muy bajo
0,31-0,60	Bajo
0,61-0,90	Normal
0,91-1,50	Alto
1,51-2,40	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encontramos con un nivel de potasio **normal**

4.7 Calcio

Uno de los papeles mas importantes del calcio es regular la actividad respiratoria, preserva la firmeza del fruto y protege del ataque de microorganismos.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 10,14 (meq/100g)

Tabla 3.8 Niveles de calcio

Calcio (meq/100g)	Nivel
0-3,5	Muy bajo
3,51-10,00	Bajo
10,01-14,00	Normal
14,01-20,00	Alto
>20,00	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encontramos con un nivel de calcio **normal**

3.8 Magnesio

El papel del magnesio en los vegetales es, predominantemente estructural, aunque también es formador de encimas y protege los tejidos.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 1,79 (meq/100g)

Tabla 3.9 Niveles de magnesio

Magnesio (meq/100g)	Nivel
0-0,6	Muy bajo
0,61-1,5	Bajo
1,51-2,5	Normal
2,51- 4	Alto
>4,00	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encontramos con un nivel de magnesio **normal**

3.9 Sodio

El sodio es un elemento que a altas concentraciones produce efectos negativos sobre las plantas

En nuestro caso nos ha dado un valor de 0,09 (meq/100g)

Tabla 3.10 Niveles de sodio

Sodio (meq/100g)	Nivel
0-0,30	Muy bajo
0,31-0,60	Bajo
0,61-1,00	Normal
1,01-1,50	Alto
>1,5	Muy alto

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encontramos con un nivel de sodio **muy bajo**

3.10 Relación C/N

Este parámetro nos indica la evolución de la materia orgánica del suelo, dependiendo del nitrógeno que se encuentre en el suelo la biodegradación de la materia orgánica será más rápida o más lenta.

En nuestro caso nos ha dado un valor de 11,9

Tabla 3.11 Niveles de Relación C/N

C/N	Nivel
<10	Excesiva liberación de nitrógeno
10-02	Normal liberación de nitrógeno
12-15	Escasa liberación de nitrógeno
>15	Muy escasa liberación de nitrógeno

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

Por lo tanto nos encontramos con un nivel de relación C/N de **Normal liberalización de nitrógeno**.

3.11 Índice de (S.A.R.) Relación de Adsorción de sodio

Este índice hace referencian a la proporción que se encuentra en el suelo el sodio con respecto a el calcio y al magnesio. Cuando la relación de sodio es muy alta se degrada la estructura del suelo, perdiendo rápidamente su permeabilidad, por otra parte los cationes calcio y magnesio desempeñan una función contraría.

La formula que se aplica para este índice es la siguiente:

$$S.A.R = \frac{[Na^+]}{\sqrt{1/2 \cdot (|Ca^{++}| + |Mg^{++}|)}}$$

Por tanto

$$S.A.R = \frac{[0,09^+]}{\sqrt{1/2 \cdot (|10,14^{++}| + |1,79^{++}|)}}$$

S.A.R. = 0,036 *Tabla 3.12 Clasificación de S.A.R.*

Índice de sodicidad	S.A.R.	Riesgo de salinidad
A	<3	Bajo
B	3-5	Medio
C	5-8	Alto
D	>8	Muy alto

Fuente: CRS Servicios

Nos encontramos con un **índice de S.A.R. bajo**

3.12 Porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.)

Este índice se calcula con la siguiente ecuación

$$P.S.I. = \frac{1,475 \text{ SAR} - 1,26}{0,01475 \text{ SAR} + 0,9874}$$

Por lo tanto

$$P.S.I. = \frac{1,475 \times 0,036 - 1,26}{0,01475 \times 0,036 + 0,9874}$$

$$P.S.I. = -1,221$$

Tabla 1.13 Niveles de (P.S.I.)

P.S.I.	Suelo
<7	No sódico
7-10	Ligeramente sódico

Fuente: Edafología para la agricultura y el medio ambiente

4 Conclusiones

Tabla 1.14 Interpretación de los resultados

Parámetro	Coefficiente
Textura	Franco-Arcillosa
Capacidad de campo	0,49
Punto de marchitez	0,287
Agua disponible	0,203
pH	Neutro
C. E.	Ninguna
Nitrógeno total	Normal
Materia Orgánica	Normal
Fósforo asimilable	Alto
Potasio	Normal
Calcio	Normal
Magnesio	Normal
Sodio	Muy bajo
Relación C/N	Normal liberalización de nitrógeno
Índice de (S.A.R.)	Bajo
Índice (P.S.I.)	No sódico

Fuente: Elaboración propia

El suelo presenta unas cualidades **óptimas** para que se desarrolle el cultivo.

ANEJO II: ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

1 Introducción

Para conocer la calidad del agua de riego, es necesario realizar una serie de análisis en el laboratorio a partir de una muestra de agua previamente recogida de que sea lo mas homogénea posible.

Al determinar los diferentes parámetros que contiene el agua, podemos asegurarnos de su uso en el riego, evitando a sin riesgo de salinización del suelo entre otras cosas. De manera que un análisis del agua de riego antes de introducir el riego es fundamental.

También es importante conocer la resistencia del cultivo a la salinidad, ya que unos cultivos resienten mejor que otros la salinidad, el tipo de tierra es otro factor a tener en cuenta, ya que una tierra arenosa puede regarse con una concentración de sales minerales mas alta que una tierra arcillosa, porque la primera se lava con mayor facilidad y no retiene tanto como la arcillosa, el sistema de riego localizado permite utilizar aguas mas salinas que otros sistemas de riego.

2 Análisis de agua

Tabla 5.1 Análisis de agua

Conductividad eléctrica a 25°C	0,40 mmhos/cm	
pH a 25 °C	7,1	
Bicarbonatos (CO ₃ H ⁻)	98,77 mg/l	1,63 meq/l
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	76,54 mg/l	1,59 meq/l
Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	1,46 mg/l	0,04 meq/l
Cloruros (Cl ⁻)	40,39 mg/l	1,13 meq/l
Calcio (Ca ⁺²)	35,99 mg/l	1,89 meq/l

Magnesio (Mg ²⁺)	22,32 mg/l	1,83 meq/l
Sodio (Na ⁺)	15,81 mg/l	0,69 meq/l
Potasio (K ⁺)	0,10mg/l	0,10 meq/l

Fuente: Laboratorios Agropar SL

2.1 Comprobación de datos del análisis

Se debe comprobar que no se han producido errores en las determinaciones del análisis. Esto se comprueba con la suma de los aniones y de cationes, ambos expresados en meq/l, que deben de coincidir con un error máximo del 5 % , tanto por encima como por debajo.

Tabla 5.2 Comprobación de datos del análisis

Aniones	meq/l	Cationes	meq/l
Calcio	1,89	Cloruros	1,13
Magnesio	1,83	Sulfatos	1,59
Sodio	0,69	Bicarbonatos	1,63
Potasio	0,1	Carbonatos	0,04
TOTAL	4,51	TOTAL	4,39

Fuente: Elaboración propia

Se cumple la comprobación, ya que la diferencia es de 0,12 meq/l y es menor que el 5 %.

Tabla 5.3 Parámetros del agua

Parámetros	Resultados	Rangos normales
Conductividad eléctrica a 25°C	0,40 mmhos/cm	Máximo 2,5
pH a 25 °C	7,1	6,5 9,5

Sulfatos (SO)	76,54 mg/l	Máximo 960 mg/l
Cloruros (Cl)	40,39 mg/l	Máximo 1100 mg/l
Calcio (Ca)	35,99 mg/l	Máximo 400 mg/l
Magnesio (Mg)	22,32 mg/l	Máximo 60 mg/l
Sodio (Na)	15,81 mg/l	Máximo 920 mg/l
Potasio (K)	0,10mg/l	Máximo 2 mg/l

Fuente: Elaboración propia

2.2 Valoración de los resultados

2.2.1 pH

Tiene un pH neutro **7,1** se encuentra entre (6,5-7,5), no es un dato muy relevante solo nos informa de la calidad y contaminación del agua.

2.2.2 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica nos dice la cantidad de sales que presenta el agua, es uno de los criterios mas importantes para saber la calidad del agua, ya que nos dice la facilidad que tiene la planta para absorber el agua.

Tabla 5.4 Conductividad eléctrica

Grupo	CE a 20 °C	Retribución de uso
3	> 3 mmhos/cm	Severa
2	0,7-3 mmhos/cm	Ligero o Moderado
1	< 0,7 mmhos/cm	Ninguna

Fuente: FAO

Por lo tanto esta agua no **encuentra ninguna retribución de uso** en este parámetro.

2.2.3 Contenido de sales totales

El contenido de sales totales puede ser peligroso cuando sobrepasa 1g/l. Este se haya mediante la conductividad eléctrica, de forma que cuanto mayor sea la conductividad eléctrica mayor será el contenido de sales totales.

La formula a aplicar es la siguiente:

$$ST = CE \times K$$

Donde:

ST = Concentración de sales totales.

CE = Conductividad eléctrica

K = Coeficiente (0,64)

Por lo tanto:

$$ST = 0,40 \times 0,64; \quad ST = 0,256 \text{ g/l}$$

Por lo que los resultados se encuentran dentro de los limites establecidos.

2.2.4 Índice de (S.A.R.) Relación de Adsorción de sodio

Este índice hace referencian a la proporción que se encuentra en el suelo el sodio con respecto a el calcio y al magnesio. Cuando la relación de sodio es muy alta se degrada la estructura del suelo, perdiendo rápidamente su permeabilidad, por otra parte los cationes calcio y magnesio desempeñan una función contraría.

La formula que se aplica para este índice es la siguiente:

$$S.A.R = \frac{[Na^+]}{\sqrt{1/2 \cdot (|Ca^{++}| + |Mg^{++}|)}}$$

Por tanto

$$S.A.R = \frac{[0,69^+]}{\sqrt{1/2 \cdot (|1,89^{++}| + |1,83^{++}|)}}$$

S.A.R. = 0,525

Tabla 5.5 Clasificación de S.A.R.

Índice de sodicidad	S.A.R.	Riesgo de salinidad
A	<3	Bajo
B	3-5	Medio
C	5-8	Alto
D	>8	Muy alto

Fuente: CRS Servicios

Nos encontramos con un **índice de S.A.R. bajo**.

2.2.5 Carbonato Sódico Residual

Este índice hace referencia a la acción degradante del agua

La formula que se aplica para este índice es la siguiente:

$$C.S.R. = (|CO_3^{2-}| + |CO_3H^-|) - (|Ca^{+2}| + |Mg^{+2}|)$$

Por tanto

$$C.S.R. = (|0,04| + |1,63|) - (|1,89| + |1,83|)$$

$$C.R.S. = -2,05$$

Tabla 5.6 Clasificación de aguas según el índice C.S.R.

C.S.R.	AGUAS
< 1,25	Recomendadas
1,25 - 2,5	Poco recomendadas
> 2,5	No recomendadas

Fuente: CRS Servicios

En nuestro caso el **agua es recomendable**.

2.2.6 Grado de dureza

Hace referencia al contenido de calcio que contiene el agua. Las aguas de mucha dureza no son recomendables para el riego. Se mide en Grado Higrométrico Francés

La formula que se aplica para este índice es la siguiente:

$$^{\circ}G.H.F. = \frac{\left(\left(\frac{mg}{l} Ca^{++} \times 2,5 \right) + \left(\frac{mg}{l} Mg^{++} \times 4,12 \right) \right)}{10}$$

Por tanto

$$^{\circ}G.H.F. = \frac{\left((35,99 \times 2,5) + (22,32 \times 4,12) \right)}{10}$$

$$^{\circ}G.H.F. = 18,19$$

Tabla 5.7 Clasificación de durezas de aguas

Tipo de agua	Grados
Muy blanda	< 7
Blanda	7 - 14
Medianamente blanda	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy dura	>54

Fuente: CRS Servicios

El agua se clasifica como **medianamente blanda**, por lo tanto es apta para el riego.

2.2.6 Presión osmótica

Representa la energía que gasta la planta para adsorber el agua, mientras menos salina sea el agua menos esfuerzo realiza

La fórmula que se aplica para este índice es la siguiente:

$$PO = 0,36 \times CE$$

Por lo tanto

$$PO = 0,36 \times 0,40$$

$$PO = 0,144$$

Tabla 5.8 Valoración de agua de riego según presión osmótica

Presión osmótica	Valoración
<0,6	Apta para cultivo
>0,6	No apta para cultivo

Fuente: CRS Servicios

Esta agua se considera **apta para el cultivo** en este parámetro.

2.2.8 Total de sólidos solubles

Total de sólidos solubles o también conocido como total de sólidos disueltos (S.D.T.).

La formula que se aplica para este índice es la siguiente:

$$\text{S.D.T.} = \text{CE} \times 0,64$$

$$\text{S.D.T.} = 0.40 \times 0,64$$

$$\text{S.D.T.} = 0,256$$

Tabla 5.9 Calidad del agua en función de S.D.T.

Total de sólidos solubles	Valoración
$\leq 0,5$	Agua de buena calidad
> 12	Agua de mala calidad

Fuente: CRS Servicios

Por lo tanto es un **agua de buena calidad** en este parámetro.

2.2.9 Coeficiente alcalimétrico o índice de Scott

1º $|Na| - 0,65 |Cl|$ es cero o negativo el valor de K es:

$$k = 2040/|Cl|$$

2º Si, $|Na| - 0,65 |Cl|$ es positivo pero no mayor que 0,48 el valor K es:

$$k = 6620 / (|Na| + 2,6 |Cl|)$$

3º Si $(|Na| - 0,65 |Cl| - 0,48 |SO4|)$ es positivo el valor K es:

$$k = 662 / (|Na| - 0,32|Cl| - 0,43 |SO4|)$$

Realizamos la primera operación.

$$|Na| - 0,65 |Cl|$$

$$15,81 - (0,65 \times 40,39) = \mathbf{-11,09}$$

Es negativo por tanto el valor K es:

$$2040/|Cl|$$

$$2040 / 40,39 = \mathbf{50,50}$$

Tabla 5.10 Valores del Índice Scott

Valores de K	1,2	1,26	618	18
Agua	Mala	Mediocre	Tolerable	Buena

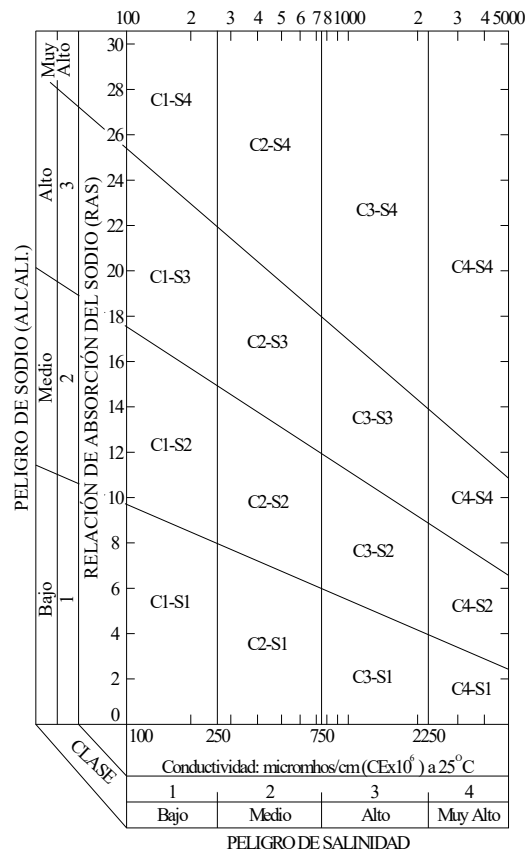
Fuente: CRS Servicios

Por tanto tenemos un **agua de buena** en este índice

2.2.10 Normas de Reverside

Según la Conductividad eléctrica y el SAR, se establecen diferentes calidades de aguas de riego, y se utiliza para clasificar las diferentes calidades. Enunciadas con las letras C y S, junto con los subíndices, comprendidos entre 1 y 4.

Figura 5.1



Los resultados de los análisis son los siguientes:

Conductividad eléctrica CE: 0,40

Relación de adsorción de sodio SAD: 0,525

S1 Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

C2 Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.

Se consideran **aguas de buena calidad aptas para el riego**.

2 Valoración agronómica

Tabla 5.11 Valoración agronómica

Parámetros	Resultados	Valoración
Conductividad eléctrica a 25°C	0,40 mmhos/cm	Sin restricción
pH a 25 °C	7,1	Neutro apto para el cultivo
Bicarbonatos	98,77 mg/l	Sin restricción
Carbonatos	1,46 mg/l	Sin restricción
Sulfatos	76,54 mg/l	Sin restricción
Cloruros	40,39 mg/l	Sin restricción
Calcio	35,99 mg/l	Sin restricción
Magnesio	22,32 mg/l	Sin restricción
Sodio	15,81 mg/l	Sin restricción
Potasio	0,10mg/l	Sin restricción
Contenido de sales totales	0,256 mg/l	Sin restricción
Índice de S.A.R.	0,525	Bajo poder de alcalinización
Carbonato sódico residual	-2,05	Recomendable
Grado de dureza	18,19 °	Medianamente blanda
Presión osmótica	0,114	Apta para el cultivo
Total de sólidos solubles	0,256	Agua de buena calidad
Índice de Scott	50,5	Moderado
Norma Reverside	C2-S1	Agua de buena cálida apta para riego

Fuente: Elaboración propia

La calidad del agua está asegurada como podemos observar en los datos analizados,

BIBLIOGRAFIA

- Barranco Navero, D., Fernandez Escobar, R., & Rallo Romero, L. (2017). *El cultivo del olivo 7ª ed.* Ediciones Mundi-Prensa.

- Porta Casanellas, J., López-Acevedo Reguerín, M., & Roquero de Laburu, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente.*

- Costes de producción de aceite de oliva en España en 2023. Asociación Española de municipios del olivo. https://www.mercacei.com/pdf/m100_sistemasdeplantacion.pdf

- Carmona, E. C., & Ortiz, A. C. (2016). *Nuevas tendencias en olivicultura.* Universidad de Jaén.