



**POLITÉCNICA**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

**GRADO EN INGENIERIA AGRÍCOLA**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRARIA, ESTADÍSTICA Y GESTIÓN DE  
EMPRESAS**

***PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A  
REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS UTILIZANDO AGUAS  
REGENERADAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
TOMELLOSO, CIUDAD REAL***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Autor/a: Sergio Morais Díaz**

**Tutor/a: Paloma Esteve Bengoechea  
Cotutor/a: Carlos Gregorio Hernández  
Díaz-Ambrona**

**Julio de 2021**



## RESUMEN

El presente proyecto consiste en la transformación de secano a regadío, sin instalaciones anejas y sin electrificación, de una serie de parcelas ubicadas en el término municipal de Tomelloso, Ciudad Real. El riego se hará utilizando aguas regeneradas procedentes de la estación depuradora de aguas residuales del propio municipio. Se transforman 5,24 ha. para implantar una rotación de cultivos con riego por goteo. Este proyecto se justifica desde el punto de vista del uso de aguas regeneradas procedentes de la estación depuradora de aguas residuales, las cuales ofrecen un recurso hídrico alternativo a los sistemas de abastecimiento de agua de riego convencionales.

El proyecto comprende cuatro documentos: memoria y anejos, planos, pliego de condiciones y presupuesto.

En la memoria, se describe el contenido que se desarrolla en los siguientes documentos.

En los anejos se realiza un estudio del clima, suelo, calidad del agua de riego y características del cultivo con el fin de asegurar que reúne los requisitos adecuados para su implantación. A partir de la determinación de sus necesidades hídricas, se ha diseñado un sistema de riego por goteo con el fin de conseguir un correcto desarrollo y una rentabilidad teniendo en cuenta el uso de aguas regeneradas para el riego. Con el objetivo de conocer la rentabilidad del proyecto, se ha realizado un estudio de costes y un análisis de la inversión para asegurar su viabilidad económica.

El documento de planos comprende la ubicación del proyecto, la ubicación de la estación meteorológica, las características topográficas de las parcelas, el diseño, distribución y detalles de los riegos por goteo y el cabezal de riego.

**Palabras clave:** Melón, riego localizado, análisis del agua, legislación, necesidades de riego.

## **TITLE IN ENGLISH**

Transformation project from non-irrigated land to irrigated land of 5,24 hectares with reclaimed water in the municipal term of Tomelloso, Ciudad Real.

## **ABSTRACT**

This project deals with the transformation from non-irrigated land to irrigated land, without facilities and without electrical system, of a series of plots located in the municipal term of Tomelloso, Ciudad Real. Reclaimed water will be used for irrigation taken from the municipal wastewater treatment plant. 5,24 hectares are transformed to implement a crop rotation with located irrigation. This project is justified from the point of view of the use of reclaimed water from the wastewater treatment plant, which offers an alternative water resource to conventional irrigation water supply systems.

The project has four documents: memory and annexes, plans, bid specifications and budget.

In the memory, the content that is developed in the following documents is described.

In the annexes, a study of the climate, soil, quality of the irrigation water and crop characteristics is carried out in order to ensure that it meets the appropriate requirements for its implementation. Based on the determination of the water needs, a drip irrigation system has been designed in order to achieve a correct development and profitability, taking into account the use of reclaimed water for irrigation. In order to know the profitability of the project, an economic and financial evaluation has been carried out to ensure its economic viability.

The blueprint document includes the project location, the meteorological station location, the topographic characteristics of the plots, the design, distribution and details of the drip irrigation and the drip irrigation pump station.

**Key words:** Melon, localized irrigation, water analysis, legislation, irrigation needs.

# ÍNDICE

## Documento 1: MEMORIA Y ANEJOS

Anejo N°1. Localización y datos de la parcela

Anejo N°2. Estudio edafológico

Anejo N°3. Estudio climático

Anejo N°4. Análisis del agua de riego

Anejo N°5. Estudio de alternativas

Anejo N°6. Características del cultivo

Anejo N°7. Necesidades hídricas

Anejo N°8. Diseño del sistema de riego

Anejo N°9. Justificación de precios

Anejo N°10. Evaluación económico-financiera

## Documento 2: PLANOS

## Documento 3: PLIEGO DE CONDICIONES

## Documento 4: PRESUPUESTO



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**DOCUMENTO 1  
MEMORIA Y ANEJOS**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO .....                 | 1  |
| 2. USO DE AGUAS REGENERADAS EN AGRICULTURA.....              | 3  |
| 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....                           | 4  |
| 3.1. SITUACIÓN Y ACCESOS .....                               | 4  |
| 3.2. EDAFOLOGÍA.....   | 4  |
| 3.3. CLIMATOLOGÍA.....                                       | 5  |
| 3.4. AGUA DE RIEGO .....                                     | 6  |
| 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....                             | 7  |
| 5. ROTACIÓN DE CULTIVOS .....                                | 8  |
| 6. ESTUDIO DE MERCADO Y ELECCIÓN VARIETAL.....               | 9  |
| 7. NECESIDADES HÍDRICAS .....                                | 10 |
| 7.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA .....                  | 10 |
| 7.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO Y NECESIDADES NETAS..... | 10 |
| 7.3. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO.....                       | 10 |
| 8. PLANIFICACIÓN AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS .....            | 11 |
| 8.1. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO.....                  | 11 |
| 8.2. PLANTACIÓN.....   | 12 |
| 8.3. FERTILIZACIÓN .....                                     | 12 |
| 8.4. RIEGO .....   | 13 |
| 8.5. CONTROL DE MALAS HIERBAS .....                          | 14 |
| 8.6. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....                   | 14 |
| 8.7. RECOLECCIÓN .....                                       | 15 |
| 8.8. PLANIFICACIÓN.....                                      | 15 |
| 9. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO.....                          | 16 |
| 10. DISEÑO HIDRÁULICO.....                                   | 17 |
| 11. CABEZAL DE RIEGO .....                                   | 18 |
| 11.1. EQUIPO DE BOMBEO .....                                 | 18 |
| 11.2. EQUIPO DE FILTRADO.....                                | 18 |
| 11.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN .....                         | 18 |
| 11.4. ELEMENTOS DE CONTROL.....                              | 19 |
| 11.5. EQUIPO DE AUTOMATIZACIÓN .....                         | 19 |
| 11.6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD .....                           | 19 |
| 12. PRESUPUESTO.....   | 21 |
| 13. EVALUACIÓN ECONÓMICO – FINANCIERA DEL PROYECTO.....      | 22 |

|  |    |
|--|----|
| 13.1. VIDA ÚTIL .....                          | 22 |
| 13.2. PAGO DE LA INVERSIÓN .....               | 22 |
| 13.3. PREVISIÓN DE COBROS .....                | 23 |
| 13.4. PREVISIONES DE PAGOS .....               | 25 |
| 13.5. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO ..... | 27 |
| 14. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....      | 28 |
| 15. PLIEGO DE CONDICIONES .....                | 28 |
| 16. CONCLUSIÓN .....                           | 29 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso (m <sup>3</sup> /año) en el periodo de tiempo 2015 – 2020. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ayuntamiento de Tomelloso..... | 3  |
| Tabla 2: Características de las fincas objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.....   | 4  |
| Tabla 3: Medias de las temperaturas medias y extremas del periodo 2000 -2020. Fuente: Elaboración propia.....   | 5  |
| Tabla 4: Precipitación media mensual y máxima en el periodo 2000 -2020. Fuente: Elaboración propia.....   | 5  |
| Tabla 5: Resultados de los análisis físico-químicos del agua regenerada procedente de la EDAR de Tomelloso. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Ayuntamiento de Tomelloso .....                            | 6  |
| Tabla 6: Análisis de alternativas de proyecto. Fuente: elaboración propia.....  | 7  |
| Tabla 7: Cuadro de rotación y alternativa propuesta. Fuente: elaboración propia .....   | 8  |
| Tabla 14: Evapotranspiración de referencia media y evapotranspiración del cultivo de cada mes en el periodo 2000-2020. Fuente: Elaboración propia basada en datos extraídos del SiAR .....  | 10 |
| Tabla 15: Necesidades hídricas correspondientes al melón. Fuente: Elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR y de cálculos anteriores .....  | 10 |
| Tabla 8: Aporte de Nitrógeno y Fósforo mediante el riego localizado durante todo el ciclo de cultivo. Fuente: Elaboración propia.....   | 12 |
| Tabla 9: Cantidad de fertilizantes a aportar en la fertirrigación del melón Piel de Sapo. Fuente: Adaptado de Rincón (2002).....  | 12 |
| Tabla 10: Nutrientes aportados (kg/ha). Fuente: Elaboración propia.....   | 13 |
| Tabla 11: Calendario de riego. Fuente: Elaboración propia.....  | 13 |
| Tabla 12: Principales plagas que afectan a las plantaciones de melón en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos extraído de InfoAgro.....  | 14 |
| Tabla 13: Labores de cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia.....   | 15 |
| Tabla 16: Características técnicas del emisor. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa REGABER.....  | 16 |
| Tabla 17: Características técnicas de la tubería principal, tubería terciaria y los laterales de riego. Fuente Elaboración propia.....  | 17 |
| Tabla 18: Dimensionamiento de la tubería principal, tuberías secundarias y laterales de riego. Fuente: Elaboración propia. ....   | 17 |
| Tabla 19: Presupuesto de ejecución. Fuente: Elaboración propia.....   | 21 |
| Tabla 20: Pagos de la inversión. Fuente: Elaboración propia .....   | 22 |
| Tabla 21: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia .....  | 23 |
| Tabla 22: Cobros ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia .....   | 23 |
| Tabla 23: Cobros ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia .....   | 23 |
| Tabla 24: Cobros ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia .....   | 23 |
| Tabla 25: Cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia.....   | 24 |
| Tabla 26: Resumen cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia.....   | 24 |
| Tabla 27: Costes del cultivo (€/ha) del melón en regadío y de la cebada en secano. Fuente: Elaboración propia basada en los datos del Estudio de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA).....                  | 25 |
| Tabla 28: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia .....  | 25 |
| Tabla 29: Pagos ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia .....  | 26 |
| Tabla 30: Pagos ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia .....  | 26 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 31: Pagos ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia .....  | 26 |
| Tabla 32: Pagos extraordinarios. Fuente: Elaboración propia.....  | 26 |
| Tabla 33: Valor Actual Neto (VAN) en € para diferentes tasas de actualización así como la relación beneficio-inversión. Subrayado en amarillo el valor VAN y la relación beneficio-inversión para la tasa de actualización aplicada en el proyecto. Fuente: Elaboración propia..... | 27 |
| Tabla 34: Análisis de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia .....  | 28 |

|   |    |
|---|----|
| Imagen 1: Croquis representativo de la plantación de Melón Piel de Sapo en meseta y líneas pareadas, unidades en cm. Fuente: Elaboración propia ..... | 16 |
|---|----|

## 1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

La redacción del actual proyecto se ha realizado por requerimiento de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas de Madrid, para su presentación y defensa como Trabajo Fin de Grado del grado de Ingeniería Agrícola.

El objeto del presente proyecto es describir y justificar la transformación de secano a regadío utilizando aguas regeneradas para el riego de las parcelas 229 y 235 del polígono 73 localizadas en el término municipal de Tomelloso, Ciudad Real.

Este proyecto se enmarca en el contexto del proyecto RECLAMO (The contribution of water REuse to a resourCe-efficient and sustainabLe wAtEr manageMent for irrigatiOn)<sup>1</sup> de la Agencia Estatal de Investigación, coordinado por investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), y financiado por el Ministerio de Ciencia y Educación. Cuyo objetivo es analizar el potencial de la reutilización del agua regenerada para el regadío en España, así como sus implicaciones sociales, económicas, ambientales, y de política.

La motivación principal de este proyecto radica en la actual problemática de la escasez de recursos hídricos en la zona de La Mancha. En esta zona, el desarrollo del regadío condujo a la sobreexplotación de los acuíferos de la Mancha Occidental, con importantes impactos medioambientales. Para tratar de solventar este problema, se han desarrollado sucesivos programas, con el fin de tratar de revertir la degradación de los humedales y de reducir también el conflicto social asociado.

Este proyecto propone la puesta en riego de una explotación utilizando aguas regeneradas procedentes de la estación depuradora del propio municipio, ofreciendo así un recurso para el regadío alternativo a los sistemas de abastecimiento de agua de riego convencionales.

Este proyecto busca, además, contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. A continuación, se nombran los objetivos de la Agenda 2030 a los que el presente proyecto de ingeniería pretende contribuir de manera directa o indirecta:

- **ODS 6. Agua limpia y saneamiento:** El agua es un recurso fundamental para el desarrollo sostenible a nivel económico, social y ambiental. El ODS 6 busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible de agua y saneamiento para todas las personas.

---

<sup>1</sup> The contribution of water REuse to a resourCe-efficient and sustainabLe wAtEr manageMent for irrigatiOn – La contribución de la reutilización del agua a la gestión eficiente y sostenible del agua para el riego. (RECLAMO). N° Proyecto: PID2019-104340RA-I00. (2020-2024). Ministerio de Ciencia y Educación. Agencia Estatal de Investigación. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020. Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad. Proyectos ‘Retos Investigación’ (RTI).

- **ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles:** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- **ODS 12. Producción y consumo responsables:** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- **ODS 13. Acción por el clima:** Adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos.

Con objeto de llevar a cabo la correcta realización del proyecto, se han elaborado diversos estudios referentes a la climatología de la zona, edafología, calidad del agua, elección de cultivos, necesidades hídricas de los cultivos, estrategia de riego, red de distribución. En particular, se ha profundizado en el estudio de la viabilidad económica del proyecto, teniendo en cuenta que las aguas regeneradas suelen presentar un coste superior al de los recursos hídricos convencionales, y por tanto, han de emplearse en cultivos de alto valor añadido que garanticen la máxima eficiencia en términos económicos.

Este proyecto se justifica con el estudio y análisis de las condiciones mencionadas, de tal manera que se puedan realizar en la parcela todas las operaciones necesarias para lograr una actividad eficiente, productiva y rentable al mismo tiempo.

## 2. USO DE AGUAS REGENERADAS EN AGRICULTURA

Considerando el área de estudio, el municipio de Tomelloso se ve afectado por una escasez de agua. Esta escasez incrementa la presión sobre los recursos hídricos y favorece la diversificación de las fuentes de obtención de agua, promoviendo fuentes no convencionales como es el caso del agua regenerada. Su utilización puede ofrecer un recurso más estable a los agricultores y puede contribuir a una mejora en la calidad de los recursos hídricos con un impacto ambiental positivo.

El uso de agua regenerada es capaz de mejorar la autosuficiencia de las regiones y resulta un recurso a menudo más fiable que otras fuentes hídricas. Los principales beneficios de la reutilización de aguas regeneradas para el riego son la conservación del agua dulce para otros usos, el uso potencial de los nutrientes contenidos en el agua regenerada y la reducción de la descarga de aguas residuales a medios ecológicamente sensibles.

Tomelloso es un municipio pionero en la reutilización de aguas residuales para uso agrícola. Así pues, desde el año 2003, la Comunidad de Regantes “Los Auriles” aprovecha las aguas procedentes de la estación depuradora del propio municipio para el riego de los cultivos. Las instalaciones comprenden dos balsas de un total de 780.000 metros cúbicos y riega una superficie de 860 hectáreas para 150 agricultores. En un futuro se pretende ampliar las instalaciones para poder conseguir un riego de unas 250 hectáreas más. Según datos aportados por los técnicos municipales, la cantidad anual de agua depurada por la planta es de 2.757.707 m<sup>3</sup>/año. La Tabla 1 muestra los caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso (m<sup>3</sup> /año) en los últimos cinco años.

*Tabla 1: Caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso (m<sup>3</sup> /año) en el periodo de tiempo 2015 – 2020. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ayuntamiento de Tomelloso*

| EDAR             | Volumen (m <sup>3</sup> /año) |           |           |           |           |           |
|------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 2015                          | 2016      | 2017      | 2018      | 2019      | 2020      |
| <b>Tomelloso</b> | 2.355.529                     | 2.524.756 | 2.417.053 | 2.754.628 | 2.562.235 | 2.757.707 |

Desde el punto de vista legislativo, el Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre de 2007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, recoge los estándares de calidad mínimos obligatorios exigibles para la utilización de este tipo de agua en el ámbito agrícola. A nivel europeo, el Reglamento (UE) 2020/741, que entrará en vigor en 2023, expone los requisitos mínimos para la reutilización del agua. Ambos han de tenerse especialmente en cuenta a la hora de establecer un cultivo que va a ser regado utilizando aguas regeneradas.

### 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

#### 3.1. SITUACIÓN Y ACCESOS

Las parcelas objeto del presente proyecto están situadas en el término municipal de Tomelloso, Ciudad Real. La Tabla 2 recoge los datos catastrales para la identificación de las fincas sujetas al proyecto.

*Tabla 2: Características de las fincas objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia*

| Concepto | Referencia catastral | Polígono | Parcela | Superficie total |
|----------|----------------------|----------|---------|------------------|
| Finca 1  | 13082A073002350000IP | 73       | 229     | 5,24 ha          |
| Finca 2  | 13082A073002290000IY | 73       | 235     |                  |

El acceso a la parcela se hace a través de un camino de concentración parcelaria. A este camino de concentración mencionado se accede a través de la carretera comarcal CM-3103, la cual comunica los municipios de Tomelloso y Pedro Muñoz (PLANO N.º 1: PLANO DE SITUACIÓN).

#### 3.2. EDAFOLOGÍA

El término municipal de Tomelloso se encuentra ubicado en la planicie manchega, una llanura con una altitud media de 650 y 700 metros sobre el nivel del mar. La parcela objeto de estudio no presenta desniveles pronunciados, presentando una altitud media de 660 metros sobre el nivel del mar.

La profundidad del suelo es importante para el correcto desarrollo de las plantas puesto que condiciona la cantidad de agua y nutrientes disponibles para las mismas. La profundidad libre del suelo es de 1 metro aproximadamente. Teniendo en cuenta esto, no existen problemas para el desarrollo del cultivo.

El pH del suelo que se ha estudiado tiene un valor medio de 7,7. Presenta un nivel adecuado para la mayoría de los cultivos.

La fertilidad del suelo es clasificada como media, dentro de que se trata de un suelo agrícola. Presenta niveles superiores al 1% de materia orgánica en los primeros horizontes del suelo. Por ello, no se hace necesario un aporte adicional de materia orgánica.

La capacidad de intercambio catiónico presenta un valor medio (CIC = 5-15 meq/100g). Su textura es franco-arcillosa. El suelo presenta bastante arcilla pero también cuenta con limo y arena.

### 3.3. CLIMATOLOGÍA

Los datos climáticos empleados para la realización del estudio climatológico han sido los recogidos por la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR). Hay una distancia aproximada de 17 kilómetros desde la parcela hasta la estación meteorológica.

Del periodo estudiado, 2000-2020, destaca el mes de enero como mes con temperaturas medias más bajas (4,52 °C), y julio como el más cálido (25,36 °C). Así mismo, la temperatura extrema mínima fue alcanzada en febrero de 2004 (-18,68 °C) y la extrema máxima en julio de 2017 (41,61 °C). La Tabla 3 muestra las medias de las temperaturas medias y extremas.

*Tabla 3: Medias de las temperaturas medias y extremas del periodo 2000 -2020. Fuente: Elaboración propia*

| Temperaturas medias (°C) |         |         | Temperaturas extremas (°C) |        |
|--------------------------|---------|---------|----------------------------|--------|
| Media                    | Máximas | Mínimas | Mínima                     | Máxima |
| 14,14                    | 21,35   | 7,15    | 31,78                      | -4,28  |

En relación con datos pluviométricos se destaca que los meses más lluviosos fueron noviembre (56,01 mm), abril (48,65 mm) y marzo (47,62 mm). Estos tres meses vienen a representar, aproximadamente, el 46% de las lluvias acontecidas durante todo el año. En la Tabla 4 se observa la precipitación media anual y máxima.

*Tabla 4: Precipitación media mensual y máxima en el periodo 2000 -2020. Fuente: Elaboración propia*

| Precipitación media mensual (mm) | Precipitación máxima (mm) |
|----------------------------------|---------------------------|
| 27,38                            | 122,8 (año 2011)          |

A partir del estudio climático realizado se puede observar que nos encontramos ante un mediterráneo seco caracterizado por la estacionalidad de las temperaturas, inviernos fríos y veranos calurosos, con sequía estival e irregularidad de las precipitaciones anuales. El posible déficit hídrico hace necesario un aporte hídrico complementario de cara a rentabilizar los cultivos.

Teniendo en cuenta las temperaturas, tanto invernales como primaverales, el periodo libre de heladas se establece entre los meses de mayo a octubre.

Según la clasificación de Köppen, la zona del proyecto tiene un clima Csa, es decir, clima templado con verano seco y caluroso. Según la clasificación de Papadakis, la zona del proyecto tiene un clima mediterráneo seco. El índice de Lang en la zona objeto de proyecto es de 23,23, el cual corresponde a un clima de zona árida.

A nivel global, las condiciones climáticas reinantes son adecuadas, requiriéndose un sistema de riego que permita satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, en especial en los periodos secos que aparecen indicados en el diagrama ombrotérmico de Gausson.

### 3.4. AGUA DE RIEGO

El agua de riego de que se dispone en la finca procede de la Comunidad de Regantes “Los Auriles”. Dicha comunidad de regantes utiliza aguas regeneradas para el riego. Este agua procede de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) perteneciente al propio municipio de Tomelloso.

*Tabla 5: Resultados de los análisis físico-químicos del agua regenerada procedente de la EDAR de Tomelloso. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Ayuntamiento de Tomelloso*

| <b>Parámetro</b>   | <b>Valor</b> |
|--|--------------|
| pH   | 7,8          |
| Conductividad 20°C (µS/cm)   | 1.411        |
| Turbidez (UNT)   | 3            |
| Sólidos en suspensión (mg/l)   | 5,75         |
| Demanda biológica de oxígeno - DBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> ) | <10          |
| Demanda química de oxígeno - DQO (mg/l O <sub>2</sub> )                | <20          |
| Fósforo (mg/l)   | 0,68         |
| Nitrógeno (mg/l)   | 5,4          |
| <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)                                   | 1            |
| Nemátodos intestinales (huevo/10 L)                                    | <1           |

Los valores obtenidos en el análisis son inferiores a los valores máximos exigidos en el Real Decreto 1620/2007 y Reglamento (UE) 2020/741. Por ello, se considera que el agua disponible es adecuada para el riego de los cultivos más relevantes en la zona de estudio.

En cuanto a los parámetros de fósforo y nitrógeno, se tendrán especialmente en cuenta a la hora de realizar el tratamiento de fertilización del cultivo. El agua regenerada aporta una porción significativa de la demanda de nutrientes y es capaz de reducir las necesidades de fertilizantes.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos con relación al análisis del agua de riego y la legislación aplicable con respecto al uso de aguas regeneradas en la agricultura se llega a la conclusión de que el agua analizada es calificada como APTA para el riego.

#### 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El objetivo del análisis de alternativas es el de aportar una única solución al proyecto, eligiendo la que mejor cumpla los requisitos y objetivos técnicos y económicos. Para ello se tendrá en cuenta, entre otros aspectos, el tipo de riego que se quiere implantar, la legislación vigente respecto al uso de aguas regeneradas para el riego, la adaptación del cultivo a la zona, la productividad y la rentabilidad del cultivo. Este se encuentra detallado en el Anejo 5 (Análisis de alternativas).

Entre las alternativas posibles para la transformación de la parcela objeto de estudio, las más lógicas y que se podrían adaptar a la zona destacan:

*Tabla 6: Análisis de alternativas de proyecto. Fuente: elaboración propia*

| Aspectos clave              | Alternativas        |                |                |
|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|
|                             | 1                   | 2              | 3              |
| <b>Rotación de cultivos</b> | Hortícola anual     | Olivo          | Vid            |
| <b>Sistema de riego</b>     | Localizado          | Localizado     | Localizado     |
| <b>Fertilizantes</b>        | Fertirrigación      | Fertirrigación | Fertirrigación |
| <b>Manejo del suelo</b>     | Laboreo tradicional | Laboreo mínimo | Laboreo mínimo |

Para la valoración de cada alternativa se usan tres criterios a los que se les da un peso o valor en forma de porcentaje. En este caso estos criterios son:

- Criterio técnico-económico, con un peso de 40%.
- Criterio de adaptación, con un peso de 30%.
- Criterio legal, con un peso de 30%.

Después de valorar cada alternativa y puntuarla, el resultado de la alternativa que más se ajusta a los objetivos planteados es una **rotación de cultivos hortícolas anual**, siendo el melón el cultivo hortícola seleccionado. En esta rotación se incluirá el cultivo del cereal para completar ciclos. En cuanto al sistema de riego seleccionado, el riego localizado es el sistema que mejor se adapta a las características del cultivo y al tipo de agua que se va a utilizar en el riego. Como sistema de fertilización se utilizará el sistema de fertirrigación, el cual combina perfectamente con el sistema de riego elegido. En cuanto al manejo del suelo, la mejor opción es un laboreo tradicional, debido a que la rotación de hortícolas anuales deja muchos restos de cultivo y es necesario enterrarlos con el objetivo de que sirvan de nutrientes para el cultivo del año siguiente.

El uso de aguas regeneradas para el riego implica un aumento de los costes de la explotación. Por ello, la elección del cultivo a implantar debe considerar ese incremento en el coste del agua. La rotación hortícola anual es el que mayores beneficios presenta dentro de las cultivos estudiados, por lo que hace que ese incremento en el coste sea rentable.

## 5. ROTACIÓN DE CULTIVOS

El principio fundamental de la rotación de cultivos es alternar plantas de diferentes familias en una misma parcela, evitando así que el suelo se agote y provocando que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se eliminen. La rotación de cultivos es capaz de aportar beneficios que se traducen en un incremento de las producciones y, por ende, un aumento del rendimiento de la parcela.

Los cultivos seleccionados con el objetivo de formar parte del cuadro de rotación son los siguientes: melón y cebada. Se tratan de un cultivo hortícola anual y un cereal de invierno respectivamente. Todos los recursos hídricos disponibles irán destinados al cultivo del melón, mientras que la cebada se desarrollará en concepto de secano. La parcela quedará dividida en tres unidades iguales (PLANO N.º 5: SISTEMA DE RIEGO - AÑO 1). El manejo de cada una de estas unidades será diferente dependiendo del año en el que nos encontremos.

A continuación se muestra la rotación de cultivos propuesta para la parcela objeto de estudio, trabajando con cultivos ya conocidos por los agricultores de la zona. Se tratan de cultivos con una larga tradición agrícola.

*Tabla 7: Cuadro de rotación y alternativa propuesta. Fuente: elaboración propia*

| <b>Rotación</b> | <b>Año I</b> | <b>Año II</b> | <b>Año III</b> |
|-----------------|--------------|---------------|----------------|
| Unidad 1        | Melón        | Barbecho      | Cebada         |
| Unidad 2        | Cebada       | Melón         | Barbecho       |
| Unidad 3        | Barbecho     | Cebada        | Melón          |

## 6. ESTUDIO DE MERCADO Y ELECCIÓN VARIETAL

El estudio de mercado subraya la importancia del cultivo del melón en España, y en concreto en Ciudad Real. España es el octavo productor de melón a nivel mundial con una producción del 1,6%, y el tercero a nivel europeo, representando el 43,0% de la eurozona. La Región de Murcia y Castilla-La Mancha son los principales productores de melón a nivel nacional, abarcando el 33,5% y el 27,6%, respectivamente. Concretamente Ciudad Real presenta las mayores producciones a nivel provincial.

El precio del cultivo ha sido bastante fluctuante en el periodo 2015-2021 (0,05-1,37 €/kg), a excepciones del melón Piel de Sapo, el cual ha tenido un precio bastante constante durante el periodo estudiado.



Gráfica 1: Precios del melón percibidos por los agricultores (2015-2021). Fuente: elaboración propia en base a los datos extraídos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA)

Se ha elegido el cultivo del **melón Piel de Sapo** por las siguientes razones:

- Bajo las condiciones climáticas de la zona, proporciona una alta rentabilidad.
- En la zona existe una estructura adecuada para la comercialización del producto.
- Permite un buen uso del terreno.
- El calendario de recolecciones se extendería desde agosto a septiembre.
- Las tendencias de consumo del mercado interior apuntan a una recuperación en su demanda.

## 7. NECESIDADES HÍDRICAS

### 7.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

En la Tabla 8 se recogen los valores mensuales de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) media diaria. En ella, se puede observar que la máxima  $ET_0$  se produce en los meses junio y julio, con unos 6,5 mm/día, y la mínima en diciembre, con 0,80 mm/día.

Tabla 8: Evapotranspiración de referencia media y evapotranspiración del cultivo de cada mes en el periodo 2000-2020. Fuente: Elaboración propia basada en datos extraídos del SiAR

| Concepto                                  | E              | F    | M    | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O    | N    | D    |
|---|----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| $ET_0$<br>(mm)                            | 29,9           | 47,8 | 82,0 | 108,9 | 153,7 | 182,0 | 201,3 | 175,7 | 119,9 | 73,1 | 34,7 | 23,5 |
| Kc  | 0,0            | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 0,4   | 0,8   | 0,9   | 0,7   | 0,6   | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| $ET_c$<br>(mm)                            | 0,0            | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 61,4  | 145,6 | 191,2 | 131,8 | 74,3  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| $ET_c$<br>(mm/día)                        | 0,0            | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 1,9   | 4,8   | 6,2   | 4,2   | 2,5   | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| <b><math>ET_0</math> anual total (mm)</b> | <b>1.232,5</b> |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |

### 7.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO Y NECESIDADES NETAS

Se han obtenido a partir de la evapotranspiración de referencia y ciertos factores, los cuales dependen del cultivo, la zona de plantación y el tamaño de la parcela. El mes de máximas necesidades netas es junio en el cultivo de melón (6,17 mm/día).

### 7.3. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Además de las necesidades netas, se deberá aportar una cantidad de agua adicional para compensar las pérdidas debidas a imperativos técnicos (falta de uniformidad en el riego).

Se obtiene así, unas necesidades totales máximas de 6,65 mm/día para el cultivo de melón.

Tabla 9: Necesidades hídricas correspondientes al melón. Fuente: Elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR y de cálculos anteriores

| Concepto          | E   | F   | M   | A   | M     | J      | J            | A     | S    | O   | N   | D   |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-------|--------|--------------|-------|------|-----|-----|-----|
| Riego<br>(mm)     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 48,63 | 155,58 | <b>206,2</b> | 140,6 | 70,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Riego<br>(mm/día) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,57  | 5,19   | <b>6,65</b>  | 4,5   | 2,3  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

## **8. PLANIFICACIÓN AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS**

Únicamente se tendrá en cuenta la planificación agronómica del cultivo del melón, puesto que es el cultivo principal dentro de la rotación de cultivos estudiada debido principalmente a su valor económico y rentabilidad

### **8.1. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO**

#### **Labores preparatorias**

Los melones son plantas sensibles a los encharcamientos. Se llevará a cabo una labor de subsolador con el objetivo de facilitar un buen drenaje y un pase de fresadora para dejar el terreno desmenuzado y mullido. Finalmente se procederá al acaballonado, formando caballones de 25-30 cm de altura y 40 cm de anchura. La acaballonadora es capaz de trabajar formando varios bancos a la vez, realizando al mismo tiempo el replanteo de las plantas y una zanja central donde se instalarán las tuberías laterales del sistema de riego.

#### **Acolchado**

El grosor de la lámina de plástico será de 120 galgas. Antes de proceder al acolchado, el terreno debe de estar libre de malas hierbas. Teniendo en cuenta que se tienen 216 líneas de riego con una distancia aproximada de 32 metros, se necesitaran aproximadamente 7.000 metros lineales de acolchado.

Posteriormente al acolchado del terreno, se procede a la plantación. Para ello se realizarán agujeros en el plástico, atendiendo al marco de plantación. Tras la plantación se tapan los agujeros con tierra.

#### **Manta térmica**

La manta térmica será de un agrotexil microporoso, formada por filamentos continuos termosoldados de polipropileno estabilizado contra los rayos UV. El peso es de 17 g/m<sup>2</sup> como máximo, para no interferir con el desarrollo de la planta. Las dimensiones serán de 1,5 metros de ancho, viniendo de fábrica en rollos de 250 m. Se fijará al terreno mediante aportes de tierra en los extremos de la misma.

Teniendo en cuenta que se tienen 216 líneas de riego con una distancia aproximada de 32 metros, se necesitaran aproximadamente 7.000 metros lineales de manta térmica.

## 8.2. PLANTACIÓN

Las plantas proceden del semillero y se encargan con 4 semanas de antelación al trasplante en campo. La planta en estado de 2 a 4 hojas verdaderas está preparada para ser trasplantada. La planta ha de ser homogénea.

El trasplante se realizará con cepellón, con el objetivo de conseguir producciones más uniformes y recolecciones más agrupadas. El marco de plantación elegido será de 1,25 m por 2 m, dando una densidad de plantación aproximada de 4.000 plantas/ha. Posteriormente al trasplante, se procede al riego del cultivo.

## 8.3. FERTILIZACIÓN

El agua regenerada utilizada para el riego aporta una porción significativa de la demanda de nutrientes del cultivo y es capaz de reducir sus necesidades de fertilizantes. Atendiendo a los resultados obtenidos en el Anejo 4 (Análisis del agua de riego), se obtienen los siguientes datos:

*Tabla 10: Aporte de Nitrógeno y Fósforo mediante el riego localizado durante todo el ciclo de cultivo. Fuente: Elaboración propia*

| <b>RIEGO (mm)</b> | <b>P (kg)</b> | <b>P2O5 (kg/ha)</b> | <b>N (kg)</b> | <b>N (kg/ha)</b> |
|-------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|
| 621,36            | 6,34          | 9,70                | 50,32         | 33,55            |

La Tabla 11 muestra la cantidad de fertilizantes necesarios para el cultivo de melón Piel de Sapo, teniendo en cuenta los aportes que se hacen con el agua de riego. La Tabla 12 muestra la cantidad de nutrientes aportados.

*Tabla 11: Cantidad de fertilizantes a aportar en la fertirrigación del melón Piel de Sapo. Fuente: Adaptado de Rincón (2002)*

| <b>Días tras trasplante</b> | <b>Nitrato amónico</b> | <b>Nitrato de calcio</b> | <b>Fosfato monopotásico</b> | <b>Nitrato potásico</b> | <b>Sulfato de magnesio</b> |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                             | <b>kg/ha</b>           |                          |                             |                         |                            |
| 0-15                        | 80,0                   | -                        | 25,0                        | 70,0                    | 10,0                       |
| 16-30                       | 75,0                   | 20,0                     | 25,0                        | 90,0                    | 15,0                       |
| 31-45                       | -                      | 30,0                     | 25,0                        | 90,0                    | 15,0                       |
| 46-60                       | -                      | 30,0                     | 25,0                        | 90,0                    | 15,0                       |
| 61-75                       | -                      | 30,0                     | 20,0                        | 80,0                    | 25,0                       |
| 76-90                       | -                      | 40,0                     | 20,0                        | 80,0                    | 25,0                       |
| 91-105                      | -                      | 40,0                     | 10,0                        | 80,0                    | 25,0                       |
| 106-120                     | -                      | -                        | 10,0                        | 90,0                    | 25,0                       |
| 121-135                     | -                      | -                        | 10,0                        | 90,0                    | 25,0                       |
| 136-150                     | -                      | -                        | 10,0                        | 90,0                    | 20,0                       |
| <b>Total</b>                | 155,0                  | 190,0                    | 180,0                       | 850,0                   | 200,0                      |

Tabla 12: Nutrientes aportados (kg/ha). Fuente: Elaboración propia

| Nutrientes | Cantidad aportada sin considerar el riego (kg/ha) | Cantidad aportada considerando el riego (kg/ha) |
|------------|---|---|
| N          | 191,88  | 225,43  |
| P205       | 95,40   | 105,10  |
| K2O        | 452,20  | 452,20  |
| CaO        | 51,30   | 51,30   |
| Mg         | 20,00   | 20,00   |

## 8.4. RIEGO

### Riego de plantación

Aplicar el agua suficiente con el objetivo de que todas las plántulas queden suficientemente regadas. El consumo de agua es variable al depender del tiempo y humedad del suelo, variando entre 20 y 30 mm.

### Riego de arraigue

Tras el riego de plantación se deberá aplicar un segundo riego denominado de arraigue. El gasto de agua depende también del tipo de suelo, oscilando entre 10 y 15 mm. Posteriormente se procederá al forzado del sistema radicular de las plantas. Consiste en someter a las plantas a un déficit hídrico moderado durante un periodo variable de tiempo. Durante este periodo, la planta se ve obligada a expandir su sistema radicular para explorar más volumen de suelo con el fin de conseguir el agua necesaria.

### Programación de riego

La Tabla 13 recoge el calendario de riego indicando las dosis prácticas de riego. El tiempo de riego indicado se corresponde con el tiempo de cada sector.

Tabla 13: Calendario de riego. Fuente: Elaboración propia

| Mes        | Dosis práctica (mm/día)  | Tiempo (horas/día) |
|------------|--|--------------------|
| Mayo       | 1,57<br>(+20 mm riego de plantación)<br>(+10 mm riego de arraigue) | 0,62               |
| Junio      | 5,19   | 2,05               |
| Julio      | 6,65   | 2,62               |
| Agosto     | 4,54   | 1,79               |
| Septiembre | 2,35   | 0,93               |

### 8.5. CONTROL DE MALAS HIERBAS

Se realizará una escarda mecánica, consistente en pases de cultivador inter-líneas para eliminar las malas hierbas que aparecen en los surcos. También se realizará una escarda manual, proporcionando una eliminación efectiva de las malas hierbas en los cultivos.

Se realiza además una escarda química para el mejor control de las malas hierbas. Los herbicidas recomendados, actualmente permitidos son: oxifluorfen 24%, 48% y 50% para el melón. Los herbicidas serán usados después de la plantación.

### 8.6. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las diferentes plagas y enfermedades que afectan al cultivo del melón se muestran la Tabla 14. Su control se detalla según la Orden APA/370/2004, de 13 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cultivos hortícolas.

Tabla 14: Principales plagas que afectan a las plantaciones de melón en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos extraído de InfoAgro

|                     |                  |  |
|---------------------|------------------|--|
| <b>Plagas</b>       | <b>Ácaros</b>    | Araña roja<br><i>Tetranychus urticae</i> (Koch)                                |
|                     | <b>Insectos</b>  | Mosca blanca<br><i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)                    |
|                     |                  | Áfidos o pulgones<br><i>Aphis gossypii</i> (Glover)                            |
|                     |                  | Minadores<br><i>Liriomyza bryoniae</i> (Kaltenbach)                            |
|                     |                  | Trips<br><i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)                          |
| <b>Enfermedades</b> | <b>Hongos</b>    | Oídio<br><i>Sphaerotheca fuliginea</i>   |
|                     |                  | Mildiu<br><i>Pseudoperonospora cubensis</i>                                    |
|                     |                  | Fusariosis<br><i>Fusarium oxysporum f.sp. melonis</i>                          |
|                     |                  | Chancro gomoso del tallo<br><i>Didymella bryoniae</i>                          |
|                     |                  | Acremoniosis<br><i>Acremonium cucurbitacearum</i>                              |
|                     | <b>Virus</b>     | Cucumber mosaic virus (CMV)<br>Virus del mosaico del pepino                    |
|                     | <b>Nemátodos</b> | Agallas de las raíces<br><i>Meloidogyne</i> spp.                               |
|                     | <b>Bacterias</b> | Mancha angular de la hoja<br><i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> |

## 8.7. RECOLECCIÓN

La recolección del melón se efectuará cuando el fruto esté totalmente maduro. Las horas del día convenientes para la recolección son al atardecer o por la mañana temprano. No obstante, puede ser recolectado durante todo el día. Una vez recolectados se colocarán en lugares protegidos del sol y del calor hasta llevarlos al almacén.

## 8.8. PLANIFICACIÓN

Las labores que se tienen que realizar en el cultivo del melón y el periodo disponible para realizarlas se muestran en la Tabla 15.

*Tabla 15: Labores de cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Labor</b>                      | <b>Periodo disponible</b> | <b>Duración (días)</b> |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Labor de vertedera                | 29-abr                    | 3                      |
| Formación de meseta               | 29-abr                    | 3                      |
| Colocación de goteros             | 29-abr                    | 3                      |
| Extendido del acolchado           | 29-abr                    | 3                      |
| Plantación manual                 | 2-may                     | 1                      |
| Tratamiento herbicida             | 11-may                    | 1                      |
| Cultivador                        | 15-may                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 27-may                    | 1                      |
| Escarda manual                    | 20-jun                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 21-jun                    | 1                      |
| Escarda manual                    | 10-jul                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 11-jul                    | 1                      |
| Cultivador                        | 15-jul                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 30-jul                    | 1                      |
| Recolección manual                | 15-ago                    | 1                      |
| Remolque                          | 15-ago                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 17-ago                    | 1                      |
| Recolección manual                | 03-sep                    | 1                      |
| Remolque                          | 03-sep                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 05-sep                    | 1                      |
| Recolección manual                | 20-sep                    | 1                      |
| Remolque                          | 20-sep                    | 1                      |
| Recogida de goteros               | 21-sep                    | 6                      |
| Labor de vertedera                | 21-sep                    | 6                      |
| Fresadora                         | 21-sep                    | 6                      |
| Chisel                            | 21-sep                    | 6                      |

## 9. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO

En el diseño agronómico se tiene en cuenta toda la información recogida relacionada con la climatología de la zona de estudio, características edafológicas, características del cultivo, superficie a regar, disponibilidad y calidad del agua de riego. En la Tabla 16 se observan las características técnicas del gotero integrado no autocompensante elegido para la finca.

Tabla 16: Características técnicas del emisor. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa REGABER

| CARACTERÍSTICA                     | VALOR       |
|------------------------------------|-------------|
| Caudal nominal (qe)                | 3,5 L/h     |
| Rango de presiones de trabajo (ha) | 0,5 – 4 bar |
| Exponente de descarga (x)          | 0           |
| Coefficiente de variación (Cv)     | 1,00%       |
| Diámetro mínimo de paso            | 1,59 mm     |

Teniendo en cuenta que la textura del suelo es franco-arenosa y que el caudal del gotero es de 3,5 L/h, se obtiene un diámetro mojado de 0,90 m por emisor. En base a estos resultados y teniendo en cuenta la experiencia local en el cultivo, se opta por poner emisores separados 60 cm y laterales a 2 m de distancia.

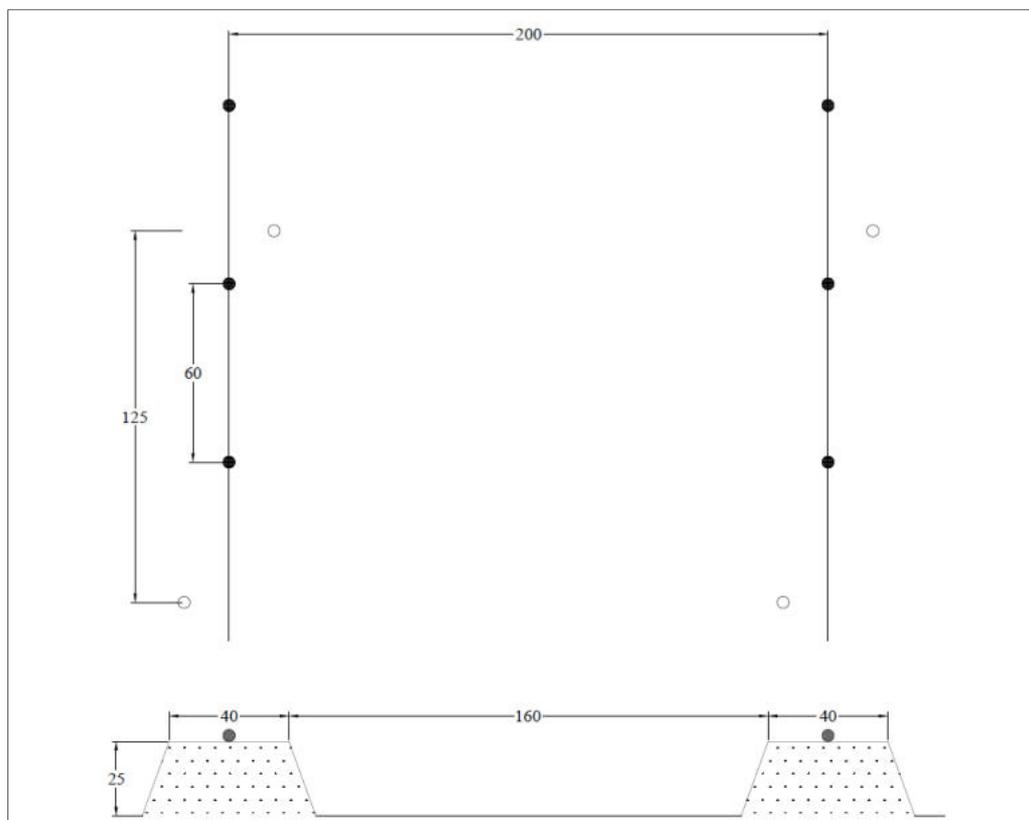


Imagen 1: Croquis representativo de la plantación de Melón Piel de Sapo en meseta y líneas paralelas, unidades en cm. Fuente: Elaboración propia

## 10. DISEÑO HIDRÁULICO

A continuación, se exponen las características de las conducciones. La tubería principal ira enterrada en zanja, mientras que la terciaria y las laterales irán superficial para facilitar su montaje y desmontaje cuando se pase el riego de una unidad a otra. Las características de las tuberías seleccionadas se detallan en la Tabla 17. En la Tabla 18 se muestran los dimensionamientos obtenidos de las conducciones.

*Tabla 17: Características técnicas de la tubería principal, tubería terciaria y los laterales de riego. Fuente Elaboración propia*

| <b>Tubería lateral (PE – BD 6atm)</b> |                               |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Diámetro nominal (mm)</b>          | <b>Diámetro interior (mm)</b> |
| 12                                    | 10                            |
| <b>Tubería terciaria (PVC 6atm)</b>   |                               |
| <b>Diámetro nominal (mm)</b>          | <b>Diámetro interior (mm)</b> |
| 40                                    | 36,4                          |
| <b>Tubería principal (PVC 6atm)</b>   |                               |
| <b>Diámetro nominal (mm)</b>          | <b>Diámetro interior (mm)</b> |
| 110                                   | 103,6                         |

*Tabla 18: Dimensionamiento de la tubería principal, tuberías secundarias y laterales de riego. Fuente: Elaboración propia.*

| Ud. | Sector | Lateral |              | Terciaria |              | Principal    |
|-----|--------|---------|--------------|-----------|--------------|--------------|
|     |        | Núm.    | Longitud (m) | Núm.      | Longitud (m) | Longitud (m) |
| 1   | 1      | 54      | 32           | 1         | 108          | 166,81       |
|     | 2      | 54      | 32           | 1         | 108          |              |
|     | 3      | 54      | 32           | 1         | 108          |              |
|     | 4      | 54      | 32           | 1         | 108          |              |
| 2   | 1      | 53      | 27           | 1         | 108          |              |
|     | 2      | 53      | 27           | 1         | 108          |              |
|     | 3      | 53      | 33           | 1         | 108          |              |
|     | 4      | 53      | 33           | 1         | 108          |              |
| 3   | 1      | 57      | 30           | 1         | 112          |              |
|     | 2      | 57      | 30           | 1         | 112          |              |
|     | 3      | 57      | 28           | 1         | 112          |              |
|     | 4      | 57      | 28           | 1         | 112          |              |

## **11. CABEZAL DE RIEGO**

El cabezal de riego comprenderá todos aquellos equipos que hacen posible que el agua de riego llegue a los goteros en las mejores condiciones. El cabezal se instalará en el interior en el comienzo de la conducción.

En el cabezal estará constituido por los siguientes componentes:

- Equipo de bombeo.
- Equipo de filtrado.
- Equipo de fertirrigación.
- Equipo de control.
- Equipo de automatización.
- Elementos de seguridad.

### **11.1. EQUIPO DE BOMBEO**

La presión mínima que necesitará el grupo impulsor para poder desplazar el agua a la presión mínima requerida en la instalación deberá ser de 20,85 m.c.a., teniendo en cuenta las pérdidas de carga producidas en el cabezal y la presión necesaria en el sector más desfavorable.

Se instalarán dos bombas centrífugas horizontales con variador de 2 CV (1,46 kW) de potencia cada una.

### **11.2. EQUIPO DE FILTRADO**

#### **Filtro de anillas**

Se colocará una batería de 3 filtros de anillas de 2” (dos pulgadas) cada uno, con una superficie filtrante de 2.640 cm<sup>2</sup>. También tendrá implantado un purgador, el cual liberará el aire acumulado en la tubería.

### **11.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN**

Se instalará cuatro inyectores regulables con un caudal máximo de 500 L/h. Además, se instalarán cuatro tanques de 1.000 litros de poliéster para los fertilizantes. Estos depósitos irán conectados a una tubería de entrada a la bomba inyectora.

## **11.4. ELEMENTOS DE CONTROL**

### **Contador Woltman**

Se instalará un contador tipo Woltman después de los filtros de anillas. Con un caudal máximo de 60 m<sup>3</sup>/h y un diámetro nominal de 100 mm. La precisión de medida es del orden del 2% y las pérdidas de carga generadas de 1 m.c.a.

### **Manómetros**

Se instalarán un total de 6 manómetros, colocándose 2 de ellos en el cabezal, antes de la batería de filtros de anillas y del contador. Los 4 restantes se colocarán en cada sector de riego, para un mayor control de la presión.

### **Electroválvulas**

Se instalará 1 electroválvula al inicio de cada sector de riego, haciendo un total de 4 electroválvulas. Permitirá un mayor automatización de la explotación.

## **11.5. EQUIPO DE AUTOMATIZACIÓN**

El programador de riego elegido tiene la capacidad de diferenciar los 4 sectores de riego. La programación se puede hacer en tiempos variables de hasta 24 horas por sector, con la posibilidad de distinguir los días de la semana e incluso distinguir los días de fertirrigación. Controla cualquier problema causado por la aparición de un alto o bajo caudal, parando el programa o continuando al siguiente sector. Además tiene la posibilidad de lavado de filtro automáticamente.

## **11.6. ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

### **Purgadores y ventosas**

Los purgadores permiten la salida de aire acumulado en las tuberías de riego, y en el caso de las ventosas, permiten la entrada de aire o el llenado o vaciado de tuberías y depósitos.

Se instalarán 3 purgador, colocándose al inicio de cada unidad de riego.

### **Válvulas de retención**

Se colocan intercaladas en la tubería y tiene la misión de tanto romper la columna de agua y reducir, por tanto, el golpe de ariete que se produce al abrir o cerrar una instalación, como de evitar el retroceso del agua.

Se colocará una válvula de retención a la salida de la bomba.

### **Válvulas de paso**

Tiene la función de aislar partes o sectores de la red. Se situarán al inicio de cualquier conducción.

Se colocarán 7 válvulas de paso, siendo colocadas al inicio de cada sector de riego y al inicio cada unidad de riego.

## 12. PRESUPUESTO

La Tabla 19 muestra el presupuesto de ejecución del proyecto.

*Tabla 19: Presupuesto de ejecución. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Capítulo</b>  | <b>Importe (€)</b> |
|--|--------------------|
| 1. Movimiento de tierras                                   | 777,62             |
| 2. Red de riego  | 10.525,43          |
| 3. Cabezal de riego  | 17.722,83          |
| 4. Seguridad y salud                                       | 1.236,00           |
| <b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>             | <b>30.261,88</b>   |
| 9% de gastos generales                                     | 2.723,57           |
| 6% de beneficio industrial                                 | 1.815,71           |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)</b>         | <b>34.801,16</b>   |
| 21% IVA  | 7.308,24           |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC)</b> | <b>42.109,40</b>   |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y DOS MIL CIENTO NUEVE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

### 13. EVALUACIÓN ECONÓMICO – FINANCIERA DEL PROYECTO

Se entiende como rentable aquella inversión en la que el valor de los rendimientos que proporciona es superior al de los recursos que utiliza. Con el objetivo de determinar la rentabilidad de la inversión se emplean indicadores de rentabilidad tales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), el periodo de retorno o la relación Beneficio/Inversión. Para la elaboración de la evaluación económico-financiera del proyecto se deben considerar una serie de premisas:

- La vida útil de la explotación es de 20 años.
- El tipo de interés o tasa de actualización aplicada como base en la confección del estudio económico es del 4%, tasa que se considera adecuada a la coyuntura económica actual y al riesgo del proyecto.
- La producción media del cultivo del melón y la cebada son de 42.000,00 kg/ha y 3.443,96 kg/ha respectivamente.
- El precio medio que percibe el agricultor por el melón es de 0,25 €/kg, mientras que por la cebada es de 0,18 €/kg.
- Los cálculos se presentan en base a las características particulares de la parcela y cultivo, deduciendo el Valor Actual Neto.

#### 13.1. VIDA ÚTIL

Se entiende como vida útil del proyecto como el número de años durante los cuales la inversión estará generando rendimientos positivos. En el proyecto actual se estima una vida útil de 20 años, teniendo en cuenta la naturaleza del mismo.

#### 13.2. PAGO DE LA INVERSIÓN

El pago de la inversión es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar con el objetivo de conseguir que el proyecto entre en funcionamiento. El pago de la inversión coincide con el presupuesto del proyecto (DOCUMENTO N.º: 4).

*Tabla 20: Pagos de la inversión. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Concepto</b>                | <b>Pago (€)</b>  |
|--------------------------------|------------------|
| Movimiento de tierras          | 777,62           |
| Red de riego                   | 10.525,43        |
| Cabezal de riego               | 17.722,83        |
| Seguridad y salud              | 1.236,00         |
| <b>Total con GG + BI + IVA</b> | <b>42.109,41</b> |

GG: Gastos generales (9%) // BI: Beneficio Industrial (6%) // IVA: Impuesto sobre el Valor añadido (21%)

### 13.3. PREVISIÓN DE COBROS

#### Cobros ordinarios

Los cobros ordinarios son los debidos la venta de los cultivos recolectados. Los precios son datos medios en función de los precios obtenidos en la campaña de 2020, 0,25 €/kg para el caso del melón y 0,18 €/kg para el caso de la cebada. La Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24 recogen los diferentes cobros ordinarios procedentes de los cultivos. Hay que tener en cuenta que, debido a la rotación de cultivos, los resultados cambian dependiendo del año.

Tabla 21: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia

| Unidad | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Superficie (ha) |
|--------|------------------------------|-----------------|
| 1      | 14.996                       | 1,50            |
| 2      | 14.343                       | 1,43            |
| 3      | 14.998                       | 1,50            |

Tabla 22: Cobros ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia

| Concepto     | Precio <sup>2</sup> (€/kg) | Rendimiento (kg/ha) | Cobros ordinarios (€/ha) | Cobros ordinarios (€) |
|--------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| Melón        | 0,25                       | 42.000,00           | 10.500,00                | 15.745,80             |
| Cebada       | 0,18                       | 3.443,96            | 619,91                   | 889,14                |
| <b>Total</b> |                            |                     |                          | 16.634,94             |

Tabla 23: Cobros ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia

| Concepto     | Precio (€/kg) | Rendimiento (kg/ha) | Cobros ordinarios (€/ha) | Cobros ordinarios (€) |
|--------------|---------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| Melón        | 0,25          | 42.000,00           | 10.500,00                | 15.060,15             |
| Cebada       | 0,18          | 3.443,96            | 619,91                   | 929,75                |
| <b>Total</b> |               |                     |                          | 15.989,90             |

Tabla 24: Cobros ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia

| Concepto     | Precio (€/kg) | Rendimiento (kg/ha) | Cobros ordinarios (€/ha) | Cobros ordinarios (€) |
|--------------|---------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| Melón        | 0,25          | 42.000,00           | 10.500,00                | 15.747,90             |
| Cebada       | 0,18          | 34.43,96            | 619,91                   | 929,62                |
| <b>Total</b> |               |                     |                          | 16.677,52             |

<sup>2</sup> Precio (€/kg) procedente de la Lonja Castilla-La Mancha 2020

**Cobros extraordinarios**

Los cobros extraordinarios son, en este caso, aquellos que proceden del valor residual de los elementos de la inversión una vez finalizada su vida útil. La Tabla 25 muestra la estimación del valor residual de todos los elementos de la inversión realizada, suponiendo que el valor residual será el 10% de su coste de adquisición. Existen elementos que se renuevan a los 10 años. Para el resto de los elementos, su vida útil coincide con la del proyecto. Por tanto, tendremos cobros extraordinarios en el año 10 y en el año 20, siendo este último la liquidación de la inversión. La estimación de estos cobros se muestra en la Tabla 26.

*Tabla 25: Cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Concepto</b>                | <b>Importe (€)</b> | <b>Vida útil</b> | <b>Valor residual (%)</b> | <b>Valor residual (€)</b> |
|--------------------------------|--------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Equipo de bombeo               | 6.957,90           | 20               | 10                        | 695,79                    |
| Equipo de filtrado             | 581,49             | 20               | 10                        | 58,15                     |
| Equipo de fertirrigación       | 6.878,28           | 20               | 10                        | 687,83                    |
| Equipo de control              | 1.912,48           | 20               | 10                        | 191,25                    |
| Equipo de automatización       | 254,84             | 20               | 10                        | 25,48                     |
| Equipo de seguridad            | 1.137,84           | 20               | 10                        | 113,78                    |
| Red de riego: Principal        | 4.111,00           | 20               | 10                        | 411,10                    |
| Red de riego: Laterales        | 3.150,08           | 10               | 10                        | 315,01                    |
| Red de riego: Terciaria        | 1.314,40           | 10               | 10                        | 131,44                    |
| Valvulería y piezas especiales | 1.949,95           | 10               | 10                        | 195,00                    |

*Tabla 26: Resumen cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Año</b>       | <b>Cobro extraordinario (€)</b> |
|------------------|---------------------------------|
| 10               | 641,44                          |
| 20 (liquidación) | 2.824,83                        |

### 13.4. PREVISIONES DE PAGOS

#### Pagos ordinarios

Los pagos ordinarios son aquellos pagos necesarios para el correcto funcionamiento de la explotación. En este caso, los pagos coinciden con los costes derivados de los cultivos, excluyendo aquellos costes que no suponen un pago (amortizaciones).

Se estudian los costes derivados de un ciclo productivo típico para melón Piel de Sapo. Para el caso de la cebada, al tratarse de un cultivo que se incluye por la necesidad de rotación del cultivo principal, el melón, los pagos se han estimado a partir de los datos de costes procedentes del Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA).

Para el caso del melón, los pagos procederán del uso del agua de riego, la adquisición de las plántulas, los fertilizantes y productos fitosanitarios utilizados, instalación y retirada del acolchado, retirada de manta térmica y la maquinaria y mano de obra implicadas en las distintas operaciones de cultivo. La estimación de los distintos pagos considerados se explica en el Anejo 10 de este documento.

En la Tabla 29, Tabla 30 y Tabla 31 se observan los pagos ordinarios de la explotación. Se considera que todos los costes se pagan en el año en curso y el único coste que no se considera puesto que no supone un pago es la amortización. Hay que tener en cuenta que, debido a la rotación de cultivos planteada, los resultados cambian dependiendo del año. Además, los pagos derivados del uso del agua se componen de una parte variable (€/m<sup>3</sup>) y una parte fija que se paga a la comunidad de regantes con un importe de 60 €/ha de la explotación. El coste fijo derivado del uso del agua asciende a la cuantía de 314,4 €/año.

*Tabla 27: Costes del cultivo (€/ha) del melón en regadío y de la cebada en secano. Fuente: Elaboración propia basada en los datos del Estudio de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA)*

| <b>Pagos melón regadío</b> |             |
|----------------------------|-------------|
| <b>Concepto</b>            | <b>€/ha</b> |
| Total del cultivo          | 6.196,94    |
| <b>Pagos cebada secano</b> |             |
| <b>Concepto</b>            | <b>€/ha</b> |
| Total del cultivo          | 330,65      |

*Tabla 28: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Unidad</b> | <b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Superficie (ha)</b> |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1             | 14.996                            | 1,50                   |
| 2             | 14.343                            | 1,43                   |
| 3             | 14.998                            | 1,50                   |

Tabla 29: Pagos ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                             | Pagos (€)        |
|--------------------------------------|------------------|
| Pagos del cultivo melón              | 9.292,93         |
| Pagos del cultivo cebada             | 474,25           |
| Pago fijo derivado del uso del agua  | 314,4            |
| <b>Pagos Totales de los cultivos</b> | <b>10.081,58</b> |

Tabla 30: Pagos ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                             | Pagos (€)       |
|--------------------------------------|-----------------|
| Pagos del cultivo melón              | 8.888,27        |
| Pagos del cultivo cebada             | 495,91          |
| Pago fijo derivado del uso del agua  | 314,4           |
| <b>Pagos Totales de los cultivos</b> | <b>9.698,58</b> |

Tabla 31: Pagos ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                             | Pagos (€)        |
|--------------------------------------|------------------|
| Pagos del cultivo melón              | 9.294,17         |
| Pagos del cultivo cebada             | 495,84           |
| Pago fijo derivado del uso del agua  | 314,4            |
| <b>Pagos Totales de los cultivos</b> | <b>10.104,41</b> |

### **Pagos extraordinarios**

Los pagos extraordinarios corresponden a los pagos necesarios para reponer aquellos elementos de la inversión cuya vida útil es inferior a la vida útil del proyecto. Los elementos que se deben sustituir son los siguientes: laterales de riego, tuberías terciarias y valvulería y piezas especiales. Dicho pago extraordinario se realiza en el año 10, es decir, cuando llegan al final de su vida útil.

Tabla 32: Pagos extraordinarios. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                       | Importe (€)     | Año |
|--------------------------------|-----------------|-----|
| Red de riego: Laterales        | 3.150,08        | 10  |
| Red de riego: Terciaria        | 1.314,40        | 10  |
| Valvulería y piezas especiales | 1.949,95        | 10  |
| <b>Total</b>                   | <b>6.414,43</b> |     |

### 13.5. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

#### **Valor actual neto (VAN) y relación beneficio-inversión**

En la Tabla 33 se observa el Valor Actual Neto (VAN) y la relación beneficio-inversión (VAN/Inversión) para distintas tasas de actualización. Se considera como tasa de actualización apropiada para la valoración de este proyecto de inversión del 4%, para la cual se obtiene un VAN de 43.197,41 €. Se obtiene una relación beneficio-inversión de 1,03, lo que significa que por cada euro invertido se obtiene una ganancia de 1,03 euros.

*Tabla 33: Valor Actual Neto (VAN) en € para diferentes tasas de actualización así como la relación beneficio-inversión. Subrayado en amarillo el valor VAN y la relación beneficio-inversión para la tasa de actualización aplicada en el proyecto. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Tasa de actualización (%)</b> | <b>VAN (€)</b> | <b>VAN/Inversión</b> |
|----------------------------------|----------------|----------------------|
| 2,00%                            | 60.823,66      | 1,44                 |
| 4,00%                            | 43.197,41      | 1,03                 |
| 6,00%                            | 29.755,09      | 0,71                 |
| 8,00%                            | 19.348,31      | 0,46                 |
| 10,00%                           | 11.172,98      | 0,27                 |
| 13,75%                           | 0,00           | 0,00                 |

#### **Tasa interna de retorno**

La Tasa Interna de Retorno o TIR del proyecto alcanza un valor del 13,75%, siendo este el punto donde el VAN se hace 0. Por ende, se puede afirmar que la rentabilidad del proyecto es alta.

#### **Payback**

Teniendo en cuenta el flujo de caja actualizado generado, teniendo en cuenta la tasa de actualización del 4%, el plazo de recuperación, momento en el que el inversor del proyecto recupera el dinero de la inversión y obtiene beneficios, se produce a los 8 años.

#### **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad de la rentabilidad del proyecto permite estudiar cómo varía la rentabilidad del proyecto en función del coste por metro cúbico de agua regenerada. Un aumento en el coste del agua, debido a la aplicación de tratamientos de regeneración más exigentes, supone un incremento en la calidad de la misma, es decir, su coste es variable y creciente a medida que el agua obtenida sea de mayor calidad.

Para este análisis, vamos a suponer dos escenarios:

- Escenario 1: Incremento del 50% en el precio del agua (€/m<sup>3</sup>), sin tener en cuenta los costes fijos mensuales derivados de su utilización.
- Escenario 2: Incremento del 100% en el precio del agua (€/m<sup>3</sup>), sin tener en cuenta los costes fijos mensuales derivados de su utilización.

*Tabla 34: Análisis de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia*

|  |       |
|--|-------|
| <b>Precio del agua inicial (€/m<sup>3</sup>)</b>     | 0,080 |
| <b>Precio del agua (€/m<sup>3</sup>) escenario 1</b> | 0,120 |
| <b>Precio del agua (€/m<sup>3</sup>) escenario 2</b> | 0,160 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>VAN inicial</b>         | 43.197,41 |
| <b>VAN (€) escenario 1</b> | 38.207,75 |
| <b>VAN (€) escenario 2</b> | 33.218,09 |

|                        |        |
|------------------------|--------|
| <b>TIR inicial</b>     | 13,75% |
| <b>TIR escenario 1</b> | 12,73% |
| <b>TIR escenario 2</b> | 11,68% |

Un aumento en precio del agua produce una disminución de la rentabilidad del proyecto, pero no afecta a la toma de decisiones ya que el proyecto seguiría siendo viable. Es interesante analizar el precio máximo del agua que hace que el VAN sea cero, es decir, el precio del agua que hace que el proyecto no sea viable. Para un precio de 0,426 €/m<sup>3</sup> el proyecto deja de ser viable económicamente.

## 14. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El actual proyecto estará exento de una evaluación de impacto ambiental, debido a que no cumple ninguna de las condiciones propuestas por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

## 15. PLIEGO DE CONDICIONES

El pliego de condiciones ha sido desarrollado en el Documento N.º 3, en el cual se describen los artículos o cláusulas que regulan las relaciones entre los participantes en la ejecución del proyecto.

## **16. CONCLUSIÓN**

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, el Alumno que suscribe da por finalizada la presente Memoria para la puesta en riego por goteo y manejo de los cultivos en el municipio de Tomelloso (Ciudad Real) elevándolo a la Superioridad para su aprobación.

Madrid a julio de 2021

El Alumno.

Fdo.: Sergio Morais Díaz



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°1  
LOCALIZACIÓN Y DATOS DE LA  
PARCELA**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2. MOTIVACIONES.....  | 1  |
| 3. ANTECEDENTES.....  | 3  |
| 3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....                             | 3  |
| 3.2. DATOS BÁSICOS DE LA FINCA.....                           | 4  |
| 3.2.1. LÍMITES DE LA FINCA.....                               | 4  |
| 3.2.2. ACCESOS.....   | 4  |
| 3.2.3. SITUACIÓN ACTUAL.....                                  | 4  |
| 3.2.4. DISPONIBILIDAD DE AGUA.....                            | 5  |
| 3.2.5. VISTA GENERAL DE LA PARCELA.....                       | 5  |
| 3.3. OROGRAFÍA.....   | 6  |
| 3.4. HIDROGRAFÍA.....   | 6  |
| 3.5. USOS DEL SUELO.....                                      | 8  |
| 3.6. POBLACIÓN Y ECONOMÍA.....                                | 9  |
| 3.7. LEGISLACIÓN.....   | 10 |
| 3.7.1. LEGISLACIÓN EUROPEA.....                               | 10 |
| 3.7.2. LEGISLACIÓN NACIONAL.....                              | 11 |
| 3.7.3. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE CASTILLA-LA MANCHA.....      | 12 |
| 3.7.4. LEGISLACIÓN – USO DE AGUAS REGENERADAS PARA RIEGO..... | 12 |
| 4. BIBLIOGRAFÍA.....  | 13 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Características de las parcelas objeto de proyecto. Fuente: elaboración propia basada en datos obtenidos de Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). MAPAMA .....          | 4  |
| Tabla 2: Cuadro de superficies Tomelloso (2015). Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ministerio de Agricultura (MAPAMA).....  | 8  |
| Gráfica 1: Superficie de cultivo en Tomelloso (2015). Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ministerio de Agricultura (MAPAMA).....   | 9  |
| Gráfica 2: Representación del cambio en la población en el municipio de Tomelloso. Fuente: elaboración propia elaboración propia basada en datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE) ..... | 10 |
| Mapa 1: Localización de Tomelloso en la provincia de Ciudad Real (Castilla La Mancha). Fuente: Taller de Cartografía (Map Lab) .....   | 3  |
| Mapa 2: Vista general de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a través del programa QGis .....   | 5  |
| Mapa 3: Vista general de la parcela. Fuente: elaboración propia a través del programa QGis.....  | 6  |
| Mapa 4: Mapa hidrológico de la zona objeto de estudio. Fuente: elaboración propia a través del programa QGis .....   | 8  |

## 1. INTRODUCCIÓN

Mediante este proyecto se pretende diseñar la transformación de secano a regadío con aguas regeneradas procedentes de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Tomelloso (provincia de Ciudad Real), de las parcelas 229 y 235 del polígono 73 pertenecientes a dicho municipio.

En este anejo se presenta la motivación y alcance del proyecto, así como se recogen los datos de partida obtenidos para la descripción de la finca objeto de estudio.

## 2. MOTIVACIONES

La motivación principal de este proyecto radica en la actual problemática de escasez de recursos hídricos en la zona de La Mancha. En esta zona, el desarrollo del regadío en las últimas décadas del siglo XX trajo consigo la sobreexplotación de los acuíferos de la Mancha Occidental, con importantes impactos medioambientales, especialmente en los humedales cercanos de Las Tablas de Daimiel. Para tratar de solventar este problema, se han desarrollado sucesivos programas con el objetivo de tratar de revertir la degradación de los humedales y de reducir a su vez el conflicto social asociado, en una región en que la agricultura, y en particular el regadío, son un elemento central de la economía rural.

En este contexto, este proyecto se justifica desde el punto de vista del uso de aguas regeneradas procedentes de la estación depuradora del propio municipio, las cuales ofrecen un recurso para el regadío alternativo a los sistemas de abastecimiento de agua de riego convencionales. Aunque, al tratarse de una cuenca interior, la reutilización de aguas regeneradas tiene un potencial muy limitado para mejorar la situación cuantitativa de los recursos, sí puede ofrecer un recurso más estable a los agricultores y puede contribuir a una mejora en la calidad de los recursos hídricos con un impacto ambiental positivo.

Este trabajo se encuentra a su vez enmarcado dentro del proyecto de investigación **RECLAMO** (The contribution of water REuse to a resourCe-efficient and sustainabLe wAter manageMent for irrigatiOn)<sup>1</sup> de la Agencia Estatal de Investigación, coordinado por investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), con la colaboración de la Universidad de Valladolid y la Universidad Politécnica de Cartagena, y financiado por el Ministerio de Ciencia y Educación.

---

<sup>1</sup> The contribution of water REuse to a resourCe-efficient and sustainabLe wAter manageMent for irrigatiOn – La contribución de la reutilización del agua a la gestión eficiente y sostenible del agua para el riego. (RECLAMO). N° Proyecto: PID2019-104340RA-I00. (2020-2024). Ministerio de Ciencia y Educación. Agencia Estatal de Investigación. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020. Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad. Proyectos ‘Retos Investigación’ (RTI).

El objetivo de RECLAMO es analizar el potencial de la reutilización del agua regenerada para el regadío en España, así como sus implicaciones sociales, económicas y ambientales, e identificar opciones de política que apoyen la adopción de esta práctica como solución eficiente para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos en cuencas en situación de estrés hídrico.

Este proyecto busca, además, contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre del año 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, presenta una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental.

A continuación, se nombran los objetivos de la Agenda 2030 a los que el presente proyecto de ingeniería pretende contribuir de manera directa o indirecta:

- **ODS 6. Agua limpia y saneamiento:** El agua es un recurso fundamental para el desarrollo sostenible a nivel económico, social y ambiental. El ODS 6 busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible de agua y saneamiento para todas las personas. Entre sus metas, la meta 6.3 plantea lograr para el año 2030 *“mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y **umentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial**”*.
- **ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles:** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. La meta 11.6 plantea lograr para el año 2030 *“reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”* y la meta 11.a plantea *“apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional”*.
- **ODS 12. Producción y consumo responsables:** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Plantea entre sus metas lograr hasta 2030 *“la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”* (meta 12.2)
- **ODS 13. Acción por el clima:** Adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos. Entre sus metas, la meta 13.1 plantea lograr para el año 2030 *“fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países”*.

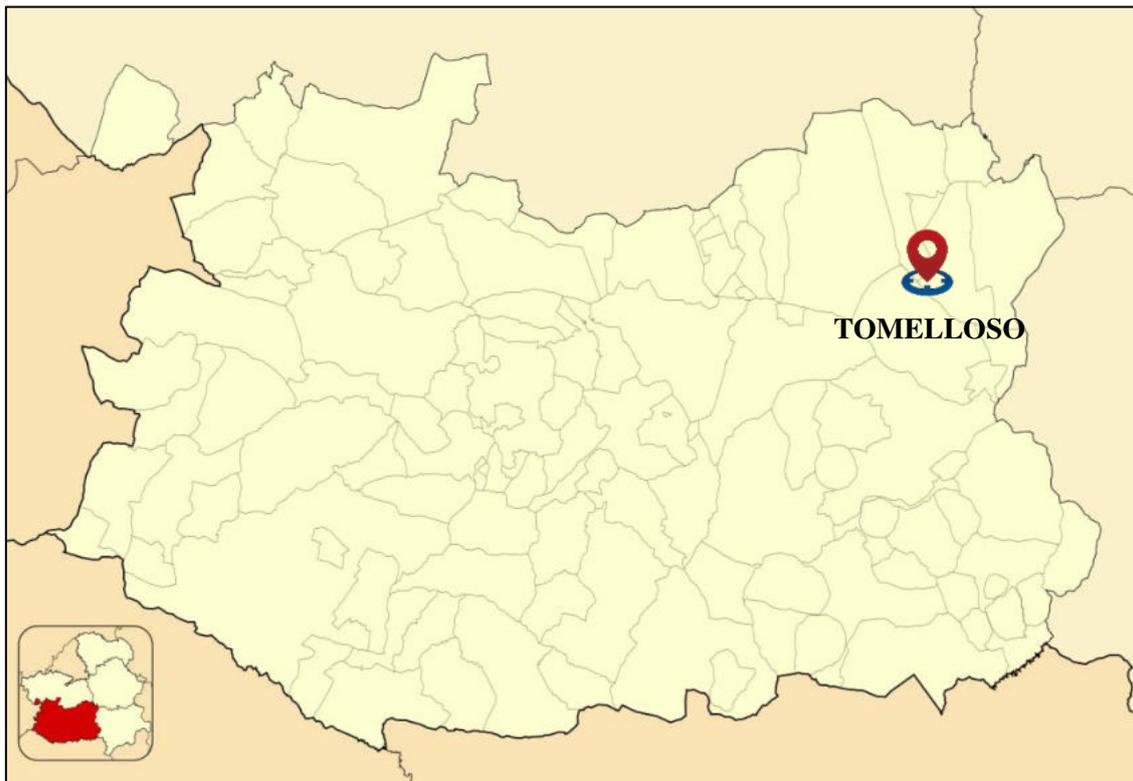
### 3. ANTECEDENTES

A continuación, se describen los antecedentes del presente proyecto. Para ello se tomaron estudios previos de la zona de estudio, además de datos cartográficos e información referente al tipo de agua de riego utilizada. Dicha información ayudó a tener una visión general del lugar donde va a llevarse a cabo el presente proyecto.

#### 3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La superficie objeto de estudio se encuentra ubicada en el término municipal de Tomelloso (Ciudad Real), a una distancia aproximada de 6 km al norte del centro de dicho municipio.

Tomelloso es un municipio español localizado en la zona noreste de la provincia de Ciudad Real, perteneciente a la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha. Se ubica en el centro geográfico respecto a la región natural de La Mancha. Además, es el municipio que mayor población presenta dentro de la comarca. Limita al norte con Pedro Muñoz, al este con Socuéllamos, al sur con Argamasilla de Alba y Alhambra, y al oeste con Campo de Criptana y Arenales de San Gregorio. Presenta una superficie de 241,82 km<sup>2</sup>, extendiéndose de norte a sur a lo largo de aproximadamente 30 km.



Mapa 1: Localización de Tomelloso en la provincia de Ciudad Real (Castilla La Mancha). Fuente: Taller de Cartografía (Map Lab)

### 3.2. DATOS BÁSICOS DE LA FINCA

Las parcelas objeto de este proyecto se sitúan en su totalidad en el polígono número 73 del término municipal de Tomelloso, concretamente las parcelas 229 y 235. Se trata de unas parcelas que actualmente se encuentran en régimen de tierra de labor de secano, con una superficie total de 5,24 ha.

*Tabla 1: Características de las parcelas objeto de proyecto. Fuente: elaboración propia basada en datos obtenidos de Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). MAPAMA*

| <b>Finca</b>   | <b>Superficie catastral total</b> |
|--|-----------------------------------|
| Polígono 73 – Parcela 229 y 235<br>El Pardo. Tomelloso (Ciudad Real)<br><br>Ref. catastral (1): 13082A073002350000IP<br>Ref. catastral (2): 13082A073002290000IY | 5,24 ha                           |

#### 3.2.1. LÍMITES DE LA FINCA

Los límites de la finca son los siguientes:

- Al norte linda con la parcela 231 del mismo polígono.
- Al sur linda con el camino de concentración que da acceso a la parcela.
- Al este linda con las parcelas 227 y 228 del mismo polígono.
- Al oeste linda con la parcela 236 del mismo polígono.

#### 3.2.2. ACCESOS

El acceso a la parcela se hace a través de un camino de concentración. Sus características (anchura, superficie...) hacen que no suponga ningún tipo de limitación para el paso de cualquier tipo de vehículo. Al camino de concentración mencionado se accede a través de la carretera comarcal CM-3103, la cual comunica los municipios de Tomelloso y Pedro Muñoz.

#### 3.2.3. SITUACIÓN ACTUAL

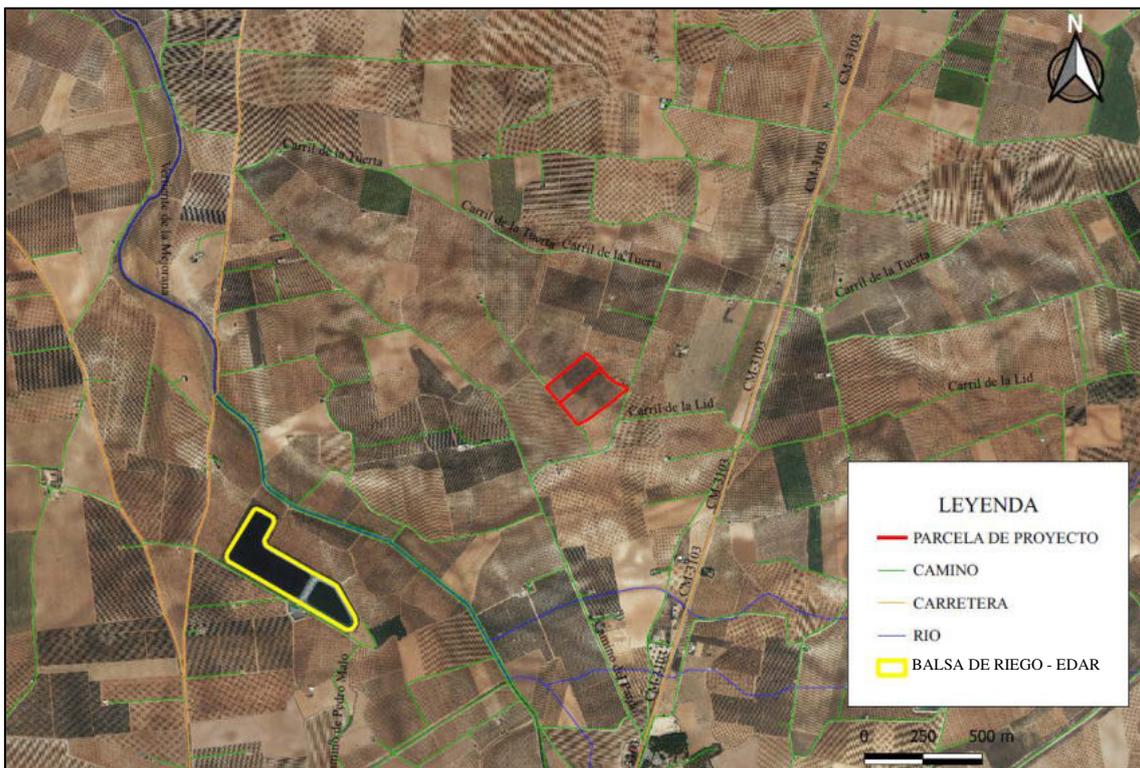
Actualmente la finca objeto de estudio no presenta instalaciones para el riego, por lo que se plantea su transformación de régimen de secano a regadío para la implantación de un cultivo, con el fin de obtener rendimientos económicos. En las fincas colindantes lo más común es encontrar plantaciones de olivos y viñedos, aunque también es frecuente encontrar cultivos hortícolas.

Debido a la actual dificultad que afrontan las explotaciones de regadío con aguas subterráneas por la continua reducción en las dotaciones de agua para el riego, se plantea el riego con aguas regeneradas procedentes de la estación depuradora del propio municipio, incorporándose la explotación a la Comunidad de Regantes “Los Auriles”. El riego con aguas regeneradas permite tener una fuente de agua relativamente estable, puesto que su producción depende de las aguas residuales generadas por los habitantes del propio municipio. La estación depuradora es capaz de obtener esa estabilidad debido a que no está sujeta a variaciones temporales relacionadas con eventos climáticos.

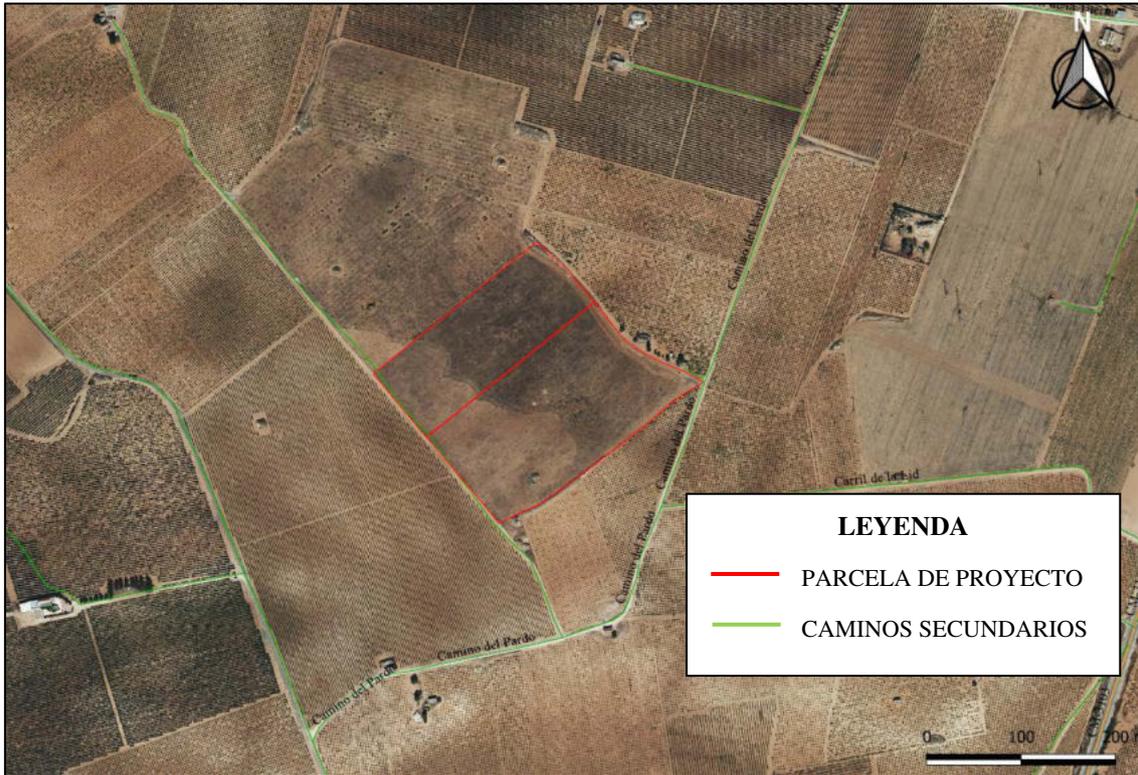
### 3.2.4. DISPONIBILIDAD DE AGUA

El abastecimiento de agua se realiza mediante la toma de agua procedente de la Comunidad de Regantes “Los Auriles”. Dicha comunidad de regantes utiliza aguas regeneradas para el riego. Este agua procede de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) perteneciente al propio municipio de Tomelloso.

### 3.2.5. VISTA GENERAL DE LA PARCELA



Mapa 2: Vista general de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a través del programa QGis



Mapa 3: Vista general de la parcela. Fuente: elaboración propia a través del programa QGis

### 3.3. OROGRAFÍA

El término municipal de Tomelloso se encuentra ubicado en la planicie manchega, una amplia llanura con una altitud media de 650 y 700 metros sobre el nivel del mar. Esta horizontalidad se mantiene de igual manera en Tomelloso. En la zona sureste del término municipal se localizan el embalse de Peñarroya y las Lagunas de Ruidera, presentando pequeñas elevaciones en el terreno.

La litología y geología presentan poca variación, perteneciendo casi todo el territorio municipal al Terciario, a excepción de la zona correspondiente al río Záncara, donde se encuentran materiales secundarios.

### 3.4. HIDROGRAFÍA

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro del tramo alto de la cuenca hidrográfica del Guadiana, siendo los cursos principales el propio río Guadiana y el río Córcoles.

Tomelloso únicamente es atravesado por el río Córcoles, el cual fluye en dirección Este-Oeste. Entra en el término municipal por la zona norte y sale para desembocar en el río Záncara. Este último actúa de límite municipal.

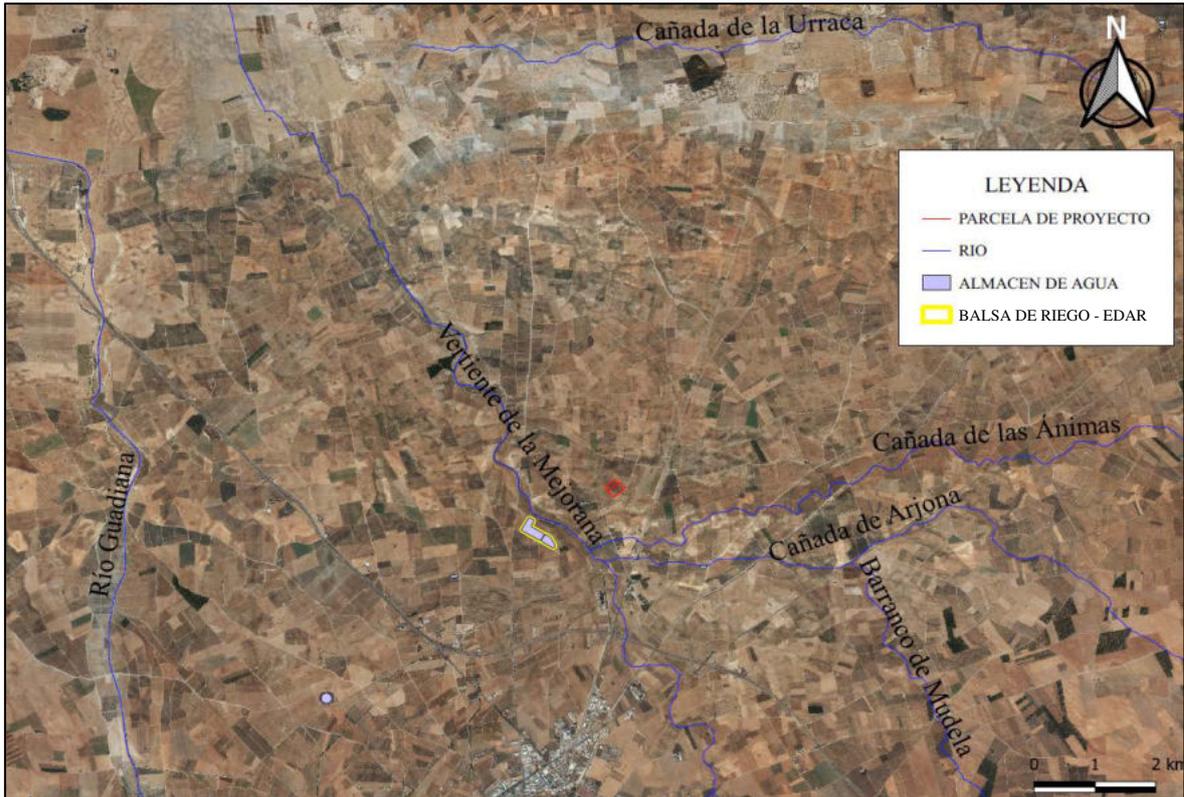
La zona norte y oeste de Tomelloso presenta una red de canales y acequias de riego, las cuales distribuyen el agua del río Guadiana en el embalse de Peñarroya. Los arroyos son escasos y los existentes están muy deteriorados, quedando prácticamente encharcados cuando se producen episodios de fuertes lluvias.

En cuanto a los recursos hídricos subterráneos, el antes llamado Acuífero 23 o acuífero de La Mancha Occidental, hoy identificados como masas Macha Occidental I y Mancha Occidental II, es la unidad central y una de las piezas clave del sistema hidrológico de la Cuenca Alta del Guadiana. Se extiende a lo largo de 5.500 km<sup>2</sup> y presenta una profundidad de 70 metros. Sobre él se asientan más de 30 municipios pertenecientes a las provincias de Ciudad Real, Albacete y Cuenca. Por ello, se corresponde con uno de los mayores acuíferos de España. Las características topográficas y conexiones entre aguas subterráneas y superficiales han propiciado la aparición de humedales, entre los que destaca el de las Tablas de Daimiel.

Debido al incremento de las extracciones hídricas y al aumento de la superficie de regadío a lo largo de los años 70 y 80, se constató que las extracciones eran muy superiores a la recarga natural del Acuífero. Con el objetivo de frenar esta situación, la Administración Hidráulica acordó declarar el Acuífero sobreexplotado. El 15 de diciembre de 1994 se aprobó el Plan de Ordenación de las Extracciones por la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Guadiana. Así, cada año se aprueba un Régimen de Extracciones que determina las dotaciones por hectárea que se asignan a cada regante en función del tipo de cultivo. Para el año 2020, la Confederación del Guadiana indicó que la dotación máxima será de 1.800 m<sup>3</sup>/ha para cultivos herbáceos y de 1.350 m<sup>3</sup>/ha para cultivos leñosos.

El regadío en Tomelloso se abastece principalmente de aguas subterráneas. La problemática de la sobreexplotación de los acuíferos y su impacto negativo sobre la degradación de los humedales de las Tablas de Daimiel es precisamente lo que motiva la búsqueda de recursos hídricos alternativos no convencionales como la reutilización de aguas regeneradas.

Anejo N°1 – Localización y datos de la parcela



Mapa 4: Mapa hidrológico de la zona objeto de estudio. Fuente: elaboración propia a través del programa QGis

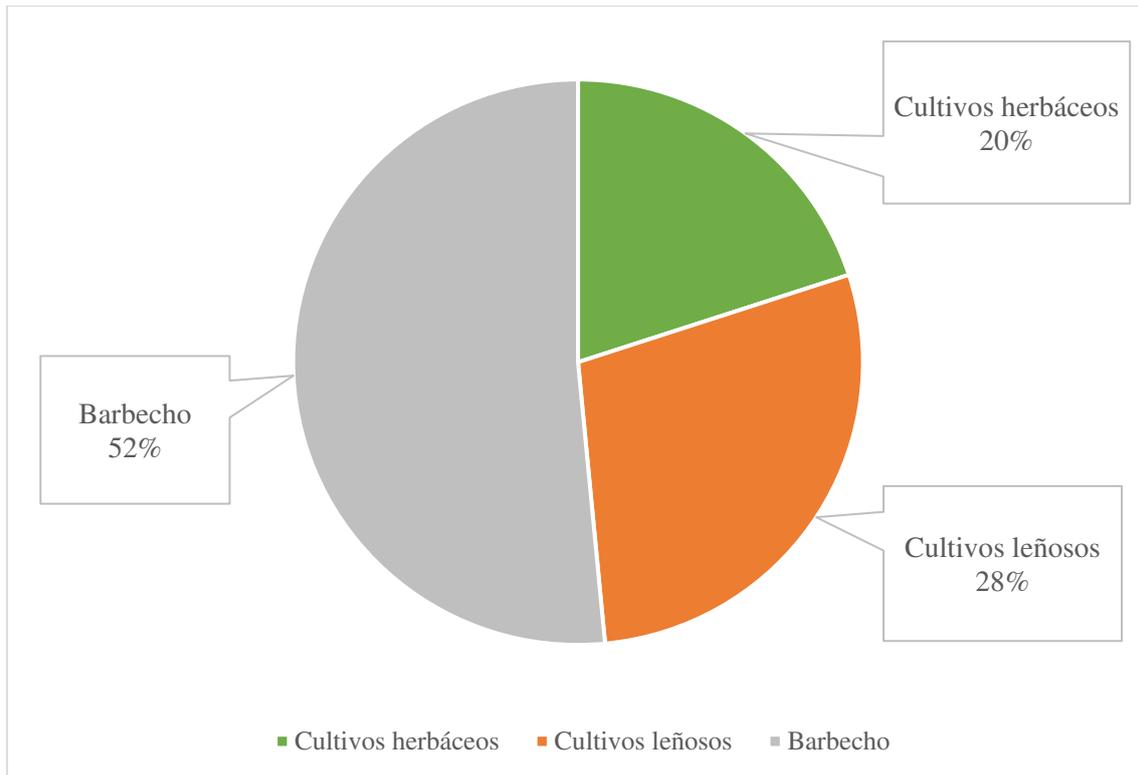
### 3.5. USOS DEL SUELO

En el término municipal, apenas queda superficie sin estar en producción agrícola, ya que de sus 24.119 hectáreas, unos 24.000 se encuentran cultivadas.

A continuación, se muestran en la Tabla 2 los distintos usos del suelo y sus superficies. Los datos se han tomado del Ministerio de Agricultura para el año 2015.

Tabla 2: Cuadro de superficies Tomelloso (2015). Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ministerio de Agricultura (MAPAMA)

| Tipo de superficie                |                           | Cuadro de superficies (ha) |              |               |        |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|---------------|--------|
|                                   |                           | Secano                     | Regadío      | Total         |        |
| Superficie no agraria ni forestal |                           | 884                        | 0            | 884           |        |
| Superficie agraria y forestal     | Cultivo agrícola          | Cultivos herbáceos         | 3.548        | 1.088         | 4.636  |
|                                   |                           | Cultivos leñosos           | 4.871        | 1.734         | 6.605  |
|                                   |                           | Barbecho                   | 6.850        | 5.094         | 11.944 |
|                                   | Aprovechamiento de pastos | 50                         | 0            | 50            |        |
| <b>Superficie total</b>           |                           | <b>16.203</b>              | <b>7.916</b> | <b>24.119</b> |        |



Gráfica 1: Superficie de cultivo en Tomelloso (2015). Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ministerio de Agricultura (MAPAMA)

Una parte importante de los cultivos están en régimen de regadío y, dentro de este, son los cultivos leñosos los que ocupan mayor superficie. Entre los cultivos herbáceos en regadío se incluyen algunas especies de cereales y leguminosas, tubérculos, cultivos industriales, cultivos forrajeros y hortalizas en régimen extensivo.

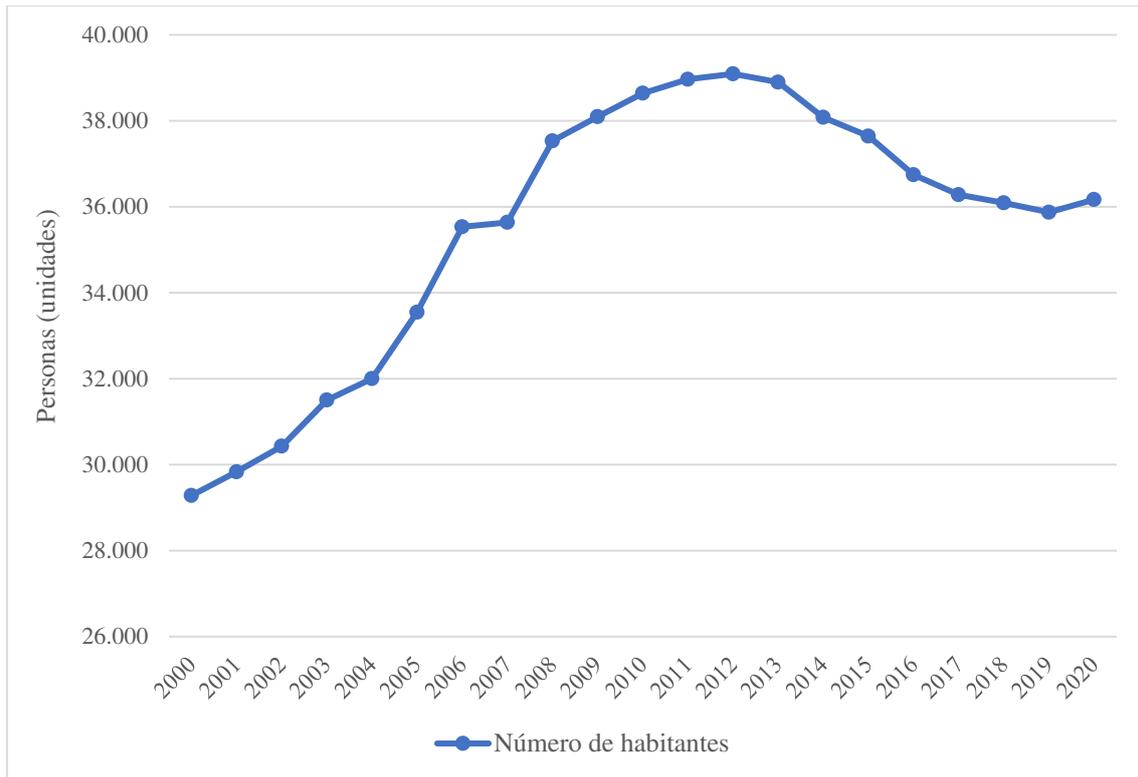
### 3.6. POBLACIÓN Y ECONOMÍA

Según los datos publicados por el INE a 1 de enero de 2020, el número de habitantes en Tomelloso es de 36.168, lo que supone aproximadamente el 6,6% del peso demográfico de toda la provincia de Ciudad Real. El municipio, con una superficie de 241,82 km<sup>2</sup>, presenta una densidad de población de 149,56 hab/km<sup>2</sup>. Se trata de un índice de densidad muy superior al existente en Castilla-La Mancha, el cual apenas alcanza 23,9 hab/km<sup>2</sup>.

Los datos de población son especialmente importantes en el presente proyecto, ya que la estación de depuración de aguas residuales trata la totalidad de las aguas residuales producidas diariamente por los habitantes tanto del propio municipio como del municipio de Argamasilla de Alba.

En el Gráfica 2 se puede apreciar la evolución demográfica del municipio a lo largo de los años.

## Anejo N°1 – Localización y datos de la parcela



Gráfica 2: Representación del cambio en la población en el municipio de Tomelloso. Fuente: elaboración propia elaborada basada en datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

Tradicionalmente, la mayor parte de la población de Tomelloso se dedicaba a actividades agrícolas, siendo la viticultura especialmente significativa a lo largo de su historia. Sin embargo, en los últimos años la agricultura ha dejado de ser el principal sector económico y el cultivo de la vid ha disminuido en importancia. La construcción, la industria y el sector servicios han adquirido mayor importancia dentro del municipio. Asimismo, Tomelloso es uno de los municipios de la provincia de Ciudad Real que presenta mayor renta per cápita disponible.

### 3.7. LEGISLACIÓN

#### 3.7.1. LEGISLACIÓN EUROPEA

- Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Reglamento (CE) nº 1650/2003 del Consejo, de 18 de junio de 2003, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2100/94 relativo a la protección comunitaria de las obtenciones vegetales.

- Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.
- Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de agosto de 2013 por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.
- Reglamento (UE) n° 1308/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013, por el que se crea la organización común de mercados de los productos agrarios y por el que se derogan los Reglamentos (CEE) n° 922/72, (CEE) n° 234/79, (CE) n° 1037/2001 y (CE) n° 1234/2007.
- Reglamento (UE) n° 1306/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 sobre la financiación, gestión y seguimiento de la Política Agrícola Común.
- Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua.

### **3.7.2. LEGISLACIÓN NACIONAL**

- Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre de 1995, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. Supone la transposición de la Directiva 91/271/CEE a través de la figura de Decreto-Ley.
- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
- Real Decreto 817/2015 de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 41/2021, de 26 de enero, por el que se establecen las disposiciones específicas para la aplicación en los años 2021 y 2022 de los Reales Decretos 1075/2014, 1076/2014, 1077/2014 y 1078/2014, todos ellos de 19 de diciembre, dictados para la aplicación en España de la Política Agrícola Común.
- Orden APA/370/2004, de 13 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cultivos hortícolas.

### **3.7.3. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE CASTILLA-LA MANCHA**

- Ley 4/2004, de 18 de mayo, de la Explotación Agraria y del Desarrollo Rural en Castilla-La Mancha.

### **3.7.4. LEGISLACIÓN – USO DE AGUAS REGENERADAS PARA RIEGO**

Con la entrada en vigor del **Reglamento (UE) 2020/741** a nivel europeo y del **Real Decreto 1620/2007** a nivel nacional se introducen una serie de medidas con el objetivo de establecer el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Se trata de incrementar la disponibilidad de los recursos hídricos permitiendo el uso de aguas residuales depuradas como recurso alternativo.

El riego utilizando aguas residuales, ya sean totalmente depuradas, deficientemente depuradas o sin depurar, no debe considerarse como vertido, siempre y cuando no produzcan impactos negativos en las aguas superficiales o subterráneas.

La autorización de utilización de aguas residuales para riego únicamente puede realizarse si se demuestra que el objetivo perseguido es realmente realizar un riego y no esconde una eliminación de aguas residuales mediante el vertido de las mismas al terreno. Para ello deberá ir bien justificado cuáles son las necesidades hídricas de los cultivos que se pretende regar, de tal manera que se reduzca al mínimo o se elimine la percolación de los contaminantes hacia aguas subterráneas.

Incluso en la misma concesión de reutilización, el Organismo de cuenca puede exigir condiciones complementarias a la autorización de vertido, entre las que podría exigirse el estudio hidrogeológico previo para determinar la no afección de las aguas subterráneas. El Organismo de cuenca deberá llevar a cabo las labores de control del medio receptor y, en caso de detectar una afección a las aguas, abrir el correspondiente expediente sancionador por vertido no autorizado e incumplimiento de las condiciones de la concesión de reutilización (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2007).

#### **4. BIBLIOGRAFÍA**

Auditoria de sostenibilidad de Tomelloso. 2006. *Diagnosis Integral Municipal de la auditoría de sostenibilidad del municipio de Tomelloso.*

Comunidad General de Regantes del Acuífero 23. Historia. (s. f.). Acuífero23. Recuperado 7 de junio de 2021, de <http://www.acuifero23.com/html/historia.html>Agricultura / 09-08-2020. *Cuadernos Manchegos, Tomelloso.*

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2007. *Reutilización de aguas depuradas.*

Naciones Unidas, A/69/700. 2014. *El camino hacia la dignidad para 2030. Informe de síntesis del Secretario General sobre la agenda de desarrollo sostenible después de 2015.*



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°2  
ESTUDIO EDAFOLÓGICO**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                            | 1  |
| 2. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA .....                   | 1  |
| 3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL SUELO .....  | 3  |
| 4. ANÁLISIS DEL SUELO DE LA PARCELA .....       | 3  |
| 4.1. LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA .....           | 3  |
| 4.2. DESCRIPCIÓN VISUAL DEL TERRENO .....       | 5  |
| 4.3. TOMA DE MUESTRAS .....                     | 6  |
| 4.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS – PERFIL S004 ..... | 7  |
| 4.5. CLASIFICACIÓN .....                        | 9  |
| 4.6. CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LA TIERRA.....     | 9  |
| 4.7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....     | 10 |
| 4.7.1. PROFUNDIDAD DEL SUELO .....              | 10 |
| 4.7.2. TEXTURA .....                            | 10 |
| 4.7.3. pH Y PORCENTAJE DE CALIZA.....           | 11 |
| 4.7.4. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO ..... | 11 |
| 4.7.5. CONCLUSIÓN .....                         | 12 |
| 5. RELACIÓN AGUA – SUELO .....                  | 12 |
| 5.1. CAPACIDAD DE CAMPO.....                    | 12 |
| 5.2. PUNTO DE MARCHITEZ .....                   | 13 |
| 5.3. CONCLUSIÓN.....                            | 13 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA .....                           | 14 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Características geográficas de la calicata S004. Fuente: Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.....                      | 3  |
| Tabla 2: Características de la calicata S004. Fuente: Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.....                                  | 4  |
| Tabla 3: Características edafológicas – Perfil S004. Fuente: Carlevaris et al., 1992.....   | 7  |
| Tabla 4: Datos analíticos calicata S004 en relación con la granulometría. Fuente: Carlevaris et al., 1992.....                        | 7  |
| Tabla 5: Datos analíticos calicata S004 en relación con las características químicas del suelo. Fuente: Carlevaris et al., 1992.....  | 8  |
| Tabla 6: Datos analíticos calicata S004 en relación con las bases de cambio. Fuente: Carlevaris et al., 1992.....                     | 8  |
| Tabla 7: Clasificación del suelo según World Reference Base for Soil Resources (2006). Fuente: Carlevaris et al., 1992.....           | 9  |
| Tabla 8: Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (2010). Fuente: Carlevaris et al., 1992.....                                     | 9  |
| Tabla 9: Clase y subclase agrológica en función de las propiedades y cualidades del perfil S004. Fuente: Carlevaris et al., 1992..... | 10 |
| Tabla 10: Cálculo de la Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g) de la muestra. Fuente: elaboración propia.....                 | 12 |
| Tabla 11: Símbolo y significado cálculo capacidad de campo. Fuente: Elaboración propia.....   | 12 |

|   |    |
|---|----|
| Imagen 1: Material geológico de la parcela. MAGNA 50 - Hoja 739 (LA ALAMEDA DE CERVERA). Escala 1:50.000. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España..... | 2  |
| Imagen 2: Leyenda mapa geológico MAGNA 50 - Hoja 739 (LA ALAMEDA DE CERVERA). Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.....                             | 2  |
| Imagen 3: Imagen de la parcela donde se realizó la calicata (1992). Fuente: Carlevaris et al., 1992.....  | 5  |
| Imagen 4: Perfil S004 correspondiente a la calicata. Fuente: Carlevaris et al., 1992.....   | 6  |
| Imagen 5: Diagrama triangular del ISSS. Fuente: elaboración propia.....   | 11 |

|  |   |
|--|---|
| Mapa 1: Localización geográfica de la calicata respecto a la parcela objeto de proyecto. Fuente: elaboración propia..... | 4 |
|--|---|

## 1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las características del suelo es realmente importante a la hora de llevar a cabo labores agrícolas de manera eficiente y obtener producciones óptimas. Para conocer el suelo de la parcela de estudio se ha llevado a cabo el presente estudio edafológico, con el objetivo de clasificar y catalogar el suelo de la parcela, así como de identificar factores edáficos que puedan llegar a ser limitantes tanto para los cultivos propuestos en el informe de alternativas, como para el riego de los mismos.

En este anejo se tratarán las características físicas y químicas del suelo, a partir de los resultados obtenidos del estudio edafológico de la zona donde se encuentra localizada la parcela que acoge el presente proyecto, con el fin de que sirva como orientación a la hora de analizar la viabilidad del cultivo a implantar.

Los resultados han sido estimados en función de un informe edafológico de la hoja de La Alameda de Cervera, MAGNA 50 - Hoja 739 (La Alameda de Cervera). Dicho informe procede del Instituto Geológico y Minero de España. Para el análisis edafológico del perfil se ha tenido en cuenta el estudio extraído de la Base de Datos de Propiedades Edafológicas de los Suelos Españoles. Dicha base de datos presenta análisis de los perfiles que caracterizan los suelos pertenecientes a las provincias de Toledo y Ciudad Real.

## 2. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA

El proyecto se desarrolla en Tomelloso, municipio perteneciente a la provincia de Ciudad Real. Pertenece a la Meseta Sur de la Península Ibérica y dentro de esta en la llanura manchega. Esta llanura presenta a una altitud media de entre 600 y 700 metros y presenta una composición de sedimentos miocenos. Estos sedimentos son especialmente calizos y margosos, pero también arcillosos.

El material de partida del suelo, de acuerdo con el mapa geológico Magna 50 - Hoja 739 (La Alameda de Cervera) procedente del Instituto Geológico y Minero de España se corresponde con: *Gravas, arenas y arcillas. Abanicos aluviales del Alto Guadiana y Campo de Montiel.*

Anejo N°2 – Estudio edafológico

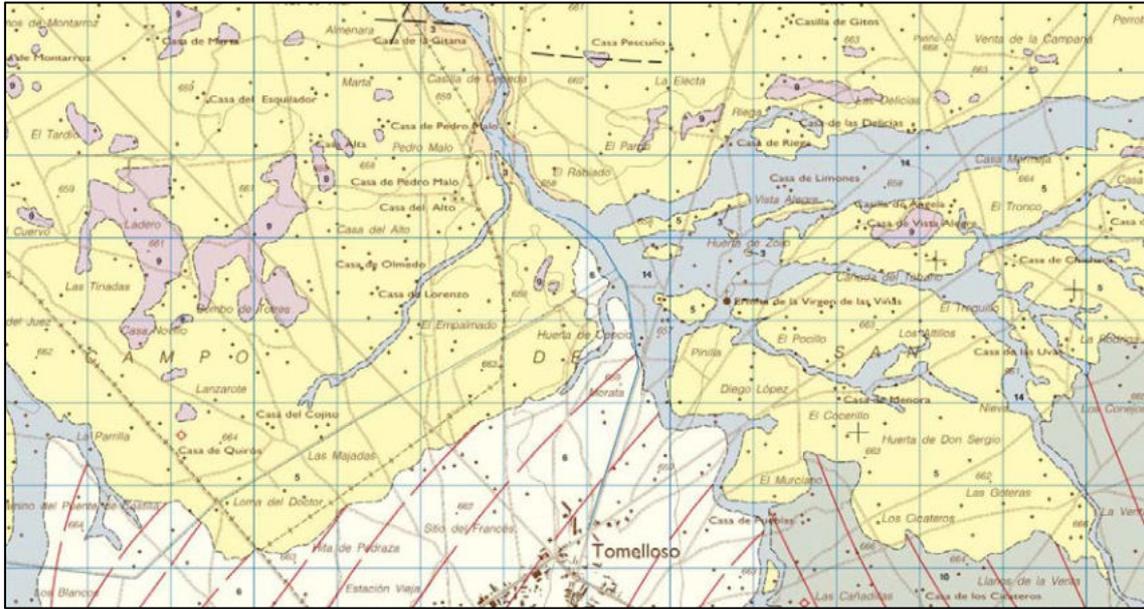


Imagen 1: Material geológico de la parcela. MAGNA 50 - Hoja 739 (LA ALAMEDA DE CERVERA). Escala 1:50.000. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

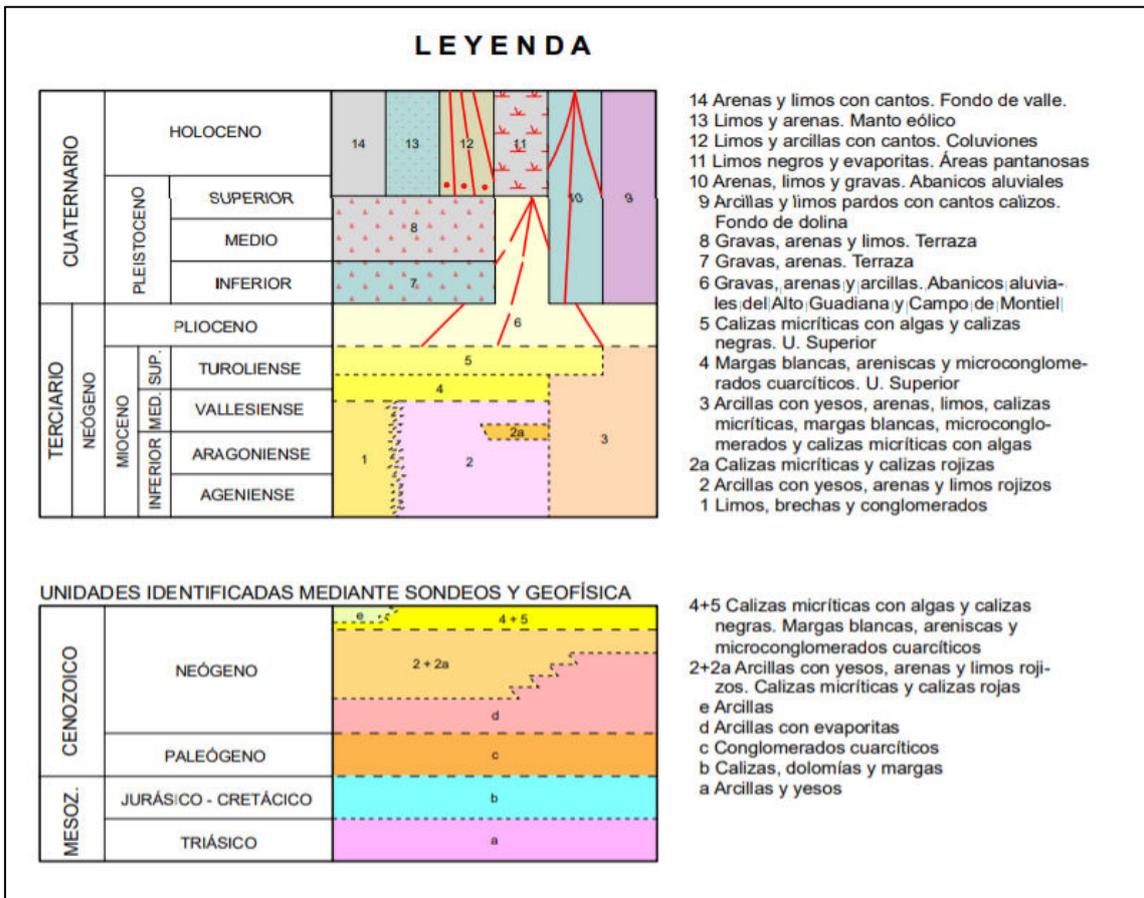


Imagen 2: Leyenda mapa geológico MAGNA 50 - Hoja 739 (LA ALAMEDA DE CERVERA). Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

### 3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL SUELO

La parcela donde se va a establecer el cultivo pertenece a la cuenca del río Guadiana. Debido a la sobreexplotación de los recursos hídricos de dicha cuenca se ha diferenciado la Cuenca Alta perteneciente a la mancha occidental y el resto de la cuenca.

En la zona de estudio, para el riego de las plantaciones se depende de los acuíferos y aguas subterráneas. Las aguas subterráneas que se encuentran en la zona son de tipo bicarbonatado-sulfatado cálcico, con mineralización en general apreciable a fuerte (Mora, 2019). El uso de aguas regeneradas se plantea como una alternativa viable para el riego, disminuyendo así la sobreexplotación de los recursos hídricos mencionados anteriormente.

### 4. ANÁLISIS DEL SUELO DE LA PARCELA

Los datos expuestos en los siguientes apartados han sido extraídos de un análisis edafológico realizado con anterioridad al presente proyecto. Dicho análisis fue realizado en el año 1992 por J.J. Carlevaris, J. Rodríguez, J.L. de la Horra y F. Serrano, posteriormente normalizado y ampliado por A. Saa y J. Gallardo en el año 2018. Se ha decidido tomar este análisis como válido debido a la imposibilidad de realizar una calicata en la parcela objeto de proyecto.

#### 4.1. LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA

Los resultados del presente estudio edafológico proceden de una calicata realizada a unos 15 km de distancia respecto a la parcela objeto de proyecto. Se trata de una distancia relativamente pequeña como para poder tomar los resultados como fiables.

*Tabla 1: Características geográficas de la calicata S004. Fuente: Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Localización</b>   | Carretera a Socuéllamos. Km 13 de Tomelloso a Campo de Criptana |
| <b>Municipio</b>      | Socuéllamos   |
| <b>Provincia</b>      | Ciudad Real   |
| <b>Fecha</b>          | 1992  |
| <b>Coordenadas</b>    | 39° 18' 00'' N – 2° 52' 00'' O                                  |
| <b>Hoja geológica</b> | 739. Arenales de San Gregorio. Unidad cartográfica 8            |



Mapa 1: Localización geográfica de la calicata respecto a la parcela objeto de proyecto. Fuente: elaboración propia

Tabla 2: Características de la calicata S004. Fuente: Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

|   |   |
|---|---|
| <b>Geomorfología</b>  | Llanura                                   |
| <b>Posición fisiográfica</b>  | Antigua zona de inundación fluvial        |
| <b>Altitud (msnm)</b>   | 668                                       |
| <b>Tipo de suelo</b>  | Suelo pardo calizo sobre margas yesíferas |
| <b>Uso</b>  | Viñedo                                    |
| <b>Material originario</b>  | Sedimentos aluviales antiguos             |
| <b>Grado de erosión</b>   | Ligero                                    |
| <b>Drenaje</b>  | Bien drenado                              |
| <b>Inundación</b>   | Muy ocasional                             |
| <b>Zona enraizada</b>   | 0 – 35 cm                                 |
| <b>Espesor efectivo del suelo</b>   | >100 cm                                   |
| <b>Fragmentos rocosos en la capa superficial (% de &gt; 2 cm)</b>   | 2%  |
| <b>Pedregosidad superficial (% superficie cubierta con &gt;25cm<math>\phi</math> ó &gt;38cm lado mayor)</b> | 0%  |
| <b>Pendiente general del terreno</b>  | 1%  |

#### 4.2. DESCRIPCIÓN VISUAL DEL TERRENO

La mayor muestra de erosión en el suelo son las marcas ocasionadas por la actividad agrícola. Esto se debe a que el terreno ha sido trabajado de manera tradicional. La parcela ha sido utilizada para uso agrícola durante generaciones, algo que también ha ocurrido con los terrenos de alrededor. A simple vista y teniendo la Imagen 3 como único recurso, no puede determinarse la existencia y cantidad de materia orgánica existente.

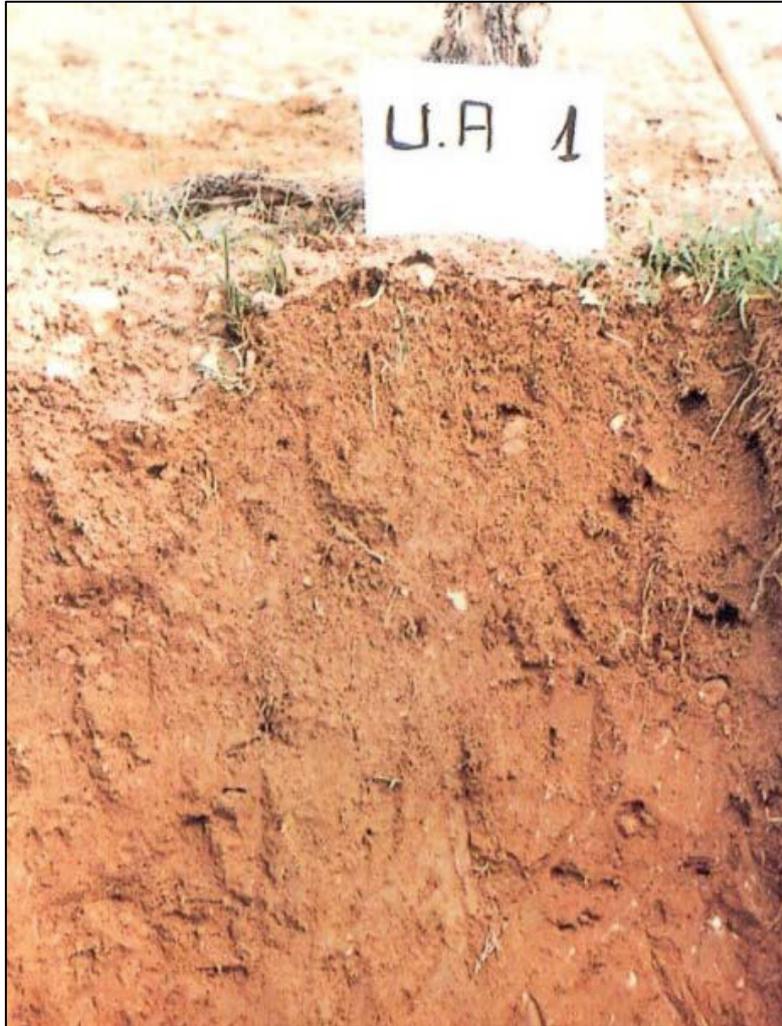
En conclusión, es un terreno en el que las características del mismo tienden a ser homogéneas y no presenta grandes cambios de sus propiedades dentro de la misma finca.



*Imagen 3: Imagen de la parcela donde se realizó la calicata (1992). Fuente: Carlevaris et al., 1992*

### 4.3. TOMA DE MUESTRAS

A partir de la realización de la calicata se pretende obtener una muestra representativa de todo el terreno, para así determinar sus propiedades fisicoquímicas. A continuación, la Imagen 4 muestra la calicata pertinente.



*Imagen 4: Perfil S004 correspondiente a la calicata. Fuente: Carlevaris et al., 1992*

#### 4.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS – PERFIL S004

A continuación, se muestran los resultados del análisis del perfil. Se muestran tanto las características edafológicas como los datos analíticos en relación con la granulométrica y las características químicas de la muestra.

Tabla 3: Características edafológicas – Perfil S004. Fuente: Carlevaris et al., 1992

| Horizonte | Espesor (cm) | Descripción  |
|-----------|--------------|--|
| Ap        | 0 – 15       | 7.5YR4/4 húmedo y 7.5YR7/3 seco<br>Textura franco-arcillosa<br>Estructura débil, bloques<br>Subangulares medianos/gruesos<br>Consistencia friable en húmedo y ligeramente<br>Duro en seco adherente y plástico escasas raíces<br>Finas y muy escasas gruesas límite neto y plano |
| C         | 15 – 35      | 7.5YR4/4 húmedo y 10YR7/3 seco<br>Textura franco arcilla<br>Estructura débil<br>Bloques angulares/subangulares gruesos<br>Consistencia friable en húmedo y duro en seco<br>Adherente y plástico<br>Escasa raíces gruesas<br>Límite gradual y ondulado                            |
| Ck        | + 35         | 7.5YR7/4 húmedo y 7.5YR8/4 seco<br>Textura franco arcilla<br>Estructura moderada, bloques<br>Angulares gruesos<br>Consistencia friable en húmedo y duro en seco<br>No adherente y ligeramente plástico<br>No hay raíces  |

Tabla 4: Datos analíticos calicata S004 en relación con la granulometría. Fuente: Carlevaris et al., 1992

| Horiz. | Grava<br>% | Granulometria USDA |      |         |           |            |            | CRAD<br>mm |
|--------|------------|--------------------|------|---------|-----------|------------|------------|------------|
|        |            | Arena              | Limo | Arcilla | Ar.<br>mf | Limo<br>g. | Limo<br>f. |            |
| Ap     | -          | 36                 | 36   | 28      | 6,8       | -          | -          | -          |
| C      | -          | 38                 | 35   | 27      | 7,1       | -          | -          | -          |
| Ck     | -          | 26                 | 38   | 36      | 4,9       | -          | -          | -          |

Grava: 20-2mm; Arena: 2-0.05mm; Limo: 0.05-0.002 mm; Arcilla: < 0.002 mm; Arena muy fina: 0.1-0.05mm; Limo grueso: 0.05-0.02mm; Limo fino: 0.02-0.002mm; CRAD (mm): capacidad de retención de agua disponible

Anejo N°2 – Estudio edafológico

Tabla 5: Datos analíticos calicata S004 en relación con las características químicas del suelo. Fuente: Carlevaris et al., 1992

| Horiz. | pH  | D. ap<br>g/cm <sup>-3</sup> | MO<br>% | C/N | CaCO <sub>3</sub><br>% | CE<br>dS/m | Mineralogía<br>arcillas | Dithionito-<br>Cittrato |     |
|--------|-----|-----------------------------|---------|-----|------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----|
|        |     |                             |         |     |                        |            |                         | Fe%                     | Al% |
| Ap     | 7,7 | 1,4                         | 1,2     | -   | 38,4                   | -          | -                       | -                       | -   |
| C      | 7,7 | 1,5                         | 1,4     | -   | 41,6                   | -          | -                       | -                       | -   |
| Ck     | 7,6 | 1,5                         | 0,7     | -   | 61,6                   | -          | -                       | -                       | -   |

Donde:

D. ap: densidad aparente (g/cm<sup>-3</sup>)

MO: materia orgánica (%)

C/N: relación Carbono/Nitrógeno

CE: conductividad eléctrica (dS/m)

Tabla 6: Datos analíticos calicata S004 en relación con las bases de cambio. Fuente: Carlevaris et al., 1992

| Horiz. | Bases de cambio NH <sub>4</sub> OAc<br>[cmol <sub>(+)</sub> /kg] |     |     |     | Acidez<br>cambio | CIC [cmol <sub>(+)</sub> /kg] |                     | Sat.<br>bases % |
|--------|--|-----|-----|-----|------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
|        | Ca   | Mg  | K   | Na  |                  | Suma cat.                     | NH <sub>4</sub> OAc |                 |
| Ap     | 9,2  | 1,4 | 0,8 | 0,0 | -                | -                             | 11,4                | 97              |
| C      | 9,8  | 1,3 | 0,9 | 0,0 | -                | -                             | 12,0                | 100             |
| Ck     | 8,6  | 1,2 | 0,2 | 0,0 | -                | -                             | 10,0                | 100             |

Donde:

CIC: capacidad de intercambio catiónico (cmol<sub>(+)</sub>/kg)

#### 4.5. CLASIFICACIÓN

Clasificación del suelo según *World Reference Base for Soil Resources* (2006) es Haplic Regosol (Calcaric, Eutric) y de acuerdo con *Soil Taxonomy* (2010) se trata de un Typic Xerorthent.

Tabla 7: Clasificación del suelo según *World Reference Base for Soil Resources* (2006). Fuente: Carlevaris et al., 1992

| <b>World Reference Base for Soil Resources 2006</b> |  |
|---|--|
| Diagnostic horizons                                 | -  |
| Diagnostic properties                               | -  |
| Diagnostic materials                                | Calcaric material                        |
| <b>Reference soil group</b>                         | <b>Haplic Regosol (Calcaric, Eutric)</b> |

Tabla 8: Clasificación del suelo según *Soil Taxonomy* (2010). Fuente: Carlevaris et al., 1992

| <b>Soil Taxonomy. Eleventh edition 2010</b>       |                         |
|---|-------------------------|
| Diagnostic surface horizon                        | Ochric (0-35)           |
| Diagnostic subsurface horizon                     | -                       |
| Diagnostic soil characteristics for mineral soils | Free carbonates         |
| Control section for particle size class           | -                       |
| <b>Taxonomic class of soil</b>                    | <b>Typic Xerorthent</b> |

#### 4.6. CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LA TIERRA

La capacidad agrológica es una forma de clasificar los suelos basada en su capacidad para producir los cultivos más habituales de una zona. Por lo tanto, establecer la capacidad agrológica equivale a clasificar el suelo en función de su capacidad de producción.

Los datos climáticos han sido extraídos a partir del análisis edafológico llevado a cabo por J.J. Carlevaris, J. Rodríguez, J.L. de la Horra y F. Serrano, normalizado y ampliado por A. Saa y J. Gallardo en el año 2018. Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología (2000) y los valores normales de precipitación y temperatura de la Red Climatológica (1961-1990). Los datos restantes se han obtenido de la descripción general, descripción de horizontes y datos analíticos del perfil.

## Anejo N°2 – Estudio edafológico

*Tabla 9: Clase y subclase agrológica en función de las propiedades y cualidades del perfil S004. Fuente: Carlevaris et al., 1992*

| Prop.   | PP  | PC  | TC | TF | GE | DR | AA | ES | CO | PE | pH | MO | CC | CA  | CE | FR | PG | PN |
|---|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| <b>Clase (sec.)</b>                                 | III | III | II | II | II | I  | II | I  | -  | II | II | II | II | III | -  | I  | I  | I  |
| <b>Clase (reg.)</b>                                 | -   | I   | II | II | II | I  | -  | I  | -  | II | II | II | II | III | -  | I  | I  | I  |
| CLASE Y SUBCLASE AGROLÓGICA (secano): <b>IIIcs</b>  |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |
| CLASE Y SUBCLASE AGROLÓGICA (regadío): <b>IIIIs</b> |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |

PP precipitación media anual: 438.5 mm; PC número de meses y meses con actividad vegetativa o período de crecimiento: secano 6: 10-11 y 2-5; regadío 10: 2-11; TC temperatura media época cálida (valor redondeado): 22°C; TF temperatura media época fría: 5.4°C; GE grado de erosión: ligero; DR drenaje: bien drenado; AA almacenamiento de agua: CRAD 138.5 mm, Reserva máxima 133.8 mm; ES espesor efectivo: >100 cm; CO compactación: - ; PE permeabilidad: moderadamente lenta; pH: 7.7; MO materia orgánica: 1.3%; CC capacidad de intercambio catiónico: 10.5 cmol(+) kg<sup>-1</sup>; CA carbonatos: 54%; CE conductividad eléctrica: - dS/m; FR fragmentos rocosos: 2%; PG pedregosidad: 0%; PN pendiente: 1%.

La tierra representada por este perfil es adecuada para uso agrícola. Las propiedades limitantes en secano son del tipo climáticas como puede ser la escasa precipitación media anual y corto período de crecimiento, y en principio del tipo edáficas como el alto contenido en carbonatos. En regadío, sin embargo, tan sólo el contenido en carbonatos sería la única propiedad desfavorable.

### 4.7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.7.1. PROFUNDIDAD DEL SUELO

La profundidad del suelo es muy importante para el desarrollo de las plantas puesto que condiciona la cantidad de agua y nutrientes disponibles para las mismas. La profundidad libre del suelo en este caso es de 1 metro aproximadamente. Teniendo en cuenta esto, no existen problemas para el desarrollo del cultivo.

#### 4.7.2. TEXTURA

La textura refleja los grosores de las partículas del suelo y el porcentaje de estas en cada uno de los horizontes del suelo. Según los datos obtenidos en el diagrama triangular del ISSS, se considera que el suelo es franco arcilloso (FAa). Es un suelo que presenta bastante arcilla pero que cuenta también con limo y arena. Presenta mayor cohesión.



## Anejo N°2 – Estudio edafológico

Tabla 10: Cálculo de la Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g) de la muestra. Fuente: elaboración propia

| Horizonte | CIC (meq/100 g) |
|-----------|-----------------|
| Ap        | 11,75           |
| C         | 12              |
| Ck        | 10              |

En base a los resultados obtenidos, se llega a la conclusión de que el suelo estudiado presenta altos porcentajes de caolinita y se clasifica como suelo franco (CIC= 5-15 meq/100g).

### 4.7.5. CONCLUSIÓN

En conclusión, los factores más importantes y, por lo tanto, a los que mayor atención se debe prestar a la hora de implantar el cultivo en la parcela son el porcentaje de caliza en el suelo, la cantidad de materia orgánica y el pH. Estos factores deben cumplir con los niveles mínimos necesarios para el crecimiento del cultivo y que la plantación pueda desarrollarse de manera adecuada.

En principio, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, no se espera que el cultivo presente problemas en relación con las características edafológicas.

## 5. RELACIÓN AGUA – SUELO

### 5.1. CAPACIDAD DE CAMPO

La capacidad de campo representa la cantidad de agua que puede retener el suelo después de llegar a la saturación. Depende de la textura y estructura de este.

Se obtiene el valor de la capacidad de campo mediante la ecuación:

$$Cc = 0,484 * Ac + 0,162 * L + 0,023 * Ar + 2,62$$

Tabla 11: Símbolo y significado cálculo capacidad de campo. Fuente: Elaboración propia

| Símbolo | Significado                                    |
|---------|--|
| Cc      | Capacidad de campo en porcentaje de suelo seco |
| Ac      | Contenido en arcilla                           |
| L       | Contenido en limo                              |
| Ar      | Contenido en arena                             |

$$Cc = 0,484 * 28 + 0,162 * 36 + 0,023 * 36 + 2,62$$

$$Cc = 22,83\%$$

La capacidad de campo del suelo en este caso es del 22,83% de suelo seco.

## 5.2. PUNTO DE MARCHITEZ

El punto de marchitez representa la cantidad de agua o punto a partir del cual el cultivo no tiene la capacidad de absorber el agua del suelo.

El punto de marchitez se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Pm = 0,302 * Ac + 0,102 * L + 0,0147 * Ar$$

Siendo el significado de Pm punto de marchitez, el resto de los símbolos quedan su significado reflejado en la Tabla 11.

$$Pm = 0,302 * 28 + 0,102 * 36 + 0,0147 * 36$$

$$Pm = 12,66\%$$

El punto de marchitez del suelo es del 12,66%. A partir de dicho punto el agua que permanece en el suelo no está disponible para el cultivo.

## 5.3. CONCLUSIÓN

Después de analizar los resultados obtenidos se puede concluir que 22,83 gramos de agua por cada 100 gramos de tierra seca pueden ser utilizada por las plantas. Dicha cantidad se ve reducida hasta llegar al punto de marchitez. Dicho punto es de 12,66 gramos de agua por cada 100 gramos de tierra seca. Por lo tanto, el agua disponible para las plantas será de la diferencia de ambos puntos, por lo que el cultivo en este suelo dispone de 10,17 gramos de agua por cada 100 gramos de tierra seca.

Será importante un buen manejo del agua de riego. La textura del suelo, franco-arcillosa, ayuda a que el agua permanezca durante mayor tiempo y pueda estar disponible para las plantas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Geológico y Minero de España. 1989. *Arenales de San Gregorio*. MAGNA 50 - Hoja 739 (LA ALAMEDA DE CERVERA)
- J.J. Carlevaris, J. Rodríguez, J.L. de la Horra, F. Serrano. 1992. *La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real. La Mancha y Campo de Montiel. (CR-XII)*. Centro de Ciencias Medioambientales y Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha.
- M<sup>a</sup> Mercedes Medina Mora. 2019. TFG. *Proyecto de instalación de riego en un plantación joven de almendro de 10 ha en la provincia de Toledo*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Trueba, C; Millán, R.; Schmid, T.; Lago, C. (CIEMAT) Roquero, C; Magister, M. (UPM). 1999. *Base de Datos de Propiedades Edafológicas de los Suelos Españoles. Volumen VIII.- Castilla-La Mancha (a): Toledo y Ciudad Real*. Departamento de Impacto Ambiental de la Energía. 127 pp. 1 fig. 32 refs

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°3  
ESTUDIO CLIMÁTICO**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                   | 1  |
| 2. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO.....                      | 1  |
| 3. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS .....                      | 3  |
| 3.1. CUADRO RESUMEN DE TEMPERATURAS .....              | 3  |
| 3.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS TEMPERATURAS .....  | 4  |
| 3.3. RÉGIMEN DE HELADAS .....                          | 5  |
| 3.3.1. RÉGIMEN DE HELADAS SEGÚN EMBERGER .....         | 5  |
| 3.3.2. RÉGIMEN DE HELADAS SEGÚN PAPADAKIS.....         | 6  |
| 3.3.3. CONCLUSIONES SOBRE EL RÉGIMEN DE HELADAS .....  | 6  |
| 3.4. HORAS FRIO MOTA .....                             | 6  |
| 4. ELEMENTOS CLIMÁTICOS HÍDRICOS .....                 | 7  |
| 4.1. CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACIONES .....           | 7  |
| 4.2. HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES.....                | 8  |
| 5. ELEMENTOS CLIMÁTICOS SECUNDARIOS.....               | 9  |
| 5.1. ESTUDIO DEL VIENTO.....                           | 9  |
| 5.2. RADIACIÓN.....                                    | 11 |
| 6. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN.....               | 12 |
| 7. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN .....              | 13 |
| 8. CONTINENTALIDAD.....                                | 14 |
| 8.1. ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD DE GOREZYNSKI.....      | 14 |
| 8.2. ÍNDICE DE OCEANIDAD DE KERNER.....                | 15 |
| 9. ÍNDICE DE ARIDEZ.....                               | 16 |
| 9.1. ÍNDICE DE LANG.....                               | 16 |
| 10. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KOPPEN.....             | 17 |
| 10.1. GRUPO CLIMÁTICO.....                             | 17 |
| 10.2. SUBGRUPO CLIMÁTICO .....                         | 18 |
| 10.3. SUBDIVISIÓN CLIMÁTICA.....                       | 19 |
| 11. CLASIFICACIÓN AGROCLIMATOLÓGICA DE PAPADAKIS ..... | 20 |
| 11.1. TIPO DE INVIERNO .....                           | 20 |
| 11.2. TIPO DE VERANO.....                              | 21 |
| 11.3. RÉGIMEN DE HUMEDAD .....                         | 22 |
| 12. CONCLUSIONES.....                                  | 25 |
| 13. BIBLIOGRAFÍA.....                                  | 27 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Datos de la estación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia:.....  | 1  |
| Tabla 2: Datos mensuales de temperatura de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....            | 3  |
| Tabla 3: Definición de las variables de temperatura utilizados. Fuente: elaboración propia .....   | 3  |
| Tabla 4: Cuadro resumen de temperaturas en cada estación del año de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia .....                                       | 4  |
| Tabla 5: Periodos de heladas según Emberger. Fuente: elaboración propia .....  | 5  |
| Tabla 6: Periodos de heladas según Papadakis. Fuente: elaboración propia.....  | 6  |
| Tabla 7: Determinación horas frío según método de Mota. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....   | 7  |
| Tabla 8: Cuadro resumen de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....         | 7  |
| Tabla 9: Precipitaciones totales de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2011-2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR .....                    | 8  |
| Tabla 10: Frecuencia de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2011-2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....              | 8  |
| Tabla 11: Resumen velocidad y dirección del viento de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 - 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR..... | 9  |
| Tabla 12: Tabla resumen de la radiación neta de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....       | 11 |
| Tabla 13: Evapotranspiración mensual y total anual de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR..... | 13 |
| Tabla 14: Valor del índice y clima. Fuente: Continentality Index of Gorczynski (1920) .....  | 14 |
| Tabla 15: Términos de la ecuación del índice de Gorczynski. Fuente: elaboración propia .....   | 14 |
| Tabla 16: Clasificación del clima según el índice de Kerner. Fuente: Almorox, J. 2003 .....  | 15 |
| Tabla 17: Términos de la ecuación del índice de Gorczynski. Fuente: elaboración propia .....   | 15 |
| Tabla 18: Clasificación del clima según el índice de aridez de Lang. Fuente: Rivas Martínez (2005).....  | 16 |
| Tabla 19: Términos y significados para ecuación de índice de Lang. Fuente: elaboración propia.....   | 16 |
| Tabla 20: Grupos climáticos según Köppen. Fuente: Köppen, 1936.....  | 17 |
| Tabla 21: Tabla 22: Términos, significado y valores para método de Köppen. Fuente: elaboración propia .....  | 17 |
| Tabla 22: Subgrupos climáticos según Köppen. Fuente: Köppen, 1936.....   | 18 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 23: Términos, significado y valores para método de Köppen. Fuente: elaboración propia.....   | 18 |
| Tabla 24: Subdivisión climática según Köppen. Fuente: Köppen, 1936.....  | 19 |
| Tabla 25: Términos, significado y valores para método de Köppen. Fuente: elaboración propia.....   | 19 |
| Tabla 26: Valores para determinación tipo de invierno. Fuente: elaboración propia.....   | 20 |
| Tabla 27: Clasificación de los diferentes tipos de invierno. Fuente: Papadakis, 1980...  | 20 |
| Tabla 28: Valores para determinación tipo de verano. Fuente: elaboración propia.....   | 21 |
| Tabla 29: Clasificación de los diferentes tipos de verano. Fuente: Papadakis, 1980.....  | 21 |
| Tabla 30: Datos necesarios para la obtención del régimen hídrico de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR..... | 22 |
| Tabla 31: Datos necesarios para la obtención del régimen hídrico. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....   | 22 |
| Tabla 32: Significado de los términos usados para obtener régimen hídrico. Fuente: elaboración propia .....  | 23 |
| Tabla 33: Clasificación del régimen hídrico. Fuente: Papadakis, 1980 .....   | 24 |
| Tabla 34: Cuadro resumen estudio climático de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia .....   | 25 |

|   |    |
|---|----|
| Gráfica 1: Variación de la temperatura a lo largo del año de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR..... | 4  |
| Gráfica 2: Representación gráfica de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del SiAR .....         | 7  |
| Gráfica 3: Histograma de frecuencias de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2011-2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....     | 9  |
| Gráfica 4: Rosa de los Vientos estación automática Tomelloso. Fuente: www.meteoblue.com.....  | 10 |
| Gráfica 5: Evolución radiación neta mensual de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....               | 11 |
| Gráfica 6: Diagrama ombrotérmico de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 - 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR .....                         | 12 |
| Gráfica 7: Evolución de la evapotranspiración de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....             | 13 |

|  |   |
|--|---|
| Imagen 1: Estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR) ..... | 2 |
| Imagen 2: Ubicación de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia .....                          | 2 |



## 1. INTRODUCCIÓN

A la hora de establecer un cultivo, es imprescindible conocer las características climáticas de la zona, puesto que estas condicionarán la viabilidad del mismo. La finalidad de este estudio climático es obtener datos objetivos sobre la climatología de la zona en la que se desarrollará el proyecto. Este estudio no solo nos ofrece la información que necesitamos para desarrollar el cultivo, sino que también nos permitirá calcular las necesidades de riego. Es de vital importancia conocer estas necesidades dada la preocupante situación de abastecimiento de agua que sufre la zona de estudio.

## 2. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO

La elección del observatorio resulta muy importante a la hora de realizar el estudio climatológico. Su localización debe presentar unas características climatológicas lo más similares posibles a la finca donde se va a desarrollar el trabajo. De esta manera, los resultados obtenidos serán cercanos a los que se podrían lograr en el terreno.

Se ha elegido la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” por ser la estación más cercana al terreno de estudio. La estación se encuentra en el paraje de *Cinco Casas* y existe una distancia aproximada de 17 kilómetros desde la parcela hasta la estación meteorológica. Este observatorio proporciona toda la información necesaria para hacer un estudio completo de la climatología del lugar.

A partir de los datos climatológicos recogidos durante los últimos veinte años, del 2000 al 2020, se realiza el estudio climático. La información para llevarlo a cabo se obtiene del “Sistema de Información Agroclimática para el Regadío” (SiAR). La información recogida corresponde a los parámetros: temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, precipitación, radiación y evapotranspiración. A continuación, se muestran los detalles de dicha estación:

*Tabla 1: Datos de la estación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia:*

| <b>Nombre de la estación</b>   | <b>CR01 Alcázar de San Juan</b>               |   |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Provincia</b>               | Ciudad Real                                   |   |
| <b>Municipio</b>               | Alcázar de San Juan                           |   |
| <b>Tipo de observatorio</b>    | Completo                                      |   |
| <b>Instrumentos instalados</b> | Termohigrómetro<br>Anemoveleta<br>Piranómetro | Pluviómetro<br>Sensor temperatura suelo<br>Datalogger |
| <b>Latitud</b>                 | 39° 12' 37" N                                 |   |
| <b>Longitud</b>                | 3° 12' 0" O                                   |   |
| <b>Altitud</b>                 | 652 m   |   |
| <b>Fecha de instalación</b>    | 14/09/1999                                    |   |
| <b>Estado</b>                  | Activo  |   |

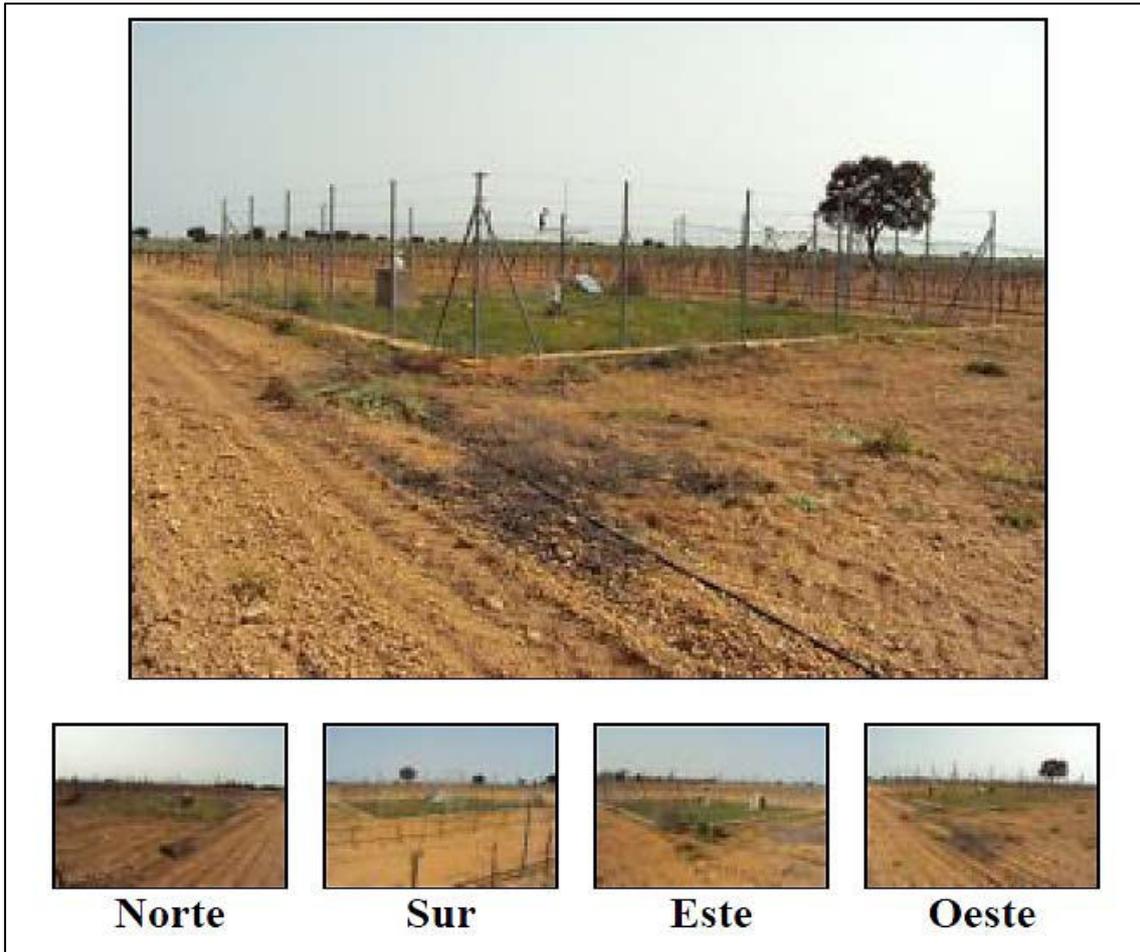


Imagen 1: Estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR)

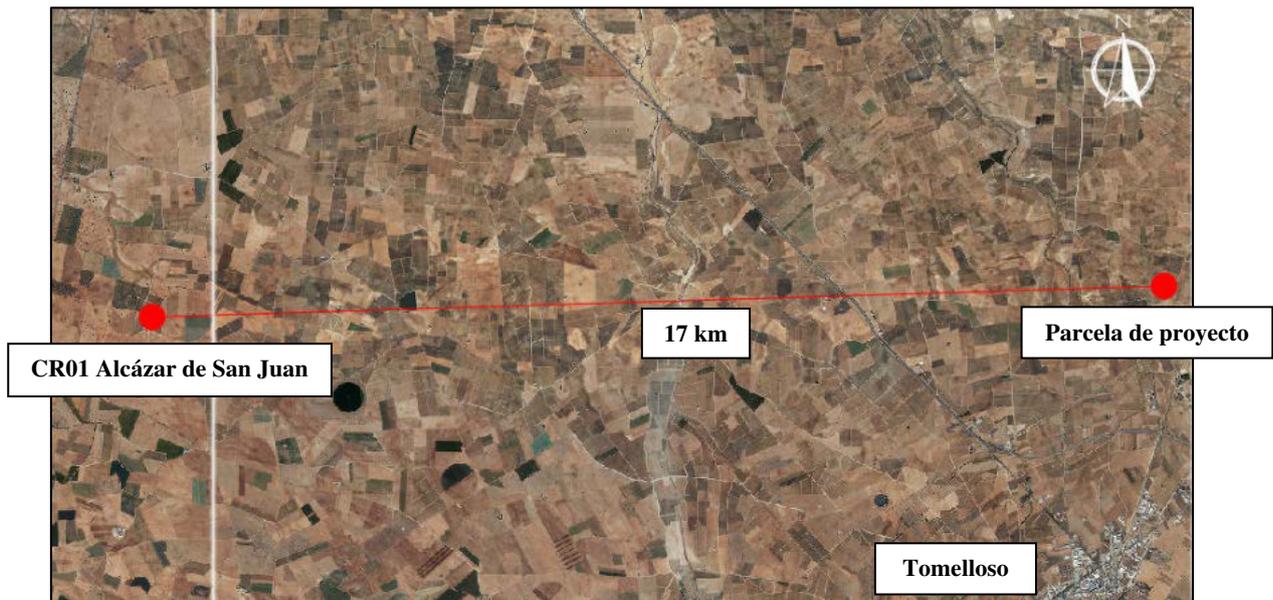


Imagen 2: Ubicación de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

#### 3.1. CUADRO RESUMEN DE TEMPERATURAS

En la Tabla 2 se resume los valores mensuales de las temperaturas de la zona correspondientes a los últimos veinte años (1/01/2000 - 31/12/2020).

*Tabla 2: Datos mensuales de temperatura de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR*

|            | EN     | FE     | MA    | AB    | MY    | JU    | JL    | AG    | SE    | OC    | NO    | DI     | Año   |
|------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <b>Ta</b>  | 20,92  | 24,03  | 28,79 | 30,62 | 37,87 | 40,11 | 41,61 | 40,67 | 38,62 | 31,91 | 25,76 | 20,48  | 31,78 |
| <b>T'a</b> | 16,42  | 19,24  | 24,32 | 26,52 | 32,61 | 37,48 | 38,46 | 38,35 | 34,09 | 28,98 | 21,37 | 16,10  | 27,83 |
| <b>T</b>   | 10,42  | 12,89  | 16,15 | 19,19 | 24,28 | 30,66 | 33,83 | 33,16 | 28,11 | 22,11 | 14,53 | 10,92  | 21,35 |
| <b>tm</b>  | 4,52   | 6,19   | 9,24  | 12,27 | 16,69 | 22,44 | 25,36 | 24,57 | 20,06 | 14,74 | 8,49  | 5,14   | 14,14 |
| <b>t</b>   | -0,33  | 0,26   | 2,85  | 5,50  | 8,95  | 13,31 | 15,59 | 15,36 | 12,27 | 8,30  | 3,28  | 0,47   | 7,15  |
| <b>t'a</b> | -6,53  | -5,59  | -3,50 | 0,07  | 2,88  | 7,73  | 10,54 | 10,05 | 5,98  | 1,80  | -2,94 | -5,96  | 1,21  |
| <b>ta</b>  | -11,73 | -18,68 | -9,14 | -2,62 | -0,90 | 4,86  | 7,09  | 6,20  | 1,55  | -1,89 | -7,87 | -18,21 | -4,28 |

*Tabla 3: Definición de las variables de temperatura utilizados. Fuente: elaboración propia*

| <b>Término</b> | <b>Significado</b>                          |
|----------------|---|
| <b>T a</b>     | Temperatura máxima absoluta                 |
| <b>T' a</b>    | Media de las temperaturas máximas absolutas |
| <b>T</b>       | Temperatura media de las máximas            |
| <b>t m</b>     | Temperatura media mensual                   |
| <b>t</b>       | Temperatura media de las mínimas            |
| <b>t' a</b>    | Media de las temperaturas mínimas absolutas |
| <b>t a</b>     | Temperatura mínima absoluta                 |

Además de la tabla con el resumen de las temperaturas mensuales, se realiza una diferenciación de estas según las estaciones del año, considerando:

- Invierno: diciembre, enero y febrero
- Primavera: marzo, abril y mayo
- Verano: junio, julio y agosto
- Otoño: septiembre, octubre y noviembre

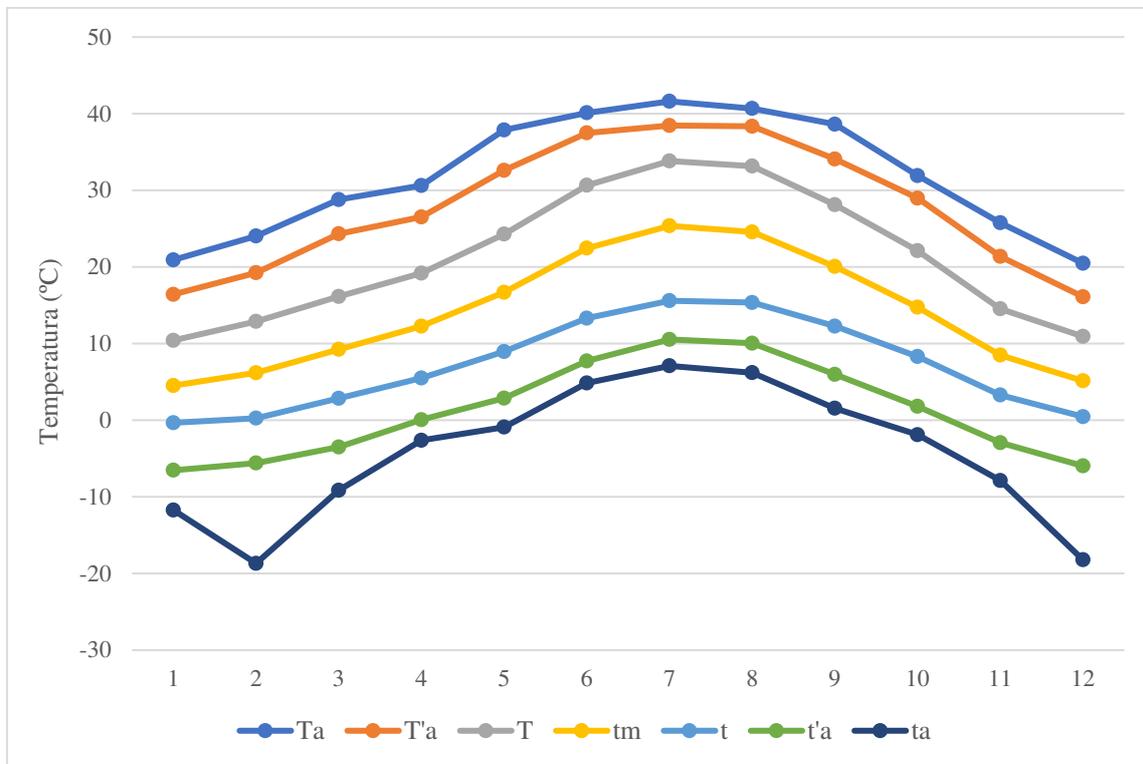
Tabla 4: Cuadro resumen de temperaturas en cada estación del año de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia

| Valores | Invierno | Primavera | Verano | Otoño |
|---------|----------|-----------|--------|-------|
| T a     | 21,81    | 32,43     | 40,80  | 32,10 |
| T' a    | 17,25    | 27,81     | 38,10  | 28,14 |
| T       | 11,41    | 19,87     | 32,55  | 21,58 |
| tm      | 5,28     | 12,73     | 24,12  | 14,43 |
| t       | 0,13     | 5,77      | 14,75  | 7,95  |
| t' a    | -6,03    | -0,18     | 9,44   | 1,62  |
| t a     | -16,21   | -4,22     | 6,05   | -2,74 |

### 3.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS TEMPERATURAS

La Gráfica 1 muestra la variación de la temperatura mensual a lo largo del año.

Los valores extremos de temperatura se localizan en los meses de verano e invierno, mientras que las temperaturas más templadas se producen durante la primavera y el otoño. Según se aproxima el invierno las temperaturas descienden gradualmente, mientras que aumentan conforme se acerca los meses de primavera.



Gráfica 1: Variación de la temperatura a lo largo del año de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

Las temperaturas medias anuales rondan los 14 grados centígrados. La variabilidad de la temperatura es importante, dependiendo de las estaciones, existiendo una importante amplitud térmica entre el verano y el invierno. Los meses más cálidos son julio y agosto, donde las temperaturas máximas pueden sobrepasar los 40 grados centígrados. Además, durante el transcurso de los meses de verano, existen importantes oscilaciones térmicas entre las temperaturas diurnas y las nocturnas. Durante los meses más fríos del periodo invernal, las temperaturas se encuentran desde grados bajo cero hasta una temperatura media de 5 grados aproximadamente.

### 3.3. RÉGIMEN DE HELADAS

El régimen de heladas adquiere gran importancia en el momento de planificar un proyecto de implantación de un cultivo, ya que puede afectar al rendimiento del mismo.

Existen varios métodos para la determinación del régimen de heladas. En este caso se estudiará dicho régimen a partir de: Método de Emberger y método de Papadakis. Ambos métodos se basan en estimaciones indirectas.

#### 3.3.1. RÉGIMEN DE HELADAS SEGÚN EMBERGER

Se trata de un método indirecto de determinación de los periodos afectados por heladas, dividiendo el año en cuatro períodos distintos.

- Hs = Período de heladas seguras  $t < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Hp = Período de heladas muy probables  $0\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- H'p = Período de heladas probables  $3\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d = Período libre de heladas  $t > 7\text{ }^{\circ}\text{C}$

A partir de los datos obtenidos de temperaturas medias de mínimas a lo del año se obtienen los intervalos de heladas seguras, heladas muy probables, heladas probables y periodo libre de heladas.

*Tabla 5: Periodos de heladas según Emberger. Fuente: elaboración propia*

| Estimación indirecta del régimen de heladas según Emberger |    |    |    |     |     |     |    |     |    |    |    |
|--|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|
| H'p  |    |    |    | d   |     |     |    | H'p |    |    |    |
| EN   | FE | MA | AB | MAY | JUN | JUL | AG | SE  | OC | NO | DI |

### 3.3.2. RÉGIMEN DE HELADAS SEGÚN PAPADAKIS

Se trata de un método indirecto para determinar los períodos libres de heladas. Para ello se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas (t'a mensuales).

- EMLH (t'a > 0 °C): Estación Media Libre de Heladas
- EDLH (t'a > 2 °C): Estación Disponible Libre de Heladas
- EmLH (t'a > 7 °C): Estación mínima Libre de Heladas

*Tabla 6: Periodos de heladas según Papadakis. Fuente: elaboración propia*

| Estimación indirecta del régimen de heladas según J. Papadakis |    |    |      |      |      |     |    |    |    |    |    |  |
|--|----|----|------|------|------|-----|----|----|----|----|----|--|
|  |    |    | EMLH |      |      |     |    |    |    |    |    |  |
|  |    |    |      | EDLH |      |     |    |    |    |    |    |  |
|  |    |    |      |      | EmLH |     |    |    |    |    |    |  |
| EN   | FE | MA | AB   | MAY  | JUN  | JUL | AG | SE | OC | NO | DI |  |

### 3.3.3. CONCLUSIONES SOBRE EL RÉGIMEN DE HELADAS

Al analizar conjuntamente ambos regímenes de heladas, se determina que el intervalo en el que no habrá heladas comienza en mayo y finaliza en octubre.

Con los resultados obtenidos en relación con las heladas y el momento en el que se dan estas, se llega a la conclusión de que en Tomelloso no existirán heladas tardías. A la hora de determinar el tipo de cultivo a implantar, este aspecto es de vital importancia.

### 3.4. HORAS FRÍO MOTA

La determinación de las horas frío mota representa la medida del frío invernal. El cálculo de las horas frío se realiza mediante el método de Mota que relaciona las horas frío y temperatura media de los meses durante el período invernal de noviembre a febrero. El resultado de esta estimación se tendrá en cuenta para la posterior elección del cultivo.

El cálculo se realiza atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Y = 485,1 - 28,52 * tmi$$

Siendo:

Y: número de horas por debajo 7 °C

tmi: temperatura media mensual de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Tabla 7: Determinación horas frío según método de Mota. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

| Mes                                       | tm   | Y               |
|---|------|-----------------|
| Noviembre                                 | 8,49 | 242,97          |
| Diciembre                                 | 5,14 | 338,51          |
| Enero                                     | 4,52 | 356,19          |
| Febrero                                   | 6,19 | 308,56          |
| <b>Horas frío según el método de Mota</b> |      | <b>1.246,22</b> |

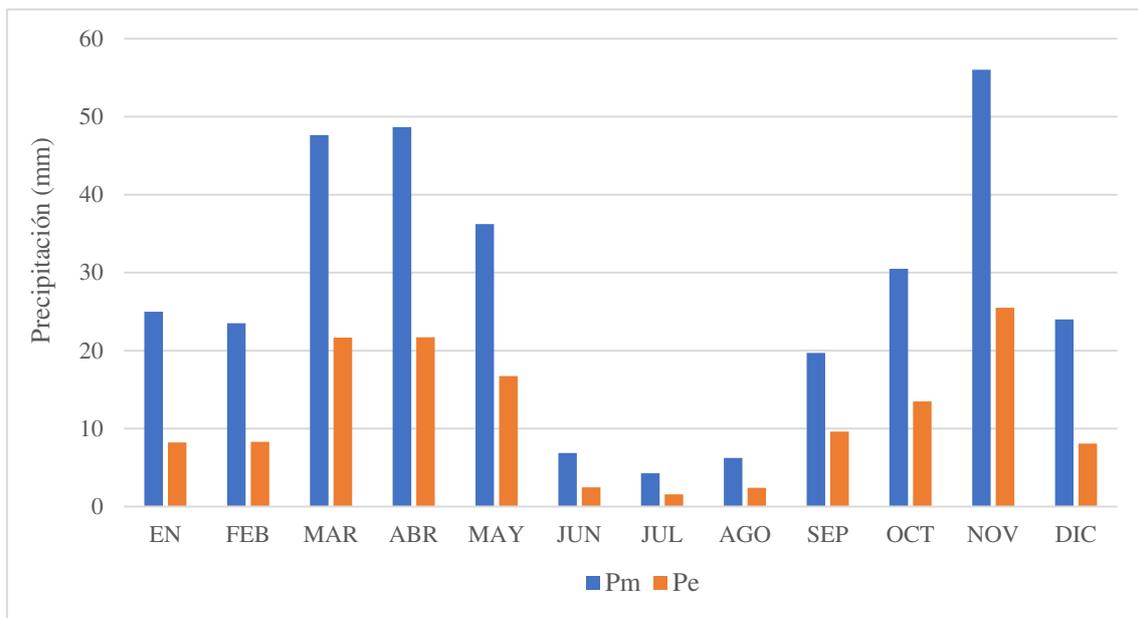
## 4. ELEMENTOS CLIMÁTICOS HÍDRICOS

### 4.1. CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACIONES

A continuación, se muestran las precipitaciones medias mensuales y precipitaciones efectivas en el período desde el año 2000 hasta el año 2020. Pm y Pe corresponde a la precipitación media mensual y efectiva, respectivamente.

Tabla 8: Cuadro resumen de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

|           | EN    | FE    | MA    | AB    | MY    | JN   | JL   | AG   | SE    | OC    | NO    | DI    | Año    |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Pm</b> | 24,98 | 23,52 | 47,62 | 48,65 | 36,23 | 6,87 | 4,28 | 6,23 | 19,71 | 30,49 | 56,01 | 24,01 | 328,58 |
| <b>Pe</b> | 8,22  | 8,30  | 21,68 | 21,71 | 16,74 | 2,47 | 1,56 | 2,40 | 9,61  | 13,48 | 25,50 | 8,08  | 139,76 |



Gráfica 2: Representación gráfica de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del SiAR

Los regímenes pluviométricos principales que encontramos son dos, uno con máximas en los meses de otoño y otro mínimo estival. Se obtienen unas precipitaciones medias anuales en torno a los 330 mm. Encontramos un periodo seco en época estival con las menores precipitaciones, en torno a 4 y 6 mm de media en los meses de julio y agosto, y dos picos máximos en primavera y otoño.

#### 4.2. HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES

El histograma de precipitaciones consiste en una representación gráfica de las frecuencias de distintos rangos de precipitaciones anuales. Para ello se utilizarán los datos de las precipitaciones medias obtenidas y la suma de estas para cada uno de los años desde el año 2011 hasta el año 2020.

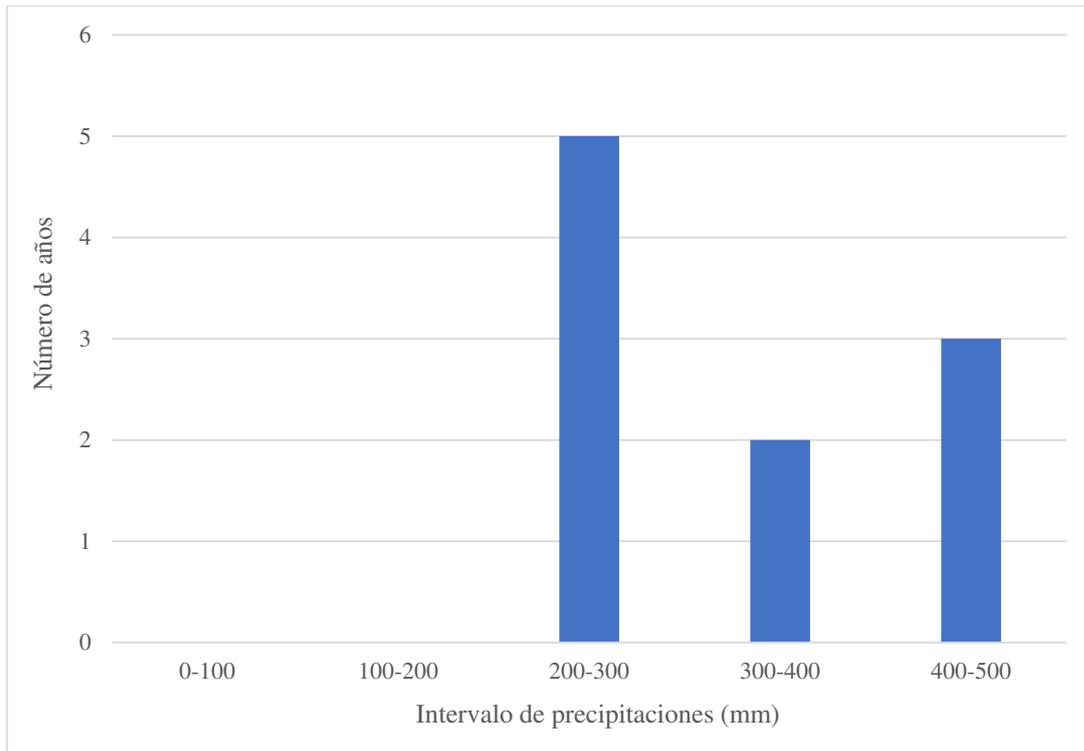
Se observa que la totalidad de los años estudiados sobrepasan los 200 mm de precipitación. Además, existen años en los que la precipitación se sitúa en valores superiores a los 400 mm.

*Tabla 9: Precipitaciones totales de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2011-2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR*

| <b>Año</b> | <b>Precipitación total (mm)</b> |
|------------|---------------------------------|
| 2011       | 431,00                          |
| 2012       | 269,40                          |
| 2013       | 402,68                          |
| 2014       | 211,60                          |
| 2015       | 254,01                          |
| 2016       | 383,47                          |
| 2017       | 250,63                          |
| 2018       | 464,39                          |
| 2019       | 295,11                          |
| 2020       | 323,55                          |

*Tabla 10: Frecuencia de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2011-2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR*

| <b>Intervalo de precipitaciones (mm)</b> | <b>Número de años</b> |
|--|-----------------------|
| 0-100                                    | 0                     |
| 100-200                                  | 0                     |
| 200-300                                  | 5                     |
| 300-400                                  | 2                     |
| 400-500                                  | 3                     |



Gráfica 3: Histograma de frecuencias de precipitaciones de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2011-2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

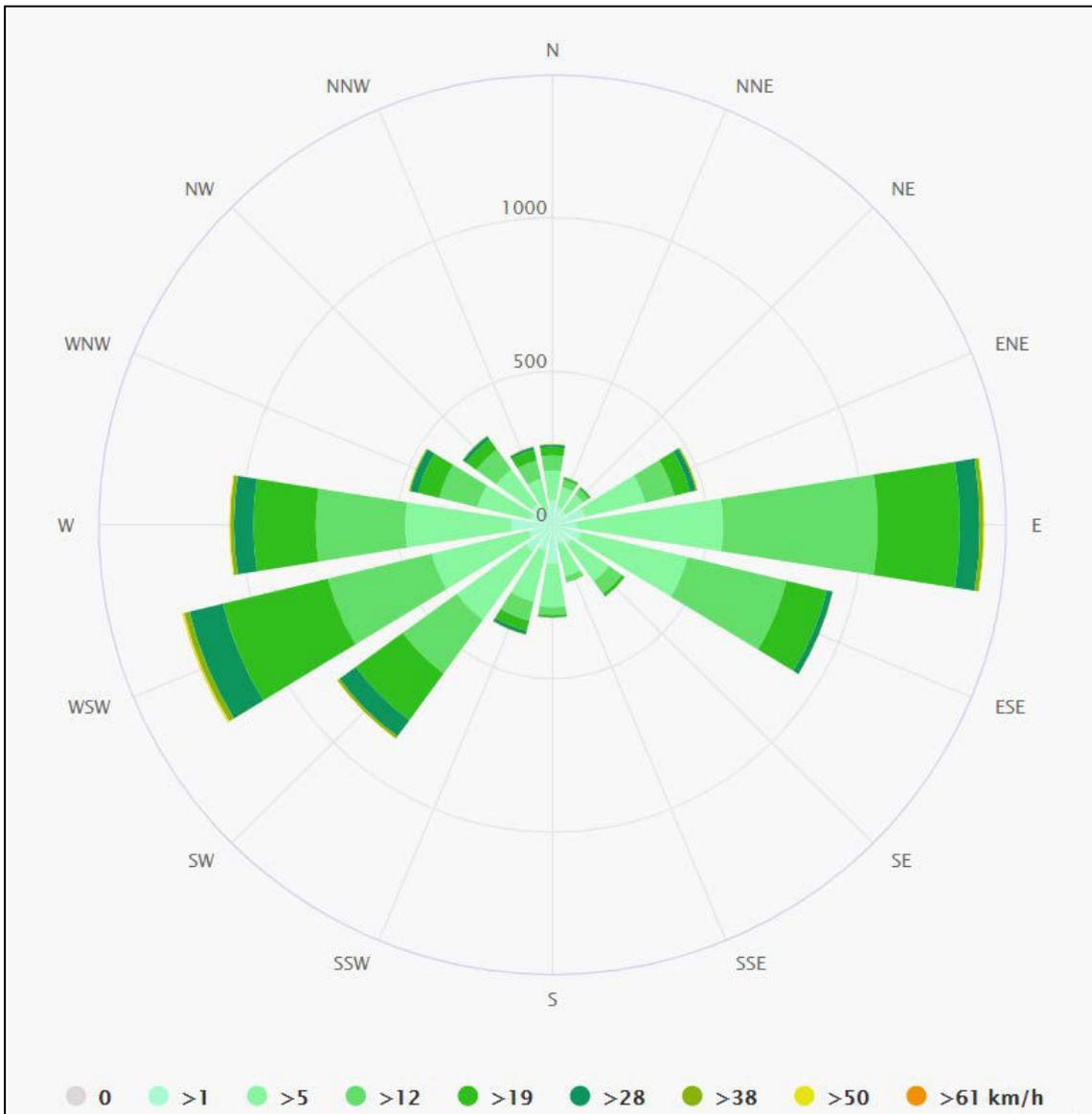
## 5. ELEMENTOS CLIMÁTICOS SECUNDARIOS

### 5.1. ESTUDIO DEL VIENTO

En la Tabla 11 se reflejan los datos de velocidad de viento ( $v$ ), y su dirección ( $D$ ), así como, la velocidad máxima del viento ( $V_m$ ) y su dirección ( $D_m$ ).

Tabla 11: Resumen velocidad y dirección del viento de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 - 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

| Valores                    | EN    | FE    | MA    | AB    | MA    | JU    | JL    | AG    | SE    | OC    | NO    | DI    | AÑO   |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>V (m/s)</b>             | 2,1   | 2,6   | 2,9   | 2,6   | 1,8   | 1,6   | 1,5   | 1,4   | 1,4   | 1,3   | 1,7   | 1,7   | 1,9   |
| <b>D (°)</b>               | 265,6 | 223,6 | 199,3 | 197,6 | 243,8 | 232,1 | 206,6 | 188,2 | 163,8 | 154,6 | 182,6 | 189,7 | 204,0 |
| <b>V<sub>m</sub> (m/s)</b> | 11,8  | 13,0  | 14,1  | 11,8  | 11,0  | 9,2   | 9,4   | 9,7   | 10,2  | 8,8   | 10,1  | 11,3  | 10,9  |
| <b>D<sub>m</sub> (°)</b>   | 191,8 | 243,5 | 189,0 | 225,3 | 181,9 | 216,6 | 214,0 | 199,9 | 178,7 | 232,7 | 193,9 | 229,7 | 208,1 |



Gráfica 4: Rosa de los Vientos estación automática Tomelloso. Fuente: [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com)

Se observa que la velocidad del viento ronda los 2 m/s. La velocidad promedio del viento tiene leves variaciones estacionales en el transcurso del año debido a que la zona presenta una topografía principalmente llana. Por ello, no existen riesgos derivados de la acción del viento en el desarrollo de los cultivos.

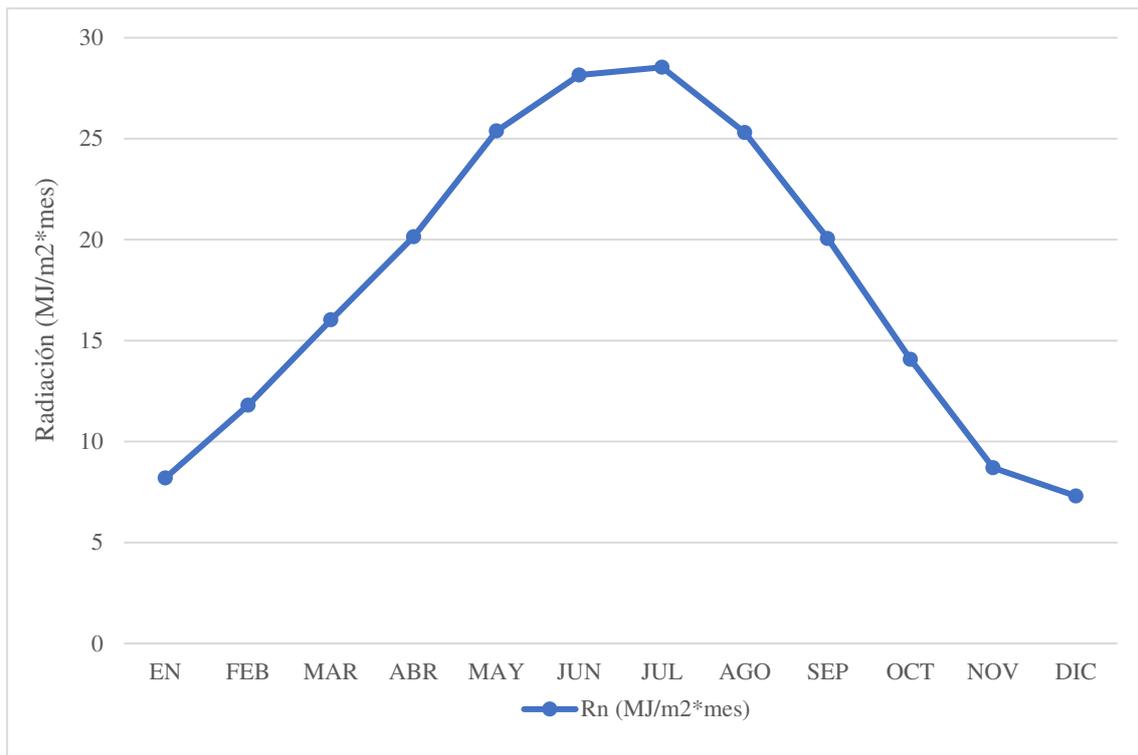
La influencia atlántica es marcada con vientos del Oeste y Suroeste, sobre todo en otoño y primavera. Las mayores frecuencias de la dirección del viento, debido a las características del relieve, son los de componente Oeste.

## 5.2. RADIACIÓN

La energía solar es esencial para el desarrollo de las especies vegetales, además de ser la principal variable para que las plantas lleven a cabo sus procesos fisiológicos. A continuación, la Tabla 12 muestra la radiación neta calculada.

Tabla 12: Tabla resumen de la radiación neta de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

| Valores                              | EN   | FE    | MA    | AB    | MA    | JU    | JL    | AG    | SE    | OC    | NO   | DI   | Año    |
|--------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| <b>Rn<br/>(MJ/m<sup>2</sup>*mes)</b> | 8,20 | 11,80 | 16,03 | 20,14 | 25,38 | 28,15 | 28,54 | 25,30 | 20,06 | 14,07 | 8,70 | 7,30 | 213,67 |



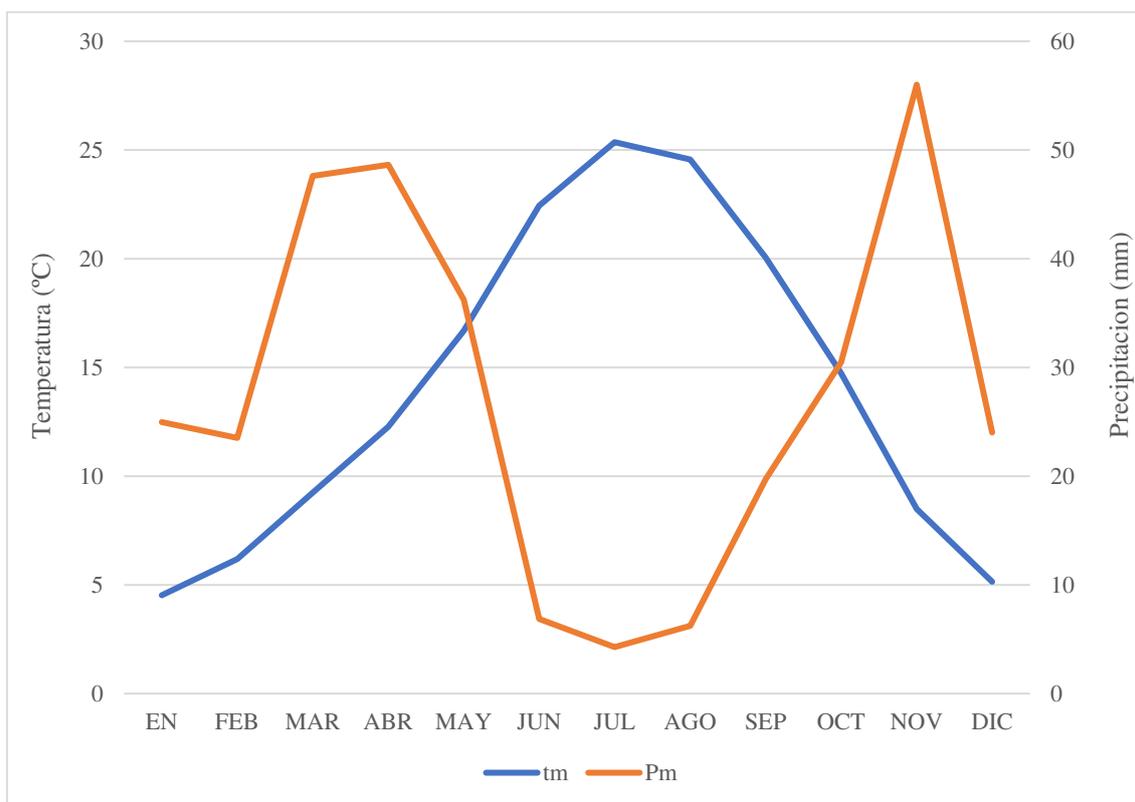
Gráfica 5: Evolución radiación neta mensual de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

Los meses de verano son los que reciben la máxima radiación, correspondiendo el valor más alto a julio. Posteriormente, la radiación disminuye hasta diciembre y a partir de enero vuelve a aumentar.

## 6. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN

El diagrama ombrotérmico de GausSEN compara las precipitaciones medias con la temperatura media medida a lo largo de los meses del año.

En la Gráfica 6 se representa el diagrama ombrotérmico de GausSEN para el periodo de los últimos veinte años (2000 - 2020) en el que se puede apreciar el contraste existente entre la precipitación y la temperatura que se registra a lo largo del año. Los meses de verano se registran las temperaturas más altas y precipitaciones más pequeñas. Las precipitaciones máximas se dan en marzo y noviembre, donde las temperaturas son más suaves.



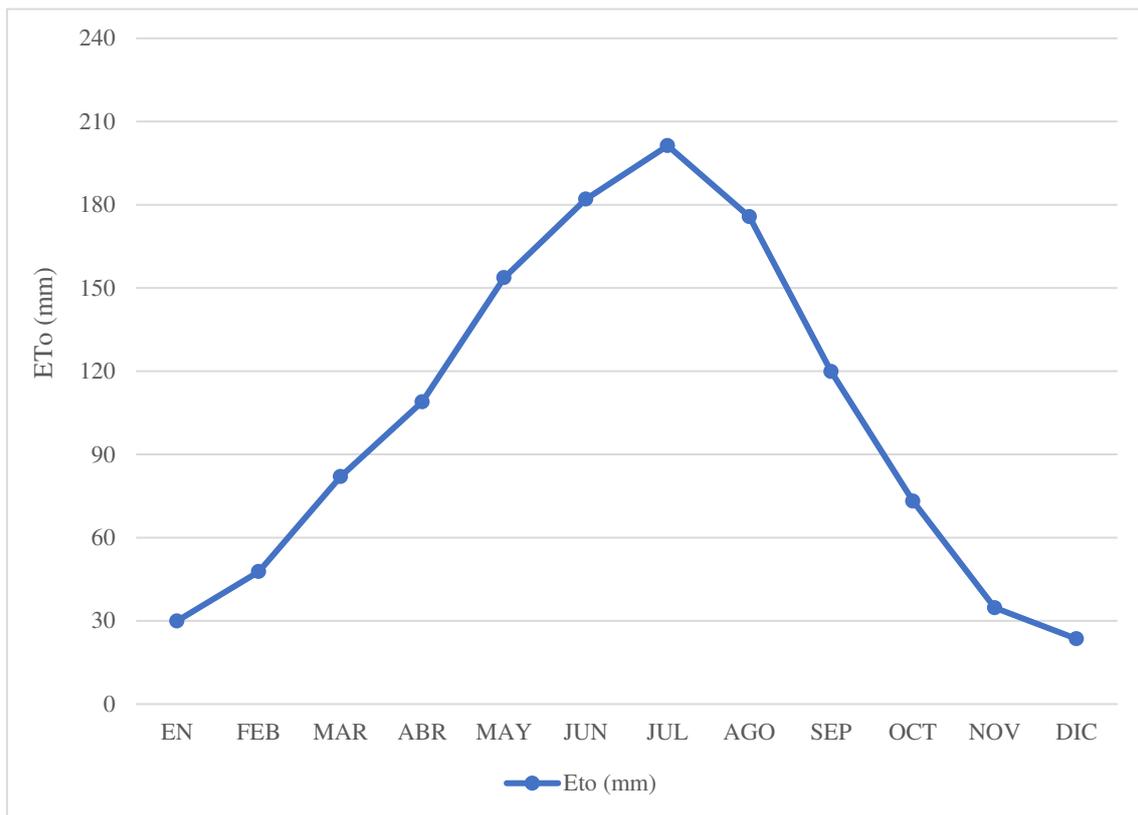
Gráfica 6: Diagrama ombrotérmico de la estación de observación meteorológica "Alcázar de San Juan" (2000 - 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

## 7. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración incluye tanto el proceso físico de pérdida de agua por evaporación como el proceso de evapotranspiración del agua absorbida por las plantas (transpiración). La evapotranspiración es la medida que define el efecto que tiene el clima sobre los requerimientos de agua del cultivo. En el caso de este estudio, la evapotranspiración de referencia es proporcionada en los datos obtenidos de SiAR.

Tabla 13: Evapotranspiración mensual y total anual de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

|                                      | EN    | FE    | MA    | AB     | MY     | JU     | JL     | AG     | SE     | OC    | NO              | DI    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------------|-------|
| <b>ETo (mm)</b>                      | 29,92 | 47,76 | 81,98 | 108,94 | 153,69 | 182,02 | 201,28 | 175,67 | 119,87 | 73,15 | 34,70           | 23,53 |
| <b>Evapotranspiración total (mm)</b> |       |       |       |        |        |        |        |        |        |       | <b>1.232,50</b> |       |



Gráfica 7: Evolución de la evapotranspiración de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

La evapotranspiración se incrementa desde enero hasta julio donde se alcanza 200 mm aproximadamente. Se observa que, durante los meses más calurosos, y en los que los días son más largos, la evapotranspiración es mayor.

## 8. CONTINENTALIDAD

Se trata de uno de los factores fundamentales que definen el clima. La lejanía de las grandes masas de agua dificulta que llegue aire húmedo hasta las zonas del centro peninsular. En estas regiones se observa un aumento de la amplitud térmica y una disminución de las precipitaciones. Los índices utilizados son: índice de continentalidad de Gorczynski e índice de oceanidad de Kerner.

### 8.1. ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD DE GOREZYNSKI

Este índice establece una relación entre la continentalidad y la amplitud térmica anual, basándose en que la inercia térmica del océano modera las temperaturas extremas. En la Tabla 14 quedan reflejados los límites que permiten cualificar la continentalidad.

Tabla 14: Valor del índice y clima. Fuente: *Continentality Index of Gorezynski (1920)*

| Valor de índice | Tipo de clima   |
|-----------------|-----------------|
| <10             | Marítimo        |
| 10-20           | Semimarítimo    |
| 20-30           | Continental     |
| >30             | Muy continental |

La ecuación que permite calcular este índice es la siguiente:

$$IG = 1,7 * \frac{(tm_{12} - tm_1)}{\sin L} - 20,4$$

Tabla 15: Términos de la ecuación del índice de Gorczynski. Fuente: *elaboración propia*

| Término   | Significado                          | Valor        |
|-----------|--------------------------------------|--------------|
| Tm 12     | Temperatura media del mes más cálido | 25,36        |
| Tm 1      | Temperatura media de mes más frío    | 4,52         |
| Sin L     | Seno de la latitud                   | Sin (39,21)  |
| <b>IG</b> | <b>Índice de Gorczynski</b>          | <b>35,64</b> |

En el estudio se obtiene que el índice de continentalidad de Gorczynski es 35,64 por lo que, según los límites de los valores predeterminados para determinar el tipo de clima, se considera un clima muy continental.

## 8.2. ÍNDICE DE OCEANIDAD DE KERNER

El índice de Kerner, a diferencia del anterior, determina la oceanidad, es decir, la influencia del mar y de los océanos sobre el lugar donde se encuentra el cultivo. La clasificación del clima se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16: Clasificación del clima según el índice de Kerner. Fuente: Almorox, J. 2003

| Valor de índice | Tipo de clima   |
|-----------------|-----------------|
| >26             | Marítimo        |
| 18-26           | Semimarítimo    |
| 10-18           | Continental     |
| <10             | Muy continental |

Se determina a partir de la ecuación:

$$C_k = 100 * \frac{(t_{mx} - t_{miv})}{t_{m12} - t_{m1}}$$

Tabla 17: Términos de la ecuación del índice de Gorczynski. Fuente: elaboración propia

| Término              | Significado                          | Valor        |
|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| Tm x                 | Temperatura media del mes de octubre | 14,74        |
| Tm iv                | Temperatura media del mes de abril   | 12,27        |
| Tm 12                | Temperatura media del mes más cálido | 25,36        |
| Tm 1                 | Temperatura media del mes más frío   | 4,52         |
| <b>C<sub>k</sub></b> | <b>Índice de Kerner</b>              | <b>11,85</b> |

En el estudio se obtiene que el índice de continentalidad de Kerner es 11,85 por lo que, según los límites de los valores predeterminados para determinar el tipo de clima, se considera un clima continental.

## 9. ÍNDICE DE ARIDEZ

El Índice de Aridez (IA) logra medir el grado de las precipitaciones para el desarrollo de los ecosistemas propios de una región determinada. Identifica zonas deficitarias o de excedentes de agua, a partir del balance hídrico.

### 9.1. ÍNDICE DE LANG

Se definen una serie de zonas según las precipitaciones y las temperaturas.

*Tabla 18: Clasificación del clima según el índice de aridez de Lang. Fuente: Rivas Martínez (2005)*

| Valor de índice | Tipo de clima                    |
|-----------------|----------------------------------|
| 0-20            | Desierto                         |
| 20-40           | Árida                            |
| 40-60           | Húmedas de estepa y sabana       |
| 60-100          | Húmedas de bosques claros        |
| 100-160         | Húmedas de grandes bosques       |
| >160            | Per húmedas con prados y tundras |

El índice se calcula como:

$$Pf = P/tm$$

*Tabla 19: Términos y significados para ecuación de índice de Lang. Fuente: elaboración propia*

| Término | Significado                   |
|---------|-------------------------------|
| Pf      | Índice de Lang                |
| P       | Precipitación media anual     |
| tm      | Temperatura media anual en °C |

$$Pf = 328,58/14,14$$

$$Pf = 23,23$$

El índice de Lang en la zona objeto de proyecto es de 23,23, el cual corresponde a un clima de zona árida.

## 10. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Mediante la metodología de Köppen se pretende realizar una primera caracterización del clima correspondiente a la zona donde se desarrollará el proyecto. Se trata de la clasificación climática más extendida. Según esta clasificación el clima se divide en grupos climáticos, subgrupos y subdivisiones.

### 10.1. GRUPO CLIMÁTICO

Los grupos climáticos se establecen en función de la temperatura media mensual. Se escriben con mayúscula y se distinguen seis tipos:

Tabla 20: Grupos climáticos según Köppen. Fuente: Köppen, 1936

| Clasificación | Grupo climático            | Características  |
|---------------|----------------------------|--|
| A             | Clima tropical             | El mes más frío tiene una temperatura superior a los 18 °C   |
| B             | Clima seco                 | La evaporación excede las precipitaciones. Hay déficit hídrico                                     |
| C             | Clima de latitudes medias  | Temperatura media del mes más frío < 18 °C y > -3 °C. Al menos un mes la temperatura media < 10 °C |
| D             | Clima continental          | La temperatura media del mes más frío es < -3 °C y la del mes más cálido es < 10 °C                |
| E             | Clima polar                | La temperatura media del mes más cálido es < 10 °C y > 0 °C  |
| F             | Clima de las tierras altas | La temperatura media del mes más cálido es < 0 °C  |

Según los datos registrados en la estación meteorológica *CR01 Alcázar de San Juan*:

Tabla 21: Tabla 22: Términos, significado y valores para método de Köppen. Fuente: elaboración propia

| Término                | Significado                          | Valor    |
|------------------------|--------------------------------------|----------|
| tm                     | Temperatura media en °C              | 14,14    |
| tm1                    | Temperatura media del mes más frío   | 4,52     |
| tm12                   | Temperatura media del mes más cálido | 25,36    |
| <b>Grupo climático</b> |                                      | <b>C</b> |

## 10.2. SUBGRUPO CLIMÁTICO

La segunda letra de la clasificación de Köppen explica el régimen de lluvias:

Tabla 22: Subgrupos climáticos según Köppen. Fuente: Köppen, 1936

| Clasificación | Subgrupo climático | Características   |
|---------------|--------------------|---|
| s             | Verano seco        | El verano es seco con un mínimo de precipitaciones marcado: la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm. |
| w             | Invierno seco      | El invierno es seco: la precipitación del mes más seco del invierno es inferior a una décima parte de la precipitación del mes más húmedo.  |
| f             | Húmedo             | No es ni s ni w. Precipitaciones constantes a lo largo del año, sin estación seca   |

Tabla 23: Términos, significado y valores para método de Köppen. Fuente: elaboración propia

| Término                   | Significado   | Valor    |
|---------------------------|---|----------|
| P (cm)                    | Precipitación media en cm                                 | 32,86    |
| P (cm) <sub>l</sub>       | Precipitación media del mes más seco en cm                | 0,43     |
| P (cm) <sub>i</sub>       | Suma de precipitaciones medias de los 6 meses más fríos   | 22,48    |
| P (cm) <sub>v</sub>       | Suma de precipitaciones medias de los 6 meses más cálidos | 10,38    |
| <b>Subgrupo climático</b> |   | <b>s</b> |

### 10.3. SUBDIVISIÓN CLIMÁTICA

Las subdivisiones dependen de características adicionales, como puede verse en la Tabla 24.

Tabla 24: Subdivisión climática según Köppen. Fuente: Köppen, 1936

| Clasificación | Subdivisión climática | Características   |
|---------------|-----------------------|---|
| a             | Verano caluroso       | La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C    |
| b             | Verano cálido         | La temperatura media del mes más cálido es inferior a 22 °C |
| c             | Verano corto y fresco | La temperatura media del mes más cálido supera los 10 °C    |
| h             | Seco y caluroso       | La temperatura media anual es superior a 18 °C              |
| k             | Seco y frío           | La temperatura media anual es inferior a 18 °C              |

Tabla 25: Términos, significado y valores para método de Köppen. Fuente: elaboración propia

| Término                      | Significado                          | Valor    |
|------------------------------|--------------------------------------|----------|
| tm                           | Temperatura media en °C              | 14,14    |
| tm12                         | Temperatura media del mes más cálido | 25,36    |
| <b>Subdivision climática</b> |                                      | <b>a</b> |

En resumen, la zona del proyecto según la clasificación de Köppen tiene un **clima Csa** (templado con verano seco y caluroso).

## 11. CLASIFICACIÓN AGROCLIMATOLÓGICA DE PAPADAKIS

A partir de los datos climáticos obtenidos, se realiza la clasificación agroclimatológica según el modelo de Papadakis. Pretende responder a la ecología de los cultivos, definiendo los climas según la viabilidad estos. Se define en la clasificación tipo de invierno y verano a partir del cual se define el régimen térmico, lo que, añadido al régimen hídrico permite determinar el tipo climático.

### 11.1. TIPO DE INVIERNO

El tipo de invierno define la severidad de la estación. Los datos necesarios para determinar el tipo de invierno son:

Tabla 26: Valores para determinación tipo de invierno. Fuente: elaboración propia

| <b>Término</b> | <b>Significado</b>                                       | <b>Valor</b> |
|----------------|--|--------------|
| t'a1           | Temperatura media de mínimas absolutas mes más frío (°C) | -6,53        |
| t1             | Temperatura media de mínimas del mes más frío (°C)       | -0,33        |
| T1             | Temperatura media de máximas del mes más frío (°C)       | 10,42        |

Tabla 27: Clasificación de los diferentes tipos de invierno. Fuente: Papadakis, 1980

| <b>Tipo de invierno</b> |                       | <b>t'a1 (°C)</b> | <b>t1 (°C)</b> | <b>T1 (°C)</b> |
|-------------------------|-----------------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>Ecuatorial</b>       | <b>Ec</b>             | > 7              | > 18           |                |
| <b>Tropical</b>         | cálido <b>Tp</b>      | > 7              | 13 - 18        | > 21           |
|                         | medio <b>tP</b>       | > 7              | 8 - 13         | > 21           |
|                         | fresco <b>tp</b>      | > 7              |                | < 21           |
| <b>Citrus</b>           | tropical <b>Ct</b>    | -2.5 - 7         | > 8            | > 21           |
|                         | <b>Ci</b>             | -2.5 - 7         |                | 10 - 21        |
| <b>Avena</b>            | cálida <b>Av</b>      | -10 - -2.5       | > -4           | > 10           |
|                         | fresca <b>av</b>      | > -10            |                | 5 - 10         |
| <b>Triticum</b>         | avena-trigo <b>Tv</b> | -29 - -10        |                | > 5            |
|                         | cálido <b>Ti</b>      | > -29            |                | 0 - 5          |
|                         | fresco <b>ti</b>      | > -29            |                | < 0            |
| <b>Primavera</b>        | cálida <b>Pr</b>      | < -29            |                | > -17.8        |
|                         | fresca <b>pr</b>      | < -29            |                | < -17.8        |

Atendiendo a esta clasificación nos encontramos ante un Tipo de Invierno **avena cálida**, Av.

## 11.2. TIPO DE VERANO

Tras determinar el tipo de invierno según los criterios impuestos por Papadakis, se determina el tipo de verano, el cual define el calor estival. Los tipos de verano vienen determinados por los límites térmicos y por la duración de la estación libre de heladas.

Tabla 28: Valores para determinación tipo de verano. Fuente: elaboración propia

| <b>Término</b>                             | <b>Significado</b>  | <b>Valor</b> |
|--|---|--------------|
| Duración estación libre de heladas (meses) | Duración de la estación libre de heladas (mínima, disponible o media), en meses | 6            |
| tx   | Media de la media de las máximas de los n meses más cálidos                     | 32,55        |
| Tm   | Media de las máximas del mes más cálido   | 33,83        |
| tm   | Media de las mínimas del mes más cálido   | 15,59        |

Tabla 29: Clasificación de los diferentes tipos de verano. Fuente: Papadakis, 1980

| <b>Tipo de verano</b>                |                          | <b>Duración estación libre de heladas (mes)</b> | <b>tx (°C)</b>      | <b>Tm (°C)</b> | <b>tm (°C)</b> |
|--------------------------------------|--------------------------|---|---------------------|----------------|----------------|
| Gossypium (algodón)                  | cálido <b>G</b>          | > 4.5 [m]                                       | > 25 [6]            | > 33.5         | > 20           |
|                                      | fresco <b>g</b>          | > 4.5 [m]                                       | > 25 [6]            | < 33.5         | < 20           |
| Coffee (café)                        | <b>c</b>                 | = 12 [m]  | > 21 [6]            | < 33.5         | < 20           |
| Oriza (arroz)                        | <b>O</b>                 | > 4 [m]   | 21 - 25 [6]         |                |                |
| Maize (maíz)                         | <b>M</b>                 | > 4.5 [D]                                       | > 21 [6]            |                |                |
| Triticum (trigo)                     | cálido <b>T</b>          | > 4.5 [D]                                       | < 21 [6] y > 17 [4] |                |                |
|                                      | fresco <b>t</b>          | 2.5 - 4.5 [D]                                   | > 17 [4]            |                |                |
| Polar                                | cálido <b>P</b> (taiga)  | < 2.5 [D]                                       | > 10 [4]            |                |                |
|                                      | fresco <b>p</b> (tundra) | < 2.5 [D]                                       | > 6 [2]             |                |                |
| Frigid (frío)                        | cálido <b>F</b>          |   | < 6 [2]             | > 0            |                |
|                                      | fresco <b>f</b>          |   |                     | < 0            |                |
| Andino-Alpino (praderas, patatas...) | cálido <b>A</b>          | < 2.5 [D]<br>> 1 [M]                            | > 10 [4]            |                |                |
|                                      | fresco <b>a</b>          | < 1 [M]   | < 10 [4]            |                |                |

Atendiendo a esta clasificación nos encontramos ante un Tipo de Verano **maíz** (M).

### 11.3. RÉGIMEN DE HUMEDAD

Por último, se establece el régimen de humedad, el cual fija la disponibilidad de agua. Se basa en varios índices definidos a partir del balance hídrico del suelo y en el que se recogen las precipitaciones medias y se pierde la ETo. Los datos necesarios para la determinación del régimen hídrico con los que aparecen en la Tabla 30.

*Tabla 30: Datos necesarios para la obtención del régimen hídrico de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR*

|              | <b>E</b> | <b>F</b> | <b>M</b> | <b>A</b> | <b>M</b> | <b>J</b> | <b>J</b> | <b>A</b> | <b>S</b> | <b>O</b> | <b>N</b> | <b>D</b> |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Eto</b>   | 29,92    | 47,76    | 81,98    | 108,94   | 153,69   | 182,02   | 201,28   | 175,67   | 119,87   | 73,15    | 34,70    | 23,53    |
| <b>P</b>     | 24,98    | 23,52    | 47,62    | 48,65    | 36,23    | 6,87     | 4,28     | 6,23     | 19,71    | 30,49    | 56,01    | 24,01    |
| <b>P-Eto</b> | -4,94    | -24,24   | -34,37   | -60,29   | -117,46  | -175,15  | -197,01  | -169,44  | -100,16  | -42,66   | 21,31    | 0,48     |
| <b>R</b>     | 16,85    | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 21,31    | 21,80    |
| <b>ΔR</b>    | -4,94    | -16,85   | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 21,31    | 0,48     |
| <b>Ihi</b>   | 1,40     | 0,49     | 0,58     | 0,45     | 0,24     | 0,04     | 0,02     | 0,04     | 0,16     | 0,42     | 1,61     | 1,02     |
| <b>Lni</b>   | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 21,31    | 0,48     |
| <b>Tipo</b>  | I        | S        | I        | S        | S        | S        | S        | S        | S        | H        | H        | H        |

*Tabla 31: Datos necesarios para la obtención del régimen hídrico. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR*

|  |         |
|--|---------|
| <b>Precipitación total anual (mm)</b>              | 328,58  |
| <b>Evapotranspiración total anual (mm)</b>         | 1232,50 |
| <b>Índice de humedad anual (Ih, tanto por uno)</b> | 0,27    |
| <b>Lluvia de lavado total (Ln, mm)</b>             | 21,80   |

Tabla 32: Significado de los términos usados para obtener régimen hídrico. Fuente: elaboración propia

| <b>Término</b>        | <b>Significado</b>  |
|-----------------------|---|
| <b>ET<sub>o</sub></b> | Evapotranspiración de referencia obtenida mediante el método de Penman – Monteith (mm).   |
| <b>P</b>              | Precipitación mensual (mm).   |
| <b>R</b>              | Reserva hídrica del suelo, obtenida como la diferencia entre la precipitación mensual y la evapotranspiración de referencia, a partir de la finalización del período de los meses secos (mm).   |
| <b>ΔR</b>             | Incremento de R   |
| <b>I<sub>hi</sub></b> | Índice de humedad mensual estimado como sigue:<br>$I_{hm} = P_m / ET_{om}$ ; si $P_m > ET_{om}$<br>$I_{hm} = (P_m +  \Delta R_m ) / ET_{om}$ ; si $P_m < ET_{om}$   |
| <b>L<sub>ni</sub></b> | L <sub>n</sub> : lluvia de lavado, estimado como la diferencia entre la precipitación mensual y la evapotranspiración de referencia (mm).   |
| <b>Tipos</b>          | Clasificación del mes (seco, húmedo o intermedio):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Mes húmedo: <math>P_m &gt; ET_{om}</math></li> <li>- Mes intermedio: <math>P_m +  \Delta R_m  &gt; 0,5 \cdot ET_{om}</math></li> <li>- Mes seco: <math>P_m +  \Delta R_m  &lt; 0,5 \cdot ET_{om}</math></li> </ul> - El índice de humedad anual se estimó como sigue:<br>$I_{ha} = P_a / ET_o$ (mm). |

Tabla 33: Clasificación del régimen hídrico. Fuente: Papadakis, 1980

| <b>Régimen hídrico</b>   | <b>Tipos</b>  |
|--|---|
| <b>Húmedo:</b><br><br>Ningún mes seco.<br>$I_h > 1$ . $L_n > 0,20 * ETP$   | <b>Húmedo permanente HU</b> , todos los meses son húmedos.  |
|  | <b>Húmedo Hu</b> , algún mes no es húmedo.  |
| <b>Mediterráneo:</b><br><br>Ni húmedo ni desértico.<br>Precipitación invernal mayor que la precipitación estival. Si el verano es G, julio debe ser seco. Latitud $> 20^\circ$ , sino es monzónico.  | <b>Mediterráneo húmedo ME</b> , $L_n > 0,2 * ETP$ y/o $I_h > 0,88$ .  |
|  | <b>Mediterráneo seco Me</b> , $L_n < 0,20 * ETP$ ; $0,22 < I_h < 0,88$ ; en uno o más meses con $T > 15^\circ C$ se cumple que el agua disponible cubre la ETP:<br>$P_m + V_{Rm} > ETP_m$ . |
|  | <b>Mediterráneo semiárido me</b> , demasiado seco para ser Me.  |
| <b>Monzónico:</b><br><br>Ni húmedo ni desértico.<br>$I_{hVII-VIII} > I_{hIV-V}$ .<br>Julio o agosto deben ser húmedos, si dos meses invernales son húmedos. Julio o agosto deben ser no-secos, si dos meses invernales son no-secos. En caso contrario es un régimen estepario o isohigro semiárido. | <b>Monzónico húmedo MO</b> , $L_n > 0,20 \cdot ETP$ y/o $I_h > 0,88$ .  |
|  | <b>Monzónico seco Mo</b> , $L_n < 0,20 \cdot ETP$ ; $0,44 < I_h < 0,88$ .   |
|  | <b>Monzónico semiárido mo</b> , $I_h < 0,44$ .  |
| <b>Estepario St:</b> Ni húmedo ni mediterráneo ni monzónico. Primavera no seca ( $\Sigma V_m = III PPT_m > 0,5 \cdot \Sigma V_m = III ETP_m$ ). Latitud $> 20^\circ$ , sino es monzónico.  |   |
| <b>Desértico:</b><br><br>Todos los meses con $T > 15^\circ C$ son secos;<br>$I_h < 0,22$ .   | <b>Desértico absoluto da</b> , $I_{hm} < 0,25$ , para todo mes con $T_m > 15^\circ C$ ; $I_h < 0,09$ .  |
|  | <b>Desértico mediterráneo de</b> , no suficientemente árido para da; lluvia invernal mayor que la estival.  |
|  | <b>Desértico monzónico do</b> , no suficientemente árido para da; julio-agosto menos secos que abril-mayo.  |
|  | <b>Desértico isohigro di</b> , ninguno de los anteriores ni da, ni de, ni do.   |
| <b>Isohigro semiárido si:</b> Muy seco para estepario. Muy húmedo para desértico. Ni mediterráneo, ni monzónico.   |   |

Según los datos obtenidos, el régimen hídrico puede ser clasificado como “Mediterráneo seco (Me)”.

## 12. CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos del estudio climático se observa que el municipio de Tomelloso, debido a su localización geográfica, predominan el climas mediterráneo seco caracterizado por la estacionalidad de las temperaturas, inviernos fríos y veranos calurosos, con sequía estival e irregularidad de las precipitaciones anuales.

En invierno los periodos de lluvia están relacionados con las borrascas atlánticas y el frente polar, alternando con otros periodos secos y fríos debidos a la circulación de tipo meridiano norte-sur, que trae hasta estas latitudes el viento frio y seco de latitudes polares. En los veranos por el contrario el clima presenta rasgos típicos del continente africano, debido sobre todo al desplazamiento hacia el norte del anticiclón de las azores provocando prolongadas sequías y olas de calor asociadas a las masas cálidas de aire procedentes del norte africano (Auditoria de sostenibilidad de Tomelloso, 2006).

Su ubicación en el interior peninsular, la elevada altitud media y el aislamiento causado por el relieve montañoso que lo rodea reducen la influencia suavizadora del océano Atlántico y del mar Mediterráneo. Como consecuencia, se produce un fuerte contraste térmico estacional, ya comentado anteriormente, de inviernos fríos y veranos especialmente calurosos.

En cuanto al resto de factores climáticos estudiados, los meses de verano son los que reciben mayor radiación y presentan los valores más altos de evapotranspiración, como era de esperar. Es por ello por lo que el riego en esta época del año será de vital importancia para el correcto desarrollo del cultivo seleccionado.

Tras analizar la climatología de la zona se ha llegado a las siguientes conclusiones:

*Tabla 34: Cuadro resumen estudio climático de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan”. Fuente: elaboración propia*

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Temperatura</b>           | Temperatura media anual de 14,14 °C.<br>Estacionalidad de las temperaturas  |
| <b>Precipitaciones</b>       | Precipitación media anual es de 328,58 mm.<br>Meses centrales de verano con probabilidades altas de déficit hídrico                 |
| <b>Régimen de heladas</b>    | Intervalo libre de heladas desde mayo hasta octubre   |
| <b>Diagrama ombrotérmico</b> | Meses comprendidos entre junio y septiembre dentro del periodo seco (precipitación media inferior a dos veces la temperatura media) |
| <b>Viento</b>                | No alcanzan valores significativos  |
| <b>Radiación solar</b>       | El máximo valor se alcanza en el mes de julio   |
| <b>Evapotranspiración</b>    | El máximo valor se alcanza en el mes de julio   |

Anejo N°3 – Estudio Climático

|  |                              |                           |
|--|------------------------------|---------------------------|
| <b>Clasificación climática -<br/>Koppen</b>    | <b>Grupo climático</b>       | C                         |
|  | <b>Subgrupo climático</b>    | s                         |
|  | <b>Subdivisión climática</b> | a                         |
| <b>Clasificación climática -<br/>Papadakis</b> | <b>Tipo de invierno</b>      | Avena cálida (Av)         |
|  | <b>Tipo de verano</b>        | Maize (M)                 |
|  | <b>Régimen de humedad</b>    | Mediterráneo seco<br>(Me) |

A partir del presente estudio climático se obtienen las conclusiones necesarias para la puesta en regadío de la finca objeto de estudio. El uso de aguas regeneradas para el riego es un aspecto muy importante en el proyecto, por ello, este estudio climático está orientado a satisfacer las necesidades hídricas del cultivo a implantar, teniendo en cuenta el uso de este tipo de agua.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

Almorox, J. 2003. *Climatología aplicada al medio ambiente y la agricultura*, Universidad Politécnica de Madrid, ETSIAAB.

Auditoria de sostenibilidad de Tomelloso. 2006. *Diagnosis Integral Municipal de la auditoría de sostenibilidad del municipio de Tomelloso*

Meteoblue. 2021, 23 mayo. *Clima Tomelloso*.

[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/tomelloso\\_espa%C3%B1a\\_2510392](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/tomelloso_espa%C3%B1a_2510392)

Papadakis, J. 1966. *Climates of the world and their agricultural potentialities*, Editado por autor. Buenos Aires, Argentina. 174 p.

Thornthwaite, C.W. 1948. *An approach toward a rational classification of climate*. Georgia. Rev. 38.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°4  
ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2. ANTECEDENTES .....   | 1  |
| 3. REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES .....                    | 2  |
| 3.1. CONTEXTO HISTÓRICO.....                                  | 2  |
| 3.2. USOS DEL AGUA REGENERADA EN ESPAÑA .....                 | 4  |
| 3.3. USO DE AGUAS REGENERADAS EN AGRICULTURA .....            | 6  |
| 3.4. BENEFICIOS DE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS..... | 9  |
| 3.5. RIESGOS RELATIVOS AL RIEGO CON AGUAS REGENERADAS .....   | 9  |
| 3.5.1. SALINIDAD .....  | 10 |
| 3.5.2. AGUAS SUBTERRANEAS.....                                | 10 |
| 3.5.3. NUTRIENTES .....                                       | 11 |
| 3.5.4. METALES PESADOS.....                                   | 11 |
| 3.5.5. RIESGOS SANITARIOS .....                               | 11 |
| 4. MARCO LEGAL .....  | 12 |
| 4.1. NORMATIVA INTERNACIONAL .....                            | 12 |
| 4.2. MARCO LEGAL EUROPEO .....                                | 12 |
| 4.2.1. DIRECTIVA 91/271/CEE .....                             | 12 |
| 4.2.2. DIRECTIVA 2000/60/CE.....                              | 12 |
| 4.2.3. DIRECTIVA 2008/105/CE.....                             | 12 |
| 4.2.4. DIRECTIVA 2013/39/UE.....                              | 12 |
| 4.2.5. REGLAMENTO (UE) 2020/741 .....                         | 13 |
| 4.3. MARCO LEGAL NACIONAL.....                                | 14 |
| 4.3.1. REAL DECRETO-LEY 11/1995.....                          | 15 |
| 4.3.2. REAL DECRETO 1620/2007.....                            | 15 |
| 4.3.3. REAL DECRETO 817/2015.....                             | 16 |
| 4.4. MARCO LEGAL AUTONÓMICO .....                             | 16 |
| 4.5. NORMATIVA MUNICIPAL.....                                 | 16 |
| 5. USO DE AGUAS REGENERADAS EN TOMELLOSO .....                | 17 |
| 6. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO .....                           | 20 |
| 6.1. RESULTADOS ANALÍTICOS .....                              | 20 |
| 7. CONCLUSIONES.....  | 22 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA.....  | 25 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Caudal reutilizado en diferentes comunidades a nivel nacional 2018. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) .....  | 2  |
| Tabla 2: Porcentaje de uso de aguas regeneradas en España (2018) por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE) .....  | 5  |
| Tabla 3: Resumen de los criterios de calidad para la reutilización de las aguas regeneradas según los usos. Siendo UFC: Unidades Formadoras de Colonias; UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad; PT: Fósforo total; NT: Nitrógeno total, suma de nitrógeno inorgánico y orgánico presente en la muestra. Fuente: BOE, 2007. .... | 8  |
| Tabla 4: Frecuencias mínimas de muestreo y análisis de cada parámetro. Fuente: BOE, 2007. ....  | 8  |
| Tabla 5: Calidad del agua de riego según la cantidad de sales disueltas (gramos/litro). Fuente: Vega y Muñoz-Cobo (2005).....   | 10 |
| Tabla 6: Calidad del agua de riego según su conductividad eléctrica (dS/m). Vega y Muñoz-Cobo (2005) .....  | 10 |
| Tabla 9: Clases de calidad de las aguas regeneradas y uso agrícola y método de riego permitidos. Fuente: Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) .....  | 13 |
| Tabla 10: Requisitos de calidad de las aguas regeneradas para el riego agrícola. Fuente: Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) .....  | 14 |
| Tabla 7: Caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso (m <sup>3</sup> /año) en el periodo de tiempo 2015 – 2020. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ayuntamiento de Tomelloso.....   | 18 |
| Tabla 8: Resultados de los análisis físico-químicos del agua regenerada procedente de la EDAR de Tomelloso. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos a través del Ayuntamiento de Tomelloso.....  | 20 |
| Tabla 11: Comparativa de resultados de los análisis físico-químicos del agua regenerada procedente de la EDAR de Tomelloso con los valores máximos admisibles según el Real Decreto 1620/2007 y el Reglamento (UE) 2020/741. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos a través del Ayuntamiento de Tomelloso..... | 23 |
|   |    |
| Imagen 1: Distribución geográfica de los sistemas de reutilización (2018). Fuente: Iglesias et al. (2010). ....   | 3  |
| Imagen 2: Estadísticas sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, Comunidades y ciudades autónomas, Volumen (m <sup>3</sup> /día) total de agua reutilizada, 2018. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) .....   | 4  |
| Imagen 3: Estación depuradora de aguas residuales de Tomelloso. Fuente: feriazaragoza.es .....  | 17 |
| Imagen 4: Esquema de un Lecho Bacteriano. Fuente: iagua.es .....  | 19 |

|   |    |
|---|----|
| Gráfica 1: Distribución de volúmenes reutilizados en España (2018). Fuente: elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE) .....  | 3  |
| Gráfica 2: Porcentaje de uso de aguas regeneradas en España (2018). Fuente: elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE) .....  | 5  |
| Gráfica 3: Porcentaje de uso de aguas regeneradas en España (2018) por comunidades autónomas. Fuente: elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE) .....                            | 6  |
| Gráfica 4: Caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso (m <sup>3</sup> /año) en el periodo de tiempo 2015 – 2020. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ayuntamiento de Tomelloso..... | 18 |



## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene por objetivo el estudio detallado de la calidad agronómica del agua de riego así como de las características físico-químicas de la misma, atendiendo a la normativa existente. El agua de riego de la parcela procede de la Comunidad de Regantes "Los Auriles". También se hará una descripción de las características del uso del agua regenerada en la agricultura, así como de su contexto histórico y sus ventajas e inconvenientes.

## 2. ANTECEDENTES

Uno de los aspectos más importantes en el municipio de Tomelloso es la disponibilidad de agua para poder regar los cultivos. El término municipal dispone de aproximadamente 8.000 hectáreas de superficie de riego las cuales representan aproximadamente un 30 por ciento del total la superficie agrícola dedicada a cultivos. Estas necesidades quedan cubiertas por los recursos hídricos procedentes de tres vías diferentes:

1. Aguas procedentes del **Embalse de Peñarroya**.
2. Extracciones de agua por la apertura y utilización de pozos de riego procedentes de la masa de agua subterránea **Mancha Occidental II**.
3. Aguas procedentes de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) a través de la concesión a la **S.A.T "Los Auriles"**.

Actualmente, el desarrollo de la tecnología del sistema de riego permite que se lleve a cabo mediante sistemas de riego localizado, expandido por completo en la mayoría de los cultivos. Las instalaciones de riego están modernizadas y automatizadas, lo cual permite un estricto control durante todo el proceso.

Únicamente trataremos en profundidad las aguas procedentes de la estación depuradora de aguas residuales, debido a que será con esta agua con la que reguemos nuestro cultivo. Las aguas residuales representan un valioso recurso capaz de suministrar agua, nutrientes, energía y otros materiales.

### 3. REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

#### 3.1. CONTEXTO HISTÓRICO

A lo largo de los últimos años, la reutilización de aguas residuales ha adquirido gran crecimiento como mecanismo capaz de regular los recursos hídricos en zonas de escasez hídrica, como es el caso de la zona de estudio del presente proyecto.

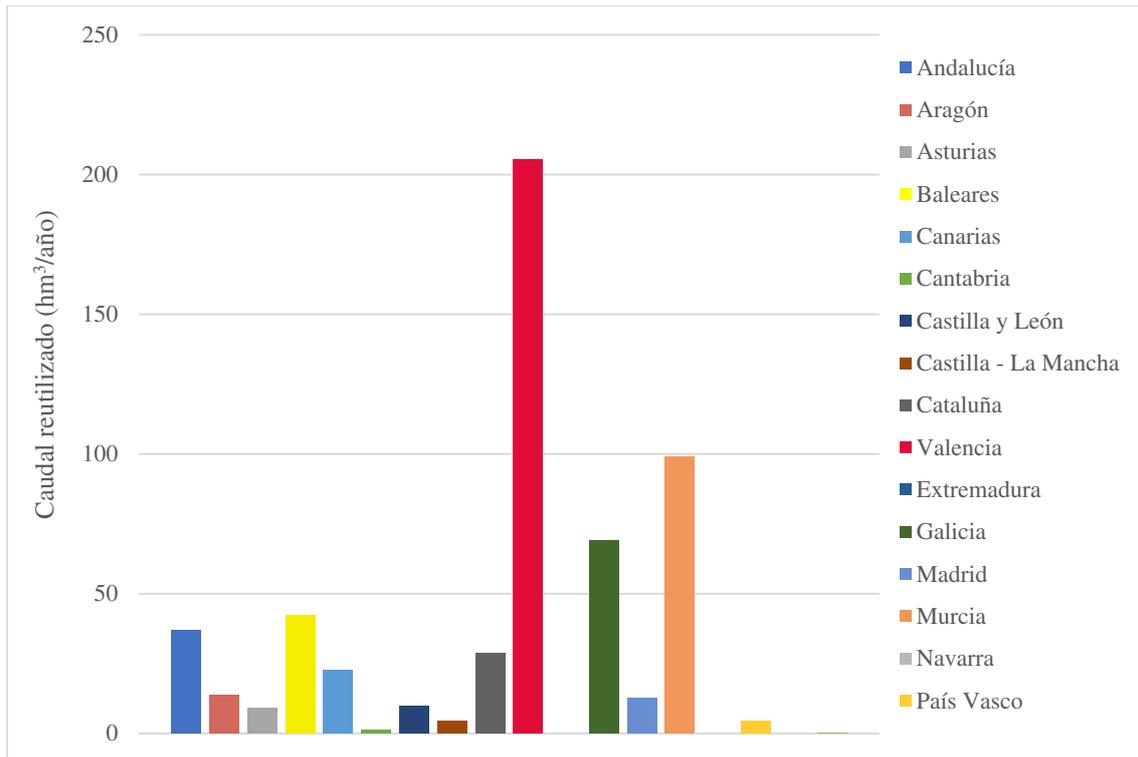
A partir de los años 70, nace el concepto de aguas depuradas a lo largo de todo el mundo (Israel, EEUU, España, entre otros). Este concepto es aplicable a las aguas depuradas cuya calidad las hace aptas de ser reutilizadas en otros ámbitos. No obstante, por entonces aún se desconocían los posibles efectos desfavorables que pudieran provocar, tanto a nivel agrológico como en las aguas superficiales y los acuíferos subyacentes.

Para el año 2008, España se postulaba como uno de los líderes en Europa en reutilización de aguas residuales. El CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) recopiló información sobre todos los proyectos de regeneración de aguas a nivel nacional. En el año 2018 se reutilizaron 559,95 hm<sup>3</sup>/año de aguas residuales, lo que supone aproximadamente el 11,21% del volumen total de las aguas depuradas.

*Tabla 1: Caudal reutilizado en diferentes comunidades a nivel nacional 2018. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)*

| <b>Comunidad autónoma</b> | <b>Caudal reutilizado (hm<sup>3</sup>/año)</b> |
|---------------------------|--|
| Valencia                  | 205,42   |
| Murcia                    | 99,04  |
| Galicia                   | 69,06  |
| Baleares                  | 42,46  |
| Andalucía                 | 37,06  |
| Cataluña                  | 28,92  |
| Canarias                  | 22,52  |
| Aragón                    | 13,57  |
| Madrid                    | 12,71  |
| Castilla y León           | 9,66   |
| Asturias                  | 9,11   |
| Castilla - La Mancha      | 4,52   |
| País Vasco                | 4,45   |
| Cantabria                 | 1,43   |
| Ceuta y Melilla           | 0,01   |
| Extremadura               | 0,00   |
| Navarra                   | 0,00   |
| La Rioja                  | 0,00   |
| <b>Total</b>              | <b>559,95</b>                                  |

## Anejo N°4 – Análisis del agua de riego



Gráfica 1: Distribución de volúmenes reutilizados en España (2018). Fuente: Elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

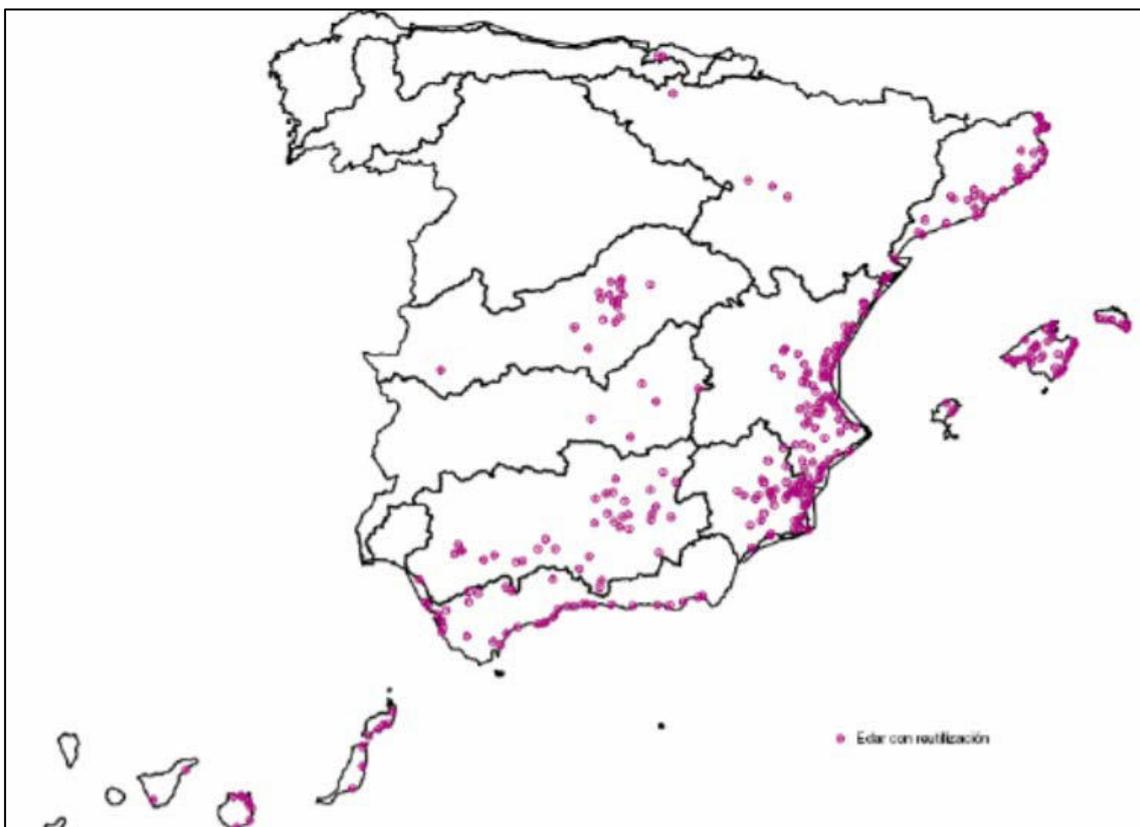
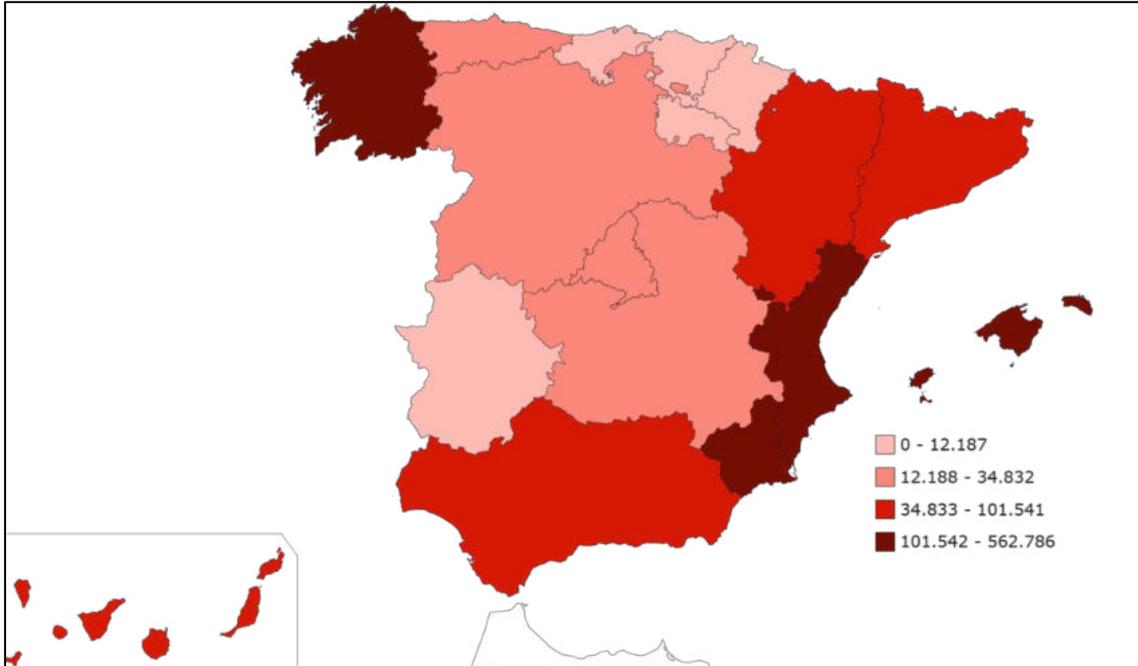


Imagen 1: Distribución geográfica de los sistemas de reutilización (2018). Fuente: Iglesias et al. (2010).

La distribución es variable dentro del territorio nacional. Las cifras más altas se dan en los archipiélagos canario y balear y en el sureste peninsular, debido a que en estas zonas el agua constituye un recurso estratégico. Destacan la Comunidad Valenciana, que reutilizaba 205,42 hm<sup>3</sup>/año (42,7% del del total del volumen tratado) y la Comunidad de Murcia, que reutilizaba 99,04 hm<sup>3</sup>/año (95,6% del total del volumen tratado).



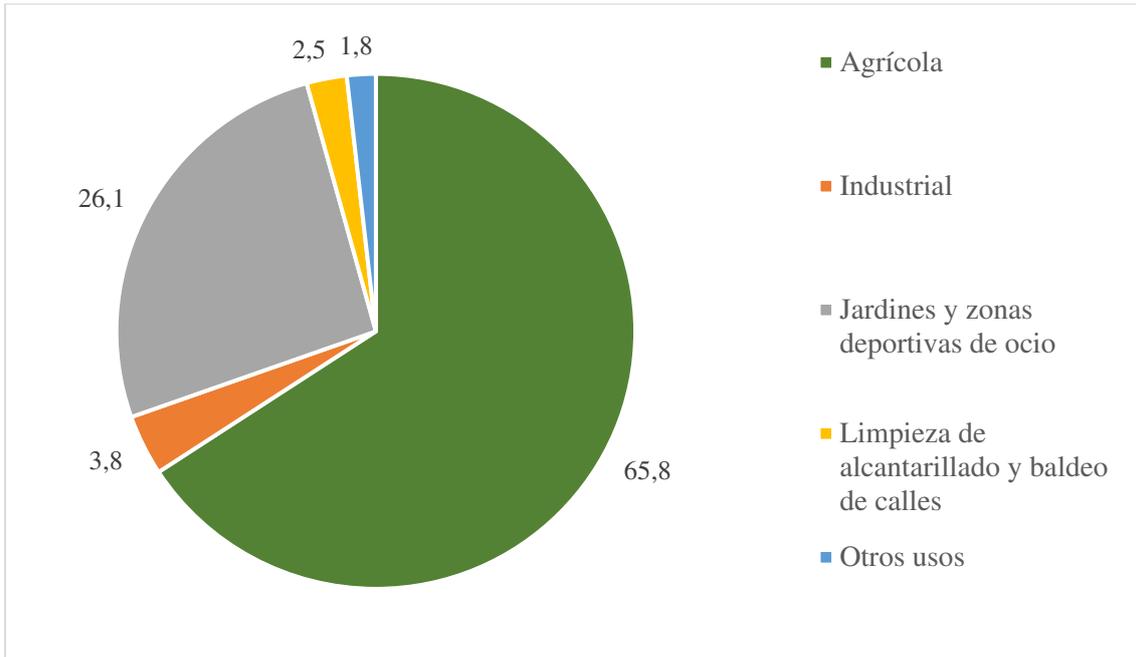
*Imagen 2: Estadísticas sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, Comunidades y ciudades autónomas, Volumen (m<sup>3</sup>/día) total de agua reutilizada, 2018. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)*

### **3.2. USOS DEL AGUA REGENERADA EN ESPAÑA**

Los usos del agua regenerada pueden ser muy variados y, a excepción del consumo humano y animal, prácticamente todos son posibles. El único condicionante a la hora de elegir el destino que se da al agua depurada es su calidad. El número y grado de tratamientos efectuados sobre el agua determinará su calidad final.

El Real Decreto 1610/2007 clasifica los usos permitidos en 5 grupos: urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales (BOE, 2007).

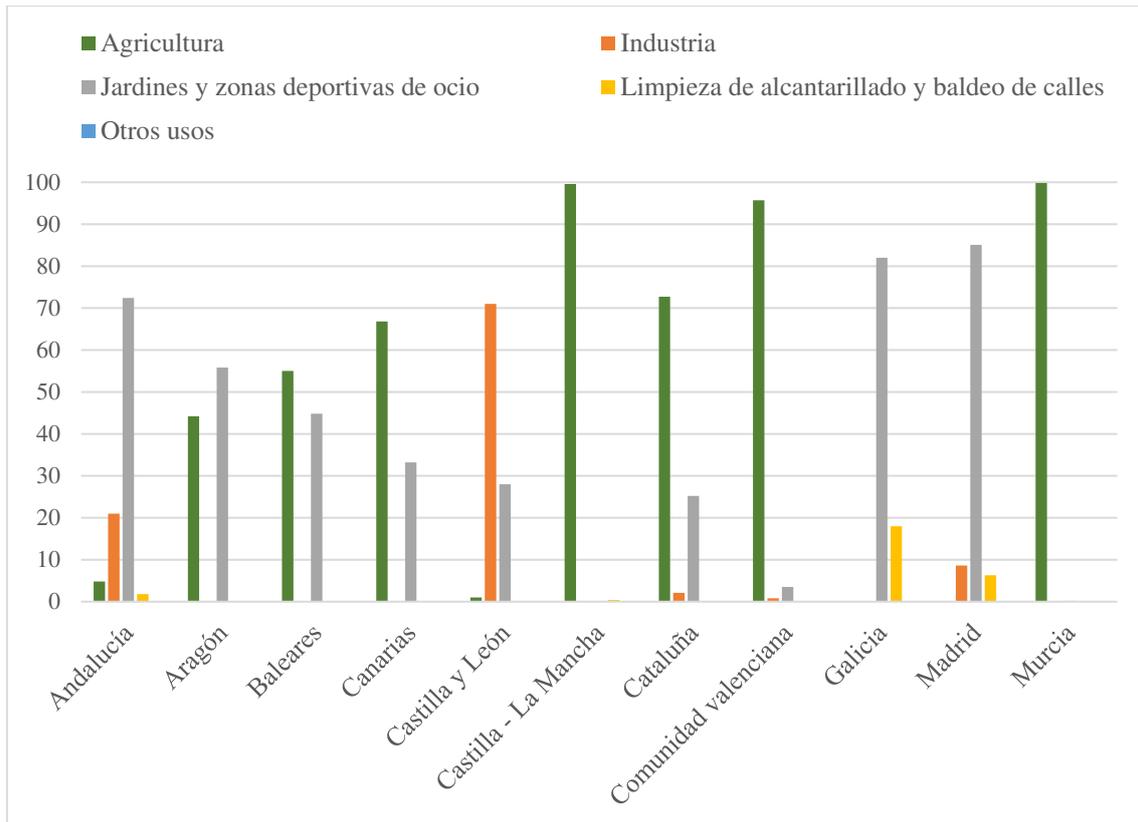
Anejo N°4 – Análisis del agua de riego



Gráfica 2: Porcentaje de uso de aguas regeneradas en España (2018). Fuente: elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

Tabla 2: Porcentaje de uso de aguas regeneradas en España (2018) por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

| Comunidad autónoma   | Agricultura | Industria | Jardines y zonas deportivas de ocio | Limpieza alcantar. y baldeo de calles | Otros usos |
|----------------------|-------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| Andalucía            | 4,8         | 21        | 72,4                                | 1,8                                   | 0          |
| Aragón               | 44,2        | 0         | 55,8                                | 0                                     | 0          |
| Baleares             | 55          | 0         | 44,8                                | 0,1                                   | 0,1        |
| Canarias             | 66,8        | 0         | 33,2                                | 0                                     | 0          |
| Castilla y León      | 1           | 71        | 28                                  | 0                                     | 0          |
| Castilla – La Mancha | 99,6        | 0         | 0                                   | 0,4                                   | 0          |
| Cataluña             | 72,7        | 2,1       | 25,2                                | 0                                     | 0          |
| Comunidad valenciana | 95,7        | 0,8       | 3,5                                 | 0                                     | 0          |
| Galicia              | 0           | 0         | 82                                  | 18                                    | 0          |
| Madrid               | 0           | 8,6       | 85,1                                | 6,3                                   | 0          |
| Murcia               | 99,8        | 0         | 0,2                                 | 0                                     | 0          |



Gráfica 3: Porcentaje de uso de aguas regeneradas en España (2018) por comunidades autónomas.  
Fuente: Elaboración propia basado en los datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

La aplicación mayoritaria de las aguas regeneradas es agrícola. Se corresponde con el uso que más puede contribuir al ahorro de agua tanto superficial como subterránea y, por tanto, ayudar a la conservación del medio natural.

### 3.3. USO DE AGUAS REGENERADAS EN AGRICULTURA

En la Unión Europea, la escasez de agua afecta al 17% de su territorio y el 46% de su población habita en zonas con problemas de abastecimiento de agua. La agricultura consume importantes cantidades de agua, representando el 36% del consumo a nivel europeo y el 75% del consumo en los países mediterráneos (Guillén, 2016).

Considerando el área de estudio de nuestro proyecto, la escasez de agua de la que se ve afectada el municipio de Tomelloso incrementa la presión sobre los recursos hídricos y favorece la diversificación de las fuentes de obtención de agua y la promoción de fuentes no convencionales como es el caso del agua regenerada.

No obstante, la implementación del uso de aguas regeneradas trae consigo importantes desafíos. Estos están relacionados con aspectos económicos y de infraestructura, cuya resolución conlleva una importante planificación e inversión, así como desafíos sociales relacionados con la percepción social tanto de los usuarios como de los consumidores.

Por lo tanto, uno de los aspectos clave de la implementación de este tipo de agua en la agricultura es involucrar a la sociedad beneficiaria en el proceso de planificación del proyecto y promover su participación. La transparencia y el diálogo proporcionan confianza entre la comunidad y todas las partes relacionadas con su gestión.

Se distinguen 7 usos distintos de tipo agrícola para las aguas regeneradas atendiendo al Real Decreto 1610/2007:

- Riego de cultivos para su consumo en fresco.
- Riego para cultivos cuyo consumo no es en fresco.
- Riego de pastos.
- Acuicultura.
- Riego de cultivo leñosos.
- Flores ornamentales, viveros e invernaderos.
- Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.

El decreto prevé tres tipos de calidad distintos según el producto sea o no alimento y teniendo en cuenta si el alimento se consume elaborado o en crudo. En las siguientes tablas se indican respectivamente los criterios de calidad y frecuencia de muestreo y análisis para cada parámetro en función del destino final del agua.

Anejo N°4 – Análisis del agua de riego

Tabla 3: Resumen de los criterios de calidad para la reutilización de las aguas regeneradas según los usos. Siendo UFC: Unidades Formadoras de Colonias; UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad; PT: Fósforo total; NT: Nitrógeno total, suma de nitrógeno inorgánico y orgánico presente en la muestra. Fuente: BOE, 2007.

| Uso agrícola  | Valor máximo admisible (VMA) |                         |                       |                   |                                       |
|---|------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|
|   | Nemátodos Intestinales       | <i>Escherichia Coli</i> | Sólidos en suspensión | Turbidez          | Otros criterios                       |
| <b>Calidad 2.1</b><br>a) Riego de cultivos para su consumo en fresco  | 1 huevo/10 L                 | 100 UFC/100 mL          | 20 mg/L               | 10 UNT            | <i>Legionella spp.</i><br>1.000 UFC/L |
| <b>Calidad 2.2</b><br>a) Riego para cultivos cuyo consumo no es en fresco<br>b) Riego de pastos<br>c) Acuicultura   | 1 huevo/10 L                 | 1.000 UFC/100 mL        | 35 mg/L               | No se fija límite | Ausencia de <i>Salmonella</i>         |
| <b>Calidad 2.3</b><br>a) Riego de cultivos leñosos<br>b) Flores ornamentales, viveros e invernaderos<br>c) Riego de cultivos industriales no alimentarios | 1 huevo/10 L                 | 10.000 UFC/100 mL       | 35 mg/L               | No se fija límite | <i>Legionella spp.</i><br>1.000 UFC/L |

Tabla 4: Frecuencias mínimas de muestreo y análisis de cada parámetro. Fuente: BOE, 2007.

| Uso          | Calidad | Nemátodos intestinales | <i>Escherichia Coli</i> | Sólidos en suspensión | Turbidez | Nitrógeno Fósforo |
|--------------|---------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------|-------------------|
| Uso agrícola | 2.1     | Quincenal              | Semanal                 | Semanal               | Semanal  | -                 |
|              | 2.2     | Quincenal              | Semanal                 | Semanal               | -        | -                 |
|              | 2.3     | Quincenal              | Semanal                 | Semanal               | -        | -                 |

### **3.4. BENEFICIOS DE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS**

El uso de agua regenerada es capaz de mejorar la autosuficiencia de las regiones y resulta un recurso a menudo más fiable que otras fuentes hídricas convencionales. Los principales beneficios de la reutilización de aguas regeneradas para el riego son la conservación del agua dulce para otros usos, el uso potencial de los nutrientes contenidos en el agua regenerada y la reducción de la descarga de aguas residuales a medios ecológicamente sensibles.

A continuación se desarrollan los beneficios:

1. Constituye una nueva fuente de suministro de agua. Permite destinar el agua de mejor calidad a usos más exigentes (abastecimiento público).
2. Disminución de la explotación de ríos o aguas subterráneas.
3. Reducción de los costes de tratamiento y vertido del agua depurada, cuando los requisitos de calidad del medio receptor son menos exigentes que los del propio tratamiento de desinfección.
4. Disminución del aporte contaminantes a los cursos naturales de agua.
5. Ahorro energético. Evita la necesidad de aportes adicionales de agua desde zonas más alejadas a la de la planta de regeneración.
6. Aprovechamiento de los elementos nutritivos presentes en el agua, especialmente cuando el agua regenerada se utiliza para riego agrícola. Constituye así una aportación adicional de fertilizantes a las plantas, llegando a reducir la cuantía de abonos a utilizar por los agricultores.
7. Mayor garantía (fiabilidad y regularidad) de suministro. Los flujos de agua depurada tienen una mayor garantía de suministro que los recursos naturales de agua, especialmente en zonas semiáridas. Esto es debido a que el flujo de agua regenerada se puede controlar mejor que el de la mayoría de los cauces naturales de agua.

### **3.5. RIESGOS RELATIVOS AL RIEGO CON AGUAS REGENERADAS**

Los posibles riesgos asociados al uso de agua regenerada para el riego dependen de la calidad del agua, las características de suelo, el método de riego, las prácticas de cultivo y las condiciones ambientales. Estos riesgos pueden ser controlados mediante unas adecuadas prácticas agrícolas. El agua regenerada debe ser aplicada de forma responsable ya que, al ser su calidad diferente de la de los suministros de agua potable habituales, existe riesgo de aparición de problemas.

La preocupación por el uso de agua regenerada en la agricultura se centra principalmente en el riesgo por salinización de suelos, la acumulación de metales tóxicos y la posterior transferencia de la planta, contaminación del agua subterránea y problemas de salud pública debido a patógenos.

### 3.5.1. SALINIDAD

El nivel de salinidad en aguas regeneradas es mayor que en el agua procedente de la red, normalmente 1,5-2 veces mayor. El riego con aguas regeneradas puede producir serios problemas de salinidad y/o sodicidad en los suelos agrícolas, siendo necesario un aporte de exceso de agua para reducir la acumulación de sales (Segura et al., 2012).

Pueden presentarse problemas debidos a la salinidad del agua de riego cuando su conductividad eléctrica es superior a 2 dS/m, que corresponde a un contenido de sales aproximado de 1,3 g/l. Valores superiores a 3 dS/m (equivalente a unos 2 g/l) producen disminuciones de producción importantes en la mayoría de los casos (Ramos, 1997).

Se establecen las siguientes clasificaciones:

*Tabla 5: Calidad del agua de riego según la cantidad de sales disueltas (gramos/litro). Fuente: Vega y Muñoz-Cobo (2005)*

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| <b>Calidad buena</b> | < 0,77 g/L      |
| <b>Calidad media</b> | 0,77 – 2,24 g/L |
| <b>Calidad baja</b>  | > 2,24 g/L      |

*Tabla 6: Calidad del agua de riego según su conductividad eléctrica (dS/m). Vega y Muñoz-Cobo (2005)*

| <b>CEw (dS/m)</b> | <b>Calidad del agua</b> | <b>Peligro de salinidad</b> |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0 – 1             | Excelente a buena       | Bajo a medio                |
| 1 – 3             | Buena a marginal        | Alto                        |
| > 3               | Marginal a inaceptable  | Muy alto                    |

El uso de aguas regeneradas para el riego puede traer consigo problemas de salinidad. La posibilidad de usar este tipo de agua mezclada con agua dulce es una buena solución para mejorar la calidad agronómica del agua.

### 3.5.2 AGUAS SUBTERRANEAS

Además de los impactos sobre la calidad del suelo y en las plantas, el riego con aguas regeneradas puede producir un aumento de iones salinos como Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en aguas subterráneas, provocando así su contaminación.

En el caso del nitrato, la aplicación de aguas con un contenido superior a las distintas fases de crecimiento de las plantas puede provocar un excedente, el cual puede ser lixiviado hacia horizontes inferiores provocando su acumulación en el agua subterránea y ocasionando contaminación con NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

### **3.5.3. NUTRIENTES**

Las propiedades del suelo pueden llegar a mejorar significativamente después de un periodo largo de riego con aguas regeneradas debido a sus efectos fertilizantes.

El manejo del riego y la fertilización es de vital importancia con el objetivo de asegurar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del agua como recurso. El uso de agua regenerada puede servir como fuente de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, como por ejemplo nitrógeno, fósforo, potasio y algunos micronutrientes. No obstante, si no se manejan adecuadamente puede causar problemas como desequilibrios de nutrientes (crecimientos vegetativos en exceso y calidades inferiores) y contaminación de aguas subterráneas (lixiviación de nitratos hacia los acuíferos) (Candela et al., 2007).

### **3.5.4. METALES PESADOS**

El uso de aguas residuales a largo plazo puede causar la acumulación de metales pesados como cadmio, cobalto, níquel, cromo o plomo en el suelo, en niveles tóxicos para las plantas. Estos elementos, pueden acumularse en el suelo y conducir a una acumulación en la parte comestible de la planta, afectando negativamente al crecimiento vegetal, a la salud animal y humana y a la calidad ambiental.

### **3.5.5. RIESGOS SANITARIOS**

La utilización de aguas regeneradas presenta un alto riesgo, tanto para el público como para los trabajadores que las manejan. Esto es debido a la elevada exposición a microorganismos patógenos y a sustancias tóxicas. Este tipo de aguas son portadoras de bacterias, virus, protozoos y nemátodos, que pueden llegar a causar enfermedades.

## **4. MARCO LEGAL**

### **4.1. NORMATIVA INTERNACIONAL**

Las primeras normas en la materia tratan el tratamiento de aguas residuales desde un punto de vista general en el marco de protección de calidad de las aguas. Por ello, al aludir a la regulación internacional, destaca el carácter de protección del medio ambiente en el que se engloba el saneamiento.

### **4.2. MARCO LEGAL EUROPEO**

#### **4.2.1. DIRECTIVA 91/271/CEE**

Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas. Su objetivo principal es la protección del medio ambiente frente a los efectos negativos provocados por los vertidos de aguas residuales (art. 1).

#### **4.2.2. DIRECTIVA 2000/60/CE**

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas: Directiva Marco de Agua (DMA). Establece un marco comunitario de actuación en política de aguas incidiendo en aspectos medioambientales.

Su objetivo principal es la búsqueda de convergencia en oferta, demanda y gestión del agua, a través de la mejora de la calidad, aumento de la eficiencia y una gestión con alta participación tanto del sector privado como de los usuarios.

#### **4.2.3. DIRECTIVA 2008/105/CE**

La Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, establece normas de calidad ambiental (NCA), de conformidad con la Directiva 2000/60/CE, para las 33 sustancias prioritarias identificadas en la Decisión N° 2455/2001/CE y otros 8 contaminantes que ya estaban regulados en la Unión.

#### **4.2.4. DIRECTIVA 2013/39/UE**

Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de agosto de 2013 por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.

#### 4.2.5. REGLAMENTO (UE) 2020/741

El 5 de junio de 2020 se publica el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, el cual será de aplicación a partir del año 2023.

El objetivo básico del presente Reglamento es garantizar la seguridad del agua regenerada para el riego agrícola, garantizando así un alto nivel de protección del medio ambiente, de la salud humana y de la sanidad animal. Además, busca promover la economía circular, apoyar la adaptación al cambio climático y contribuir a los objetivos de la Directiva 2000/60/CE haciendo frente a la escasez de recursos hídricos.

Las clases de calidad de las aguas regeneradas y los usos y métodos de riego permitidos en cada clase se indican a continuación. En caso de que un tipo determinado de cultivo regado corresponda a varias categorías, se le aplicarán los requisitos de la categoría más estricta.

*Tabla 7: Clases de calidad de las aguas regeneradas y uso agrícola y método de riego permitidos.  
Fuente: Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*

| <b>Clase calidad mínima</b> | <b>Categoría de cultivo</b>   | <b>Método de riego</b>   |
|-----------------------------|---|--|
| A                           | Todos los cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas y los tubérculos que se consumen crudos  | Todos los métodos de riego   |
| B                           | Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche | Todos los métodos de riego   |
| C                           | Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche | Riego por goteo u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible del cultivo |
| D                           | Cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas   | Todos los métodos de riego   |

Tabla 8: Requisitos de calidad de las aguas regeneradas para el riego agrícola. Fuente: Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)

| Clase calidad mínima | Tratamiento indicativo                            | Requisitos de calidad       |  |  |                |  |
|----------------------|---|-----------------------------|--|--|----------------|--|
|                      |   | <i>E. coli</i> (núm/100 ml) | DBO5 (mg/l)  | STS (mg/l)   | Turbidez (UNT) | Otros  |
| A                    | Tratamiento secundario, filtración y desinfección | ≤ 10                        | ≤ 10   | ≤ 10   | ≤ 5            | <i>Legionella spp.</i> : < 1 000 UFC/l cuando exista riesgo de aerosolización<br><br>Nemátodos intestinales (huevos de helmintos): ≤ 1 huevo/l para el riego de pastos o forraje |
| B                    | Tratamiento secundario y desinfección             | ≤ 100                       | De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1) | De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1) | -              |  |
| C                    | Tratamiento secundario y desinfección             | ≤ 1.000                     |  |  | -              |  |
| D                    | Tratamiento secundario y desinfección             | ≤ 10.000                    |  |  | -              |  |

### 4.3. MARCO LEGAL NACIONAL

En España, el desarrollo de reutilización de agua en los últimos años ha sido promovido sobre todo por tres aspectos:

- a) Impulso dado al tratamiento de aguas residuales en la Directiva 91/271 / CEE que potenció el desarrollo de las EDAR.
- b) Desarrollo de tecnologías de regeneración, que han creado sistemas fiables con costos accesibles.
- c) Aprobación del R.D. 1620/2007 en el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

#### **4.3.1. REAL DECRETO-LEY 11/1995**

Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre de 1995, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. Supone la transposición de la Directiva 91/271/CEE a través de la figura de Decreto-Ley.

Tiene como objetivo proteger la calidad de las aguas continentales y disminuir los efectos negativos producidos por los vertidos de las aguas residuales urbanas. Estableció las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas, con el inconveniente principal de los elevados costes de mantenimiento.

#### **4.3.2. REAL DECRETO 1620/2007**

Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre de 2007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Define el concepto de reutilización, introduce el nombre de agua regenerada, determina los requisitos necesarios para las actividades que utilizan esta agua y los procedimientos para obtener las concesiones exigidas por la ley, e incluye disposiciones sobre usos permitidos y requisitos de calidad. Además, recoge los estándares de calidad mínimos obligatorios exigibles para la utilización de aguas regeneradas. Las aguas podrán ser usadas para usos urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales.

El procedimiento de concesión exige que el peticionario presente un proyecto de reutilización de aguas que incluya la documentación necesaria para identificar el origen y la localización geográfica de los puntos de entrega del agua regenerada; la caracterización del agua depurada, el volumen anual solicitado; el uso al que se va a destinar; el lugar de uso del agua regenerada especificando las características de las infraestructuras previstas desde la salida del sistema de reutilización de las aguas hasta los lugares de uso, y las características de calidad del agua regenerada correspondientes al uso previsto así como el autocontrol analítico propuesto.

El Organismo de Cuenca será el encargado de examinar la documentación presentada e informará sobre la compatibilidad o no de la solicitud con el Plan Hidrológico de cuenca atendiendo, entre otros, a los caudales ecológicos. A continuación, elaborará una propuesta en la que se establecerán las condiciones en las que podrá otorgarse la concesión para reutilizar las aguas. Una vez elaborada se solicitará la conformidad expresa del peticionario.

### **4.3.3. REAL DECRETO 817/2015**

Real Decreto 817/2015 de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Incorpora a la legislación española los aspectos relativos a la protección de estado de las aguas en aplicación de lo dispuesto en la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

### **4.4. MARCO LEGAL AUTONÓMICO**

Casi todas las normas autonómicas aluden a la normativa comunitaria sobre vertidos de aguas residuales urbanas. Las administraciones autonómicas tienen un papel importante en el saneamiento de las aguas sobre la base de la insuficiencia del ámbito municipal.

### **4.5. NORMATIVA MUNICIPAL**

Sobre los municipios han recaído las principales responsabilidades en materia de saneamiento de aguas residuales, en relación con las de origen urbano. Así, la mayor cercanía de las Entidades Locales con los problemas ambientales las sitúa en una posición preferente para ejecutar y gestionar con eficacia la normativa ambiental.

Los Entes Locales han ido perdiendo protagonismo en materia de depuración de aguas residuales ya que esta es un ámbito que trasciende el interés local afectando al interés autonómico y/o estatal.

## 5. USO DE AGUAS REGENERADAS EN TOMELLOSO

La utilización de aguas regeneradas para el riego en Tomelloso surge de la problemática local de abastecimiento de agua. La escasez de agua impulsa el uso de recursos hídricos no convencionales con el objetivo de compensar el déficit de agua en zonas con fuerte estrés hídrico. El objetivo fundamental es mejorar la eficacia en el uso del agua y limitar el consumo de recursos hídricos convencionales con fines agrícolas.

La principal fuente de agua para el regadío en el municipio de Tomelloso es el agua subterránea procedente de la masa Mancha Occidental II, en situación de sobreexplotación desde los años 90 el siglo XX. A pesar de la aplicación de diversas políticas de gestión del agua y la aplicación de regímenes de extracción, esta situación no ha logrado revertirse, lo que ha llevado a la imposición de medidas cada vez más restrictivas para los regantes de la zona. Actualmente, tras los sucesivos periodos de sequía de los últimos años, la Confederación Hidrográfica del Guadiana ha propuesto que, debido a la situación de emergencia en la que se encuentra la masa de agua subterránea Mancha Occidental II, se reduzcan las extracciones para todos los aprovechamientos en un 10% respecto a las asignaciones de 2019. De esta manera, los agricultores dispondrán de una dotación máxima de 1.800 m<sup>3</sup>/ha para cultivos herbáceos y de 1.350 m<sup>3</sup>/ha para cultivos leñosos. En este contexto, resulta evidente el interés por encontrar fuentes de agua alternativas, como es el caso del agua regenerada, capaces de aliviar el estrés al que se ven sometidos las masas de agua subterránea.

Así, Tomelloso es un municipio pionero en la reutilización de aguas residuales para uso agrícola, mediante el aprovechamiento de las aguas residuales del núcleo urbano del municipio. Desde el año 2003, la Comunidad de Regantes “Los Auriles” aprovecha las aguas que salen de la depuradora para el riego de los cultivos.

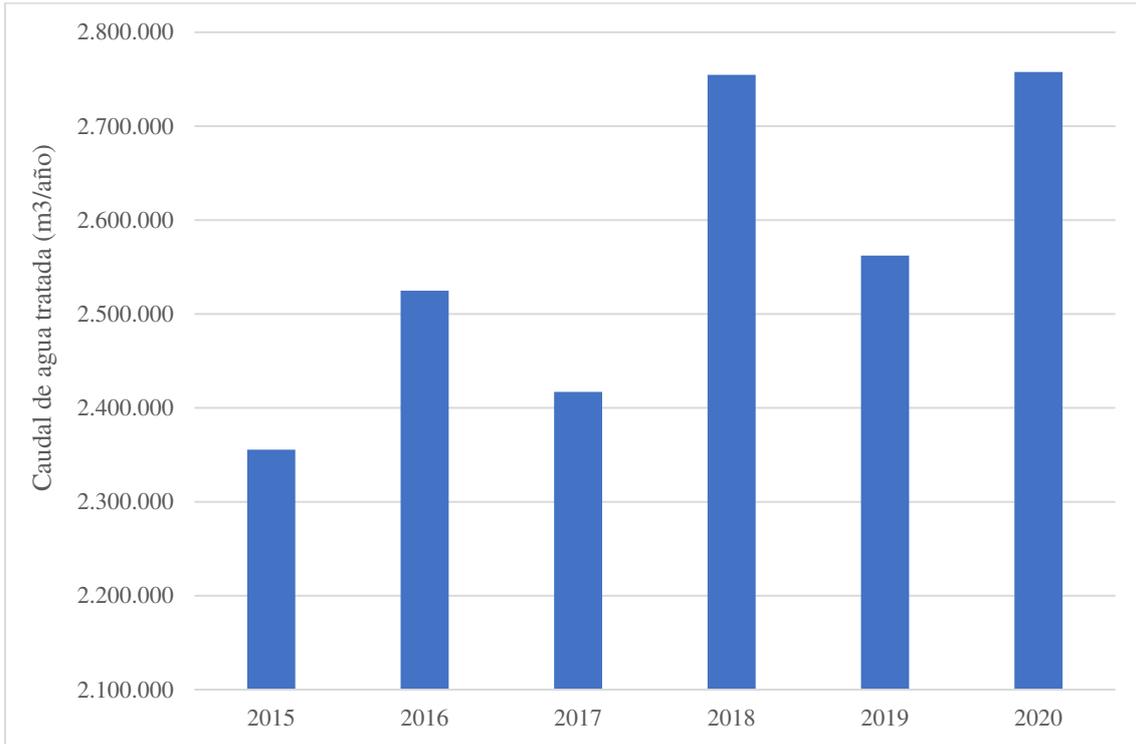


Imagen 3: Estación depuradora de aguas residuales de Tomelloso. Fuente: feriazaragoza.es

Anejo N°4 – Análisis del agua de riego

La característica del sistema de tratamiento de Tomelloso es que cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales. La primera, denominada EDAR de vinazas, trata los vertidos procedentes de parte del sector industrial. Las aguas procedentes de esta depuradora, una vez tratadas en los tanques de fermentación anaerobios para disminuir su carga contaminante, son vertidos y conducidos nuevamente a la EDAR urbana, donde serán tratados con las aguas urbanas y las aguas del resto del sector industrial.

En la Gráfica 4 y la Tabla 9 se muestran los caudales de agua tratados en la EDAR urbana en el periodo de los últimos cinco años.



Gráfica 4: Caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso ( $m^3$  /año) en el periodo de tiempo 2015 – 2020. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ayuntamiento de Tomelloso

Tabla 9: Caudales de agua tratada en la EDAR urbana del municipio de Tomelloso ( $m^3$  /año) en el periodo de tiempo 2015 – 2020. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos del Ayuntamiento de Tomelloso

| EDAR             | Volumen ( $m^3$ /año) |           |           |           |           |           |
|------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 2015                  | 2016      | 2017      | 2018      | 2019      | 2020      |
| <b>Tomelloso</b> | 2.355.529             | 2.524.756 | 2.417.053 | 2.754.628 | 2.562.235 | 2.757.707 |

En la EDAR urbana las aguas siguen un tratamiento físico-químico y biológico por lechos bacterianos. La tecnología de tratamiento se fundamenta en hacer pasar, en sentido descendente, las aguas a tratar a través de un relleno, sobre el que se desarrolla una biopelícula, que acoge a los organismos responsables de los procesos de depuración. Se trata de un sistema de depuración biológico aerobio cuyo funcionamiento se basa en hacer circular, a través de un medio poroso, aire y agua residual (Salas, J. J, 2020).

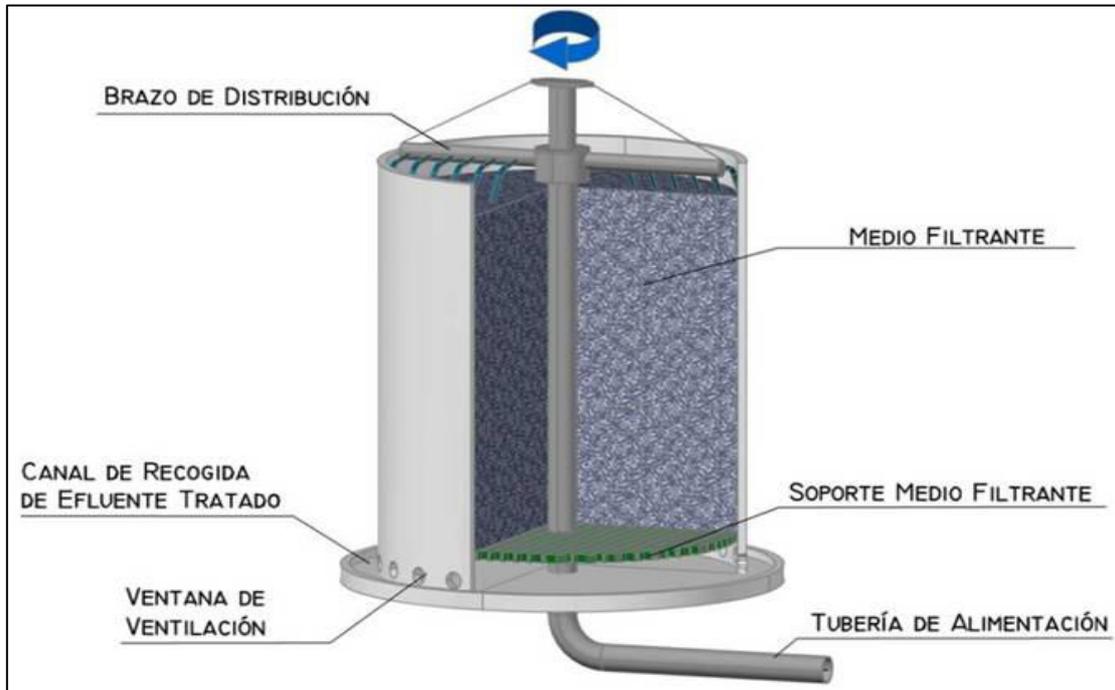


Imagen 4: Esquema de un Lecho Bacteriano. Fuente: iagua.es

Las aguas residuales, una vez depuradas, son vertidas al Canal de los Auriles (canal artificial), situado a una distancia de 150 metros del núcleo urbano. La captación de agua se produce a través de una toma flotante. Posteriormente, se filtra y se bombea a la balsa denominada “Balsa de los Auriles” desde donde se capta el agua para el riego. En un futuro se pretende entubar la dotación de agua desde la EDAR hasta la balsa. Este proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad del agua que llega a los regantes, evitar que se evapore o pierda agua como si ocurría en el canal abierto y reducir la demanda energética del bombeo hasta la balsa.

Las instalaciones de la comunidad de regantes comprenden dos balsas de un total de 780.000 metros cúbicos, y riegan una superficie de 860 hectáreas para 150 agricultores, prácticamente dedicados al cultivo del viñedo en un 90 por ciento. En un futuro se pretende ampliar las instalaciones para poder conseguir un riego de unas 250 hectáreas más. Según datos aportados por los técnicos municipales, la cantidad anual de agua depurada por la planta es de 2.757.707 m<sup>3</sup>/año (C. Manchegos. 2020), de los que la Comunidad de Regantes cuenta con una concesión anual de 1,2 Hm<sup>3</sup>.

## 6. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

### 6.1. RESULTADOS ANALÍTICOS

La calidad del efluente tratado procedente de la EDAR de Tomelloso es buena. En la Tabla 10 se muestran los parámetros de calidad del agua correspondientes al año 2020. Los parámetros de demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y demanda química de oxígeno (DQO) se reducen significativamente, un 98% y 97% respectivamente. El nitrógeno y fósforo se han reducido parcialmente, un 82% y 78% respectivamente.

A continuación, se exponen los resultados físico-químicos obtenidos en el análisis del agua de riego de la Comunidad de Regantes “Los Auriles”.

*Tabla 10: Resultados de los análisis físico-químicos del agua regenerada procedente de la EDAR de Tomelloso. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos a través del Ayuntamiento de Tomelloso*

| <b>Titular</b>  | Ayuntamiento de Tomelloso |
|---|---------------------------|
| <b>Fecha de toma</b>  | 18/08/2020                |
| <b>Lugar de muestreo</b>  | Salida EDAR               |
| <b>Resultados físico-químicos</b>                                       |                           |
| <b>Parámetro</b>  | <b>Valor</b>              |
| pH  | 7,8                       |
| Conductividad 20°C (µS/cm)  | 1.411                     |
| Turbidez (UNT)  | 3                         |
| Sólidos en suspensión (mg/l)  | 5,75                      |
| Demanda biológica de oxígeno<br>DBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> ) | <10                       |
| Demanda química de oxígeno<br>DQO (mg/l O <sub>2</sub> )                | <20                       |
| Fósforo (mg/l)  | 0,68                      |
| Nitrógeno (mg/l)  | 5,4                       |
| <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)                                    | 1                         |
| Nemátodos intestinales (huevo/10 L)                                     | <1                        |

La **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)** es un parámetro que mide la cantidad de dióxigeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación del agua. Se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO<sub>5</sub>) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O<sub>2</sub>/l).

La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O<sub>2</sub>/l).

En cuanto a los valores de **pH**, se consideran adecuados los valores entre 6,5 y 8,5. En este caso, y a partir de los datos de análisis presentados anteriormente, el agua analizada arroja un valor medio de pH de 7,8 por lo que se puede considerar aceptable.

La **Conductividad Eléctrica** es la capacidad de transmisión de la corriente eléctrica en el agua y está relacionada directamente con la concentración de sales disueltas. En nuestro caso, la conductividad eléctrica del agua de riego es de 1,41 dS/m. Atendiendo a la Tabla 6, la calidad del agua varía entre buena y marginal, aunque el peligro de salinidad es alto.

En relación con el **contenido total en sales**, evalúa el riesgo de que los elevados niveles de sales disueltas en el suelo reduzcan el potencial osmótico provocando que la planta tenga dificultades a la hora de absorber el agua. El rendimiento del cultivo se reducirá de forma prácticamente lineal con respecto a la concentración de sal. El contenido total en sales se obtiene midiendo la conductividad eléctrica (CE). De esta manera, se establece una relación directa tal que, a mayor conductividad, mayor es el contenido de sales disueltas en el agua. El contenido en sales y la conductividad eléctrica están relacionados por la siguiente expresión:

$$C = 0,64 * CE$$

Donde:

C: Contenido en sales total (ppm)

CE: Conductividad eléctrica (μS/cm)

En este caso:

$$C = 0,64 * 1.411 = 903,04 \text{ ppm} = 0,903 \text{ g/l}$$

El contenido límite de sales considerado como peligroso, se establece en 1 g/l. En este caso, la concentración de sales totales alcanza un valor de 0,903 g/l. Dicho valor es normal teniendo en cuenta que el análisis se hace sobre aguas regeneradas con alto contenido en minerales. No obstante, no genera problemas. Deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar la selección y manejo del cultivo.

## **7. CONCLUSIONES**

La calidad del agua se define a partir de los parámetros que regula la legislación vigente en materia de reutilización para el uso de aguas regeneradas para el riego agrícola. La legislación sobre la utilización de agua regenerada es proporcional al uso que se hace de la misma. Se contempla su utilización dependiendo de sus distintas calidades y de las actividades en donde va a utilizarse.

Con relación al presente proyecto y teniendo en cuenta la legislación vigente en calidad de uso de aguas regeneradas para el riego atendiendo al parámetro de calidad 2.1 (Riego de cultivos para su consumo en fresco) del Real Decreto 1620/2007 y atendiendo a la clase A (cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas y los tubérculos que se consumen crudos) del Reglamento (UE) 2020/741, el análisis del agua de riego proporcionado por la Comunidad de Regantes “Los Auriles” arroja las siguientes conclusiones:

Anejo N°4 – Análisis del agua de riego

Tabla 11: Comparativa de resultados de los análisis físico-químicos del agua regenerada procedente de la EDAR de Tomelloso con los valores máximos admisibles según el Real Decreto 1620/2007 y el Reglamento (UE) 2020/741. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos a través del Ayuntamiento de Tomelloso

| <b>Parámetro</b>  | <b>Valor</b> | <b>Valor máximo admisible<br/>Real Decreto 1620/2007<br/>(Calidad 2.1)</b> | <b>Valor máximo admisible<br/>Reglamento (UE) 2020/741<br/>(Clase A)</b> |
|---|--------------|--|--|
| pH  | 7,8          | -  | -  |
| Conductividad 20°C (μS/cm)  | 1.411        | -  | -  |
| Turbidez (UNT)  | 3            | 10   | ≤5   |
| Sólidos en suspensión (mg/l)  | 5,75         | 20   |  |
| Demanda biológica de oxígeno<br>DBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> ) | <10          | -  | ≤10  |
| Demanda química de oxígeno<br>DQO (mg/l O <sub>2</sub> )                | <20          | -  | -  |
| Fósforo (mg/l)  | 0,68         | -  | -  |
| Nitrógeno (mg/l)  | 5,4          | -  | -  |
| <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)                                    | 1            | 100  | ≤10  |
| Nemátodos intestinales (huevo/10 L)                                     | <1           | 1  | -  |

#### Anejo N°4 – Análisis del agua de riego

Los valores obtenidos en el análisis son inferiores a los valores máximos exigidos en el Real Decreto 1620/2007 y Reglamento (UE) 2020/741. Por ello, se considera que el agua disponible es adecuada para el riego de los cultivos más relevantes en la zona de estudio, tanto leñosos como hortícolas.

En cuanto a los parámetros de fósforo y nitrógeno, se tendrán especialmente en cuenta a la hora de realizar el tratamiento de fertilización del cultivo. El agua regenerada aporta una porción significativa de la demanda de nutrientes y es capaz de reducir las necesidades de fertilizantes.

Reunidos todos los datos obtenidos con relación al análisis del agua de riego y teniendo en cuenta la legislación aplicable con respecto al uso de aguas regeneradas en la agricultura se llega a la conclusión de que el agua analizada es calificada como APTA para el riego.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Auditoria de sostenibilidad de Tomelloso. 2006. *Diagnosis Integral Municipal de la auditoría de sostenibilidad del municipio de Tomelloso*.
- C. Manchegos. Tomelloso. Agricultura. 2020. *El regadío en Tomelloso*
- Candela, L., Fabregat, S., Josa, A., Suriol, J., Mas, J., Vignes, N. 2007. *Assessment of soil and groundwater impacts by treated urban wastewater reuse. A case study: application in a golf course (Girona, Spain)*. Science of Total Environment. 374, 26-35.
- CECU. 2020. *El agua regenerada y la agricultura: una alternativa para afrontar la escasez de agua*
- FAO, 2013. *Reutilización del agua en la agricultura: ¿beneficios para todos?*
- Iglesias, R., Ortega, E., Batanero, G., Quintas, L. 2010. *Water reuse in Spain: Data overview and costs estimation of suitable treatment trains*. Desalination. Num 263, 1–10
- Marín Guillén M. 2016. TFM. *Reutilización de aguas regeneradas y sus implicaciones para el riego en agricultura*. Dep. Ingeniería Ambiental Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla.
- Mas Ortega J.G. 2016. TFM. *Análisis coste/beneficio aplicado a los procesos de depuración y reutilización*. Universidad de Alicante.
- Melgarejo J. 2009. *Efectos ambientales y económicos de la reutilización del agua en España*. Clm. economía. Núm. 15, 245-270. Universidad de Alicante.
- Ramos, C. 1997. *El uso de aguas residuales en riegos localizados y en cultivos hidropónicos*. En Forum Internacional de Horticultura y Tecnología: “La Automatización de la Hidroponía y la Fertirrigación”.
- Salas, J. J. 2020, 1 octubre. *Lechos bacterianos: una tecnología robusta, pero un tanto olvidada*. iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/lechos-bacterianos-tecnologia-robusta-pero-tanto-olvidada>
- Segura, M., Baeza, R., Fernández, M. 2012. *Recomendaciones para el uso de las aguas regeneradas en los cultivos hortícolas*. JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Vega, V., y Muñoz-Cobo, P.M. 2005. *Calidad del agua de riego. Riego con aguas salinas*. En: *Cultivo del Olivo con Riego Localizado*. Ed. Mundi Prensa. Coedición Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°5  
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                               | 1  |
| 2. OBJETIVO .....                                  | 1  |
| 3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS .....                   | 1  |
| 4. ASPECTOS CLAVE.....                             | 2  |
| 5. ALTERNATIVAS.....                               | 2  |
| 5.1. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....                     | 3  |
| 5.1.1. HORTÍCOLA ANUAL.....                        | 3  |
| 5.1.2. OLIVO .....                                 | 5  |
| 5.1.3. VID.....                                    | 6  |
| 5.2. SISTEMA DE RIEGO .....                        | 7  |
| 5.2.1. RIEGO LOCALIZADO.....                       | 7  |
| 5.2.2. RIEGO POR ASPERSIÓN .....                   | 8  |
| 5.3. FERTILIZANTES .....                           | 8  |
| 5.3.1. FERTIRRIGACIÓN .....                        | 8  |
| 5.3.2. ABONO INORGÁNICO .....                      | 9  |
| 5.4. MANEJO DEL SUELO.....                         | 9  |
| 5.4.1. LABOREO TRADICIONAL.....                    | 9  |
| 5.4.2. LABOREO MÍNIMO .....                        | 10 |
| 6. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES ..... | 10 |
| 6.1. CRITERIO TÉCNICO - ECONÓMICO .....            | 11 |
| 6.2. CRITERIO DE ADAPTACIÓN.....                   | 15 |
| 6.3. CRITERIO LEGAL.....                           | 16 |
| 7. VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES .....              | 17 |
| 8. CONCLUSIÓN .....                                | 18 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA .....                              | 19 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Análisis de alternativas de proyecto. Fuente: elaboración propia.....  | 2  |
| Tabla 2: Taxonomía y morfología del melón. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018). .....   | 3  |
| Tabla 3: Taxonomía y morfología de la cebada. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018). .....  | 4  |
| Tabla 4: Taxonomía y morfología del olivo. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018). .....   | 5  |
| Tabla 5: Taxonomía y morfología de la vid. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018). .....   | 6  |
| Tabla 6: Porcentaje de cada criterio de valoración. Fuente: elaboración propia.....   | 10 |
| Tabla 7: Cuadro resumen Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020) .....   | 11 |
| Tabla 8: Cuadro resumen melón Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020) .....   | 12 |
| Tabla 9: Cuadro resumen cebada Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020) .....  | 12 |
| Tabla 10: Cuadro resumen olivar Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020) .....   | 13 |
| Tabla 11: Cuadro resumen viñedo Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020) .....   | 13 |
| Tabla 12: Resultados de superficie y producción de olivar, viñedo y melón de Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)..... | 14 |
| Tabla 13: Beneficio (€/ha) de las alternativas de cultivo estudiadas. Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020).....                                   | 14 |
| Tabla 14: Valoración de las alternativas propuestas. Fuente: elaboración propia.....  | 17 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente anejo tiene como objeto identificar y realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas de cultivo estudiadas, con el fin de escoger aquellas que presentan un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos propios del proyecto de actuación. Para ello se tendrá en cuenta, entre otros aspectos, el tipo de riego que se quiere implantar, la legislación vigente respecto al uso de aguas regeneradas para el riego, la adaptación del cultivo a la zona, la productividad y la rentabilidad del cultivo.

## **2. OBJETIVO**

La realización de este análisis tiene diferentes objetivos:

1. Plantear alternativas ante problemas que se puedan dar en el desarrollo del proyecto de actuación.
2. Desarrollar y analizar cada alternativa.
3. Proponer alternativas que mejor se ajusten a las características del proyecto.

El objetivo principal del informe es proponer alternativas viables para abordar los puntos críticos del proyecto. Una vez realizado dicho informe, tendremos más información para elegir las opciones más eficientes.

## **3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS**

Para la evaluación de las alternativas de proyecto, el método escogido es la denominada *Escala de valoración*. Este método otorga a cada alternativa valores de entre 0 y 5, siendo 0 el valor más bajo y 5 el valor más alto.

Para ello, se tienen en cuenta las diferentes alternativas, describiéndolas y analizando sus posibles ventajas e inconvenientes. A continuación, se puntuará cada opción de manera ponderada, teniendo en cuenta que cada criterio presenta diferente grado de importancia en la resolución del objetivo.

#### 4. ASPECTOS CLAVE

Algunos de los aspectos más importantes a la hora de poner en regadío una parcela son:

- El tipo de cultivo que se quiere implantar en la parcela, así como la rotación de cultivos que se pueda llevar a cabo a lo largo de su vida útil. Es importante tener en cuenta el tipo de cultivo que mejor se adapta a las condiciones de la zona.
- El tipo de riego que se va a utilizar.
- Las necesidades hídricas del cultivo.
- Las necesidades nutritivas del cultivo.
- Productividad y la rentabilidad del cultivo a implantar.
- Legislación aplicable.

#### 5. ALTERNATIVAS

Para determinar la alternativa de cultivo propuesta, además de considerar el estudio agronómico, también se consideraron los cultivos de regadío existentes en la zona de estudio. La gran mayoría de la superficie agrícola se encuentra dedicada a tanto cultivos herbáceos como a plantaciones de vid y olivar.

Entre las alternativas posibles para la transformación de la parcela objeto de estudio, las más lógicas y que se podrían adaptar a la zona destacan:

*Tabla 1: Análisis de alternativas de proyecto. Fuente: elaboración propia*

| Aspectos clave              | Alternativas        |                |                |
|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|
|                             | 1                   | 2              | 3              |
| <b>Rotación de cultivos</b> | Hortícola anual     | Olivo          | Vid            |
| <b>Sistema de riego</b>     | Localizado          | Localizado     | Localizado     |
| <b>Fertilizantes</b>        | Fertirrigación      | Fertirrigación | Fertirrigación |
| <b>Manejo del suelo</b>     | Laboreo tradicional | Laboreo mínimo | Laboreo mínimo |

El sistema de riego elegido para cada una de las alternativas estudiadas es el riego localizado. No obstante, se valoran otros sistemas de riego como es el caso del riego por aspersión. En cuanto al sistema de fertilización, se optará por un sistema de fertirrigación, aunque también se analizan otros sistemas.

## 5.1. ROTACIÓN DE CULTIVOS

### 5.1.1. HORTÍCOLA ANUAL

Consiste en una rotación de cultivos en la parcela con cultivos hortícolas anuales. El cultivo hortícola seleccionado para esta rotación es el melón, presentando la siguiente estructura: melón – cebada – barbecho. Este tipo de cultivo se encuentra muy presente en la zona objeto de estudio y presenta una larga tradición.

Su superficie de cultivo ha ido aumentando a lo largo de los años en el municipio de Tomelloso, convirtiéndose en un cultivo importante en la zona de estudio. Este tipo de cultivo presentan unas necesidades altas de mano de obra y medios de producción, además de ser exigentes en cuanto a nutrientes y necesidades hídricas.

La elección de melón se justifica desde el punto de vista económico. Según los datos de ECREA para Castilla La Mancha para el año 2016, el melón en regadío es el cultivo hortícola que obtiene el mayor margen neto y beneficio de la actividad. Además, representa el segundo cultivo con mayor superficie de explotación en Ciudad Real, detrás del cultivo de la cebolla. Concretamente en el municipio de Tomelloso, se trata del cultivo hortícola más importante. Esto presupone facilidad en su comercialización a través de cooperativas hortícolas de la zona.

Debido a las altas necesidades hídricas que presenta el cultivo del melón, se ha considerado dividir la parcela de estudio en tres unidades de aproximadamente la misma superficie. El sistema de riego irá destinado íntegramente al cultivo del melón, cambiando cada año este sistema a la unidad parcelaria correspondiente. Con ello conseguimos adaptar la concesión de riego de la comunidad de regantes en la cual se incluye nuestra parcela, a las necesidades hídricas del cultivo.

A continuación se muestran algunas de las características principales tanto del melón como de la cebada.

Tabla 2: Taxonomía y morfología del melón. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018).

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Familia</b>           | <i>Cucurbitaceae</i>  |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Cucumis melo</i> L.  |
| <b>Planta</b>            | Anual herbácea, de porte rastrero o trepador  |
| <b>Sistema radicular</b> | Abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo  |
| <b>Tallo principal</b>   | Recubiertos de formaciones pilosas, y con nudos   |
| <b>Hoja</b>              | Limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados |
| <b>Flor</b>              | Flores solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas.          |
| <b>Fruto</b>             | Forma variable  |

## Anejo N°5 – Estudio de alternativas

Tabla 3: Taxonomía y morfología de la cebada. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018).

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Familia</b>           | <i>Poaceae</i>  |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Hordeum vulgare</i> L.   |
| <b>Sistema radicular</b> | Sistema radicular fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad.  |
| <b>Tallo principal</b>   | Tallo erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0,50 cm a un metro. |
| <b>Hoja</b>              | Hojas estrechas y color verde claro.  |
| <b>Flor</b>              | Flores con tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Es autógama.  |
| <b>Fruto</b>             | Fruto es cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.   |

Entre las ventajas que ofrece esta rotación de cultivos encontramos:

- Cultivo de gran rendimiento económico.
- Favorecen la estructura y el contenido nutricional del suelo.
- Favorecen la fijación de nutrientes en el suelo.
- Mejoran la cantidad de materia orgánica del suelo, ya que se hacen aportes de materia orgánica fresca con los restos de los cultivos.
- Experiencia de los agricultores en este tipo de cultivos. El municipio de Tomelloso ha experimentado estos últimos años un aumento en el número de explotaciones hortícolas, principalmente de melón.

Entre las posibles desventajas que se pueden presentar encontramos:

- Su manejo conlleva una mayor tecnificación y precisión a la hora de realizar las labores de preparación del terreno, siembra y recolección.
- Mayores costes de implantación si lo comparamos con otros cultivos herbáceos.
- Altas necesidades hídricas.
- Necesidad de rotación debido a la aparición de enfermedades y desgaste del suelo.

### 5.1.2. OLIVO

Se trata de una especie muy rústica, de fácil cultivo, por lo que se ha instalado en terrenos marginales. Es resistente a los suelos calizos, aunque existen diferencias de carácter varietal, y es muy tolerante a la salinidad. Es un árbol típico de clima mediterráneo, bastante tolerante a la sequía, por lo que tradicionalmente se ha cultivado en condiciones de secano.

Se ha comprobado que la producción del olivo aumenta de una manera notable cuando presenta un aporte de agua adicional al agua de las precipitaciones. El sistema de riego más extendido del olivo es el riego localizado. El sistema de riego por aspersión no es aconsejable debido a que favorece la aparición de hongos.

A continuación se muestran algunas de sus características principales.

*Tabla 4: Taxonomía y morfología del olivo. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018).*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Familia</b>           | <i>Oleaceae</i>   |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Olea europaea</i> L.   |
| <b>Planta</b>            | Árbol Perennifolio que puede alcanzar alturas considerables           |
| <b>Sistema radicular</b> | Raíz pivotante que se ramifica mucho                                  |
| <b>Hoja</b>              | Lanceoladas, decusadas y coriáceas                                    |
| <b>Flor</b>              | Perfectas (masculinas con distintos grados de desarrollo del pistilo) |
| <b>Fruto</b>             | Drupa de color vinoso negro al madurar y alto contenido energético    |
| <b>Polinización</b>      | Especie anemófila y parcialmente autocompatible.                      |

Entre las ventajas que ofrece este tipo de cultivo encontramos:

- Cultivo fácil muy extendido en España.
- Buena adaptación climática. No presenta problemas de heladas y soporta bajas temperaturas y periodos de sequía.
- Alta resistencia a suelos problemáticos con alto contenido en caliza y sales.
- Opción de mecanización tanto en la recolección como en otras labores agrícolas.

Entre las posibles desventajas que se pueden presentar encontramos:

- Menor margen neto y beneficio.
- El olivo es una especie extremadamente alternante: una abundante cosecha precede a otra con escasa floración, debido a la inhibición de la inducción floral.

### 5.1.3. VID

La vid es una planta semileñosa o trepadora. Su fruto, la uva, es comestible y materia prima para la fabricación de vino y otras bebidas alcohólicas. Se denomina viña al terreno plantado con vides y si es muy extenso se le llama viñedo.

A continuación se muestran algunas de sus características principales.

*Tabla 5: Taxonomía y morfología de la vid. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018).*

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Familia</b>           | <i>Vitaceae</i>  |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Vitis vinífera</i> L.   |
| <b>Sistema radicular</b> | Tiene un aparato radicular que se hace imponente con los años  |
| <b>Hoja</b>              | Las hojas transforman la sabia bruta en elaborada, siendo las ejecutoras de las funciones vitales de la planta: transpiración, respiración y fotosíntesis.   |
| <b>Flor</b>              | Las flores son hermafroditas o unisexuales, reunidas en panículas laterales opuestas a las hojas.  |
| <b>Fruto</b>             | El fruto es una baya globosa u oblongoidea, con 2-4 semillas piriformes ovoides con chalaza elíptica, 2 surcos longitudinales separado por una cresta aguda, el ápice redondeado, y el endospermo trilobulado. |

En la zona de estudio siguen existiendo viñas en forma baja en plantaciones con sistema de riego, aunque cada vez son menos frecuentes. Todavía se mantienen grandes superficies plantadas de la variedad Airén, Cencibel y algo de Macabeo. Las plantaciones en formas apoyadas tienen mayor importancia en la zona de estudio, donde la variedad Airén va sustituyéndose por otras variedades.

Más de quince variedades nuevas se han plantado en los últimos años, encontrándonos entre las variedades blancas: Macabeo, con algunas plantaciones previas en la zona, Verdejo, Moscatel de grano menudo, Viognier, Chardonnay y Sauvignon blanc, y entre las variedades tintas: Merlot, Syrah, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Pinot Noir y Gewürztraminer como variedades nuevas.

Entre las ventajas que ofrece este tipo de cultivo encontramos:

- Cultivo muy extendido tanto en España como en la zona de estudio.
- Buena adaptación climática.

Entre las posibles desventajas que se pueden presentar encontramos:

- Menor margen neto y beneficio.

## **5.2. SISTEMA DE RIEGO**

### **5.2.1. RIEGO LOCALIZADO**

El sistema de riego localizado es el más indicado para utilizar agua regenerada debido a logra limitar el contacto del agua con determinadas partes de la planta y con el personal que trabaja en la explotación. Además, es un sistema que disminuye las pérdidas por evaporación, escorrentía e infiltración. Asimismo, con la utilización de aguas regeneradas para el riego, debe minimizarse casi por completo el riesgo de encharcamiento y verificar que la escorrentía superficial queda retenida en el propio terreno y no pasa a las aguas subterráneas.

Las aguas regeneradas presentan una gran cantidad de minerales y pueden provocar el crecimiento y desarrollo de algas. Este hecho puede producir obstrucciones en los emisores de los sistemas de riego localizado afectando directamente a la uniformidad de aplicación del agua y provocando variaciones en el desarrollo de las plantas y reducciones en la productividad del cultivo.

El sistema de riego localizado presenta las siguientes ventajas:

- Alta eficiencia de uso: 90-95% se reducen las pérdidas de agua ya que la conducción se realiza por tuberías y no en canales abiertos. Esto es muy importante en zonas de alta escasez de agua, tal y como ocurre en la zona en que se plantea este proyecto. Además, ofrece mayor uniformidad ya que el reparto de agua es más constante y homogéneo.
- Altos rendimientos y aumento de la calidad.
- Posibilidad de automatizar programas de riego.
- Permite aplicar un sistema de fertirrigación, de tal manera que se aprovechan más los nutrientes adecuando las dosis exactas a las necesidades del cultivo. Además, la planta responde más rápidamente a los aportes ya que los nutrientes se localizan cerca de las raíces. Supone un ahorro de mano de obra y maquinaria.
- Posibilidad de regar suelos problemáticos con alta salinidad, o de utilizar agua de mala calidad.
- No interfiere en las labores de cultivo (poda, cosecha...), ya que la aplicación de agua se localiza a nivel de raíces. Además, el viento no influye en la uniformidad y las hojas permanecen secas, disminuyendo así el riesgo de enfermedades fúngicas.
- Uso de caudales y presiones más reducidas (0,3-1atm), lo que implica un menor coste en la distribución del agua y el equipo de bombeo.

No obstante, tiene inconvenientes que también hay que tener en cuenta:

- Necesita un equipo de filtración ya que hay mayor riesgo de obturación.
- Los goteros se pueden obstruir, por lo que es necesario un mantenimiento, con el consiguiente coste que esto supone.
- El coste de instalación es alto.

## **5.2.2. RIEGO POR ASPERSIÓN**

El riego por aspersión es un método de riego automatizado que utiliza mecanismos de presurización del agua. Se dividen en sistemas estacionarios o desplazamiento continuo.

En el caso de sistemas de riego por aspersión o microaspersión existe la posibilidad de que se produzca aerosolización. No es nada recomendable en los casos en los que se usan aguas regeneradas para el riego, por lo que esta opción queda totalmente descartada.

## **5.3. FERTILIZANTES**

### **5.3.1. FERTIRRIGACIÓN**

Este sistema de fertilización consiste en aplicar los fertilizantes de forma automatizada a través del riego. Normalmente se suele conectar un tanque de fertilizante al hidrante propio de la parcela, pudiendo regular las concentraciones en todo momento.

El sistema de fertirrigación ofrece las siguientes ventajas:

- Uniformidad de abonado.
- Permite abonar en condiciones fuera de lo normal (cultivos de porte alto, dificultades de acceso con la maquinaria, etc.).
- Utilización de aguas incluso de mala calidad.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas determinadas.

No obstante, también presenta inconvenientes:

- Coste más alto que las aplicaciones convencionales, tanto por el coste del producto como el de la aplicación.
- Necesidad del manejo por personal especializado.
- Obturación de los goteros.

### **5.3.2. ABONO INORGÁNICO**

Sustancias químicas obtenidas por síntesis, ricas en fósforo, calcio, potasio y nitrógeno, que son nutrientes que favorecen el desarrollo de las plantas.

Este sistema ofrece las siguientes ventajas:

- Resulta más económico y cómodo de aplicar que el abono orgánico.
- Actúa a corto plazo y es más fácil saber cuándo debemos hacer la aplicación y cuando van a estar los nutrientes disponibles para la planta.

No obstante, también presenta inconvenientes:

- Consigue cubrir las necesidades del cultivo, pero no enriquece el suelo.
- Se pueden producir pérdidas por lavado produciendo contaminación de acuíferos o del entorno en general y con ello una pérdida económica.

## **5.4. MANEJO DEL SUELO**

### **5.4.1. LABOREO TRADICIONAL**

Técnica en la que se trabajan aproximadamente los primeros 30 cm del suelo utilizando arado. El laboreo tradicional incluye al menos una labor primaria con el objetivo de enterrar los restos vegetales de la superficie y dejar el terreno mullido en profundidad, y una labor secundaria que prepara la capa superficial del terreno para que puedan desarrollarse los cultivos que se implanten.

El sistema de laboreo tradicional ofrece las siguientes ventajas:

- Permite la aireación y oxigenación de los horizontes superficiales.
- Mejora la estructura del perfil superior.
- Facilita la incorporación de fertilizantes y enmiendas.
- Permite un control mecánico de las malas hierbas.

Sin embargo, también presenta inconvenientes:

- La materia orgánica se va a ir reduciendo, debido a que al oxigenar el suelo se acelera la mineralización de esta.
- Provoca una degradación de la estructura del suelo.
- Facilita la erosión, ya que gran parte del tiempo el suelo se encuentra desnudo.
- Aumenta el riesgo de déficit hídrico al no aprovecharse las precipitaciones de cuantía baja.

### 5.4.2. LABOREO MÍNIMO

Se entiende como laboreo mínimo aquel trabajo superficial mediante el uso de cultivadores, gradas y arado de cincel cuya profundidad es inferior a 20 centímetros. Consiste en la reducción de labores y de profundidad de trabajo.

El laboreo mínimo presenta las siguientes ventajas:

- Reducción de la pérdida de suelo y aumento de la conservación de la humedad.
- Menor apelmazamiento el suelo.

No obstante, también presenta inconvenientes:

- Maquinaria especializada.
- En caso de dejar un barbecho, se deberán realizar varias pasadas, ya que al no voltear la tierra van a aparecer malas hierbas.

## 6. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES

A continuación, la Tabla 6 refleja las diferentes ponderaciones que se les va a atribuir a cada criterio de valoración.

*Tabla 6: Porcentaje de cada criterio de valoración. Fuente: elaboración propia*

| <b>Criterios de valoración</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|--------------------------------|-----------------------|
| Técnico - Económico            | 40%                   |
| Adaptación                     | 30%                   |
| Legal                          | 30%                   |

El criterio técnico-económico tiene mayor peso en la ponderación que el resto ya que para el proyecto lo más importante es que resulte viable económicamente además de ser eficiente consiguiendo así la máxima producción para obtener los mayores beneficios posibles. El criterio de valoración de adaptación al lugar es importante ya que es fundamental que el cultivo se adapte a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona. El criterio de valoración legal a su vez es fundamental, debido al uso de aguas regeneradas para el riego.

## 6.1. CRITERIO TÉCNICO - ECONÓMICO

En la zona donde se elabora el presente proyecto, la gran mayoría de la superficie agrícola se encuentra dedicada a tanto cultivos herbáceos y hortícolas como a plantaciones de vid y olivar. Para el estudio del criterio económico de las alternativas propuestas se tendrán en cuenta los resultados técnico-económicos de los diferentes cultivos, prestando especial atención en los beneficios.

A continuación se estudiarán los costes, márgenes y beneficios de estos cultivos. Para ello se tomarán los datos para Castilla La Mancha del documento *Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias* elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2020).

Tabla 7: Cuadro resumen Castilla-La Mancha (2016). Fuente: *Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias* (MAPA, 2020)

| Cultivo                   | Precio   | Producto bruto | Coste de producción | Margen neto | Beneficio |
|---------------------------|----------|----------------|---------------------|-------------|-----------|
|                           | €/100 kg | €/ha           |                     |             |           |
| Melón regadío             | 18,3     | 7.641          | 6.074               | 2.697       | 1.568     |
| Cebada seco               | 14,4     | 499            | 590                 | 40          | -91       |
| Aceituna almazara regadío | 62,6     | 2.068          | 2.080               | 712         | -12       |
| Uva vinificación regadío  | 22,0     | 2.449          | 2.327               | 952         | 122       |

A continuación, se muestran tanto los resultados económicos desglosados como los resultados para los cultivo de melón, olivar y viña. Los datos nuevamente proceden del documento *Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias* (MAPA, 2020).

Anejo N°5 – Estudio de alternativas

Tabla 8: Cuadro resumen melón Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)

| <b>Melón regadío</b>                    |                   |
|---|-------------------|
| <b>Gráficos de resultados (en €/ha)</b> |                   |
| PB (7.641,40)                           |                   |
| MBE (5.203,91)                          | CD (2.437,49)     |
| MB (3.576,22)                           | M + MO (1.627,69) |
| RD (2.860,41)                           | CIP (715,81)      |
| MN (2.697,26)                           | A (163,15)        |
| B (1.567,64)                            | OCI (1.129,62)    |

Tabla 9: Cuadro resumen cebada Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)

| <b>Cebada secano</b>                    |                 |
|---|-----------------|
| <b>Gráficos de resultados (en €/ha)</b> |                 |
| PB (498,56)                             |                 |
| MBE (300,58)                            | CD (197,98)     |
| MB (197,92)                             | M + MO (132,67) |
| RD (93,95)                              | CIP (73,96)     |
| MN (39,77)                              | A (54,18)       |
| OCI (130,86)                            |                 |

**B (-91,08)**

Tabla 10: Cuadro resumen olivar Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)

| <b>Aceituna almazara regadío</b>        |                 |
|---|-----------------|
| <b>Gráficos de resultados (en €/ha)</b> |                 |
| PB (2.068,41)                           |                 |
| MBE (1.758,01)                          | CD (310,40)     |
| MB (1.251,88)                           | M + MO (506,13) |
| RD (931,28)                             | CIP (320,60)    |
| MN (711,76)                             | A (219,52)      |
| OCI (723,35)                            |                 |

**B (-11,60)**

Tabla 11: Cuadro resumen viñedo Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)

| <b>Uva vinificación regadío</b>         |                 |
|---|-----------------|
| <b>Gráficos de resultados (en €/ha)</b> |                 |
| PB (2.448,71)                           |                 |
| MBE (1.991,00)                          | CD (457,71)     |
| MB (1.459,12)                           | M + MO (531,89) |
| RD (1.091,30)                           | CIP (367,82)    |
| MN (951,89)                             | A (139,41)      |
| B (121,79)                              | OCI (830,10)    |

Abreviaturas: P.B.: Producto Bruto / M.B.E.: Margen Bruto Estándar / M.B.: Margen Bruto / R.D.: Renta Disponible / M.N.: Margen Neto / B.: Beneficio / C.D.: Costes Directos / M.+M.O.: Maquinaria + M.O. Asalariada / C.I.P.: Costes Indirectos Pagados / A.: Amortizaciones / O.C.I.: Otros Costes Indirectos

Anejo N°5 – Estudio de alternativas

Tabla 12: Resultados de superficie y producción de olivar, viñedo y melón de Castilla-La Mancha (2016). Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)

| <b>Cultivo</b>            | <b>Superficie media</b> | <b>Producción media</b> |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Melón regadío             | 9,90 ha                 | 41.860 kg/ha            |
| Cebada secano             | 38,63 ha                | 3.443,96 kg/ha          |
| Aceituna almazara regadío | 11,50 ha                | 3.304 kg/ha             |
| Uva vinificación regadío  | 14,89 ha                | 11.092 kg/ha            |

Para el caso del cultivo del melón es imprescindible tener en cuenta que la parcela queda dividida en tres partes iguales, siendo solo una de ellas dedicada a este cultivo. Las dos unidades restantes de la parcela estarán dedicadas al cultivo de la cebada y a régimen de barbecho respectivamente. El beneficio en este caso será la media ponderada entre las tres unidades de la rotación de cultivos estudiada.

$$\text{Melón: } 1/3 * 1.568 = 522,8 \text{ €/ha}$$

$$\text{Cebada: } 1/3 * (-91) = -30,3 \text{ €/ha}$$

$$\text{Barbecho: } 1/3 * 0 = 0 \text{ €/ha}$$

El beneficio, teniendo en cuenta la rotación de cultivos y la división de la parcela, será de 492,5 €/ha.

Tabla 13: Beneficio (€/ha) de las alternativas de cultivo estudiadas. Fuente: Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias (MAPA, 2020)

| <b>Cultivo</b>            | <b>Beneficio (€/ha)</b> |
|---------------------------|-------------------------|
| Rotación hortícola        | 492,5                   |
| Aceituna almazara regadío | -12                     |
| Uva vinificación regadío  | 122                     |

## **6.2. CRITERIO DE ADAPTACIÓN**

Se deben tener en cuenta aquellas características que influyen en la adaptación a los factores ambientales, limitantes en cuanto a la productividad de los cultivos. Entre dichos factores destacan la climatología, la disponibilidad de agua, la calidad de la misma y las características edafológicas.

El presente estudio de alternativas se ha centrado principalmente en la selección de cultivos que, a priori, se adaptan a la zona. Se valorarán las diferentes alternativas en función de su adaptación y a la utilización de los recursos de la zona.

A continuación se describen las diferentes cultivos seleccionados y como estos se adaptan a los criterios descritos anteriormente. Consultar anejo climático, edafológico y de calidad del agua de riego para información más detallada.

### **Melón**

La planta del melón presenta unas necesidades de temperaturas altas y no soporta los terrenos arcillosos que formen costra. Suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7,5 hacen que el rendimiento del cultivo aumente. Presenta exigencia en cuanto a drenaje, debido a que los encharcamientos pueden llegar a provocar asfixia radicular y podredumbres en frutos. En cuanto a el clima, como se ha mencionado anteriormente, el melón es un cultivo de verano que se desarrolla en climas cálidos y no excesivamente húmedos, como es el caso del municipio de Tomelloso (Infoagro, 2018).

### **Olivar**

Especie muy rústica. No aguanta temperaturas por debajo de -10 °C. Tampoco presenta problemas de heladas, aunque en las variedades de ciclo temprano el fruto puede verse muy perjudicado. Según lo visto en el Anejo 3, Tomelloso no presenta riesgos de posibles heladas tardías. Presenta bajas necesidades de horas frío y elevadas de calor. Los vientos secos y las temperaturas altas durante la fase de floración son los agentes meteorológicos que más afectan negativamente a las plantaciones. Presenta alta resistencia a la sequía, aunque el óptimo de precipitaciones se sitúa en torno a los 650 mm repartidos durante todo el año. Presenta resistencia a suelos calizos, aunque existen diferencias dependiendo de la variedad. Presenta alta tolerancia a la salinidad (Infoagro, 2018).

### **Vid**

La vid en climas cálidos produce uvas ricas en azúcares y con baja acidez, mientras que en climas fríos ocurre lo contrario. Por ello, las variedades blancas se adaptan mejor a zonas de climas fríos y los tintos a climas cálidos, debido a que necesitan más sol para sintetizar los polifenoles. La elección de la variedad según el clima es fundamental para obtener buenos resultados y conseguir vendimias maduras y equilibradas. Es esencial ajustar la variedad de uva a cada clima (Infoagro, 2018).

### **6.3. CRITERIO LEGAL**

Desde hace varios años, y especialmente desde la aprobación del **Real Decreto 1620/2007** y el **Reglamento (UE) 2020/741** sobre reutilización de las aguas, el agua regenerada es considerado como un recurso adicional ordinario, debido a que ofrece garantías de cantidad y calidad.

En el presente análisis de alternativas de proyecto se atenderá a lo regulado en legislación vigente en relación con el uso de aguas regeneradas para el riego.

Es necesario tener en cuenta también que en el caso de usos de calidad 2.1 ó 2.2 (riego de cultivos para su consumo en fresco y riego para cultivos cuyo consumo no es en fresco respectivamente) del Real Decreto de reutilización, el riego debe interrumpirse dos semanas antes de la recolección. En el caso de árboles frutales la fruta no debe ser recogida del suelo. En cualquier caso deben extremarse las medidas de limpieza en la recolección y en el manejo de los productos.

En cuanto al melón, al tratarse de un cultivo clasificado con un uso de calidad 2.1 y de clase A atendiendo al Real Decreto 1620/2007 y al Reglamento (UE) 2020/741 respectivamente, tiene criterios más estrictos en cuanto a su riego con aguas regeneradas por lo que va a requerir un control más exhaustivo. Además, corre el riesgo de tanto tener que dejar de regar en momentos puntuales por superarse los umbrales máximos permitidos como de aparición de posibles riesgos sanitarios por el tipo de consumo que se hace del producto.

## 7. VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES

A continuación se muestra la Tabla 14, la cual refleja la puntuación que obtienen las alternativas propuestas para cada proceso con respecto a cada criterio de valoración.

Tabla 14: Valoración de las alternativas propuestas. Fuente: elaboración propia

| Criterios                  | Rotación de cultivo |       |     | Sistema de riego |                     | Fertilizantes  |                  | Manejo del suelo    |                |
|----------------------------|---------------------|-------|-----|------------------|---------------------|----------------|------------------|---------------------|----------------|
|                            | Hortícola anual     | Olivo | Vid | Riego localizado | Riego por aspersión | Fertirrigación | Abono inorgánico | Laboreo tradicional | Laboreo mínimo |
| <b>Técnico - Económico</b> | 5                   | 2     | 3   | 4                | 4                   | 5              | 2                | 4                   | 3              |
| <b>Adaptación</b>          | 4                   | 4     | 4   | 5                | 1                   | 5              | 3                | 5                   | 4              |
| <b>Legal</b>               | 4                   | 5     | 5   | 5                | 0                   | 4              | 4                | 5                   | 5              |
| <b>Puntuación final</b>    | <b>4,4</b>          | 3,5   | 3,9 | <b>4,6</b>       | 1,9                 | <b>4,7</b>     | 2,9              | <b>4,6</b>          | 3,9            |

## 8. CONCLUSIÓN

Por todo lo anterior se concluye que la alternativa que mejor se va a adaptar al proyecto objeto de estudio va a ser la de cultivos hortícolas anuales, siendo el melón el cultivo hortícola seleccionado. En esta rotación se incluirá el cultivo del cereal para completar ciclos.

Desde el punto de vista económico, el cultivo del melón es el que, a nivel estadístico, proporciona mayor beneficio, aun teniendo en cuenta que solo se cultiva un tercio de la parcela. Además, el número de explotaciones en la provincia de Ciudad Real es bastante alto, a la altura de las explotaciones vitícolas. Hay que tener en cuenta también que las otras alternativas estudiadas actualmente están pasando por un periodo de crisis, lo que hace que el cultivo del melón sea la opción más recomendable.

El coste del agua regenerada depende principalmente del uso que se le quiera dar y la tecnología a emplear, siendo su coste variable y creciente a medida que el agua obtenida sea de mayor calidad. El uso de aguas regeneradas para el riego implica un aumento de los costes de la explotación. Por ello, la elección del cultivo a implantar debe considerar ese incremento en el coste del agua. La rotación hortícola anual es el que mayores beneficios presenta dentro de los cultivos estudiados, por lo que hace que ese incremento en el coste sea rentable. A diferencia de lo que podría considerarse, los sistemas de regeneración y reutilización no deben percibirse como una carga económica, sino como una actividad generadora de riqueza.

En cuanto al sistema de riego seleccionado, no existe ninguna duda. El riego localizado es el sistema que mejor se adapta a las características del cultivo y al tipo de agua que se va a utilizar en el riego. Como bien se ha dicho anteriormente, este sistema permite que disminuyan las pérdidas por evaporación, escorrentía e infiltración, además de evitar que se produzcan encharcamientos.

Como sistema de fertilización se utilizará el sistema de fertirrigación. Tal y como hemos comentado en apartados anteriores, es el sistema que mejor se adapta a las características del presente proyecto. Además, combina perfectamente con el sistema de riego elegido.

En cuanto al manejo del suelo, la mejor opción es un laboreo tradicional. La rotación de hortícolas anuales deja muchos restos de cultivo y es necesario enterrarlos con el objetivo de que sirvan de nutrientes para el cultivo del año siguiente.

Por lo que, a modo de resumen, realizaremos una rotación de cultivos hortícolas anual utilizando el melón con un sistema de riego localizado. Los aportes de fertilizantes se harán a través de fertirrigación y se llevará a cabo laboreo tradicional.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Ciérvide Ibáñez D. 2020. TFG. Transformación de secano a regadío de la parcela 259 del polígono 16 del municipio de Tafalla, Navarra. Universidad Pública de Navarra
- España. Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. «BOE» núm. 294, de 8 de diciembre de 2007, páginas 50639 a 50661 (23 págs.)
- InfoAgro. *Agricultura. El cultivo de la vid. 1ª parte. (s. f.)*. Recuperado 11 de mayo de 2021, <https://www.infoagro.com/viticultura/vinas.htm>
- InfoAgro. *Agricultura. El cultivo del melón. 1ª parte. (s. f.)*. Recuperado 11 de mayo de 2021, de [https://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm)
- InfoAgro. *Agricultura. El cultivo del olivo. 1ª parte. (s. f.)*. Recuperado 11 de mayo de 2021, de <https://www.infoagro.com/olivo/olivo.htm>
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2020. *Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias*.
- Redondo, M. A. M. 2018, 15 mayo. *Riego agrícola con agua regenerada*. iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/riego-agricola-agua-regenerada>



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°6  
CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2. ROTACIÓN DE CULTIVOS .....                                 | 1  |
| 2.1. CUADRO DE LA ROTACIÓN .....                              | 2  |
| 3. CARACTERÍSTICAS DEL MELÓN.....                             | 3  |
| 3.1. ORIGEN .....   | 3  |
| 3.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA .....                             | 3  |
| 3.3. COMPOSICIÓN DEL FRUTO .....                              | 6  |
| 3.4. IMPORTANCIA ECONÓMICA A NIVEL MUNDIAL Y EUROPEO .....    | 7  |
| 3.5. IMPORTANCIA ECONÓMICA A NIVEL NACIONAL.....              | 8  |
| 3.5.1. EVOLUCIÓN DE PRECIOS.....                              | 12 |
| 3.6. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS .....               | 13 |
| 3.7. SIEMBRA Y PLANTACIÓN .....                               | 14 |
| 3.8. PODA.....  | 14 |
| 3.9. SISTEMAS DE MANEJO.....                                  | 15 |
| 3.9.1. AL AIRE LIBRE.....                                     | 15 |
| 3.9.2. ACOLCHADO.....   | 16 |
| 3.9.3. MANTA TÉRMICA .....                                    | 16 |
| 3.9.4. TUNEL.....   | 16 |
| 3.9.5. INVERNADERO .....                                      | 16 |
| 3.10 CICLOS DE CULTIVO .....                                  | 17 |
| 3.10.1. CICLO EXTRATEMPRANO/TEMPRANO .....                    | 17 |
| 3.10.2. CICLO NORMAL-TARDÍO .....                             | 17 |
| 3.10.3. CICLO MUY TARDÍO .....                                | 17 |
| 3.11. NECESIDADES NUTRICIONALES .....                         | 18 |
| 3.12. PLAGAS Y ENFERMEDADES .....                             | 18 |
| 3.13. VARIEDADES DE MELÓN .....                               | 20 |
| 4. CARACTERÍSTICAS DE LA CEBADA.....                          | 21 |
| 4.1. ORIGEN .....   | 21 |
| 4.2. MORFOLOGIA Y TAXONOMÍA .....                             | 21 |
| 4.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....     | 23 |
| 4.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS Y SISTEMA DE SIEMBRA .... | 23 |
| 4.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES .....                              | 24 |
| 5. PLANIFICACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DEL MELÓN.....        | 25 |
| 5.1. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO.....                   | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO .....       | 25 |
| 5.1.2. ACOLCHADO.....                      | 25 |
| 5.1.3. MANTA TÉRMICA .....                 | 25 |
| 5.2. PLANTACIÓN .....                      | 26 |
| 5.3. FERTILIZACIÓN .....                   | 26 |
| 5.3.1. EXTRACCIÓN DEL CULTIVO.....         | 26 |
| 5.3.2. FERTIRRIGACIÓN .....                | 27 |
| 5.4. RIEGO .....                           | 29 |
| 5.4.1. RIEGO DE PLANTACIÓN.....            | 29 |
| 5.4.2. RIEGO DE ARRAIGUE.....              | 29 |
| 5.4.3. PROGRAMACIÓN DE RIEGO .....         | 30 |
| 5.5. CONTROL DE MALAS HIERBAS .....        | 30 |
| 5.6. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES..... | 30 |
| 5.7. RECOLECCIÓN .....                     | 34 |
| 5.8. PLANIFICACIÓN Y MAQUINARIA.....       | 34 |
| 6. RESUMEN .....                           | 36 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA .....                      | 37 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Cuadro de rotación y alternativa propuesta. Fuente: elaboración propia.....   | 2  |
| Tabla 2: Cuadro de rotación propuesto para la unidad 1. Fuente: elaboración propia.....  | 2  |
| Tabla 3: Cuadro de rotación propuesto para la unidad 2. Fuente: elaboración propia.....  | 2  |
| Tabla 4: Cuadro de rotación propuesto para la unidad 3. Fuente: elaboración propia.....  | 2  |
| Tabla 5: Taxonomía y morfología del melón. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018). .....  | 4  |
| Tabla 6: Composición nutricional del fruto del melón. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos de Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras et al., 2013. (MELÓN) .....                       | 6  |
| Tabla 7: Datos de producción, área cosechada y rendimiento del melón (2019). Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes de FaoStat.....  | 7  |
| Tabla 8: Producción de melón en España (2019). Se señala en amarillo la provincia de Ciudad Real. Fuente: Anuario de Estadística - MAPA 2020 .....   | 9  |
| Tabla 9: Precio en €/kg mínimo y máximo del melón en el periodo de 2015-2021. Fuente: elaboración propia en base a los datos extraídos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA)..... | 12 |
| Tabla 10: Ciclo del cultivo del melón. Fuente: elaboración propia.....   | 17 |
| Tabla 11: Principales plagas que afectan a las plantaciones de melón en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos extraído de InfoAgro.....   | 18 |
| Tabla 12: Taxonomía y morfología de la cebada. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018). .....  | 22 |
| Tabla 13: Datos por países de producción de la cebada (2019). Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes de FaoStat .....  | 23 |
| Tabla 14: Principales plagas que afectan al cultivo de la cebada en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos extraído de InfoAgro.....   | 24 |
| Tabla 15: Extracción periódica quincenal de nutrientes del melón durante el ciclo de cultivo. Fuente: Rincón (2002).....   | 26 |
| Tabla 16: Fertilizantes simples y complejos de macroelementos para fertirrigación y sus características. Fuente: Rincón (2002) .....   | 27 |
| Tabla 17: Cantidad de nutrientes a aportar en la fertirrigación del melón Piel de Sapo. Fuente: Rincón (2002).....   | 27 |
| Tabla 18: Aporte de Nitrógeno y Fósforo mediante el riego localizado durante todo el ciclo de cultivo. Fuente: Elaboración propia.....   | 28 |
| Tabla 19: Cantidad de fertilizantes a aportar en la fertirrigación del melón Piel de Sapo. Fuente: Adaptado de Rincón (2002).....  | 28 |
| Tabla 20: Balance nutritivo (kg/ha) del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia  | 29 |
| Tabla 21: Calendario de riego. Fuente: elaboración propia.....   | 30 |
| Tabla 22: Norma técnica de producción integrada en melón. Fuente: Orden APA/370/2004.....  | 31 |
| Tabla 23: Labores de cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia.....  | 34 |

|  |    |
|--|----|
| Imagen 1: Detalle hoja del melón Piel de Sapo. Fuente: Wikimedia/Afrobrasileña.....  | 5  |
| Imagen 2: Detalle flor melón Piel de Sapo. Fuente: Flickr/Dinesh Valke .....   | 5  |
| Imagen 3: Ejemplo de cultivo del melón al aire libre. Fuente: Publicado el agosto 2, 2015.<br>Publicado en Cooperativas y SAT, El productor..... | 15 |
| Imagen 4: Ejemplo de cultivo del melón al aire libre. Fuente: InfoAgro (2019).....   | 15 |
| Imagen 5: Síntomas de Oídio en melón. Fuente: Campaña 2012. Oidio en la planta de<br>melón. ....   | 19 |
| Imagen 6: Síntomas de Mildiu en melón. Fuente: koppert.es .....  | 19 |
| Imagen 7: Melón piel de sapo. Fuente: imagen extraída de frutadelasarga.com.....   | 21 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente proyecto se estudia la implantación del cultivo del melón utilizando aguas regeneradas para el riego en una finca de 5,24 hectáreas ubicada en el municipio de Tomelloso (Ciudad Real). Para poder llevar a cabo dicho proyecto se deben tener en cuenta las características de los cultivos a implantar y las necesidades de los mismos.

## **2. ROTACIÓN DE CULTIVOS**

El principio fundamental de la rotación de cultivos es alternar plantas de diferentes familias en una misma parcela, evitando así que el suelo se agote y provocando que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se eliminen. Esta técnica se enfrenta al monocultivo, el cual consiste en la siembra repetida de una misma especie en el mismo terreno, año tras año.

La rotación de cultivos es capaz de aportar beneficios que se traducen en un incremento de las producciones y, por ende, un aumento del rendimiento de la parcela, gracias a las siguientes razones:

- Reducción de la incidencia de plagas y enfermedades, puesto que los ciclos de vida se interrumpen.
- Control de malas hierbas.
- Distribución más adecuada de nutrientes en el perfil del suelo (los cultivos de raíces más profundas extraen nutrientes a mayor profundidad).
- Disminución de los riesgos económicos, en el caso de que alguno de los cultivos se vea seriamente perjudicado por razones externas.
- Permite regular la cantidad de restos de cosecha.
- Posibilidad de más de un cultivo por parcela y año.

Para lograr estos beneficios es necesario una buena organización del calendario de rotación. Es importante tener en cuenta que gracias a la rotación de cultivos, las próximas plantas que se cultiven se beneficiarán de cómo han dejado los nutrientes el cultivo anterior.

## 2.1. CUADRO DE LA ROTACIÓN

El orden de los cultivos dentro de la rotación se hace en función de las propiedades entre el cultivo precedente y el que se establece. Se deben combinar cultivos de características diferentes.

Los cultivos seleccionados con el objetivo de formar parte del cuadro de rotación son los siguientes: melón y cebada. Se tratan de un cultivo hortícola anual y un cereal de invierno respectivamente. Todos los recursos hídricos disponibles irán destinados al cultivo del melón, mientras que la cebada de desarrollará en concepto de secano (sin aporte hídrico suplementario al de las precipitaciones). La parcela quedará dividida en tres unidades iguales. El manejo de cada una de estas unidades será diferente dependiendo del año en el que nos encontremos.

A continuación se muestra la rotación de cultivos propuesta para la parcela objeto de estudio, trabajando con cultivos ya conocidos por los agricultores de la zona. Se tratan de cultivos con una larga tradición agrícola.

*Tabla 1: Cuadro de rotación y alternativa propuesta. Fuente: elaboración propia*

| <b>Rotación</b> | <b>Año I</b> | <b>Año II</b> | <b>Año III</b> |
|-----------------|--------------|---------------|----------------|
| Unidad 1        | Melón        | Barbecho      | Cebada         |
| Unidad 2        | Cebada       | Melón         | Barbecho       |
| Unidad 3        | Barbecho     | Cebada        | Melón          |

*Tabla 2: Cuadro de rotación propuesto para la unidad 1. Fuente: elaboración propia*

| <b>Unidad 1</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| <b>Rotación</b> | <b>EN</b> | <b>FE</b> | <b>MA</b> | <b>AB</b> | <b>MY</b> | <b>JN</b> | <b>JL</b> | <b>AG</b> | <b>SE</b> | <b>OC</b> | <b>NO</b> | <b>DI</b> |  |
| Año I           |           |           |           |           | Melón     |           |           |           |           |           |           |           |  |
| Año II          | Barbecho  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
| Año III         | Cebada    |           |           |           |           |           |           |           |           | Cebada    |           |           |  |

*Tabla 3: Cuadro de rotación propuesto para la unidad 2. Fuente: elaboración propia*

| <b>Unidad 2</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| <b>Rotación</b> | <b>EN</b> | <b>FE</b> | <b>MA</b> | <b>AB</b> | <b>MY</b> | <b>JN</b> | <b>JL</b> | <b>AG</b> | <b>SE</b> | <b>OC</b> | <b>NO</b> | <b>DI</b> |  |
| Año I           | Cebada    |           |           |           |           |           |           |           |           | Cebada    |           |           |  |
| Año II          |           |           |           |           | Melón     |           |           |           |           |           |           |           |  |
| Año III         | Barbecho  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |

*Tabla 4: Cuadro de rotación propuesto para la unidad 3. Fuente: elaboración propia*

| Unidad 3 |          |    |    |    |       |    |    |        |    |    |    |    |  |
|----------|----------|----|----|----|-------|----|----|--------|----|----|----|----|--|
| Rotación | EN       | FE | MA | AB | MY    | JN | JL | AG     | SE | OC | NO | DI |  |
| Año I    | Barbecho |    |    |    |       |    |    |        |    |    |    |    |  |
| Año II   | Cebada   |    |    |    |       |    |    | Cebada |    |    |    |    |  |
| Año III  |          |    |    |    | Melón |    |    |        |    |    |    |    |  |

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL MELÓN

Se trata del cultivo principal de la rotación propuesta en el presente proyecto, debido principalmente a su valor económico y rentabilidad. Por ello se analizará el cultivo del melón desde varios puntos de vista, teniendo en cuenta sus características principales.

#### 3.1. ORIGEN

El origen histórico de la planta del melón no es del todo claro, aunque se cree que tiene origen africano. Sin embargo, se considera la India como el centro de domesticación de la especie, debido a que es donde mayor variabilidad genética existe. En España la diversidad genética es también importante.

Se han encontrado representaciones de este fruto en tumbas egipcias del 2.400 a.C. En la antigüedad fue descrito como la obra maestra de Apolo y alabado por ser una fruta tan beneficiosa como el sol. En el siglo III, los manuales de horticultura romanos daban instrucciones sobre su cultivo. En aquella época, se servía la fruta espolvoreada con almizcle para acentuar su delicado sabor. Colón los introdujo en el continente americano. En aquella época su tamaño no era mayor al de una naranja, pero a lo largo de los siglos se han expandido tanto en tamaño como en tipos. Desde los años 70 su exportación ha hecho que su consumo aumente y su explotación se revalorice (EcuRed. 2020).

#### 3.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

Planta herbácea monoica de tallos rastreros perteneciente a la familia de las cucurbitáceas. Se cultiva por su fruto, una baya de temporada veraniega con un gran contenido de agua y de sabor dulce. Es una fruta típica de verano que se caracteriza por ser sumamente fresca. Se cultiva prácticamente en todos los lugares del mundo que posean un clima cálido y poco lluvioso (Infoagro, 2018)

Anejo N°6 – Características del cultivo

Tabla 5: Taxonomía y morfología del melón. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018).

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Familia</b>           | Cucurbitaceae   |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Cucumis melo</i> L.  |
| <b>Planta</b>            | Anual herbácea, de porte rastrero o trepador.   |
| <b>Sistema radicular</b> | Abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo.   |
| <b>Tallo principal</b>   | Recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.   |
| <b>Hoja</b>              | Limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados. Las hojas también son vellosas por el envés.   |
| <b>Flor</b>              | <p>Solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas.</p> <p>El nivel de elementos fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, femeninas y hermafroditas así como sobre el momento de su aparición. La polinización es entomófila.</p> |
| <b>Fruto</b>             | <p>Forma variable (esférica, elíptica, aovada, etc.). La corteza de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, etc., puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de su consistencia. Resulta importante que sea pequeña para que no reste pulpa al fruto y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan durante el transporte.</p>                     |

Anejo N°6 – Características del cultivo



*Imagen 1: Detalle hoja del melón Piel de Sapo. Fuente: Wikimedia/Afrobrasileña*



*Imagen 2: Detalle flor melón Piel de Sapo. Fuente: Flickr/Dinesh Valke*

### 3.3. COMPOSICIÓN DEL FRUTO

El melón contiene una elevada cantidad de agua (92%), mientras que su contenido en azúcar (6%) es inferior al de otras frutas. Esto hace que el melón sea una fruta con bajo contenido energético.

Aporta diversas vitaminas y minerales. Concretamente, 300 g de melón sin corteza, proporcionan el 75% de la cantidad diaria recomendada de vitamina C. Además, es una de las frutas con mayor contenido en folatos. La vitamina C contribuye a la protección de las células frente al daño oxidativo mientras que los folatos contribuyen al proceso de división celular.

En cuanto a los minerales, destaca alto contenido en potasio. Una ración de melón cubre en un 16% de las cantidades recomendadas para este mineral, el cual contribuye al funcionamiento normal de tanto el sistema nervioso como de los músculos (MAPA, 2020).

*Tabla 6: Composición nutricional del fruto del melón. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos de Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras et al., 2013. (MELÓN)*

| <b>Melón</b>                 | <b>Por 100 g de porción comestible</b> | <b>Por ración (300 g)</b> |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Energía (kcal)               | 28                                     | 50                        |
| Proteínas (g)                | 0,6                                    | 1,1                       |
| Lípidos totales (g)          | Trazas                                 | Trazas                    |
| Hidratos de carbono (g)      | 6                                      | 10,8                      |
| Fibra (g)                    | 1                                      | 1,8                       |
| Agua (g)                     | 92,4                                   | 166                       |
| <hr/>                        |  |                           |
| Calcio (mg)                  | 14                                     | 25,2                      |
| Hierro (mg)                  | 0,4                                    | 0,7                       |
| Potasio (mg)                 | 320                                    | 576                       |
| Magnesio (mg)                | 17                                     | 30,6                      |
| Sodio (mg)                   | 14                                     | 25,2                      |
| Fosforo (mg)                 | 18                                     | 32,4                      |
| <hr/>                        |  |                           |
| Folatos (µg)                 | 30                                     | 54,0                      |
| Vitamina A: Eq. Retinol (µg) | 3                                      | 5,4                       |
| Vitamina B6 (mg)             | 0,07                                   | 0,13                      |
| Vitamina B12 (µg)            | 0                                      | 0                         |
| Vitamina C (mg)              | 25                                     | 45                        |

### 3.4. IMPORTANCIA ECONÓMICA A NIVEL MUNDIAL Y EUROPEO

La producción mundial de melón en 2019 ha rozado los de 42 millones de toneladas, concretamente 41.042.812, y un rendimiento medio de 20.495,05 kg/ha (FAO, 2019), según los datos procedentes de Faostat, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019).

De los 41.042.812 de toneladas de melón que se han producido en el mundo, casi la mitad corresponde a China, primer productor mundial, con 13.541.452 de toneladas, 383.712 hectáreas y un rendimiento de 35.290 kg/ha.

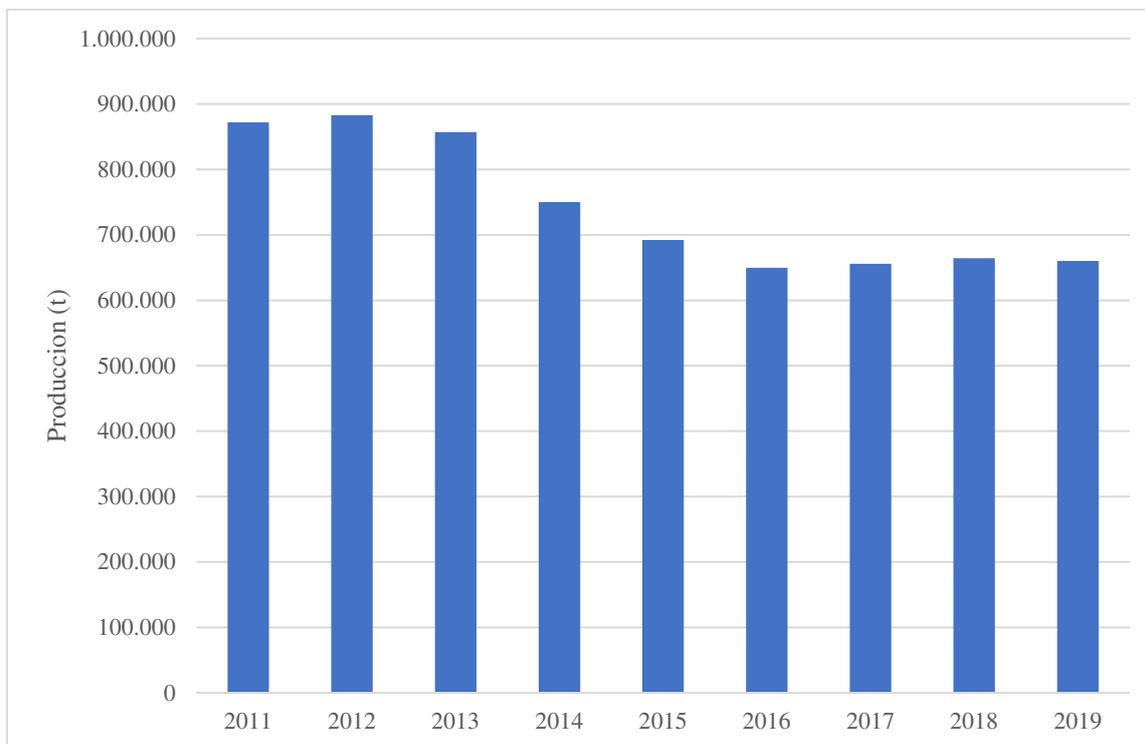
España ocupa el octavo lugar en la producción mundial de melón con 660.190 de toneladas, 19.690 hectáreas y un rendimiento de 35.529 kg/ha.

*Tabla 7: Datos de producción, área cosechada y rendimiento del melón (2019). Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes de FaoStat*

| <b>País</b> | <b>Producción (toneladas)</b> | <b>Área cosechada (ha)</b> | <b>Rendimiento (kg/ha)</b> |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| China       | 13.541.452                    | 383.712                    | 35.290                     |
| Turquía     | 1.777.059                     | 79.250                     | 22.423                     |
| India       | 1.266.000                     | 57.000                     | 22.210                     |
| Kazajistán  | 1.041.153                     | 45.747                     | 22.758                     |
| Irán        | 854.090                       | 40.529                     | 21.073                     |
| Egipto      | 742.570                       | 27.452                     | 27.049                     |
| EEUU        | 705.040                       | 25.980                     | 27.137                     |
| España      | 660.190                       | 19.690                     | 33.529                     |
| Guatemala   | 647.722                       | 27.089                     | 23.910                     |
| México      | 627.135                       | 19.838                     | 31.612                     |

### 3.5. IMPORTANCIA ECONÓMICA A NIVEL NACIONAL

La siguiente estadística muestra los datos sobre la producción anual de melones en España entre 2011 y 2019. Durante todo el periodo de estudio se observa un decrecimiento continuado del volumen producido, alcanzando su punto más bajo en 2016. En dicho año, se produjeron en España un total de 649.767 toneladas, esto es, en torno a 223.000 toneladas menos que en 2011. A partir de 2016 hubo un pequeño repunte, pero no demasiado notable.



Gráfica 1: Producción anual de melones en España (2011-2019). Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes de FaoStat

A continuación, la Tabla 8 muestra el análisis provincial de superficie, rendimiento y producción del cultivo del melón para el año 2019. Los datos proceden del anuario de estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Anejo N°6 – Características del cultivo

Tabla 8: Producción de melón en España (2019). Se señala en amarillo la provincia de Ciudad Real. Fuente: Anuario de Estadística - MAPA 2020

| <b>MELÓN: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción, 2019</b> |                        |            |           |            |                     |               |               |                        |
|---|------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|---------------|---------------|------------------------|
| Provincias y Comunidades Autónomas  | Superficie (hectáreas) |            |           |            | Rendimiento (kg/ha) |               |               | Producción (toneladas) |
|   | Secano                 | Regadío    |           | Total      | Secano              | Regadío       |               |                        |
|   |                        | Aire libre | Protegido |            |                     | Aire libre    | Protegido     |                        |
| <b>NAVARRA</b>  | –                      | <b>4</b>   | –         | <b>4</b>   | –                   | <b>32.000</b> | –             | <b>128</b>             |
| <b>LA RIOJA</b>   | –                      | <b>6</b>   | –         | <b>6</b>   | –                   | <b>19.000</b> | –             | <b>114</b>             |
| Huesca  | –                      | 4          | –         | 4          | –                   | 30.000        | –             | 120                    |
| Teruel  | –                      | –          | –         | –          | –                   | –             | –             | –                      |
| Zaragoza  | –                      | 9          | –         | 9          | –                   | 30.000        | –             | 270                    |
| <b>ARAGÓN</b>   | –                      | <b>13</b>  | –         | <b>13</b>  | –                   | <b>30.000</b> | –             | <b>390</b>             |
| Barcelona   | 26                     | 33         | –         | 59         | 11.712              | 18.888        | –             | 928                    |
| Girona  | –                      | 14         | –         | 14         | –                   | 22.700        | –             | 318                    |
| Lleida  | –                      | 74         | –         | 74         | –                   | 16.594        | –             | 1.228                  |
| Tarragona   | –                      | 145        | –         | 145        | –                   | 20.000        | –             | 2.900                  |
| <b>CATALUÑA</b>   | <b>26</b>              | <b>266</b> | –         | <b>292</b> | <b>11.712</b>       | <b>19.057</b> | –             | <b>5.374</b>           |
| <b>BALEARES</b>   | –                      | <b>200</b> | <b>50</b> | <b>250</b> | –                   | <b>20.200</b> | <b>39.600</b> | <b>6.020</b>           |
| Avila   | –                      | 17         | –         | 17         | –                   | 15.600        | –             | 265                    |
| Burgos  | –                      | –          | –         | –          | –                   | –             | –             | –                      |
| León  | –                      | –          | –         | –          | –                   | –             | –             | –                      |
| Palencia  | –                      | –          | –         | –          | –                   | –             | –             | –                      |
| Salamanca   | –                      | 4          | –         | 4          | –                   | 26.000        | –             | 104                    |
| Segovia   | –                      | 13         | –         | 13         | –                   | 30.000        | –             | 390                    |
| Soria   | –                      | –          | –         | –          | –                   | –             | –             | –                      |
| Valladolid  | –                      | 9          | –         | 9          | –                   | 23.000        | –             | 207                    |
| Zamora  | –                      | 38         | –         | 38         | –                   | 25.000        | –             | 950                    |
| <b>CASTILLA Y LEÓN</b>  | –                      | <b>81</b>  | –         | <b>81</b>  | –                   | <b>23.657</b> | –             | <b>1.916</b>           |
| <b>MADRID</b>   | <b>130</b>             | <b>177</b> | –         | <b>307</b> | <b>9.950</b>        | <b>25.600</b> | –             | <b>5.825</b>           |
| Albacete  | 25                     | 262        | –         | 287        | 1.200               | 37.000        | –             | 9.724                  |

Anejo N°6 – Características del cultivo

| <b>MELÓN: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción, 2019</b> |                        |              |              |              |                     |               |               |                        |
|---|------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------|---------------|------------------------|
| Provincias y Comunidades Autónomas  | Superficie (hectáreas) |              |              |              | Rendimiento (kg/ha) |               |               | Producción (toneladas) |
|   | Secano                 | Regadío      |              | Total        | Secano              | Regadío       |               |                        |
|   |                        | Aire libre   | Protegido    |              |                     | Aire libre    | Protegido     |                        |
| <b>Ciudad Real</b>  | –                      | <b>5.213</b> | –            | <b>5.213</b> | –                   | <b>30.000</b> | –             | <b>156.390</b>         |
| Cuenca  | 41                     | 31           | –            | 72           | 3.300               | 41.000        | –             | 1.406                  |
| Guadalajara   | 22                     | 9            | –            | 31           | 1.000               | 9.000         | –             | 103                    |
| Toledo  | 426                    | 275          | –            | 701          | 5.400               | 45.000        | –             | 14.675                 |
| <b>CASTILLA-LA MANCHA</b>   | <b>514</b>             | <b>5.790</b> | –            | <b>6.304</b> | <b>4.840</b>        | <b>31.055</b> | –             | <b>182.298</b>         |
| Alicante  | –                      | 1.123        | 12           | 1.135        | –                   | 28.394        | 40.000        | 32.367                 |
| Castellón   | 50                     | 247          | 2            | 299          | 6.750               | 26.125        | 40.000        | 6.871                  |
| Valencia  | –                      | 2            | 104          | 106          | –                   | 31.000        | 36.000        | 3.806                  |
| <b>C. VALENCIANA</b>  | <b>50</b>              | <b>1.372</b> | <b>118</b>   | <b>1.540</b> | <b>6.750</b>        | <b>27.989</b> | <b>36.475</b> | <b>43.044</b>          |
| <b>R. DE MURCIA</b>   | –                      | <b>5.324</b> | <b>254</b>   | <b>5.578</b> | –                   | <b>39.685</b> | <b>38.655</b> | <b>221.101</b>         |
| Badajoz   | 303                    | 110          | 111          | 524          | 13.000              | 34.746        | 54.890        | 13.854                 |
| Cáceres   | 10                     | 34           | 36           | 80           | 12.350              | 33.009        | 52.146        | 3.123                  |
| <b>EXTREMADURA</b>  | <b>313</b>             | <b>144</b>   | <b>147</b>   | <b>604</b>   | <b>12.979</b>       | <b>34.336</b> | <b>54.218</b> | <b>16.977</b>          |
| Almería   | –                      | 577          | 2.012        | 2.589        | –                   | 37.908        | 49.264        | 120.992                |
| Cádiz   | 10                     | 465          | 6            | 481          | 1.000               | 18.989        | 43.000        | 9.098                  |
| Córdoba   | 36                     | 213          | –            | 249          | 9.000               | 24.000        | 42.000        | 5.437                  |
| Granada   | 9                      | 189          | 41           | 239          | 9.500               | 26.770        | 52.845        | 7.311                  |
| Huelva  | –                      | 160          | –            | 160          | –                   | 29.875        | –             | 4.780                  |
| Jaén  | 11                     | 25           | –            | 36           | 9.800               | 25.000        | –             | 733                    |
| Málaga  | 169                    | 300          | –            | 469          | 12.000              | 29.500        | –             | 10.878                 |
| Sevilla   | –                      | 250          | –            | 250          | –                   | 48.000        | –             | 12.000                 |
| <b>ANDALUCÍA</b>  | <b>235</b>             | <b>2.179</b> | <b>2.059</b> | <b>4.473</b> | <b>10.874</b>       | <b>30.807</b> | <b>49.317</b> | <b>171.229</b>         |
| Las Palmas  | 20                     | 143          | 29           | 192          | 13.140              | 20.655        | 34.826        | 4.227                  |
| S.C. de Tenerife  | –                      | 10           | 37           | 47           | –                   | 25.000        | 35.075        | 1.548                  |
| <b>CANARIAS</b>   | <b>20</b>              | <b>153</b>   | <b>66</b>    | <b>239</b>   | <b>13.140</b>       | <b>20.939</b> | <b>34.966</b> | <b>5.775</b>           |

Anejo N°6 – Características del cultivo

| <b>MELÓN: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción, 2019</b> |                        |               |              |               |                     |               |               |                           |
|---|------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Provincias y<br>Comunidades Autónomas   | Superficie (hectáreas) |               |              |               | Rendimiento (kg/ha) |               |               | Producción<br>(toneladas) |
|   | Secano                 | Regadío       |              | Total         | Secano              | Regadío       |               |                           |
|   |                        | Aire libre    | Protegido    |               |                     | Aire libre    | Protegido     |                           |
| <b>ESPAÑA</b>   | <b>1.288</b>           | <b>15.709</b> | <b>2.694</b> | <b>19.691</b> | <b>8.776</b>        | <b>33.163</b> | <b>47.485</b> | <b>660.191</b>            |

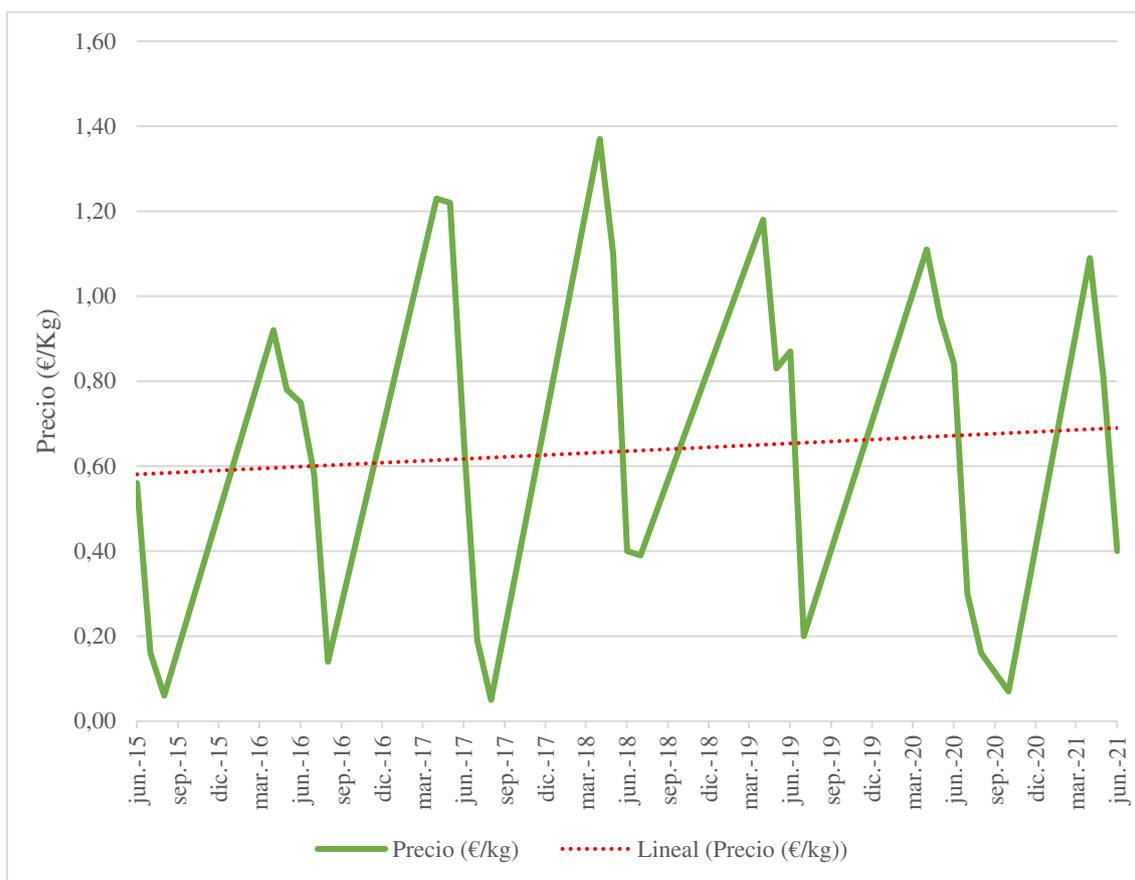
### 3.5.1. EVOLUCIÓN DE PRECIOS

La evolución del precio medio anual de los melones en España presenta una tendencia al alza. El melón Piel de Sapo es el tipo de melón con el precio más estable y es el que obtiene el precio medio más caro.

La Gráfica 2 muestra los precios del melón percibidos por los agricultores. En ella se observa una fuerte fluctuación de los precios a lo largo del año en el periodo 2015-2021. Los precios mínimos se dan principalmente en los meses de finales de verano e inicio de otoño (agosto-septiembre-octubre), mientras que los máximos se dan en la temporada de primavera (abril-mayo-junio). Las producciones tempranas tienen mayor valor de mercado que las producciones tardías.

Tabla 9: Precio en €/kg mínimo y máximo del melón en el periodo de 2015-2021. Fuente: elaboración propia en base a los datos extraídos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA)

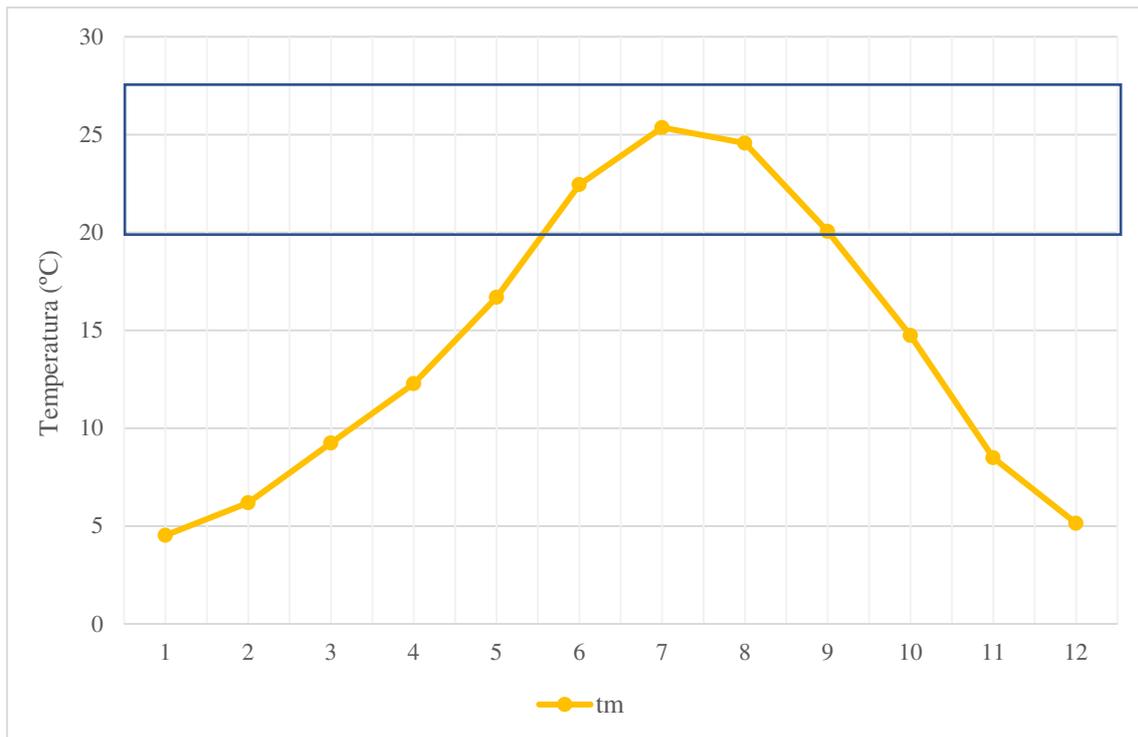
| Concepto      | Precio (€/kg) | Fecha      |
|---------------|---------------|------------|
| Precio mínimo | 0,05          | 01/08/2017 |
| Precio máximo | 1,37          | 01/04/2018 |



Gráfica 2: Precios del melón percibidos por los agricultores (2015-2021). Fuente: elaboración propia en base a los datos extraídos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA)

### 3.6. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS

El melón debe cultivarse en climas cálidos y no excesivamente húmedos. La temperatura óptima de germinación se encuentra entre los 22-28 °C, la de floración entre los 20-23 °C y necesita un mínimo de 25 °C durante todo el desarrollo del fruto para una adecuada maduración (Infoagro, 2018). Como se puede observar en la Gráfica 3, su cultivo se adapta a las condiciones climáticas de la zona de estudio. No obstante, en las fases iniciales del cultivo será necesario instalar sistemas tales como el acolchado o la manta térmica capaces de incrementar la temperatura para lograr un crecimiento óptimo.



Gráfica 3: Variación de la temperatura media a lo largo del año de la estación de observación meteorológica "Alcázar de San Juan" (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

La planta de melón necesita bastante agua en la fase de crecimiento y durante la maduración de los frutos para obtener buenos rendimientos y calidad. Al inicio del desarrollo de la planta la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55-65% (Infoagro, 2018).

En cuanto a luminosidad, no solo afecta al crecimiento, sino que también afecta a la inducción floral, fecundación de las flores y a la tasa de absorción de nutrientes.

No es muy exigente en suelo, pero aumenta su rendimiento en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7,5. Presenta alta exigencia en cuanto a drenaje, debido a que los encharcamientos pueden causar asfixia radicular y podredumbres en los frutos. El suelo de la parcela presenta textura franco-arcillosa y un pH de aproximadamente 7,7, por lo que se hace necesario adecuarlo a las necesidades del cultivo.

Presenta moderada tolerancia a la salinidad tanto del extracto de saturación del suelo (CE de 2,2 dS/m) como del agua de riego (CE de 1,5 dS/m). Cada incremento en una unidad sobre la conductividad del suelo dada supone una reducción del 7,5% de la producción. No se tienen valores de la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo, pero sí del agua de riego. El agua presenta una conductividad eléctrica de 1,41 dS/m, por lo que no supone un riesgo.

Se recomienda la rotación de cultivos, alternando distintas familias y dejando un período de descanso de la tierra, para así evitar problemas de suelo. En caso de no poder hacer rotación o período de barbecho-descanso será necesario realizar desinfección química o biofumigación del suelo.

### **3.7. SIEMBRA Y PLANTACIÓN**

Aunque la siembra directa es factible y se puede elegir entre un sistema u otro de siembra dependiendo de la época de cultivo, para producciones precoces es preferible realizarla en semilleros especializados debido a la limitación de la temperatura del suelo en los meses de diciembre a febrero, lo que permite asegurar un cultivo homogéneo. Hay que considerar que para el óptimo desarrollo de la planta de melón se necesitan 24-30 °C durante el día y 13-15 °C durante la noche (Infoagro, 2018).

En el caso de planta proceda de semillero, el trasplante se realiza a las 6-7 semanas, con al menos la primera hoja verdadera bien desarrollada, aunque el óptimo sería que tuviera dos hojas verdaderas bien formadas y la tercera y cuarta mostradas (Infoagro, 2018).

Los marcos de plantación más frecuentes oscilan alrededor de 2 m por 0,75 m, aunque la densidad de plantación puede cambiar según el tipo y la variedad llegando a las 4.000 plantas/ha. Para Piel de sapo en la provincia de Ciudad Real oscila entre 3.500 y 4.000 plantas/ha, lo que supone una distancia entre líneas de cultivo de 1,8 a 2 metros y entre plantas de 1,2 a 1,6 metros.

### **3.8. PODA**

La poda se realiza con la finalidad de favorecer la precocidad y el cuajado de las flores, controlar el número y tamaño de los frutos, acelerar la madurez y facilitar la ventilación y la aplicación de tratamientos fitosanitarios (Infoagro, 2018).

Existen dos tipos de poda: para cultivo con tutor (generalmente hilo de rafia) y para cultivo rastrero. En ambos casos se tiene en cuenta que son los tallos de tercer y cuarto orden los que producen mayor número de flores femeninas, mientras que en el tallo principal sólo aparecen flores masculinas (Morales, 2019). No se plantea en el presente proyecto.

### 3.9. SISTEMAS DE MANEJO

#### 3.9.1. AL AIRE LIBRE

En cultivo al aire libre de melón, la preparación del terreno comienza en otoño con un desfonde para mullir las capas del suelo y aprovechar el agua de lluvia (en caso de que el cultivo se realice en secano), acompañado de un desmenuzamiento superficial para concluir con las labores profundas y seguido de un abonado de fondo a base de fósforo y estiércol. Se suele efectuar la siembra en semilleros protegidos, sobre camas calientes, bandejas de turba, “jiffys”, etc., trasplantándose en el estadio de tres hojas verdaderas (Maroto, 2002).

Este sistema es el que mejor se ajusta al presente proyecto, por lo que el cultivo se hará al aire libre con un sistema de riego que garantice su productividad y rentabilidad.



*Imagen 3: Ejemplo de cultivo del melón al aire libre. Fuente: Publicado el agosto 2, 2015. Publicado en Cooperativas y SAT, El productor*



*Imagen 4: Ejemplo de cultivo del melón al aire libre. Fuente: InfoAgro (2019)*

### **3.9.2. ACOLCHADO**

En el cultivo del melón se suele usar la técnica del acolchado (antes de la plantación). Consiste en cubrir el suelo con una película de polietileno negro o transparente para aumentar la temperatura del suelo, disminuir la evaporación de agua, impedir la emergencia de malas hierbas, aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> en el suelo y aumentar la calidad del fruto al eludir el contacto directo de éste con la humedad del suelo. Tras la preparación del terreno, la realización de los surcos y la instalación del riego localizado, se efectúan hoyos donde irán los cepellones. Hecho esto, se cubren los surcos con film de polietileno (transparente o negro) de 100-150 galgas de espesor (Armengol et al., 1997).

### **3.9.3. MANTA TÉRMICA**

Es un sistema utilizado en las zonas Mediterráneas, con híbridos y trasplantes en cepellón durante el mes de abril (Peñalver, 1997). En este tipo de plantación, colocamos el acolchado y una vez que la planta de melón comienza a emitir los primeros tallos, se saca al exterior y se extiende sobre el acolchado la manta térmica de 15-17 gr/m<sup>2</sup>, consiguiendo un aumento de temperatura, precocidad de producción y protección contra insectos (Armengol et al., 1997). Se procede a la eliminación de la manta una vez que las temperaturas son adecuadas para el desarrollo de la planta (Peñalver, 1997).

### **3.9.4. TUNEL**

Este sistema de semiforzado suele utilizarse desde primeros a finales de marzo con híbridos, consiguiendo iniciar la recolección a mediados de junio. La instalación comienza a realizarse una vez preparado el terreno, incorporando el riego localizado antes del trasplante, y regando posteriormente las plantas de melón para así cubrirlas con acolchado plástico. A continuación, se saca la planta al aire y se cubre el túnel con film de polietileno (Armengol et al., 1997). Se procederá a la eliminación de los túneles en el momento en que la temperatura se haya estabilizado y los frutos ya estén cuajados. El túnel es una plantación típica de la zona Mediterránea (Peñalver, 1997). No se plantea en el presente proyecto.

### **3.9.5. INVERNADERO**

En cultivo bajo invernadero se pretende adelantar la producción (hacia la recolección temprana de primavera-verano) de los tipos de melones más demandados por el mercado extranjero y nacional como Piel de sapo, Galia, Amarillo y Cantalupo (Gómez-Guillamón et al., 1997). No se plantea en el presente proyecto.

### 3.10 CICLOS DE CULTIVO

#### 3.10.1. CICLO EXTRATEMPRANO/TEMPRANO

La siembra se efectúa desde mediados de diciembre a marzo y en semilleros, los cuales se encuentran dotados de calefacción en las épocas más tempranas. La semilla se coloca sobre botes rellenos de turba. Unos 35-45 días más tarde, se realiza el trasplante a invernaderos ligeros o en campo abierto, generalmente sin calefacción, aunque en algunas zonas puede ser necesaria la aportación de calor durante las primeras semanas del trasplante (Morales, 2019). No se plantea en el presente proyecto.

En el sur de la Comunidad Valenciana y en el Campo de Cartagena, las plantaciones más precoces en invernadero se realizan a lo largo del mes de febrero, complementando a veces el forzado con sistemas como los acolchados o los túneles bajos.

#### 3.10.2. CICLO NORMAL-TARDÍO

La siembra se hace entre mediados de abril y mediados de mayo, sin utilizar apenas protección y comenzando la recolección a mediados de julio. Con variedades tardías y en cultivo de secano, la recolección se prolonga hasta septiembre en las plantaciones sembradas con mayor posterioridad. Este ciclo es típico de las regiones del interior (Maroto, 1997).

Este es el ciclo que mejor se adapta a las características de nuestro proyecto.

Tabla 10: Ciclo del cultivo del melón. Fuente: elaboración propia

| <b>Etapa</b> | <b>E</b> | <b>F</b> | <b>M</b> | <b>A</b> | <b>M</b> | <b>J</b> | <b>JL</b> | <b>A</b> | <b>S</b> | <b>O</b> | <b>N</b> | <b>D</b> |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Siembra      |          |          |          |          |          |          |           |          |          |          |          |          |
| Trasplante   |          |          |          |          |          |          |           |          |          |          |          |          |
| Recolección  |          |          |          |          |          |          |           |          |          |          |          |          |

#### 3.10.3. CICLO MUY TARDÍO

Las siembras suelen realizarse al final del verano para obtener producciones en octubre y parte de noviembre (otoño) debido a la demanda del mercado en los últimos años. El cultivo de melón en este ciclo se efectúa bajo invernadero en el área mediterránea, aunque también podemos encontrarnos con plantaciones de los cultivares Piel de sapo al aire libre y sin acolchado alguno, utilizando semillas autóctonas de la zona y pudiendo ser en regadío o en secano (Peñalver, 1997). No se plantea en el presente proyecto.

### 3.11. NECESIDADES NUTRICIONALES

Las necesidades de agua y fertilizantes de la planta cambian en función del estado fenológico en el que se encuentre. Durante la etapa de desarrollo radicular y hasta la floración, el fósforo es muy importante. Desde la floración al cuajado se deben evitar los excesos de nitrógeno para controlar el posible excesivo desarrollo vegetativo. Desde el cuajado de los frutos hasta su desarrollo completo de la planta se incrementa la demanda de agua y nutrientes, debiendo ser los riegos uniformes y abundantes. Cuando los frutos alcanzan su tamaño y hasta su maduración se disminuyen esas necesidades, debiendo ser los riegos más espaciados y prestando especial atención al potasio de cara a lograr una óptima calidad del fruto. Demasiado nitrogenado durante esta fase aumenta el riesgo de rajado (Gómez-Guillamón, 1997).

El agua regenerada utilizada para el riego del melón aporta nutrientes constituyendo así una aportación adicional de fertilizantes a las plantas, llegando a reducir la cuantía de abonos a utilizar por los agricultores. Es importante tenerlo en cuenta a la hora de diseñar el plan de fertilización del cultivo.

### 3.12. PLAGAS Y ENFERMEDADES

A continuación, se detallan las principales plagas y enfermedades que afectan a las plantaciones de melón en España.

Tabla 11: Principales plagas que afectan a las plantaciones de melón en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos extraído de InfoAgro

|                     |                 |   |
|---------------------|-----------------|---|
| <b>Plagas</b>       | <b>Ácaros</b>   | Araña roja<br><i>Tetranychus urticae</i> (Koch)             |
|                     | <b>Insectos</b> | Mosca blanca<br><i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood) |
|                     |                 | Áfidos o pulgones<br><i>Aphis gossypii</i> (Glover)         |
|                     |                 | Minadores<br><i>Liriomyza bryoniae</i> (Kaltenbach)         |
|                     |                 | Trips<br><i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)       |
| <b>Enfermedades</b> | <b>Hongos</b>   | Oídio<br><i>Sphaerotheca fuliginea</i>                      |
|                     |                 | Mildiu<br><i>Pseudoperonospora cubensis</i>                 |
|                     |                 | Fusariosis<br><i>Fusarium oxysporum f.sp. melonis</i>       |
|                     |                 | Chancro gomoso del tallo<br><i>Didymella bryoniae</i>       |
|                     |                 | Acremoniosis<br><i>Acremonium cucurbitacearum</i>           |

Anejo N°6 – Características del cultivo

|  |                  |   |
|--|------------------|---|
|  | <b>Virus</b>     | Cucumber mosaic virus (CMV)<br>Virus del mosaico del pepino                         |
|  |                  | Cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV) Virus del amarilleo de las cucurbitáceas |
|  |                  | Melon necrotic spot virus (MNSV)<br>Virus del Cribado del melón                     |
|  | <b>Nemátodos</b> | Agallas de las raíces<br><i>Meloidogyne</i> spp.                                    |
|  | <b>Bacterias</b> | Mancha angular de la hoja<br><i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>      |
|  |                  | Mancha bacteriana de la hoja<br><i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>cucurbitae</i> |



Imagen 5: Síntomas de Oídio en melón. Fuente: Campaña 2012. Oidio en la planta de melón.



Imagen 6: Síntomas de Mildiu en melón. Fuente: koppert.es

### 3.13. VARIEDADES DE MELÓN

Existen cientos de diferentes variantes de melón en función del color externo e interno, la forma, los tamaños, el tacto de la piel, el sabor, etc. Independientemente de la clasificación botánica, quizá tenga mayor interés la clasificación comercial de melones por tipos, que puede establecerse de la siguiente forma (Torres, 1997):

- Melón amarillo
- Melones verdes españoles
  - Rochet
  - **Piel de Sapo**
  - Tendral
- Melones Charentais
  - Charentais de piel lisa
  - Charentais de piel reticulada
- Melón Galia
- Melón Italiano
- Melón Honey Dew o blanco

La variedad seleccionada en el presente proyecto es el melón Piel de Sapo. Se trata de la variedad predominante en la zona de estudio, puesto que lleva cultivándose a lo largo de muchas generaciones.

Este tipo de melón se caracteriza por poseer frutos uniformes en cuanto a calidad y producción siendo éstos alargados con predominio tipo ovalado con un peso entre 1,5 y 3,5 kg, asurcado medio y tonos verdosos-amarillentos en la madurez. La pulpa es de color blanco-amarillenta, compacto, crujiente, muy dulce (de 12° a 15° Brix) y poco oloroso. La corteza es fina, con un espesor entre 0,3 y 0,5 cm de color verde con manchas oscuras características de dónde le viene el nombre. Su conservación es buena (de 2 a 3 meses) y la resistencia al transporte es muy buena. La planta es vigorosa y bien cubierta de hojas (Cantón. M et al., 2003).

En el mercado nacional es el tipo de melón más demandado y entre las variedades comerciales actualmente en uso están “Valverde” y “SV6203MP” (Almería y Murcia); “Paredes”, “Jimonado”, “Salzillo”, “Valiente”, “Armero”, “Portús” (Murcia); “Quijote”, “Manchego”, “Cordial”, “Roncero” (Castilla-La Mancha y Extremadura), SV3228MP y Ricura (exportación).



*Imagen 7: Melón piel de sapo. Fuente: imagen extraída de frutadelasarga.com*

#### **4. CARACTERÍSTICAS DE LA CEBADA**

Se trata de asociar al cultivo principal del melón que está dentro de nuestro plan de rotación otro cultivo que pueda ser beneficioso o que permita un mejor aprovechamiento del espacio.

##### **4.1. ORIGEN**

El cultivo de la cebada se conoce desde la antigüedad. Su origen se sitúa en el Sudeste de Asia y África septentrional. Según varios autores, se trata de una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura (InfoAgro, 2018).

##### **4.2. MORFOLOGIA Y TAXONOMÍA**

Planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis.

Anejo N°6 – Características del cultivo

Si queda solamente la espiguilla intermedia, mientras abortan las laterales, tendremos la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum* L.); si aborta la espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, tendremos la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum* Stokes); si se desarrollan las tres espiguillas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum* L.) (InfoAgro, 2018).

Tabla 12: Taxonomía y morfología de la cebada. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de InfoAgro (2018).

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Familia</b>           | <i>Poaceae</i>   |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Hordeum vulgare</i> L.  |
| <b>Sistema radicular</b> | Sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1,20 m de profundidad. |
| <b>Tallo principal</b>   | Tallo erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0,50 cm a un metro.                       |
| <b>Hoja</b>              | Hojas estrechas et alor verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.   |
| <b>Flor</b>              | Flores con tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Es autógama. Las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.                                |
| <b>Fruto</b>             | Fruto es cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.  |

### 4.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La cebada ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales, después del trigo, maíz y arroz. La razón principal de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones. A continuación se muestran los principales países productores a nivel mundial:

*Tabla 13: Datos por países de producción de la cebada (2019). Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes de FaoStat*

| <b>País</b>                     | <b>Producción año 2019<br/>(toneladas)</b> |
|---------------------------------|--|
| Federación de Rusia             | 20.489.088                                 |
| Francia                         | 13.565.420                                 |
| Alemania                        | 11.591.500                                 |
| Canadá                          | 10.382.600                                 |
| Ucrania                         | 8.916.780                                  |
| Australia                       | 8.818.946                                  |
| Reino Unido e Irlanda del Norte | 8.048.000                                  |
| España                          | 7.744.150                                  |
| Turquía                         | 7.600.000                                  |
| Argentina                       | 5.117.247                                  |

### 4.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS Y SISTEMA DE SIEMBRA

Se trata de un cultivo muy extendido adaptado a cualquier tipo de ambiente. A partir de los 5-6 °C es capaz de iniciar su germinación, y una vez que ha crecido, necesita entre 15 y 20 °C para florecer y madurar. Respecto a las heladas, dadas las características fisiológicas de la cebada, soporta temperaturas de hasta 10 °C bajo cero (InfoAgro, 2018).

Presenta buenos rendimientos con terrenos calizos y contenido medio entre arena y arcilla. El desarrollo será mejor en terrenos sueltos, ya que en terrenos muy compactos, la germinación se hace difícil.

La producción de las cebadas de invierno es más homogénea que las de primavera, y su exigencia en abonos minerales de estas últimas es menor, pues su sistema radicular está más desarrollado y aprovecha mejor todos los nutrientes del terreno. La cantidad de semilla depende del tipo de cebada (de invierno o de primavera). En la cebada de invierno sembrada a voleo se emplean de 150-180 kg/ha, y si se realiza en líneas esta cantidad disminuye de 120 a 125 kg/ha (InfoAgro, 2018)

#### 4.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES

A continuación, se detallan las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de cebada en España.

Tabla 14: Principales plagas que afectan al cultivo de la cebada en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos extraído de InfoAgro

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Plagas</b>       | <b>Pulgones</b><br>( <i>Rhopalosiphum padi</i> , <i>Sitobion avenae</i> , <i>Schizapis graminum</i> ) |
|                     | Larva del insecto ( <i>Lema melanopa</i> )  |
|                     | Nemátodos ( <i>Heterodera avenae</i> )  |
| <b>Enfermedades</b> | Roya parda ( <i>Puccinia anomala</i> )  |
|                     | Roya amarilla ( <i>Puccinia glumarium</i> )   |
|                     | Carbón desnudo ( <i>Ustilago nuda</i> )   |
|                     | Carbón vestido ( <i>Ustilago hordei</i> )   |
|                     | Oídio ( <i>Erisiphe graminis</i> )  |
|                     | Helminthosporiosis de la cebada<br>( <i>Helminthosporius gramineus</i> )                              |
|                     | Virus del enanismo amarillo (BYDV)  |

## **5. PLANIFICACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DEL MELÓN**

Únicamente se tendrá en cuenta la planificación agronómica del cultivo del melón, puesto que es el cultivo principal dentro de la rotación de cultivos estudiada.

### **5.1. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO**

#### **5.1.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

El cultivo del melón es sensible a los encharcamientos. Por ello, el primer trabajo tendrá como objetivo eliminar las zonas donde se pueda producir encharcamientos y mejorar la estructura del suelo. Se llevará a cabo una labor de subsolador con el fin de mejorar el drenaje y un pase de fresadora para dejar el terreno desmenuzado y mullido. Finalmente se procederá al acaballonado. Se forman caballones de 25 cm de altura y 40 cm de anchura.

#### **5.1.2. ACOLCHADO**

Consiste en cubrir el suelo con una película de polietileno transparente con el objetivo de conseguir aumentar la temperatura del suelo y reducir de riesgos de heladas. El grosor de la lámina de plástico será de 120 galgas. Antes de proceder al acolchado, el terreno debe de estar libre de malas hierbas.

Teniendo en cuenta que se tienen 216 líneas de riego con una distancia aproximada de 32 metros, se necesitarán aproximadamente 7.000 metros lineales de acolchado.

Posteriormente al acolchado del terreno, se procede a la plantación. Para ello se realizarán agujeros en el plástico, atendiendo al marco de plantación. Tras la plantación se tapan los agujeros con tierra. A final de campaña, el acolchado será retirado y entregado a una empresa de gestión de residuos.

#### **5.1.3. MANTA TÉRMICA**

La manta térmica es colocada tras el trasplante, con el objetivo de favorecer el desarrollo de la planta, aumentar la temperatura del suelo y promover la retención de humedad. La manta térmica será retirada cuando la planta haya alcanzado un desarrollo suficiente.

La manta térmica será de un material microporoso, formada por filamentos continuos termosoldados de polipropileno estabilizado contra los rayos UV. El peso es de 17 g/m<sup>2</sup> como máximo, no interfiriendo en el desarrollo del cultivo. Las dimensiones serán de 1 metro de ancho, viniendo de fábrica en rollos de 250 m. Se fijará al terreno mediante aportes de tierra en los extremos de la misma.

Teniendo en cuenta que se tienen 216 líneas de riego con una distancia aproximada de 32 metros, se necesitarán aproximadamente 7.000 metros lineales de manta térmica.

## 5.2. PLANTACIÓN

El sistema utilizado para la implantación del cultivo en el terreno es el del trasplante de las plantas con cepellón, previamente desarrolladas en semillero o vivero. Las plantas proceden del semillero y se encargan con 4 semanas de antelación al trasplante en campo. La planta con 2 a 4 hojas verdaderas está preparada para ser trasplantada.

El trasplante se realizará con cepellón, con el objetivo de obtener producciones más uniformes y recolecciones más agrupadas. El trasplante será manual. El marco de plantación elegido será de 1,25 m por 2 m, dando una densidad de plantación de 4.000 plantas/ha. Tras el trasplante, se procede al riego del cultivo.

## 5.3. FERTILIZACIÓN

### 5.3.1. EXTRACCIÓN DEL CULTIVO

Es imprescindible conocer las extracciones de nutrientes por los cultivos. Están condicionados por diversos factores como el clima, el suelo, agua de riego, técnica de cultivo, cultivar y rendimiento de cosecha esperada. La Tabla 15 presenta las extracciones totales del melón para su ciclo.

*Tabla 15: Extracción periódica quincenal de nutrientes del melón durante el ciclo de cultivo. Fuente: Rincón (2002)*

| Días tras trasplante | Absorción de N (kg/ha) | Absorción de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) | Absorción de K <sub>2</sub> O (kg/ha) | Absorción de CaO (kg/ha) | Absorción de Mg (kg/ha) |
|----------------------|------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0-15                 | 4                      | 2  | 5                                     | 5                        | 2                       |
| 16-30                | 6                      | 3  | 15                                    | 10                       | 3                       |
| 31-45                | 10                     | 5  | 30                                    | 15                       | 5                       |
| 46-60                | 20                     | 10   | 45                                    | 20                       | 10                      |
| 61-75                | 25                     | 15   | 65                                    | 25                       | 15                      |
| 76-90                | 35                     | 20   | 75                                    | 30                       | 20                      |
| 91-105               | 45                     | 20   | 70                                    | 30                       | 15                      |
| 106-120              | 35                     | 15   | 65                                    | 20                       | 10                      |
| 121-135              | 30                     | 10   | 50                                    | 15                       | 5                       |
| 136-150              | 15                     | 5  | 30                                    | 5                        | -                       |
| <b>Total</b>         | 225                    | 105  | 450                                   | 175                      | 85                      |

### 5.3.2. FERTIRRIGACIÓN

En la Tabla 16 se pueden observar las diferentes características de los fertilizantes más utilizados. Estas características son importantes a la hora de calcular la fertirrigación necesaria para los cultivos que se implantarán en la explotación.

Tabla 16: Fertilizantes simples y complejos de macroelementos para fertirrigación y sus características. Fuente: Rincón (2002)

| Fertilizante         | Fórmula  | Riqueza  | Peso mol. | Peso equiv. | Reacción | Solubilidad (g/L) |       |
|----------------------|--|--|-----------|-------------|----------|-------------------|-------|
|                      |  |  |           |             |          | 15 °C             | 30 °C |
| Nitrato amónico      | NO <sub>3</sub> H <sub>4</sub>                     | N: 33,5%   | 53,5      | 53,5        | Ácida    | 2400              | 3440  |
| Nitrato cálcico      | (NO <sub>3</sub> )Ca <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O | N: 15,5 %<br>CaO: 27 %   | 236,16    | 118,1       | Básica   | 1130              | 1526  |
| Fosfato monopotásico | PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> K                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 53 %<br>K <sub>2</sub> O: 34 % | 120,14    | 120,1       | Básica   | 197               | 285   |
| Nitrato potásico     | NO <sub>3</sub> K                                  | N: 13 %<br>K <sub>2</sub> O: 46%                               | 101,1     | 101,1       | Neutra   | 257               | 459   |
| Sulfato de magnesio  | SO <sub>4</sub> MgH <sub>2</sub> O                 | Mg: 10%  | 246,5     | 123,25      | Ácida    | 332               | 409   |

La Tabla 17 y Tabla 19 reflejan tanto las aportaciones necesarias de fertirrigación para el cultivo del melón como las cantidades de fertilizantes necesarios para su cultivo.

Tabla 17: Cantidad de nutrientes a aportar en la fertirrigación del melón Piel de Sapo. Fuente: Rincón (2002)

| Días tras trasplante | N     | P <sub>205</sub> | K <sub>20</sub> | CaO  | MgO  |
|----------------------|-------|------------------|-----------------|------|------|
|                      | kg/ha |                  |                 |      |      |
| 0-15                 | 4,0   | 2,0              | 5,0             | -    | -    |
| 16-30                | 6,0   | 3,0              | 15,0            | -    | -    |
| 31-45                | 10,0  | 5,0              | 30,0            | -    | -    |
| 46-60                | 20,0  | 10,0             | 45,0            | -    | -    |
| 61-75                | 25,0  | 15,0             | 65,0            | -    | -    |
| 76-90                | 35,0  | 20,0             | 75,0            | 10,0 | 4,0  |
| 91-105               | 45,0  | 20,0             | 70,0            | 15,0 | 6,0  |
| 106-120              | 35,0  | 15,0             | 65,0            | 15,0 | 6,0  |
| 121-135              | 30,0  | 10,0             | 50,0            | 10,0 | 4,0  |
| 136-150              | 15,0  | 5,0              | 30,0            | -    | -    |
| <b>Total</b>         | 225,0 | 105,0            | 450,0           | 50,0 | 20,0 |

Anejo N°6 – Características del cultivo

El agua regenerada utilizada para el riego aporta una porción significativa de la demanda de nutrientes del cultivo y es capaz de reducir sus necesidades de fertilizantes. Atendiendo a los resultados obtenidos en el Anejo 4, se elaboran los siguientes datos:

*Tabla 18: Aporte de Nitrógeno y Fósforo mediante el riego localizado durante todo el ciclo de cultivo. Fuente: Elaboración propia*

| Riego (mm) | P (kg) | P2O5 (kg/ha) | N (kg) | N (kg/ha) |
|------------|--------|--------------|--------|-----------|
| 621,36     | 6,34   | 9,70         | 50,32  | 33,55     |

El uso de aguas regeneradas para fertirrigar tiene efectos positivos sobre la adición de fertilizantes. Constituye una aportación adicional de fertilizantes a las plantas, llegando a reducir la cuantía de abonos a utilizar. La aplicación de N total y P2O5 se reduce aproximadamente en un 16% y 10%, respectivamente.

De esta manera y teniendo en cuenta la cantidad de elementos nutritivos que contiene el agua de riego utilizada, se obtienen las cantidades de fertilizante a aportar.

*Tabla 19: Cantidad de fertilizantes a aportar en la fertirrigación del melón Piel de Sapo. Fuente: Adaptado de Rincón (2002)*

| Días tras trasplante | Nitrato amónico | Nitrato de calcio | Fosfato monopotásico | Nitrato potásico | Sulfato de magnesio |
|----------------------|-----------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------------|
|                      | kg/ha           |                   |                      |                  |                     |
| 0-15                 | 80,0            | -                 | 25,0                 | 70,0             | 10,0                |
| 16-30                | 75,0            | 20,0              | 25,0                 | 90,0             | 15,0                |
| 31-45                | -               | 30,0              | 25,0                 | 90,0             | 15,0                |
| 46-60                | -               | 30,0              | 25,0                 | 90,0             | 15,0                |
| 61-75                | -               | 30,0              | 20,0                 | 80,0             | 25,0                |
| 76-90                | -               | 40,0              | 20,0                 | 80,0             | 25,0                |
| 91-105               | -               | 40,0              | 10,0                 | 80,0             | 25,0                |
| 106-120              | -               | -                 | 10,0                 | 90,0             | 25,0                |
| 121-135              | -               | -                 | 10,0                 | 90,0             | 25,0                |
| 136-150              | -               | -                 | 10,0                 | 90,0             | 20,0                |
| <b>Total</b>         | 155,0           | 190,0             | 180,0                | 850,0            | 200,0               |
| <b>N</b>             | 51,93           | 29,45             | -                    | 110,50           | -                   |
| <b>CaO</b>           | -               | 51,30             | -                    | -                | -                   |
| <b>P2O5</b>          | -               | -                 | 95,40                | -                | -                   |
| <b>K2O</b>           | -               | -                 | 61,20                | 391,00           | -                   |
| <b>Mg</b>            | -               | -                 | -                    | -                | 20,00               |

Aportando las cantidades de fertilizantes mostrados anteriormente se consigue alcanzar las necesidades nutritivas para el caso del cultivo del melón. La Tabla 20 muestra el resultado del ejercicio de fertilización.

Tabla 20: Balance nutritivo (kg/ha) del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia

| Nutrientes | Cantidad aportada sin considerar el riego (kg/ha) | Cantidad aportada considerando el riego (kg/ha) | Balance (kg/ha) |
|------------|---|---|-----------------|
| N          | 191,88  | 225,43  | -0,43           |
| CaO        | 51,30   | 51,30   | -1,30           |
| P205       | 95,40   | 105,10  | -0,10           |
| K2O        | 452,20  | 452,20  | -2,20           |
| Mg         | 20,00   | 20,00   | 0,00            |

Los números negativos en el balance (kg/ha) significan que el aporte de fertilizante es mayor que las necesidades nutricionales del cultivo. Puesto que la fertilización no tiene el 100% de efectividad, estos valores se ajustan perfectamente.

## 5.4. RIEGO

### 5.4.1. RIEGO DE PLANTACIÓN

Consiste en aplicar el agua suficiente con el objetivo de que todas las plántulas queden suficientemente regadas. El consumo de agua es variable dependiendo del tiempo y humedad del suelo, variando entre 20 y 30 mm.

### 5.4.2. RIEGO DE ARRAIGUE

Tras el riego de plantación se deberá aplicar un segundo riego denominado de arraigue. El gasto de agua depende también del tipo de suelo, oscilando entre 10 y 15 mm.

Tras el riego de arraigue, se procederá al forzado del sistema radicular de las plantas. Se somete a un déficit hídrico moderado durante un periodo variable de tiempo entre 8-10 días, en función de la fecha de plantación, tipo de suelo y climatología. Durante este tiempo, la planta se ve obligada a expandir su sistema radicular para explorar más volumen de suelo.

### 5.4.3. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

La Tabla 21 recoge el calendario de riego indicando las dosis prácticas de riego. El tiempo de riego indicado se corresponde con el tiempo de cada sector. Las necesidades hídricas del cultivo del melón vienen calculadas en el Anejo N.º 7 (Necesidades hídricas).

*Tabla 21: Calendario de riego. Fuente: elaboración propia*

| Mes        | Dosis práctica (mm/día)  | Tiempo (horas/día) |
|------------|--|--------------------|
| Mayo       | 1,57<br>(+20 mm riego de plantación)<br>(+10 mm riego de arraigue) | 0,62               |
| Junio      | 5,19   | 2,05               |
| Julio      | 6,65   | 2,62               |
| Agosto     | 4,54   | 1,79               |
| Septiembre | 2,35   | 0,93               |

### 5.5. CONTROL DE MALAS HIERBAS

Se realizará una escarda mecánica, consistente en pases de cultivador interlíneas para eliminar las malas hierbas que aparecen en los surcos. También se realizará una escarda manual, proporcionando una eliminación efectiva de las malas hierbas.

Se realizará además una escarda química para el mejor control de las malas hierbas. Los herbicidas recomendados, actualmente permitidos son: oxifluorfen 24%, 48% y 50%. La dosis a emplear será de 1-2 L/ha, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los herbicidas serán usados después de la plantación.

### 5.6. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La Tabla 22 muestra las diferentes plagas y enfermedades que afectan al cultivo del melón y su control, según la Orden APA/370/2004, de 13 de febrero, por la que se establece la norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cultivos hortícolas.

Anejo N°6 – Características del cultivo

Tabla 22: Norma técnica de producción integrada en melón. Fuente: Orden APA/370/2004

| <b>Incidencia</b> | <b>Criterio de intervención</b>                                  | <b>Control químico (materias activas)</b>   | <b>Control biológico</b>  | <b>Control Biotecnológico</b>     | <b>Métodos culturales</b>                                      | <b>Observaciones</b>   |
|-------------------|--|---|---|-----------------------------------|--|--|
| Mosca blanca      | Poblaciones en aumento   | Azadiractina. Aceite de parafina. Beauveria bassiana. Imidacloprid (1). Tiametoxan (1). Oxamilo (2). Pimetrozina. Spiromesifen. Sales potásicas de ácidos grasos vegetales (3). Acetamiprid (3). Tiacloprid. Spirotetramat. | <i>Eretmocerus spp.</i><br><i>Encarsia spp.</i><br><i>Míridos.</i><br><i>Amblyseius swirskii.</i>                           | Trampas cromatrópicas amarillas.  | -  | (1) Solo en invernadero. (2) Aplicaciones vía gotero en plantaciones jóvenes. (3) Solo en melón y aire libre.  |
| Arañas            | Intervenciones localizadas sobre primeros focos.                 | Azufre. Abamectina (1). Hexitiazox. Tebufenpirad. Clofentizin (2). Spiromesifen. Azadiractina (3). Aceite de parafina (2). Etoxazol.  | <i>Phytoseiulum persimilis.</i><br><i>Amblyseius californicus.</i><br><i>Pteridoploxis persicae.</i> <i>Stetorus spp.</i>   | -                                 | Control de hierbas huéspedes, con bajos niveles de auxiliares. | (1) Solo con niveles muy altos o problemas conjuntos con <i>Liriomyza</i> . (2) Solo melón. (3) Con pH del caldo ligeramente ácido.                        |
| Pulgón            | Intervenciones localizadas sobre primeros focos.                 | Azadiractina (1). Pirimicarb (2). Imidacloprid (3). Triametoxan (3). Pimetrozina. Flonicamid. Aceite de parafina. Spirotetramat. Oxamilo (4). Tiacloprid. Acetamiprid.  | <i>Aphidoletes aphidimyza.</i><br><i>Aphidius spp.</i><br><i>Aphelinus spp.</i><br><i>Coccinelidos,</i><br><i>Chrysopas</i> | Cubiertas reflectantes y trampas. | -  | (1) Con pH del caldo ligeramente ácido. (2) No controla <i>Aphis gossypii</i> . (3) Solo invernadero. (4) Aplicaciones vía gotero en plantaciones jóvenes. |
| Gusano de suelo   | Capturas de adultos, primeros daños o parcelas con antecedentes. | Clorpirifos (1). Azadiractin.   | -   | -                                 | Evitar parcelas con problemas de gusanos de suelo.             | (1) Tratamiento cebo.  |

Anejo N°6 – Características del cultivo

| <b>Incidencia</b> | <b>Criterio de intervención</b>   | <b>Control químico (materias activas)</b>   | <b>Control biológico</b>  | <b>Control Biotecnológico</b>       | <b>Métodos culturales</b>          | <b>Observaciones</b>  |
|-------------------|---|---|---|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| Limiomizas        | Niveles en aumento con baja incidencia de parasitismo.                              | Azadiractina (1). Abamectina (2). Ciromazina (3). Oxamilo (4).  | <i>Diglyphus isaea</i> y otros parasitoides. Depredadores generalistas. | -                                   | -                                  | (1) Con pH del caldo ligeramente ácido.<br>(2) Control simultáneo de araña. (3) Solo en invernadero. (4) Aplicaciones vía gotero en plantaciones jóvenes.                             |
| Oidio             | Preventivos con azufre. Restos con presencia de primeros síntomas en la plantación. | Azufre. Bupirimato. Kresoxim metil. Miclobutanil. Ciproconazol. Tetraconazol. Triadimenol. Quinoxifen. Trifloxistrobin (1). Boscalida+kresoxim metil. Flutriafol. Ampelomiceds quisqualis. Clortalonil+Tetraconazol. Metil tiofanato (1). | -   | Utilizar variedades poco sensibles. | -                                  | No repetir más de dos veces consecutivas con el mismo producto o familia química, a excepción del azufre.<br>(1) Solo en melón.   |
| Mildiu            | Solo en condiciones favorables para su desarrollo o aparición de primeros síntomas. | Azoxystrobin. Cimoxanilo+ (1). Benalixil+ (1). Fosetil-Al. Mancoceb. Propineb (2). Dimetomorf+mancoceb. Maneb. Clortalonil. Ciazofamida. Azoxystrobin+Clortalonil. Fluopicolida+Propamocarb. Dimetomorf+Piraclostrobin (3).               | -   | -                                   | Evitar parajes con climas húmedos. | (1) Mezclar entre las materias activas de la lista. No utilizar más de dos veces consecutivas este grupo de fungicidas.<br>(2) Preferentemente en espolvoreo. (3) Solo al aire libre. |

Anejo N°6 – Características del cultivo

| <b>Incidencia</b>            | <b>Criterio de intervención</b>                       | <b>Control químico (materias activas)</b>   | <b>Control biológico</b> | <b>Control Biotecnológico</b> | <b>Métodos culturales</b>               | <b>Observaciones</b>  |
|------------------------------|---|---|--------------------------|-------------------------------|---|---|
| Hongos de suelo y vasculares | Primeros síntomas en la parcela.                      | Etridiazol (1). Metil-tiofanato (2). Prochloraz. Streptomyces griseoviridis. Propamocarb. Fosetil Al+Propamocarb. Pencicuron. | -                        | -                             | Evitar altas humedades junto al tronco. | (1) Solo en melón en invernadero. (2) Solo en melón.          |
| Otras plagas y enfermedades  | Intervenciones en función de prescripciones técnicas. | Las expresamente autorizadas en el cultivo.   | -                        | -                             | -                                       | Preferentemente actuaciones localizadas sobre primeros focos. |

## 5.7. RECOLECCIÓN

La recolección del melón se llevará a cabo cuando el fruto esté totalmente maduro. Se realizarán tres recolecciones con el objetivo de aumentar el número de frutos maduros recolectados. Es difícil conocer el momento óptimo de maduración, por lo que los operarios se guiarán por signos externos. Estos signos son:

- Grietas circulares en la base del pedúnculo.
- Marchitamiento de la primera hoja por encima del fruto.
- Amarilleamiento de la parte del fruto en contacto con la tierra.
- Elasticidad al presionar con los dedos el extremo del fruto opuesto al pedúnculo.
- Cambio de coloración de la corteza, de colores vivos a tonos mate.
- Incremento del aroma.
- La concentración de azúcar es el índice más fiable para precisar el momento adecuado para recolectar. Este índice se mide mediante un refractómetro y se expresa en grados Brix.
- Degustación algunos frutos cogidos al azar.
- Si agitamos el melón junto al oído y oímos el ruido de pepitas y líquido es síntoma de fruto pasado de madurez.

Las horas del día más recomendables para la recolección son al atardecer o por la mañana temprano. Tras la recolección, se colocan en lugares protegidos del sol y del calor hasta llevarlos al almacén.

## 5.8. PLANIFICACIÓN Y MAQUINARIA

Las labores que se tienen que realizar en el cultivo del melón y el periodo disponible para realizarlas se muestran en la Tabla 23.

*Tabla 23: Labores de cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Labor</b>            | <b>Periodo disponible</b> | <b>Duración (días)</b> |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|
| Labor de vertedera      | 29-abr                    | 3                      |
| Formación de meseta     | 29-abr                    | 3                      |
| Colocación de goteros   | 29-abr                    | 3                      |
| Extendido del acolchado | 29-abr                    | 3                      |
| Plantación manual       | 2-may                     | 1                      |

Anejo N°6 – Características del cultivo

| <b>Labor</b>                      | <b>Periodo disponible</b> | <b>Duración (días)</b> |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Tratamiento herbicida             | 11-may                    | 1                      |
| Cultivador                        | 15-may                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 27-may                    | 1                      |
| Escarda manual                    | 20-jun                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 21-jun                    | 1                      |
| Escarda manual                    | 10-jul                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 11-jul                    | 1                      |
| Cultivador                        | 15-jul                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 30-jul                    | 1                      |
| Recolección manual                | 15-ago                    | 1                      |
| Remolque                          | 15-ago                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 17-ago                    | 1                      |
| Recolección manual                | 03-sep                    | 1                      |
| Remolque                          | 03-sep                    | 1                      |
| Tratamiento insecticida-fungicida | 05-sep                    | 1                      |
| Recolección manual                | 20-sep                    | 1                      |
| Remolque                          | 20-sep                    | 1                      |
| Recogida de goteros               | 21-sep                    | 6                      |
| Labor de vertedera                | 21-sep                    | 6                      |
| Fresadora                         | 21-sep                    | 6                      |
| Chisel                            | 21-sep                    | 6                      |

## 6. RESUMEN

La rotación de cultivos que se plantea en el presente proyecto es una rotación hortícola anual, siendo el melón el cultivo principal. La parcela objeto de proyecto quedará dividida en tres unidades iguales donde, cada año, se implantará el cultivo correspondiente. La rotación tendrá una duración de tres años y se corresponde con: melón – cebada – barbecho. Todos los recursos hídricos quedaran a disposición del cultivo del melón. Por ello, la instalación de riego tendrá que ser cambiada todos los años situándola en la unidad de la parcela donde se desarrollará el melón.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, el cultivo de melón tiene especial importancia económica tanto a nivel nacional como particularmente en la zona objeto de estudio. Tomelloso presenta tradición del cultivo del melón a lo largo de varias generaciones. En cuanto a la composición del fruto, el melón es un fruto de contenido energético bajo (28 kcal/100g), que aporta una gran cantidad de agua, y destaca por su contenido en potasio y vitamina C.

En relación con las exigencias climáticas y edafológicas, se profundiza más en ello en anejos anteriores. No obstante, tanto el cultivo del melón como el de la cebada se ajustan con las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.

El sistema de manejo se hará al aire libre utilizando un sistema de riego localizado. El ciclo de cultivo utilizado será “*ciclo tardío*”, donde el trasplante se hace a principios de mayo para obtener producciones en agosto y septiembre. La densidad de plantación será de 4.000 plantas/ha.

En relación con la fertilización del cultivo del melón, las necesidades nutricionales respecto al nitrógeno y al fósforo se ven reducidas gracias al uso del agua regenerada para el riego. Por tanto, la concentración de macronutrientes en las aguas regeneradas significa una reducción en la aplicación de fertilizantes.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Armengol, E. y Badiola, J. 1997: *Empleo de los plásticos en el cultivo de melón*. En: Melones. A. Namesny: 79-84.
- Blaya Ros, P. J. (2015). TFG. *Proyecto de puesta en riego por goteo y manejo de los cultivos de lechuga y melón en el campo de Cartagena*. Universidad Politécnica de Cartagena
- Cantón J. M.; Galera I.; Martínez A., 2003. *Técnicas de Producción en Cultivos Protegidos*. Ed. Agrotécnicas. Tomo 2. 18: 591- 631.
- EcuRed. 2020. *Melón*. Recuperado 11 de mayo de 2021, de <https://www.ecured.cu/Mel%C3%B3n>
- F.A.O. 2018. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). [www.fao.com](http://www.fao.com)
- Gómez - Guillamón, M. L.; Camero, R. Y González - Fernández, J. J. (1997): *El melón en invernadero*; Compendios de Horticultura (10). Ediciones de Horticultura SL; pp. 67-77.
- InfoAgro. 2018. *Agricultura. El cultivo de la cebada. 1ª parte. (s. f.)*. Recuperado 11 de mayo 2021, de <https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- InfoAgro. 2018. *Agricultura. El cultivo del melón. 1ª parte. (s. f.)*. Recuperado 11 de mayo 2021, de [https://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm)
- MAPA. 2018. <https://www.mapa.gob.es/es/>
- Maroto, J. V. 1995: *Botánica, fisiología y adaptabilidad del melón*; El cultivo del melón. Fundación Cultural Caja Rural de Valencia; pp. 13-17.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. 2013. Tablas de composición de alimentos, 16 edición, edit. Pirámide, España.
- Muñoz Morales, Mª Jesús. 2019. TFM. *Estimación de la heterosis y de la estabilidad de híbridos F1 de melón (Cucumis melo l.) "Piel de sapo"*.
- Peñalver, J. 1997: *Cultivo del melón al aire libre*. En: Melones. A. Namesny: 59-65.
- Rincón Sánchez, L. 1991: *Fertirrigación en cultivos hortícolas. El agua y los fertilizantes. Fertirrigación localizada*; Serie Congresos (3). Madrid, Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Editor científico R.; pp. 223-239.
- Rincón Sánchez, L. 2002. *Riego y fertirrigación del melón en riego por goteo*. España: Horticultura. p 1-7.

Anejo N°6 – Características del cultivo

Torres, J. M. 1997: *Los tipos de melón comerciales*; Compendios de Horticultura (10). Ediciones de Horticultura SL; pp. 13-19.

Wikifarmer. 2019. *Cultivar Melones al Aire Libre con Fines de Lucro – Guía de Cultivo Completa de Principio a Fin*.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°7  
NECESIDADES HÍDRICAS**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|  |   |
|--|---|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 1 |
| 2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO .....                        | 1 |
| 2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET <sub>o</sub> ).....  | 1 |
| 2.2. COEFICIENTE DE CULTIVO K <sub>c</sub> .....               | 2 |
| 2.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ET <sub>c</sub> ) .....   | 4 |
| 2.4. PRECIPITACIÓN EFECTIVA (P <sub>ef</sub> ) .....           | 4 |
| 2.5. EFICIENCIA DE APLICACIÓN DEL RIEGO (E <sub>a</sub> )..... | 4 |
| 3. NECESIDADES HÍDRICAS .....                                  | 5 |
| 4. CONCLUSIÓN .....  | 5 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA .....  | 6 |

|  |   |
|--|---|
| Tabla 1: Calculo de la ETo a partir de los datos climáticos de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR.....    | 2 |
| Tabla 2: Etapas, fechas, duración y Kc del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de Ribas et al. (1995).....   | 3 |
| Tabla 3: Datos de precipitación media y precipitación efectiva de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR..... | 4 |
| Tabla 4: Necesidades hídricas correspondientes al melón. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR y de cálculos anteriores .....  | 5 |

Imagen 1: Curva generalizada del coeficiente del cultivo Kc. Fuente: Allen et al. 2006. 2

## 1. INTRODUCCIÓN

El riego es la práctica agrícola que aumenta de manera más notoria la productividad y el rendimiento de un cultivo, por lo que el uso correcto del agua disponible incrementará de forma notable la renta de los agricultores.

En este documento se trata de determinar las necesidades hídricas del cultivo del melón, para poder determinar así los caudales necesarios en la red de distribución y poder dimensionar así la misma.

Para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo, se necesita:

- Características climáticas de la zona de estudio.
- $ET_0$  de referencia para cada mes.
- La  $K_c$  del cultivo más desfavorable para cada mes.

Para el estudio de las necesidades hídricas y teniendo en cuenta el cuadro de rotación de cultivos, se tomará el melón como el cultivo con las necesidades hídricas más desfavorables. Los cálculos, tanto de las necesidades hídricas como del posterior sistema de riego, se harán tomando este cultivo como referencia.

## 2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

La evapotranspiración viene determinada por las variables climáticas del lugar y es, por lo tanto, considerada como una variable climática. La evapotranspiración (ET) se define como la combinación de dos procesos a través de los cuales el agua del suelo se pierde a la atmósfera (evaporación del agua del suelo y transpiración del cultivo). Al estimar la evapotranspiración del cultivo se pueden conocer las necesidades hídricas de la parcela cultivada.

### 2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ( $ET_0$ )

De los datos aportados en el *Anejo N°3: Estudio Climático* se extraen todos los parámetros necesarios para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo y necesidades de riego del mismo. Únicamente parámetros climáticos afectan al cálculo de la  $ET_0$ , por lo tanto, es también un parámetro climático que puede ser calculado.

Los datos de  $ET_0$  serán los datos obtenidos de las series medias que se han calculado y expuesto en el citado Anejo N°3 y proporcionados por el Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha (SIAR).

Tabla 1: Cálculo de la  $ET_0$  a partir de los datos climáticos de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR

| Concepto              | EN      | FE   | MA   | AB    | MY    | JN    | JL    | AG    | SE    | OC   | NO   | DI   |
|-----------------------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| $ET_0$ (mm/mes)       | 29,9    | 47,8 | 82,0 | 108,9 | 153,7 | 182,0 | 201,3 | 175,7 | 119,9 | 73,1 | 34,7 | 23,5 |
| $ET_0$ (mm/día)       | 1,0     | 1,7  | 2,6  | 3,6   | 5,0   | 6,1   | 6,5   | 5,7   | 4,0   | 2,4  | 1,2  | 0,8  |
| $ET_0$ total (mm)     | 1.232,5 |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |
| $ET_0$ media (mm/día) | 3,4     |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |

## 2.2. COEFICIENTE DE CULTIVO $K_c$

El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo determinado del pasto de referencia, el cual presenta apariencia uniforme y cubre al completo la superficie del suelo.

Hace referencia al tipo de cultivo seleccionado, a la fase de desarrollo en la que se encuentre y a las condiciones climáticas predominantes en la zona. Es decir, describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van completando su desarrollo. En la Imagen 1 se muestran las 3 fases en las que se divide el desarrollo de un cultivo para asignar valores de  $K_c$ .

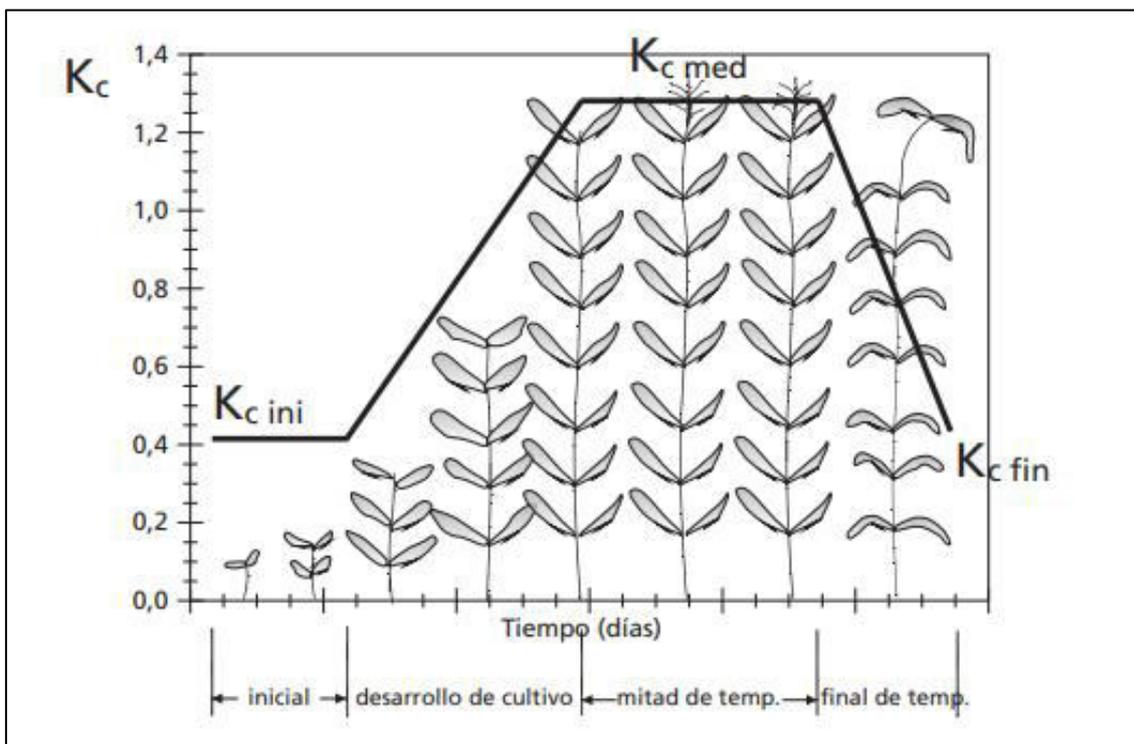


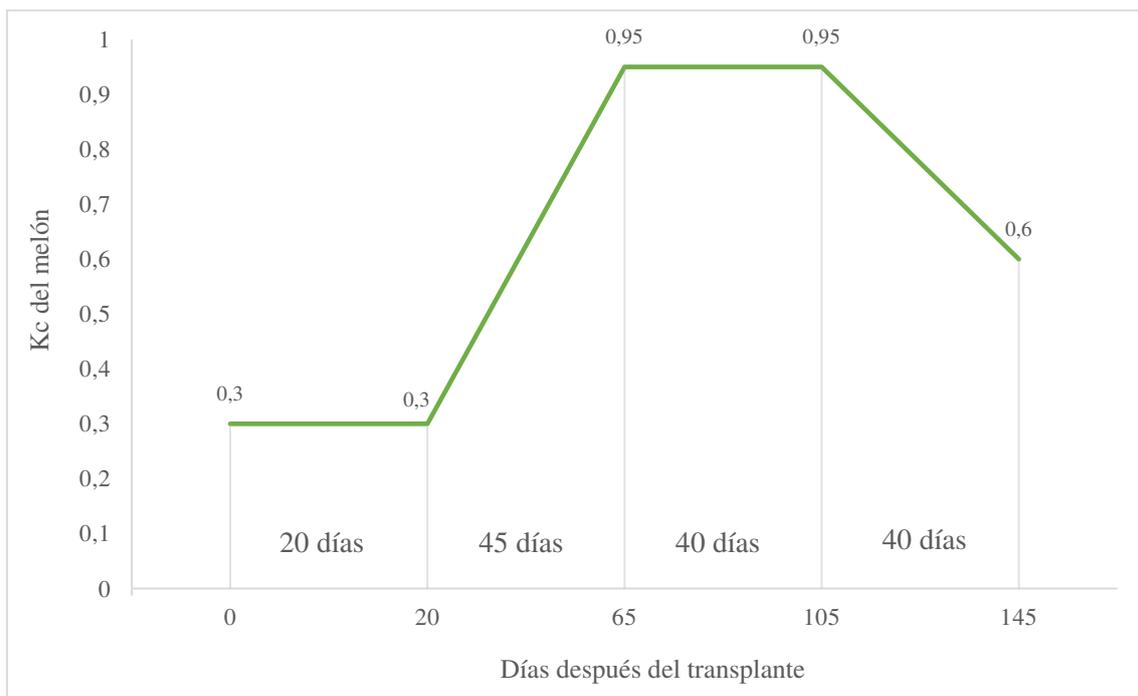
Imagen 1: Curva generalizada del coeficiente del cultivo  $K_c$ . Fuente: Allen et al. 2006.

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para el caso del melón, descrito por Ribas et al. (1995), está formado por cuatro fases. En la primera de ellas, denominada fase inicial, toma un valor constante de 0,3 (Ribas et al., 2000) y comprende la implantación del cultivo. La segunda fase, llamada fase de desarrollo, es una recta ascendente y representa la fase en la que el cultivo presenta un crecimiento rápido. La tercera fase, fase de mediados del período, posee un valor constante y máximo de 0,95. Se mantiene así durante el tiempo en el que la planta presenta una alta masa foliar. Para el caso del melón, dicha fase comienza en la etapa final de crecimiento de los frutos y se prolonga hasta el momento en el que se producen las primeras pérdidas de superficie foliar. La última fase, denominada fase de final del período, presenta forma de recta descendente hasta alcanzar un valor de 0,60.

Tabla 2: Etapas, fechas, duración y  $K_c$  del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de Ribas et al. (1995).

| <b>Etapas</b>      | <b>Fechas y duración</b>        | <b><math>K_c</math></b> |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Fase inicial       | 2 de mayo – 22 de mayo          | 0,30                    |
| Fase de desarrollo | 23 de mayo – 7 de julio         | >                       |
| Fase media         | 8 de julio – 17 de agosto       | 0,95                    |
| Fase final         | 18 de agosto – 27 de septiembre | >0,60                   |

En la Gráfica 1 se representan los valores de  $K_c$  para el cultivo objeto de estudio, el melón, el cual representa las necesidades hídricas más altas y es sobre el que se va a establecer el sistema de riego.



Gráfica 1: Coeficiente de cultivo del melón en riego por goteo. Fuente: Elaboración propia

### 2.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ETc)

La evapotranspiración del cultivo ETc se calcula como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia, ET<sub>0</sub> y el coeficiente del cultivo Kc.

$$ETc = ET_0 \cdot Kc$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

ET<sub>0</sub>: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

Kc: Coeficiente del cultivo (adimensional)

El valor de ETc hace referencia a las necesidades mensuales totales de agua que requiere el cultivo, las cuales deberán ser cubiertas ya sea a través de las precipitaciones, o bien mediante la aplicación de riego.

### 2.4. PRECIPITACIÓN EFECTIVA (Pef)

Los valores medios de precipitación han sido obtenidos a partir del “Sistema de Información Agroclimática para el Regadío” (SiAR) referente a las mediciones recogidas en la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000-2020). A continuación, se muestran los valores de precipitación media mensual y efectiva obtenidos durante dicho periodo:

*Tabla 3: Datos de precipitación media y precipitación efectiva de la estación de observación meteorológica “Alcázar de San Juan” (2000 – 2020). Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR*

|                    | EN    | FE    | MA    | AB    | MY    | JN   | JL   | AG   | SE    | OC    | NO    | DI    | Año    |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Pm<br/>(mm)</b> | 24,98 | 23,52 | 47,62 | 48,65 | 36,23 | 6,87 | 4,28 | 6,23 | 19,71 | 30,49 | 56,01 | 24,01 | 328,58 |
| <b>Pe<br/>(mm)</b> | 8,22  | 8,30  | 21,68 | 21,71 | 16,74 | 2,47 | 1,56 | 2,40 | 9,61  | 13,48 | 25,50 | 8,08  | 139,76 |

### 2.5. EFICIENCIA DE APLICACIÓN DEL RIEGO (Ea)

Las necesidades reales de riego están condicionadas por unas pérdidas de agua que se producen a la hora del riego debido fundamentalmente a la percolación, escorrentía, y evaporación. Todos estos factores se encuentran englobados en un coeficiente denominado eficiencia de aplicación del riego (Ea) que se expresa en %.

Se ha adoptado una eficiencia de aplicación para riego localizado de 92%.

### 3. NECESIDADES HÍDRICAS

Se ha llevado a cabo el estudio de las necesidades hídricas del cultivo planteado en la rotación, quedando exentos de estudio los cereales. El requerimiento de agua de riego se calcula de manera mensual obteniendo en el cultivo el total de agua requerida en cada mes.

*Tabla 4: Necesidades hídricas correspondientes al melón. Fuente: elaboración propia basada en los datos extraídos del SiAR y de cálculos anteriores*

| Melón                         | E     | F     | M     | A      | M      | J      | J             | A      | S      | O     | N     | D     |
|-------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| <b>ET<sub>0</sub></b><br>(mm) | 29,90 | 47,80 | 82,00 | 108,90 | 153,70 | 182,00 | 201,30        | 175,70 | 119,90 | 73,10 | 34,70 | 23,50 |
| <b>Kc</b>                     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,40   | 0,80   | 0,95          | 0,75   | 0,62   | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <b>ETc</b><br>(mm)            | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 61,48  | 145,60 | 191,24        | 131,78 | 74,34  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <b>ETc</b><br>(mm/día)        | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 1,98   | 4,85   | 6,17          | 4,25   | 2,48   | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <b>P</b><br>(mm)              | 24,98 | 23,52 | 47,62 | 48,65  | 36,23  | 6,87   | 4,28          | 6,23   | 19,71  | 30,49 | 56,01 | 24,01 |
| <b>P<sub>ef</sub></b><br>(mm) | 8,22  | 8,30  | 21,68 | 21,71  | 16,74  | 2,47   | 1,56          | 2,40   | 9,61   | 13,48 | 25,50 | 8,08  |
| <b>Nn</b><br>(mm)             | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 44,74  | 143,13 | 189,68        | 129,38 | 64,73  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <b>Riego</b><br>(mm)          | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 48,63  | 155,58 | <b>206,17</b> | 140,63 | 70,36  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <b>Riego</b><br>(mm/día)      | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 1,57   | 5,19   | <b>6,65</b>   | 4,54   | 2,35   | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

### 4. CONCLUSIÓN

Se determina la cantidad de riego y el momento del mismo en el mes las mayores necesidades. A partir de los datos de dicho mes se puede determinar cuál será la cantidad de agua necesaria para el riego del cultivo y el que se toma como referencia en los cálculos para el dimensionamiento del sistema.

Analizando las necesidades hídricas calculadas, llegamos a la conclusión de que el máximo de necesidades hídricas por aporte de agua de riego es de 206,17 mm en el mes de julio. El ciclo completo del cultivo del melón tiene unas necesidades hídricas totales de 621,36 mm.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 2006. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, 300pp., Estudio FAO Riego y Drenaje 56, ISBN 92-5-304219-2, ISSN 0254-5293.
- Arviza Valverde J. 1996. *Riego localizado*. Universidad Politecnica de Valencia
- Ribas, F., M.J. Cabello, M.M. Moreno, A. Moreno, L. López-Bellido. 2000. *Physiological response of a melon crop (Cucumis melo L.) to different watering regimes*. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales, 15:195-212
- Ribas, F., M.J. Cabello, M.M. Moreno. 1995. *Necesidades de riego del melón y respuesta del cultivo a riegos diferenciales en la provincia de Ciudad Real (Castilla-La Mancha)*. XIII Jornadas Técnicas sobre Riegos (Tenerife). 12-20.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°8  
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                      | 1  |
| 2. DISEÑO AGRONÓMICO .....                                | 1  |
| 2.1. ELECCIÓN DEL EMISOR.....                             | 1  |
| 2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR .....                   | 1  |
| 2.1.2. ÁREA MOJADA POR UN EMISOR.....                     | 2  |
| 2.1.3. SEPARACIÓN ENTRE EMISORES EN LOS RAMALES .....     | 3  |
| 2.1.4. NÚMERO DE EMISORES NECESARIOS POR SUPERFICIE ..... | 3  |
| 2.2. DOSIS DE PRÁCTICA DE RIEGO .....                     | 5  |
| 2.2.1. INTERVALO ENTRE RIEGOS.....                        | 5  |
| 2.2.2. DOSIS PRÁCTICA DE RIEGO .....                      | 5  |
| 2.3. TIEMPO DE RIEGO .....                                | 5  |
| 2.4. NÚMERO DE SECTORES DE RIEGO .....                    | 6  |
| 2.5. RESUMEN .....  | 7  |
| 3. DISEÑO HIDRÁULICO.....                                 | 8  |
| 3.1 DATOS DE PARTIDA .....                                | 8  |
| 3.2. CRITERIOS DE DISEÑO .....                            | 8  |
| 3.3. DIMENSIONADO DE LATERALES .....                      | 9  |
| 3.4. DIMENSIONADO DE LA TERCIARIA .....                   | 12 |
| 3.5. DIMENSIONADO DE LA PRINCIPAL .....                   | 14 |
| 3.6. TUBERÍAS Y ELEMENTOS AUXILIARES DE LA RED.....       | 16 |
| 3.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS .....              | 16 |
| 3.6.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS .....                 | 17 |
| 3.6.3. ELEMENTOS DE ACOPLA Y UNIÓN .....                  | 17 |
| 3.7. ZANJAS.....  | 17 |
| 3.8. CABEZAL DE RIEGO .....                               | 18 |
| 3.8.1. EQUIPO DE BOMBEO.....                              | 18 |
| 3.8.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN .....                         | 19 |
| 3.8.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN .....                     | 20 |
| 3.9. ELEMENTOS DE CONTROL.....                            | 23 |
| 3.9.1. CONTADOR WOLTMAN.....                              | 23 |
| 3.9.2. MANÓMETROS .....                                   | 24 |
| 3.9.3. ELECTROVÁLVULA .....                               | 24 |
| 3.10. AUTOMATISMOS .....                                  | 24 |
| 3.11. ELEMENTOS DE SEGURIDAD .....                        | 25 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 3.11.1. PURGADORES Y VENTOSAS ..... | 25 |
| 3.11.2. VÁLVULAS DE RETENCIÓN ..... | 25 |
| 3.11.3. VÁLVULAS DE PASO.....       | 25 |
| 4. BIBLIOGRAFÍA .....               | 26 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Características técnicas del emisor. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa REGABER.....  | 1  |
| Tabla 2: Cálculo del número de sectores de riego. Fuente: elaboración propia.....  | 7  |
| Tabla 3: Resumen del cálculo agronómico del sistema. Fuente: elaboración propia.....   | 7  |
| Tabla 4: Datos de partida para el diseño hidráulico del sistema de riego. Fuente: elaboración propia .....   | 8  |
| Tabla 5: Características técnicas de la tubería principal, tubería terciaria y los laterales de riego. Fuente elaboración propia .....   | 16 |
| Tabla 6: Dimensionamiento de la tubería principal, tuberías secundarias y laterales de riego. Fuente: Elaboración propia. ....   | 17 |
| Tabla 7: Dimensiones de las zanjas en función del diámetro nominal de la tubería. Sombreado en amarillo el diámetro de la zanja seleccionado. Fuente: Arviza Valverde, J. (1996). .... | 18 |
| Tabla 8: Distribución del tiempo de riego. Fuente: elaboración propia .....  | 20 |
| Tabla 9: Necesidades máximas de fertilizante y concentración de abonos en el agua de riego. Fuente: Elaboración propia .....   | 22 |
| Tabla 10: Concentración de las disoluciones madre. Fuente: Elaboración propia.....   | 23 |

|   |   |
|---|---|
| Gráfica 1: Estimación del diámetro del bulbo húmedo a partir del caudal del emisor y clase textural del suelo. Fuente: Karmeli et al. (1.995) ..... | 2 |
|---|---|

|   |   |
|---|---|
| Imagen 1: Croquis representativo de la plantación de Melón Piel de Sapo en meseta y líneas pareadas, unidades en cm. Fuente: Elaboración propia ..... | 4 |
|---|---|



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se recogen los procedimientos utilizados para diseñar el sistema de riego resultante del análisis de alternativas, así como los cálculos realizados para dimensionar los equipos de riego o las tuberías.

## 2. DISEÑO AGRONÓMICO

En el diseño agronómico se tiene en cuenta toda la información recogida en anejos anteriores, relacionados con la climatología de la zona de estudio, características edafológicas, características del cultivo, superficie a regar, disponibilidad y calidad del agua de riego.

### 2.1. ELECCIÓN DEL EMISOR

#### 2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR

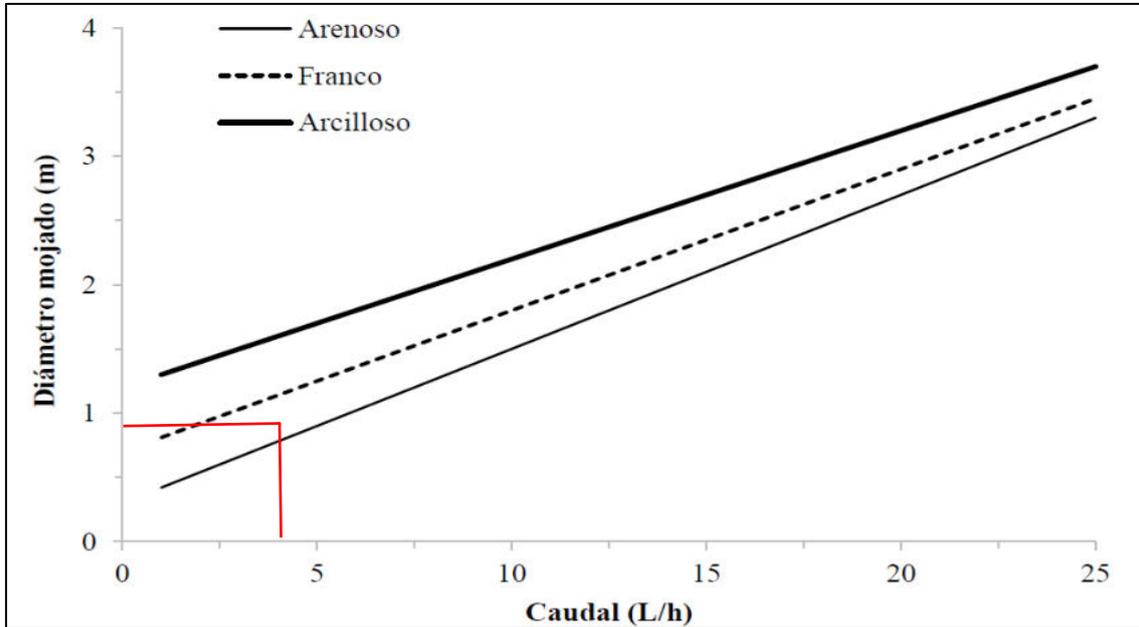
La elección del gotero es vital para el correcto desarrollo del sistema de riego. Esto se debe a su influencia en la uniformidad de distribución del agua. Se ha elegido una tubería integral de goteo autocompensante de pared gruesa con goteros cuyo caudal es de 3,5 l/h.

*Tabla 1: Características técnicas del emisor. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa REGABER*

| <b>Característica</b>              | <b>Valor</b> |
|------------------------------------|--------------|
| Caudal nominal (qe)                | 3,5 L/h      |
| Rango de presiones de trabajo (ha) | 0,5 – 4 bar  |
| Exponente de descarga (x)          | 0            |
| Coefficiente de variación (Cv)     | 1,00%        |
| Diámetro mínimo de paso            | 1,59 mm      |

### 2.1.2. ÁREA MOJADA POR UN EMISOR

El área mojada por un emisor ( $A_{me}$ ) está determinada por varios parámetros (textura, caudal de emisor y tiempo o volúmenes de riego). Para nuestro caso, el diámetro del bulbo húmedo se ha calculado mediante el empleo de fórmulas y gráficos.



Gráfica 1: Estimación del diámetro del bulbo húmedo a partir del caudal del emisor y clase textural del suelo. Fuente: Karmeli et al. (1.995)

Suelo arenoso:  $D_m = 0,3 + 0,12 \cdot q_e$

Suelo franco:  $D_m = 0,7 + 0,11 \cdot q_e$

Suelo arcilloso:  $D_m = 1,2 + 0,10 \cdot q_e$

Teniendo en cuenta que la textura de suelo es franco-arenosa, se elegirá la media entre la textura arenosa y la textura franco para el cálculo del diámetro mojado:

Suelo arenoso:  $D_m = 0,3 + 0,12 \cdot q_e = 0,72 \text{ m}$

Suelo franco:  $D_m = 0,7 + 0,11 \cdot q_e = 1,09 \text{ m}$

Suelo franco-arenoso:  $D_m = 0,90 \text{ m}$

Siendo el caudal del gotero de 3,5 L/h, se obtiene un diámetro mojado de 0,90 m, al que le corresponde una superficie mojada de:

$$A_{me} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \pi \cdot \frac{0,90^2}{4} = 0,64 \text{ m}^2 / \text{emisor}$$

### 2.1.3. SEPARACIÓN ENTRE EMISORES EN LOS RAMALES

Se entiende como solape al *porcentaje de distancia recubierta por dos bulbos consecutivos con relación al radio del bulbo*. Con el objetivo de conseguir el solape deseado los emisores deben situarse de tal forma que se produzca una franja continua de humedad en el terreno. El solape establecido es del 50%, originando una separación entre emisores (Se) de:

$$Se = r \left( 2 - \frac{a}{100} \right) = \frac{0,90}{2} * (2 - 0,5) = 0,68 \text{ m}$$

Donde:

Se = Separación entre emisores.

r = Radio del bulbo húmedo.

a = Solape entre bulbos.

Se adopta una separación entre emisores de 0,60 m, lo que corresponde a solape del 67%.

$$0,6 = \frac{0,90}{2} * \left( 2 - \frac{a}{100} \right)$$

$$a = 67\%$$

### 2.1.4. NÚMERO DE EMISORES NECESARIOS POR SUPERFICIE

Es necesario establecer un porcentaje de superficie mojada (p). Lo normal en cultivos hortícolas es llegar hasta el 50%. Para un marco de plantación típico de los cultivos implantados, el número mínimo de emisores superficie del terreno se obtiene mediante el uso de la siguiente expresión:

$$e \geq \frac{Mp * p}{100 * Ame}$$

Donde:

e = Número de goteros por m<sup>2</sup>.

Mp = Marco de plantación

Mp = 2,5 m<sup>2</sup>

p = Porcentaje de superficie mojada.

Ame = Superficie mojada por el gotero.

En consecuencia, el número de emisores por metro cuadrado será:

$$e \geq \frac{2,5 * 50}{100 * 0,64} = 1,95 \approx 2 \text{ emisores}/m^2$$

Atendiendo a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la experiencia local en el cultivo del melón y las características de la tubería integral de goteros, se opta por poner emisores separados 60 cm y laterales a 2 m. De esta manera se garantizará el suministro hídrico a cada planta, una mejor uniformidad de distribución del agua y además permite mantener el marco de plantación válido en la zona.

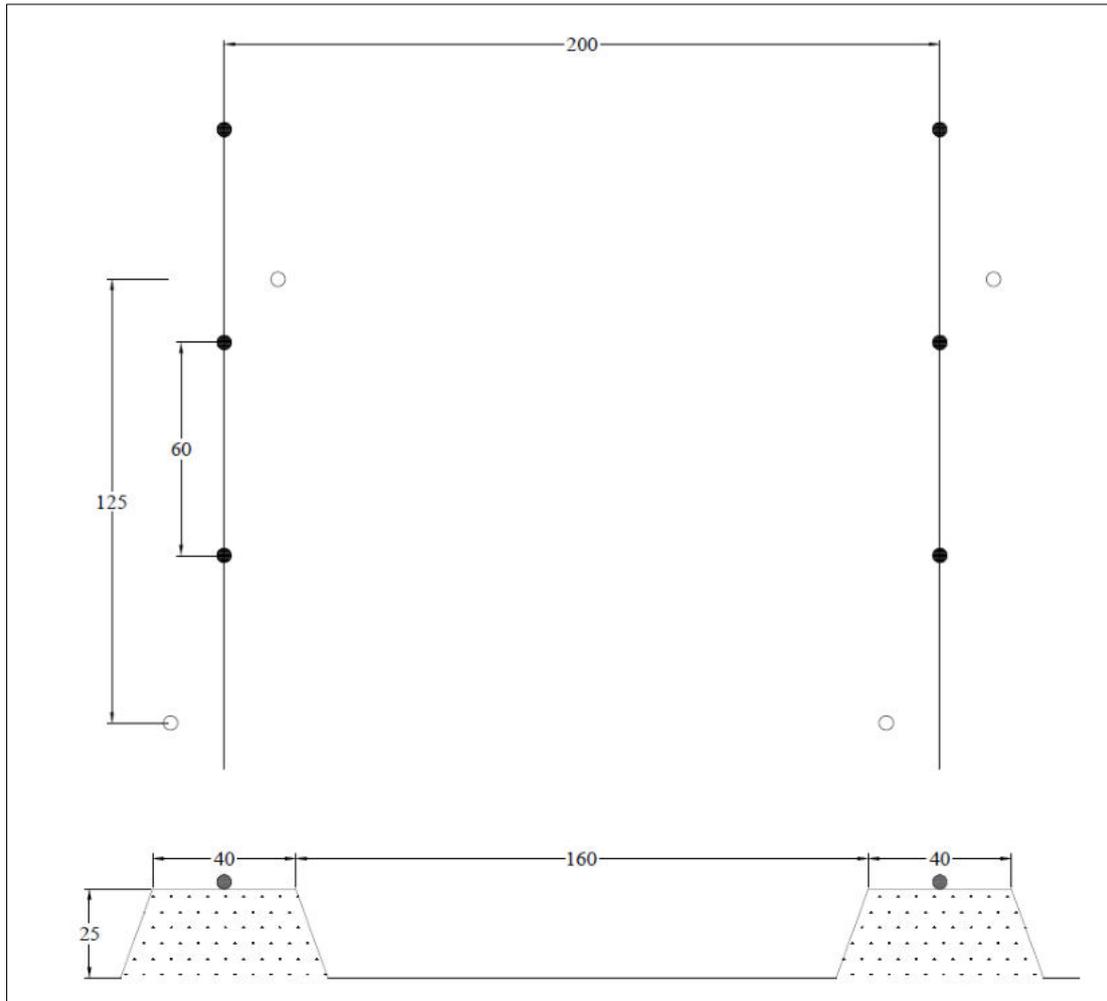


Imagen 1: Croquis representativo de la plantación de Melón Piel de Sapo en meseta y líneas pareadas, unidades en cm. Fuente: Elaboración propia

## 2.2. DOSIS DE PRÁCTICA DE RIEGO

### 2.2.1. INTERVALO ENTRE RIEGOS

El intervalo de riego (I) es la variante más elástica y por lo tanto la que más se puede modificar, dependiendo principalmente del tipo de suelo y cultivo. Tomado el intervalo de riego de 1 día para los cultivos hortícolas implantados en el sureste español, hace que la dosis neta (Dn) coincida con la evapotranspiración del cultivo bajo riego localizado.

### 2.2.2. DOSIS PRÁCTICA DE RIEGO

La dosis practica de riego (Dp), atendiendo a las características edafológicas del suelo de la parcela y a la profundidad de exploración de las raíces, es fundamental si se quiere obtener una alta eficiencia del agua de riego. La dosis práctica de riego viene dada por la relación:

$$Dp = Nt * I = 6,65 \text{ mm/día}$$

Donde:

Dp = Dosis neta, en mm/día.

Nt = Necesidades totales del cultivo, en mm/día.

I = Intervalo entre riegos, en días.

La dosis práctica coincide con las necesidades totales diarias del cultivo, al ser el intervalo de riego de 1 día. Queda reflejada en anejos anteriores.

## 2.3. TIEMPO DE RIEGO

El tiempo de riego (t) es un parámetro de control del riego. Se calculará para el periodo más desfavorable. Este parámetro viene dado por:

$$t = \frac{Dp * d1 * d2}{q}$$

Donde:

t = Tiempo de riego, en h.

Dp = Dosis práctica de riego, en mm.

d1 = Distancia entre goteros, en m.

d2 = Distancia entre ramales, en m.

q = Caudal de los goteros, en L/h.

Teniendo en cuenta la separación entre goteros es de 0,60 m, la separación de las líneas de 2 m y que el caudal de los goteros es de 3,5 L/h, se calcula el tiempo de riego para el periodo de máximas necesidades.

$$t = \frac{6,65 * 0,6 * 2}{3,5} = 2,28 \text{ horas}$$

Así el tiempo total de riego en el periodo más desfavorable, teniendo en cuenta un margen de seguridad del 15% del tiempo de riego anterior, será:

$$Tt = t * Tm = 2,28 * 1,15 = 2,62 \text{ horas} \approx 2 \text{ horas y } 40 \text{ min}$$

#### 2.4. NÚMERO DE SECTORES DE RIEGO

El número de sectores parcelarias de riego (SPR) queda definido por el caudal total requerido para el cultivo y por el caudal instantáneo disponible. Esto depende principalmente de la comunidad de regantes y de la concesión de riego.

Para la explotación objeto de proyecto y atendiendo a las características de la comunidad de regantes “Los Auriles” se tienen la siguientes características:

- Caudal instantáneo disponible: 13.000 L/h

De este modo, el número de sectores será:

$$U = \frac{Qr}{Qd}$$
$$Qr = \frac{e * q * I * S}{Mp}$$

Donde:

U = Sectores de riego.

Qr = Caudal requerido, L/h

Qd = Caudal disponible, L/h

e = Número de goteros por m<sup>2</sup>.

q = Caudal de los goteros, en L/h.

Mp = Marco de plantación

Anejo N°8 – Diseño del sistema de riego

Tabla 2: Cálculo del número de sectores de riego. Fuente: elaboración propia

| Unidad | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Caudal requerido (l/h) | Sectores de riego |          |
|--------|------------------------------|------------------------|-------------------|----------|
| 1      | 14.996                       | 41.989                 | 3,23              | <b>4</b> |
| 2      | 14.343                       | 40.160                 | 3,09              | <b>4</b> |
| 3      | 14.998                       | 41.994                 | 3,23              | <b>4</b> |

Se adoptan 4 sectores con una jornada total de riego en el periodo más desfavorable de:

$$T_{tr} = 4 * 2,62 = 10,49 \text{ horas} \approx 10 \text{ horas y } 30 \text{ minutos}$$

## 2.5. RESUMEN

Se calculan los tiempos de riego en el periodo más desfavorable, por sector y por toda la instalación. Es importante recalcar que únicamente presentará sistema de riego una de las unidades. Cada año de la rotación, se moverá la instalación a la unidad correspondiente. Los resultados obtenidos se reflejan en la Tabla 3.

Tabla 3: Resumen del cálculo agronómico del sistema. Fuente: elaboración propia

| Unidad | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Sectores de riego | Tiempo de riego por sector (h) |                  |
|--------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| 1      | 14.996                       | 4                 | 2,62                           | 2 horas y 40 min |
| 2      | 14.343                       | 4                 | 2,62                           | 2 horas y 40 min |
| 3      | 14.998                       | 4                 | 2,62                           | 2 horas y 40 min |

### 3. DISEÑO HIDRÁULICO

#### 3.1 DATOS DE PARTIDA

La realización del diseño hidráulico requiere tanto los datos calculados en el apartado de diseño agronómico como las características técnicas del emisor elegido.

Tabla 4: Datos de partida para el diseño hidráulico del sistema de riego. Fuente: elaboración propia

| <b>Datos diseño agronómico</b>             |                 |
|--|-----------------|
| Número de unidades de riego                | 1               |
| Distancia entre hileras en melón           | 2,00 m          |
| Distancia entre plantas en melón           | 1,25 m          |
| Coefficiente de Uniformidad (CU) del riego | 0,90            |
| Número de laterales de riego por hilera    | 1               |
| Distancia entre laterales en melón         | 2,00 m          |
| <b>Características técnicas del emisor</b> |                 |
| Caudal nominal ( $q_a$ )                   | 3,5 L/h         |
| Rango presión trabajo (bar)                | 0,50 – 4,00     |
| Rango presión trabajo (m.c.a)              | 5,00 – 40,00    |
| Exponente de descarga ( $x$ )              | 0               |
| Coefficiente de variación ( $C_v$ )        | 1,00%           |
| Diámetro mínimo de paso                    | 1,59 mm         |
| Curva caudal-presión                       | $q = 3,5 * h^0$ |
| Distancia entre emisores                   | 0,60 m          |

#### 3.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Al utilizarse emisores autocompensantes, no es aplicable la ecuación de descarga del emisor. La máxima variación de presiones admisible en la subunidad de riego vendrá determinada por la diferencia de presiones que conforman el intervalo de compensación del emisor. No obstante, se deben fijar las siguientes restricciones:

- Presión mínima de funcionamiento de la subunidad: H: 8-10 m.c.a.
- Variación máxima de presiones en la subunidad:  $\Delta h$ : 5-10 m.c.a.

Teniendo en cuenta estas restricciones, se adopta como valor de cálculo  $\Delta h$ s: 10 m.c.a., y la presión de trabajo del emisor será de 15 m.c.a.

### **3.3. DIMENSIONADO DE LATERALES**

Los ramales portagoteros estarán formados por tuberías de polietileno de baja densidad, de diámetro nominal 12 mm, con un diámetro interior de 10 mm. Según Keller y Karmeli (1975), la variación máxima de presiones admisible en la subunidad de riego debe repartirse atendiendo a los siguientes criterios:

- 55% en el lateral:  $\Delta H_{lt} = 0,55 * \Delta H_s = 5,5 \text{ m.c.a.}$
- 45% en la terciaria:  $\Delta H_t = 0,45 * \Delta H_s = 4,5 \text{ m.c.a.}$

#### **Perdida de carga admisible ( $\Delta h_{lt}$ )**

$$\Delta h_{lt} = \Delta H_{lt} - Z_{lt} = 5,5 - 0 = 5,5 \text{ m. c. a}$$

Siendo:

$\Delta H_{lt}$ : Pérdida de carga admisible en el lateral

$\Delta H_s$ : Diferencia máxima de presiones admisible en la subunidad

$Z_{lt}$ : Desnivel del lateral (m). El valor será positivo con desnivel ascendente, y negativo con desnivel descendente.

#### **Caudal en el inicio de lateral ( $Q_{lt}$ )**

$$Q_{lt} = q_e * N_e = 3,5 * 52 = 182 \text{ L/h}$$

Siendo:

$Q_{lt}$ : Caudal inicio del lateral

$q_e$ : Caudal del emisor

$N_e$ : Número de emisores

#### **Longitud del lateral ( $L_{lt}$ )**

La longitud del lateral más desfavorable, lateral elegido para el cálculo, viene definida directamente en los planos.

$$L_{lt} = 31,20 \text{ m}$$

**Factor de Christiansen (Fr)**

$$Fr = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m-1}}{6n^2} = \frac{1}{1,75+1} + \frac{1}{2*56} + \frac{\sqrt{1,75-1}}{6*56^2} = 0,373$$

$$r = \frac{So}{Se} = 1$$

Siendo:

So: separación al primer emisor

Se: separación entre emisores

m: exponente de la fórmula de pérdida de carga que adopta valor de 1.75

n: número total de emisores

**Perdida de carga (hlt)**

$$hlt = Km * Fr * Llt * 0,00092 * \frac{Qlt^{1,75}}{Di^{4,75}}$$

Donde:

Llt: Longitud del lateral (m)

Le: Longitud equivalente del emisor en metros. Se adopta el supuesto de un diámetro de 12 mm, siendo el diámetro interior 10 mm.

$$le = \frac{18,91}{Di} = \frac{18,91}{10} = 1,89$$

$$Km = \frac{Llt + n * le}{Llt} = \frac{31,20 + 52 * 1,89}{31,20} = 4,15$$

n: Número de derivaciones

Fr: Factor de Christiansen

Qlt: Caudal en el inicio del lateral (m<sup>3</sup>/s) = 0,000054 m<sup>3</sup>/s

Di: Diámetro interior comercial (m)

$$hlt = 4,15 * 0,373 * 31,20 * 0,00092 * \frac{0,000054^{1,75}}{0,01^{4,75}} = 4,26 \text{ m.c.a} < 5,5 \text{ m.c.a}$$

### **Criterio de velocidad**

Comprobar si cumple con el criterio de velocidad.

$$Q = s * v$$

$$0,000054 = \frac{\pi * 0,01^2}{4} * v$$

$$v = 0,64 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$$

### **Presión en el inicio del lateral**

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta * hlt = 15 + 0,73 * 4,26 = 18,11 \text{ m. c. a}$$

Siendo:

$P_o/\gamma$ : Presión en cabezal del lateral

$P/\gamma$ : Presión de funcionamiento del emisor, o presión en cabezal del lateral

$\beta$ : 0,73, ya que no contempla tuberías de más de un diámetro.

$hlt$ : Pérdida de carga en el lateral

### **Presión al final del lateral**

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} - hlt = 18,81 - 4,26 = 13,85 \text{ m. c. a}$$

$$5 < 13,85 \text{ m. c. a} < 40$$

Siendo:

$P_n/\gamma$ : Presión al final del lateral

$P_o/\gamma$ : Presión en cabezal del lateral

$hlt$ : Pérdida de carga en el lateral

### **3.4. DIMENSIONADO DE LA TERCIARIA**

Para dimensionar las tuberías terciarias de las subunidades se utilizarán tuberías de PE, de diámetro nominal 40 mm con un diámetro interno de 36,4 mm. La presión nominal de estas tuberías es de 6 atm.

#### **Perdida de carga admisible ( $\Delta ht$ )**

La variación de presión en la terciaria corresponde a la diferencia entre la variación de presión de la subunidad y la del lateral de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\Delta ht = \Delta Hs - \Delta hlt = 10 - 4,26 = 5,74 \text{ m.c.a}$$

Siendo:

$\Delta ht$ : Diferencia máxima de presiones admisible en la terciaria

$\Delta Hs$ : Diferencia máxima de presiones admisible en la subunidad

$\Delta hlt$ : Diferencia máxima de presiones admisible en el lateral

#### **Caudal en el inicio de la terciaria ( $Qt$ )**

$$Qt = Qlt * Nr = 182 * 27 = 4.914 \text{ L/h}$$

Siendo:

$Qt$ : Caudal inicio de la terciaria

$Qlt$ : Caudal inicio del lateral

$Nr$ : Número de ramales

#### **Longitud de la terciaria ( $Lt$ )**

La longitud de la tubería terciaria más desfavorable, terciaria elegida para el cálculo, viene definida directamente en los planos.

$$Lt = 54 \text{ m}$$

**Factor de Christiansen (Fr)**

$$FFr = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m-1}}{6n^2} = \frac{1}{1,75+1} + \frac{1}{2*27} + \frac{\sqrt{1,75-1}}{6*27^2} = 0,382$$

$$r = \frac{So}{Se} = 1$$

Siendo:

So: separación al primer ramal

Se: separación entre ramales

n: número total de ramales

m: exponente de la fórmula de pérdida de carga que adopta valor de 1.75

**Perdida de carga (ht)**

$$ht = Km * Fr * Lt * 0,00092 * \frac{Qt^{1,75}}{Di^{4,75}}$$

Donde:

Lt: Longitud de la terciaria (m)

Le: Longitud equivalente del emisor en metros. Se adopta el supuesto de un diámetro de 40 mm, siendo el diámetro interior 36,4 mm.

$$le = \frac{18,91}{Di} = \frac{18,91}{36,4} = 0,52$$

$$Km = \frac{Lt + n * le}{Lt} = \frac{54 + 27 * 0,52}{54} = 1,26$$

n: Número de derivaciones

Fr: Factor de Christiansen

Qt: Caudal en el inicio de la terciaria (m<sup>3</sup>/s) = 0,0014 m<sup>3</sup>/s

Di: Diámetro interior comercial (m)

$$ht = 11,26 * 0,382 * 54 * 0,00092 * \frac{0,0014^{1,75}}{0,0364^{4,75}} = 1,59 \text{ m. c. a} < 5,74 \text{ m. c. a}$$

### **Criterio de velocidad**

Comprobar si cumple con el criterio de velocidad.

$$Q = s * v$$

$$0,0014 = \frac{\pi * 0,0364^2}{4} * v$$

$$v = 1,31 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$$

### **Presión en el inicio de la terciaria**

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta * hlt = 18,11 + 0,73 * 1,59 = 19,27 \text{ m. c. a}$$

Siendo:

$P_o/\gamma$ : Presión en cabezal de la terciaria

$P/\gamma$ : Presión de funcionamiento del emisor, o presión en cabezal del lateral

$\beta$ : 0,73, ya que no contempla tuberías de más de un diámetro.

ht: Pérdida de carga en la terciaria

### **3.5. DIMENSIONADO DE LA PRINCIPAL**

Para dimensionar la tubería principal se utilizarán tuberías de PVC, de diámetro nominal 110 mm con un diámetro interno de 103,6 mm. La presión nominal de estas tuberías es de 6 atm.

### **Caudal en el inicio de la principal (Qp)**

$$Q_p = Q_t * N_t = 4.914 * 8 = 39.312 \text{ L/h}$$

Siendo:

$Q_p$ : Caudal inicio de la principal

$Q_t$ : Caudal inicio de la terciaria

N: Número de tuberías terciarias

### **Longitud de la principal (Lp)**

La longitud de la tubería principal viene definida directamente en los planos.

$$Lp = 331,8 \text{ m}$$

### **Perdida de carga (hp)**

Como se trata de material plástico podemos aplicar la fórmula de Veronesse Datei.

$$hp = Km * Lt * 0,00092 * \frac{Qt^{1,75}}{Di^{4,75}}$$

Donde:

Lt: Longitud de la principal (m)

Le: Longitud equivalente del emisor en metros. Se adopta el supuesto de un diámetro de 110 mm, siendo el diámetro interior 103,6 mm.

$$le = \frac{18,91}{Di} = \frac{18,91}{103,6} = 0,18$$

$$Km = \frac{Lt + n * le}{Lt} = \frac{331,8 + 4 * 0,18}{331,8} = 1,00$$

n: Número de derivaciones

Qt: Caudal requerido (m<sup>3</sup>/s) = 0,011 m<sup>3</sup>/s

Di: Diámetro interior comercial (m)

$$hp = 1,00 * 331,8 * 0,00092 * \frac{0,011^{1,75}}{0,1036^{4,75}} = 5,36 \text{ m. c. a}$$

### **Criterio de velocidad**

Comprobar si cumple con el criterio de velocidad.

$$Q = s * v$$

$$0,011 = \frac{\pi * 0,1036^2}{4} * v$$

$$v = 1,29 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$$

**Presión en el inicio de la principal**

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta * hp = 19,27 + 0,73 * 5,36 = 23,18 \text{ m. c. a}$$

Siendo:

Po/γ: Presión en cabezal de la principal

P/γ: Presión de funcionamiento del emisor, o presión en cabezal de la terciaria

β: 0,73, ya que no contempla tuberías de más de un diámetro.

hp: Pérdida de carga en la principal

**3.6. TUBERÍAS Y ELEMENTOS AUXILIARES DE LA RED**

**3.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS**

La tubería principal ira enterrada en zanja, mientras que la terciaria y las laterales irán superficial para facilitar su montaje y desmontaje cuando se pase el riego de una unidad a otra. Las características de las tuberías seleccionadas se detallan en la Tabla 5.

*Tabla 5: Características técnicas de la tubería principal, tubería terciaria y los laterales de riego. Fuente elaboración propia*

| <b>Tubería lateral (PE – BD 6atm)</b> |                               |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Diámetro nominal (mm)</b>          | <b>Diámetro interior (mm)</b> |
| 12                                    | 10                            |
| <b>Tubería terciaria (PVC 6atm)</b>   |                               |
| <b>Diámetro nominal (mm)</b>          | <b>Diámetro interior (mm)</b> |
| 40                                    | 36,4                          |
| <b>Tubería principal (PVC 6atm)</b>   |                               |
| <b>Diámetro Nominal (mm)</b>          | <b>Diámetro interior (mm)</b> |
| 110                                   | 103,6                         |

### 3.6.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

En la Tabla 6 se muestra el dimensionamiento obtenido de las tuberías terciarias y laterales de riego de la finca. En el caso de la tubería principal, al ir enterrada, su longitud es única y presenta un valor de 166,81 m.

*Tabla 6: Dimensionamiento de la tubería principal, tuberías secundarias y laterales de riego. Fuente: Elaboración propia.*

| Unidad | Sector | Lateral |              | Terciaria |              | Principal    |
|--------|--------|---------|--------------|-----------|--------------|--------------|
|        |        | Número  | Longitud (m) | Número    | Longitud (m) | Longitud (m) |
| 1      | 1      | 54      | 32           | 1         | 108          | 166,81       |
|        | 2      | 54      | 32           | 1         | 108          |              |
|        | 3      | 54      | 32           | 1         | 108          |              |
|        | 4      | 54      | 32           | 1         | 108          |              |
| 2      | 1      | 53      | 27           | 1         | 108          |              |
|        | 2      | 53      | 27           | 1         | 108          |              |
|        | 3      | 53      | 33           | 1         | 108          |              |
|        | 4      | 53      | 33           | 1         | 108          |              |
| 3      | 1      | 57      | 30           | 1         | 112          |              |
|        | 2      | 57      | 30           | 1         | 112          |              |
|        | 3      | 57      | 28           | 1         | 112          |              |
|        | 4      | 57      | 28           | 1         | 112          |              |

### 3.6.3. ELEMENTOS DE ACOPLA Y UNIÓN

En los tramos de tubería de diferentes diámetros se realizan acoples con codos de reducción. En el caso de que la unión de una línea diverja en dos se realiza mediante “T” reducidas o iguales, según el caso. Se utilizarán también codos de 45 y 90° para las curvas. La colocación de válvulas de alivio, hidrantes y de retención se realizará mediante bridas y portabridas.

### 3.7. ZANJAS

Las zanjas cumplirán los siguientes requisitos:

- La anchura y profundidad de la zanja dependerá directamente del diámetro nominal de la tubería.

El modo correcto de realizar las zanjas es el siguiente:

- Apertura de la zanja.
- Retirada de elementos que puedan causar daños en la tubería.

- Aplicación de una cama de arena fina, sobre la cual se apoyará la tubería.
- Colocación de la tubería.
- Cubierta de arena sobre la tubería como medida de protección.
- Cobertura total de la zanja con tierra extraída con anterioridad.

En la Tabla 7 se muestran las dimensiones de las zanjas en función del diámetro nominal de la tubería. Es importante recalcar que únicamente estará enterrado el tramo recto de tubería principal que parte desde la toma de riego.

*Tabla 7: Dimensiones de las zanjas en función del diámetro nominal de la tubería. Sombreado en amarillo el diámetro de la zanja seleccionado. Fuente: Arviza Valverde, J. (1996).*

| <b>Diámetro nominal tubería (mm)</b> | <b>Ancho zanja (cm)</b> | <b>Profundidad zanja (cm)</b> |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| <32                                  | 45                      | 55                            |
| 40                                   | 45                      | 55                            |
| 50                                   | 45                      | 65                            |
| 75                                   | 55                      | 70                            |
| 90                                   | 55                      | 70                            |
| 110                                  | 60                      | 70                            |

### **3.8. CABEZAL DE RIEGO**

El cabezal de riego un elemento fundamental en el sistema de riego de la parcela, puesto que realiza múltiples funciones como regular el riego adaptando la presión a cada sector, filtrar el agua con el objetivo de evitar obstrucciones en los emisores y en las tuberías, incorporar elementos fertilizantes al riego, etc. Además, todo ello se puede conseguir de forma automática.

#### **3.8.1. EQUIPO DE BOMBEO**

En la situación más desfavorable las pérdidas en los distintos elementos que componen el cabezal son las siguientes:

- Filtros de anillas: 4,00 m.c.a.
- Contador de agua: 1,00 m.c.a.
- Accesorios: 2,00 m.c.a.

Obteniéndose unas pérdidas de carga en el cabezal de 7,00 m.c.a.

La cota de la balsa donde se almacena el agua de riego es similar a la cota del cabezal, por lo que la diferencia de presión es prácticamente nula. Por ello, se hace necesaria la instalación de un grupo impulsor para poder distribuir el agua a la presión mínima requerida en la instalación. Esta presión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Hm = ht + hf = 13,85 + 7 = 20,85 \text{ m. c. a}$$

Donde:

Hm = Altura manométrica, en m.c.a.

ht = Presión de trabajo en el sector más desfavorable, en m.c.a.

hf = Pérdida de carga en el cabezal, en m.c.a.

Para el equipo de bombeo se instalarán dos bombas idénticas, con el objetivo de poder tener la opción de continuar con el riego si alguna de ellas falla. La potencia total de cada bomba será:

$$P = \frac{Q * Hm}{75 * Rm} = \frac{39.312}{3.600} * \frac{20,85}{75 * 0,85 * 2} = 1,78 \text{ CV}$$

Donde:

P = Potencia, en CV.

Q = Caudal, en L/s.

Hm = Presión mínima requerida, en m.c.a.

Rm = Rendimiento del motor.

Se instalarán dos bombas centrífugas horizontales con variador de 2 CV de potencia cada una.

### 3.8.2. EQUIPO DE FILTRACIÓN

El sistema de filtrado estará compuesto por 3 filtros de anillas. Los filtros de anillas usan un conjunto de anillas de superficie rugosa las cuales se comprimen unas contra otras al roscar la carcasa, formando un cilindro de filtrado.

Para la elección del filtro se deberá incrementar en un 20% el caudal necesario, como margen de seguridad:

$$Q = 1,2 * 39.312 = 47.174,4 \text{ L/h} = 47,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

La elección del filtro se realizará mediante la consulta de los catálogos técnicos y adecuando su elección a las características de la explotación. Se colocarán 3 filtros de anillas de 2", con una superficie filtrante de 2.640 cm<sup>2</sup>. También tendrá implantado un purgador, el cual liberará el aire acumulado en la tubería.

### 3.8.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN

Se tratan de mecanismos que toman el abono de un depósito sin presión y lo inyectan en la red a una presión superior a la del agua de riego. En la instalación se usará un dosificador eléctrico de pistón regulable, donde un motor hace girar un tornillo sin fin.

Para el diseño de los dosificadores se diseñará para el caso más desfavorable teniendo en cuenta la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo y el tiempo de riego.

Teniendo en cuenta la posibilidad de mezcla de los fertilizantes, se ubicarán estos de la siguiente forma:

- Tanque 1: Nitrato cálcico.
- Tanque 2: Fosfato monopotásico.
- Tanque 3: Nitrato amónico y sulfato de magnesio.
- Tanque 4: Nitrato potásico.

### Distribución del tiempo de riego

La Tabla 8 muestra la distribución del tiempo de riego elegido. En ella se ha tenido en cuenta el tiempo total de riego y los cultivos a implantar.

*Tabla 8: Distribución del tiempo de riego. Fuente: elaboración propia*

| <b>Tiempo total de riego (tr)</b> |                               |                          |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <b>Tiempo inicial (ti)</b>        | <b>Tiempo de abonado (ta)</b> | <b>Tiempo final (tf)</b> |
| 10%                               | 70%                           | 20%                      |

| <b>Mes</b> | <b>Tr<br/>(horas/día)</b> | <b>Ti<br/>(horas/día)</b> | <b>Ta<br/>(horas/día)</b> | <b>Tf<br/>(horas/día)</b> |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Mayo       | 0,62                      | 0,06                      | 0,43                      | 0,12                      |
| Junio      | 2,05                      | 0,21                      | 1,44                      | 0,41                      |
| Julio      | 2,62                      | 0,26                      | 1,83                      | 0,52                      |
| Agosto     | 1,79                      | 0,18                      | 1,25                      | 0,36                      |
| Septiembre | 0,93                      | 0,09                      | 0,65                      | 0,19                      |

### **Caudal y volumen de agua**

A continuación se muestra el caudal del sector de mayor superficie:

$$Q(L/h) = 4.914 L/h$$

El volumen de agua total en el tiempo de abonado será:

$$Va = Q(L/h) * ta = 4.914 * 1,83 = 8.993 L$$

Donde:

Va = Volumen de agua en el tiempo de abonado, en L.

Q = Caudal de la instalación, en L/h.

ta = Tiempo de abonado, en h.

### **Concentración de abonos en el agua de riego**

La concentración de los abonos en el agua de riego viene determinada mediante la siguiente expresión:

$$c = \frac{T * S}{Va}$$

Donde:

c = Concentración del fertilizante en el agua de riego, en g/L.

T = Cantidad de fertilizante, en g/ha y día.

S = Superficie de riego, en ha = 0,38 ha

Vta = Volumen en el tiempo de abonado, en L.

Tabla 9: Necesidades máximas de fertilizante y concentración de abonos en el agua de riego. Fuente: Elaboración propia

| Tanque  | Necesidades máximas fertilizante (kg/ha y semana) | Concentración (g/L) |
|---|---|---------------------|
| Tanque 1 (Nitrato cálcico)                                      | 40,0  | 0,24                |
| Tanque 2 (Fosfato monopotásico)                                 | 25,0  | 0,15                |
| Tanque 3 (Nitrato amónico + sulfato de magnesio)                | 80,0 + 25,0                                       | 0,63                |
| Tanque 4 (Nitrato potásico)                                     | 90,0  | 0,54                |
| <b>Concentración total de fertilizantes en el agua de riego</b> |   | <b>1,56</b>         |

### Caudal de inyección

El caudal de inyección depende de la concentración del fertilizante y de la cantidad de nutrientes incorporados. Este caudal de inyección viene dado por la siguiente expresión:

$$q = \frac{T_{max} * S}{c * t_a} = \frac{\frac{110}{7} * 0,38}{0,15 * 1,83} = 21,75 \text{ L/h}$$

Donde:

q = Caudal de inyección, en L/h.

T = Cantidad de fertilizante máximo, en kg/ha y riego.

S = Superficie de riego, en ha.

c = Concentración de la disolución madre máxima permitida, en kg/L.

ta = Tiempo de abonado, en h.

### Concentración de las disoluciones madre

Viene dada mediante la siguiente fórmula:

$$c = \frac{T * S}{q * t_a}$$

Donde:

$q$  = Caudal de inyección, en L/h.

$T$  = Cantidad de fertilizante, en kg/ha y riego.

$S$  = Superficie de riego, en ha.

$c$  = Concentración de la disolución madre, en g/L.

$t_a$  = Tiempo de abonado, en h.

*Tabla 10: Concentración de las disoluciones madre. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Descripción</b> | <b>Concentración (kg/L)</b> | <b>Concentración (g/L)</b> |
|--------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Tanque 1           | 0,054                       | 54,55                      |
| Tanque 2           | 0,034                       | 34,09                      |
| Tanque 3           | 0,143                       | 143,20                     |
| Tanque 4           | 0,122                       | 122,74                     |

### **Instalación**

Se instalará cuatro inyectores regulables con un caudal máximo de 500 L/h. Además, se instalarán cuatro tanques de 1.000 litros de poliéster para los fertilizantes. Estos depósitos irán conectados a una tubería de entrada a la bomba inyectora.

## **3.9. ELEMENTOS DE CONTROL**

### **3.9.1. CONTADOR WOLTMAN**

Permite la medición y el control de los volúmenes de agua aplicados. Se sitúan después de los filtros, debido a que son muy sensibles.

Se instalará un contador tipo Woltman después de los filtros de anillas. Con un caudal máximo de 60 m<sup>3</sup>/h y un diámetro nominal de 100 mm. La precisión de medida es del orden del 2% y las pérdidas de carga generadas de 1 m.c.a.

### **3.9.2. MANÓMETROS**

Se sitúan antes del filtro de anillas y antes del contador. También se instalarán en el origen de los sectores de riego.

Se instalarán un total de 6 manómetros, colocándose 2 de ellos en el cabezal, antes de la batería de filtros de anillas y del contador. Los 4 restantes se colocarán en cada sector de riego, para un mayor control de la presión.

### **3.9.3. ELECTROVÁLVULA**

La electroválvula es un elemento fundamental en la programación de riego por tiempos, mediante una orden eléctrica que ordena el momento de inicio y fin del riego. Aunque pueden funcionar a voltajes normales (110 ó 220 v), lo usual es que el solenoide trabaje a 12 ó 24 voltios, para evitar riesgos.

Se instalará 1 electroválvula al inicio de cada sector de riego, haciendo un total de 4 electroválvulas. Permitirá un mayor automatización de la explotación.

### **3.10. AUTOMATISMOS**

Los programadores de riego son elementos que controlan la apertura de las electroválvulas de la instalación de riego, haciendo posible su automatización. Permiten el control del riego y la aplicación de fertilizantes. Actúan abriendo o cerrando los distintos circuitos eléctricos que controlan la instalación.

El cuadro programador contendrá:

- Protección para grupo de bombeo, bomba dosificadora y agitadores con amperímetro independiente y voltímetros en común.
- Mandos de retención de funcionamiento manual y automático con luces indicadoras de funcionamiento y alarmas mediante disparo térmico.
- Microordenador de riego es capaz diferenciar los 4 sectores de riego.

### **3.11. ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

#### **3.11.1. PURGADORES Y VENTOSAS**

Los purgadores permiten la salida de aire acumulado en las tuberías de riego, y en el caso de las ventosas, permiten la entrada de aire o el llenado o vaciado de tuberías y depósitos.

Su instalación es fundamental, debido a que el hecho de no eliminar el exceso de aire provocaría alteraciones en la presión y en los caudales de funcionamiento de la instalación.

Se instalarán 3 purgador, colocándose al inicio de cada unidad de riego.

#### **3.11.2. VÁLVULAS DE RETENCIÓN**

Se colocan intercaladas en la tubería y tiene la misión de tanto romper la columna de agua y reducir, por tanto, el golpe de ariete que se produce al abrir o cerrar una instalación, como de evitar el retroceso del agua.

Se colocará una válvula de retención a la salida de la bomba.

#### **3.11.3. VÁLVULAS DE PASO**

Tiene la función de aislar partes o sectores de la red, de manera que en caso de rotura de conducciones otros sectores no se queden sin servicio. Se situarán al inicio de cualquier conducción.

Se colocarán 7 válvulas de paso, siendo colocadas al inicio de cada sector de riego y al inicio cada unidad de riego.

#### **4. BIBLIOGRAFÍA**

- Alvarado, J. R. 2015. TFG. *Proyecto de instalación de riego y plantación de almendros en una finca situada en el término municipal de Monóvar (Alicante)*. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Orihuela
- Arviza Valverde, J. 1996. *Riego localizado* (1.a ed.). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Blaya Ros, P. J. (2015). TFG. *Proyecto de puesta en riego por goteo y manejo de los cultivos de lechuga y melón en el campo de Cartagena*. Universidad Politécnica de Cartagena
- Karmeli D., G. Peri y M. Todes. 1985. *Irrigation systems: design and operation*. Oxford University Press. USA.
- Karmeli, D., & Keller, J. 1975. *Trickle Irrigation Design* (154 pp.). Glendora, USA: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°9  
JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## Cuadro de materiales

| Nº | Designación   | Importe           |                      |                  |
|----|---|-------------------|----------------------|------------------|
|    |   | Precio<br>(Euros) | Cantidad<br>Empleada | Total<br>(Euros) |
| 1  | Materiales  | 932,300           | 4,000                | 3.729,20         |
| 2  | Materiales  | 313,640           | 4,000                | 1.254,56         |
| 3  | Arena de río 0/6 mm   | 17,390            | 59,724 m3            | 1.038,53         |
| 4  | Limpiador tubos PVC   | 7,000             | 1,419 l              | 10,88            |
| 5  | Adhesivo tubos PVC junta pegada   | 18,540            | 2,103 kg             | 38,70            |
| 6  | Contador agua Woltman 4" 100 mm clase B   | 505,000           | 1,000 u              | 505,00           |
| 7  | Grifo de prueba DN-20   | 8,800             | 1,000 u              | 8,80             |
| 8  | Te BBB fundición dúctil DN100-40  | 60,770            | 1,000 u              | 60,77            |
| 9  | Filtro BB fundición ductil DN100 mm   | 150,930           | 1,000 u              | 150,93           |
| 10 | Válvula compuerta BB fundición DN100 mm   | 127,240           | 2,000 u              | 254,48           |
| 11 | Válvula retención fundición DN100 mm<br>c/bridas  | 209,210           | 1,000 u              | 209,21           |
| 12 | Grupo presión compl.2 CV-200 l  | 2.500,000         | 2,000 u              | 5.000,00         |
| 13 | Cuadro mando electrobomba 2 cv  | 683,360           | 2,000 u              | 1.366,72         |
| 14 | Filtro anillas poliamida 2" 30m3/h  | 174,580           | 3,000 u              | 523,74           |
| 15 | Collarín polipropileno para PE-PVC D=40 mm<br>1/2"  | 2,590             | 214,000 u            | 554,26           |
| 16 | Tub.polielileno BD PE40 PN4 DN=25mm   | 0,100             | 6.848,000 m          | 684,80           |
| 17 | Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=63mm   | 2,000             | 424,000 m            | 848,00           |
| 18 | Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=110mm  | 5,750             | 331,800 m            | 1.907,85         |
| 19 | Válvula compuerta latón rosca D=4"  | 163,030           | 3,000 u              | 489,09           |
| 20 | Válvula esfera PVC encolada D=40 mm   | 18,540            | 4,000 u              | 74,16            |
| 21 | Válvula de esfera de polipropileno<br>copolímero random (PP-R), de 50 mm de<br>diámetro, de color rojo, formada por cuerpo<br>de polipropileno copolímero random (PP-R),<br>bola de latón niquelado y mando de palanca<br>de acero con revestimiento anticorrosión,<br>para unión por termofusión.  | 140,690           | 7,000 Ud             | 984,83           |
| 22 | Depósito IBC de 1000 litros de capacidad<br>fabricado en polietileno de alta densidad<br>de color natural, con un palet de plástico<br>y una estructura de protección metálica. Es<br>apto para agua potable para uso interior y<br>cuenta con una salida inferior incorporada<br>a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x<br>largo x fondo). | 180,000           | 4,000 Ud             | 720,00           |
| 23 | Purgador automático de aire con boya y<br>rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de<br>latón, para una presión máxima de trabajo<br>de 10 bar y una temperatura máxima de<br>110°C.   | 6,770             | 3,000 Ud             | 20,31            |
| 24 | Válvula de compuerta de latón fundido, para<br>roscar, de 1".   | 9,620             | 8,000 Ud             | 76,96            |
| 25 | Válvula de esfera de latón niquelado para<br>roscar de 3/4".  | 5,950             | 4,000 Ud             | 23,80            |
| 26 | Válvula de retención de latón para roscar<br>de 1/2".   | 2,860             | 1,000 Ud             | 2,86             |
| 27 | Material auxiliar para instalaciones de<br>fontanería.  | 1,400             | 8,000 Ud             | 11,20            |
| 28 | Válvula de flotador de 1" de diámetro, para<br>una presión máxima de 6 bar, con cuerpo de<br>latón, boya esférica roscada de latón y<br>obturador de goma.  | 67,950            | 4,000 Ud             | 271,80           |
| 29 | Manómetro con baño de glicerina, para<br>montaje roscado, escala de presión de 0 a<br>10 bar.   | 35,390            | 6,000 Ud             | 212,34           |
| 30 | Electroválvula para riego por goteo, cuerpo<br>de plástico, conexiones roscadas, de 3/4"<br>de diámetro, alimentación del solenoide a<br>24 Vca, presión máxima de 8 bar.   | 16,190            | 4,000 Ud             | 64,76            |

### Cuadro de materiales

| Nº | Designación   | Importe        |                   |               |
|----|---|----------------|-------------------|---------------|
|    |   | Precio (Euros) | Cantidad Empleada | Total (Euros) |
| 31 | Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. | 205,000        | 1,000 Ud          | 205,00        |
| 32 | Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.   | 57,910         | 4,000 Ud          | 231,64        |
|    |   |                | Importe total:    | 21.535,18     |
|    | TOMELLOSO, CIUDAD REAL_JUNIO 2021<br>ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERIA<br>AGRICOLA   |                |                   |               |
|    | SERGIO MORAIS DIAZ  |                |                   |               |

## Cuadro de mano de obra

| Nº | Designación   | Importe           |                     |                  |
|----|---|-------------------|---------------------|------------------|
|    |   | Precio<br>(Euros) | Cantidad<br>(Horas) | Total<br>(Euros) |
| 1  | Mano de obra  | 39,630            | 4,000               | 158,52           |
| 2  | Mano de obra  | 14,270            | 4,000               | 57,08            |
| 3  | Capataz   | 19,510            | 1,051 h             | 20,32            |
| 4  | Oficial primera   | 19,860            | 6,000 h             | 119,16           |
| 5  | Peón ordinario  | 12,000            | 78,361 h            | 940,34           |
| 6  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000            | 130,894 h           | 2.121,70         |
| 7  | Oficial 2ª fontanero calefactor   | 15,000            | 100,868 h           | 1.547,26         |
| 8  | Ayudante fontanero  | 18,140            | 21,400 h            | 387,34           |
| 9  | Ayudante fontanero  | 18,010            | 7,000 h             | 126,06           |
| 10 | Oficial 1ª electricista   | 19,250            | 2,000 h             | 38,50            |
| 11 | Oficial 1ª electricista.  | 19,560            | 1,400 h             | 27,40            |
| 12 | Oficial 1ª fontanero.   | 19,560            | 9,890 h             | 193,46           |
| 13 | Ayudante electricista.  | 18,010            | 1,000 h             | 18,01            |
| 14 | Ayudante fontanero.   | 18,010            | 9,890 h             | 178,10           |
|    |   |                   | Importe total:      | 5.933,25         |
|    | <p>TOMELLOSO, CIUDAD REAL JUNIO 2021</p> <p>ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERIA</p> <p>AGRICOLA</p><br><br><p>SERGIO MORAIS DIAZ</p> |                   |                     |                  |



## Cuadro de maquinaria

| Nº | Designación   | Importe           |                |                  |
|----|---|-------------------|----------------|------------------|
|    |   | Precio<br>(Euros) | Cantidad       | Total<br>(Euros) |
| 1  | Retrocargadora neumáticos 50 cv   | 28,580            | 1,051 h        | 30,12            |
| 2  | Retrocargadora neumáticos 75 cv   | 29,600            | 14,011 h       | 414,73           |
| 3  | Cisterna agua s/camión 10.000 l   | 32,000            | 1,051 h        | 33,63            |
| 4  | Rodillo vibrante manual tándem 800 kg   | 6,000             | 10,508 h       | 63,05            |
|    |   |                   | Importe total: | 541,53           |
|    | <p>TOMELLOSO, CIUDAD REAL_JUNIO 2021</p> <p>ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERIA</p> <p>AGRICOLA</p><br><br><p>SERGIO MORAIS DIAZ</p> |                   |                |                  |



## Anejo de justificación de precios

| Nº                             | Código    | Ud      | Descripción  | Total       |
|--------------------------------|-----------|---------|--|-------------|
| <b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b> |           |         |  |             |
| <b>1.1 EXCAVACIONES ZANJA</b>  |           |         |  |             |
| 1.1.1                          | E02EMA030 | m3      | <b>Excavación en zanjas, en terrenos flojos por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero. l/p.p. de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADZ.</b>    |             |
|                                | O01OA070  | 0,130 h | Peón ordinario   | 12,000      |
|                                | M05RN020  | 0,200 h | Retrocargadora neumáticos 75 cv  | 29,600      |
|                                |           | 3,000 % | Costes indirectos  | 7,480       |
|                                |           |         | <b>Precio total por m3 .....</b>   | <b>7,70</b> |
| <b>1.2 RELLENO DE ZANJAS</b>   |           |         |  |             |
| 1.2.1                          | U01RZ010  | m3      | <b>Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.</b> |             |
|                                | O01OA020  | 0,015 h | Capataz  | 19,510      |
|                                | O01OA070  | 0,100 h | Peón ordinario   | 12,000      |
|                                | M08CA110  | 0,015 h | Cisterna agua s/camión 10.000 l  | 32,000      |
|                                | M05RN010  | 0,015 h | Retrocargadora neumáticos 50 cv  | 28,580      |
|                                | M08RL010  | 0,150 h | Rodillo vibrante manual tandem 800 kg  | 6,000       |
|                                |           | 3,000 % | Costes indirectos  | 3,300       |
|                                |           |         | <b>Precio total por m3 .....</b>   | <b>3,40</b> |

## Anejo de justificación de precios

| Nº  | Código    | Ud       | Descripción   | Total         |
|---|-----------|----------|---|---------------|
| <b>2 RED DE RIEGO</b>                     |           |          |   |               |
| <b>2.1 TUBERIA PRINCIPAL</b>              |           |          |   |               |
| 2.1.1                                     | U06TV140  | m        | <b>Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.</b> |               |
|   | O01OB170  | 0,070 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000        |
|   | O01OA070  | 0,160 h  | Peón ordinario  | 12,000        |
|   | P26TVP140 | 1,000 m  | Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=110mm  | 5,750         |
|   | P01AA020  | 0,180 m3 | Arena de río 0/6 mm   | 17,390        |
|   | P02CVW020 | 0,003 l  | Limpiador tubos PVC   | 7,000         |
|   | P02CVW030 | 0,005 kg | Adhesivo tubos PVC junta pegada   | 18,540        |
|   |           | 3,000 %  | Costes indirectos   | 12,030        |
| <b>Precio total por m .....</b>           |           |          |   | <b>12,39</b>  |
| <b>2.2 TUBERIA TERCIARIA</b>              |           |          |   |               |
| 2.2.1                                     | U06TV125  | m        | <b>Tubería de PVC de 40 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2.</b>  |               |
|   | O01OB170  | 0,050 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000        |
|   | O01OA070  | 0,015 h  | Peón ordinario  | 12,000        |
|   | P26TVP125 | 1,000 m  | Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=63mm   | 2,000         |
|   | P02CVW020 | 0,001 l  | Limpiador tubos PVC   | 7,000         |
|   | P02CVW030 | 0,001 kg | Adhesivo tubos PVC junta pegada   | 18,540        |
|   |           | 3,000 %  | Costes indirectos   | 3,010         |
| <b>Precio total por m .....</b>           |           |          |   | <b>3,10</b>   |
| <b>2.3 LATERALES</b>                      |           |          |   |               |
| 2.3.1                                     | U06TP001  | m        | <b>Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros integrados situados cada 60 cm.</b>  |               |
|   | O01OB170  | 0,011 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000        |
|   | O01OB180  | 0,011 h  | Oficial 2ª fontanero calefactor   | 15,000        |
|   | P26TPB020 | 1,000 m  | Tub.polietileno BD PE40 PN4 DN=25mm   | 0,100         |
|   |           | 3,000 %  | Costes indirectos   | 0,450         |
| <b>Precio total por m .....</b>           |           |          |   | <b>0,46</b>   |
| <b>2.4 VALVULERIA Y PIEZAS ESPECIALES</b> |           |          |   |               |
| 2.4.1                                     | U12A102   | u        | <b>Collarín de toma de polipropileno de 40 mm de diámetro colocado en red de riego i/juntas, completamente instalado.</b>   |               |
|   | O01OB180  | 0,100 h  | Oficial 2ª fontanero calefactor   | 15,000        |
|   | O01OB190  | 0,100 h  | Ayudante fontanero  | 18,140        |
|   | P26PPL030 | 1,000 u  | Collarín polipropileno para PE-PVC D=40 mm 1/2"   | 2,590         |
|   |           | 3,000 %  | Costes indirectos   | 5,900         |
| <b>Precio total por u .....</b>           |           |          |   | <b>6,08</b>   |
| 2.4.2                                     | U12VE339  | u        | <b>Válvula de corte de esfera, de latón, roscada, de 4" de diámetro interior, colocada en red de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.</b>   |               |
|   | O01OB170  | 0,380 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000        |
|   | O01OB180  | 0,380 h  | Oficial 2ª fontanero calefactor   | 15,000        |
|   | P26VC339  | 1,000 u  | Válvula compuerta latón rosca D=4"  | 163,030       |
|   |           | 3,000 %  | Costes indirectos   | 174,810       |
| <b>Precio total por u .....</b>           |           |          |   | <b>180,05</b> |

## Anejo de justificación de precios

| Nº    | Código    | Ud       | Descripción  | Total        |
|-------|-----------|----------|--|--------------|
| 2.4.3 | U12VE113  | u        | <b>Válvula de corte de esfera, de PVC, de pegar, de 40 mm de diámetro, colocada en redes de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.</b> |              |
|       | O01OB170  | 0,250 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor  | 16,000       |
|       | O01OB180  | 0,250 h  | Oficial 2ª fontanero calefactor  | 15,000       |
|       | P26VE113  | 1,000 u  | Válvula esfera PVC encolada D=40 mm  | 18,540       |
|       | P02CVW030 | 0,005 kg | Adhesivo tubos PVC junta pegada  | 18,540       |
|       |           | 3,000 %  | Costes indirectos  | 26,380       |
|       |           |          | <b>Precio total por u .....</b>  | <b>27,17</b> |

## Anejo de justificación de precios

| Nº                                  | Código      | Ud       | Descripción   | Total           |
|-------------------------------------|-------------|----------|---|-----------------|
| <b>3 CABEZAL DE RIEGO</b>           |             |          |   |                 |
| <b>3.1 EQUIPO DE BOMBEO</b>         |             |          |   |                 |
| 3.1.1                               | U12EG030    | u        | <b>Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 2 CV y depósito de expansión de membrana de 200 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.</b> |                 |
|                                     | O01OA030    | 3,000 h  | Oficial primera   | 19,860          |
|                                     | O01OA070    | 1,400 h  | Peón ordinario  | 12,000          |
|                                     | O01OB170    | 2,900 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000          |
|                                     | O01OB195    | 2,900 h  | Ayudante fontanero  | 18,010          |
|                                     | O01OB200    | 1,000 h  | Oficial 1ª electricista   | 19,250          |
|                                     | P26EG030    | 1,000 u  | Grupo presión compl.2 CV-200 l  | 2.500,000       |
|                                     | P26EM030    | 1,000 u  | Cuadro mando electrobomba 2 cv  | 683,360         |
|                                     |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 3.377,620       |
| <b>Precio total por u .....</b>     |             |          |   | <b>3.478,95</b> |
| <b>3.2 EQUIPO DE FILTRADO</b>       |             |          |   |                 |
| 3.2.1                               | U12L050     | u        | <b>Suministro e instalación de filtro con anillas twister, caudal nominal de 30 m3/h, carcasa de poliamida, compuesto por módulos intercambiables, filtración a 130 micras, conexiones roscadas de 2", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación e instalado.</b>  |                 |
|                                     | O01OB170    | 0,400 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor   | 16,000          |
|                                     | O01OB195    | 0,400 h  | Ayudante fontanero  | 18,010          |
|                                     | P26L050     | 1,000 u  | Filtro anillas poliamida 2" 30m3/h  | 174,580         |
|                                     |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 188,180         |
| <b>Precio total por u .....</b>     |             |          |   | <b>193,83</b>   |
| <b>3.3 EQUIPO DE FERTIRRIGACION</b> |             |          |   |                 |
| 3.3.1                               | IFD050      | Ud       | <b>Depósito IBC de 1000 litros de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad de color natural, con un palet de plástico y una estructura de protección metálica. Es apto para agua potable para uso interior y cuenta con una salida inferior incorporada a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x largo x fondo).</b>   |                 |
|                                     | mt37sve010c | 1,000 Ud | Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".   | 5,950           |
|                                     | mt37svc010f | 2,000 Ud | Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".  | 9,620           |
|                                     | mt41aco200c | 1,000 Ud | Válvula de flotador de 1" de diámetro, para una presión máxima de 6 bar, con cuerpo de latón, boya esférica roscada de latón y obturador de goma.   | 67,950          |
|                                     | mt37dps020d | 1,000 Ud | Depósito IBC de 1000 litros de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad de color natural, con un palet de plástico y una estructura de protección metálica. Es apto para agua potable para uso interior y cuenta con una salida inferior incorporada a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x largo x fondo).  | 180,000         |
|                                     | mt37www010  | 1,000 Ud | Material auxiliar para instalaciones de fontanería.   | 1,400           |
|                                     | mo008       | 1,660 h  | Oficial 1ª fontanero.   | 19,560          |
|                                     | mo107       | 1,660 h  | Ayudante fontanero.   | 18,010          |
|                                     | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios   | 336,910         |
|                                     |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 343,650         |
| <b>Precio total por Ud .....</b>    |             |          |   | <b>353,96</b>   |

## Anejo de justificación de precios

| Nº                               | Código      | Ud       | Descripción   | Total           |
|----------------------------------|-------------|----------|---|-----------------|
| 3.3.2                            | EB          | ud       | <b>Electrobomba dosificadora eléctrica de pistón trifásica (inox.) de 0,25 CV de potencia (caudal, regulable, de 500 l/h); incluida instalación y elementos de conexión a tanques y a colector de salida. Unidad totalmente acabada.</b>  |                 |
|                                  | MO12        | 1,000    | Mano de obra  | 39,630          |
|                                  | MT12        | 1,000    | Materiales  | 932,300         |
|                                  | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios   | 19,44           |
|                                  |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 29,74           |
| <b>Precio total por ud .....</b> |             |          |   | <b>1.021,11</b> |
| 3.3.3                            | EA          | ud       | <b>Electroagitador para fertilizantes de 0,5 CV de potencia. Colocado.</b>  |                 |
|                                  | MO13        | 1,000    | Mano de obra  | 14,270          |
|                                  | MT13        | 1,000    | Materiales  | 313,640         |
|                                  | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios   | 6,56            |
|                                  |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 10,03           |
| <b>Precio total por ud .....</b> |             |          |   | <b>344,50</b>   |
| <b>3.4 EQUIPO DE CONTROL</b>     |             |          |   |                 |
| 3.4.1                            | URM010      | Ud       | <b>Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada. Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.<br/>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br/>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b> |                 |
|                                  | mt48ele040d | 1,000 Ud | Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar.  | 16,190          |
|                                  | mt48wwg010a | 1,000 Ud | Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.   | 57,910          |
|                                  | mo008       | 0,200 h  | Oficial 1ª fontanero.   | 19,560          |
|                                  | mo107       | 0,200 h  | Ayudante fontanero.   | 18,010          |
|                                  | mo003       | 0,100 h  | Oficial 1ª electricista.  | 19,560          |
|                                  | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios   | 1,67            |
|                                  |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 2,56            |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |             |          |   | <b>87,80</b>    |

## Anejo de justificación de precios

| Nº                                  | Código      | Ud       | Descripción  | Total           |
|-------------------------------------|-------------|----------|--|-----------------|
| 3.4.2                               | IFO010      | Ud       | <b>Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar, para control de red de rociadores. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Conexión a la red de distribución de agua. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b>  |                 |
|                                     | mt41upo060a | 1,000 Ud | Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar.  | 35,390          |
|                                     | mo008       | 0,100 h  | Oficial 1ª fontanero.  | 19,560          |
|                                     | mo107       | 0,100 h  | Ayudante fontanero.  | 18,010          |
|                                     | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios  | 39,150          |
|                                     |             | 3,000 %  | Costes indirectos  | 39,930          |
|                                     |             |          | <b>Precio total por Ud .....</b>   | <b>41,13</b>    |
| 3.4.3                               | E20CCG060   | u        | <b>Contador general de agua de diámetro nominal DN 100 mm (4") tipo Woltman, pre-equipado para emisor de impulsos tipo REED. Para un caudal máximo de 100 m3/h, conforme al RD 889/2006 y norma UNE EN 15154. Instalación con filtro tipo Y con bridas, válvulas de compuerta de fundición con bridas DN100 de entrada y salida, grifo de prueba y válvula de retención con bridas. Totalmente instalado, probado y funcionando, i/ p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-4.</b>  |                 |
|                                     | O01OB170    | 2,000 h  | Oficial 1ª fontanero calefactor  | 16,000          |
|                                     | O01OB180    | 2,000 h  | Oficial 2ª fontanero calefactor  | 15,000          |
|                                     | P17XCF040   | 2,000 u  | Válvula compuerta BB fundición DN100 mm  | 127,240         |
|                                     | P17FEF040   | 1,000 u  | Filtro BB fundición ductil DN100 mm  | 150,930         |
|                                     | P17BI100    | 1,000 u  | Contador agua Woltman 4" 100 mm clase B  | 505,000         |
|                                     | P17FEB090   | 1,000 u  | Te BBB fundición dúctil DN100-40   | 60,770          |
|                                     | P17BV410    | 1,000 u  | Grifo de prueba DN-20  | 8,800           |
|                                     | P17XRF040   | 1,000 u  | Válvula retención fundición DN100 mm c/bridas  | 209,210         |
|                                     | %PM0200     | 2,000 %  | Pequeño Material   | 1,251,190       |
|                                     |             | 3,000 %  | Costes indirectos  | 1,276,210       |
|                                     |             |          | <b>Precio total por u .....</b>  | <b>1.314,50</b> |
| <b>3.5 EQUIPO DE AUTOMATIZACION</b> |             |          |  |                 |
| 3.5.1                               | URM030      | Ud       | <b>Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado. Incluye: Instalación en la superficie de la pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b> |                 |
|                                     | mt48pro040b | 1,000 Ud | Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave.  | 205,000         |
|                                     | mo003       | 1,000 h  | Oficial 1ª electricista.   | 19,560          |
|                                     | mo102       | 1,000 h  | Ayudante electricista.   | 18,010          |
|                                     | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios  | 242,570         |
|                                     |             | 3,000 %  | Costes indirectos  | 247,420         |

## Anejo de justificación de precios

| Nº                               | Código      | Ud        | Descripción  | Total          |
|----------------------------------|-------------|-----------|--|----------------|
| <b>Precio total por Ud .....</b> |             |           |  | <b>254,84</b>  |
| <b>3.6 EQUIPO DE SEGURIDAD</b>   |             |           |  |                |
| 3.6.1                            | IFW050      | <b>Ud</b> | <b>Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.<br/>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.<br/>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br/>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b> |                |
|                                  | mt37sgl020c | 1,000 Ud  | Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.  | 6,770<br>6,77  |
|                                  | mt37www010  | 1,000 Ud  | Material auxiliar para instalaciones de fontanería.  | 1,400<br>1,40  |
|                                  | mo008       | 0,100 h   | Oficial 1ª fontanero.  | 19,560<br>1,96 |
|                                  | mo107       | 0,100 h   | Ayudante fontanero.  | 18,010<br>1,80 |
|                                  | %           | 2,000 %   | Costes directos complementarios  | 11,930<br>0,24 |
|                                  |             | 3,000 %   | Costes indirectos  | 12,170<br>0,37 |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |             |           |  | <b>12,54</b>   |
| 3.6.2                            | IFW040      | <b>Ud</b> | <b>Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".<br/>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.<br/>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br/>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b>  |                |
|                                  | mt37svr010a | 1,000 Ud  | Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".   | 2,860<br>2,86  |
|                                  | mt37www010  | 1,000 Ud  | Material auxiliar para instalaciones de fontanería.  | 1,400<br>1,40  |
|                                  | mo008       | 0,150 h   | Oficial 1ª fontanero.  | 19,560<br>2,93 |
|                                  | mo107       | 0,150 h   | Ayudante fontanero.  | 18,010<br>2,70 |
|                                  | %           | 2,000 %   | Costes directos complementarios  | 9,890<br>0,20  |
|                                  |             | 3,000 %   | Costes indirectos  | 10,090<br>0,30 |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |             |           |  | <b>10,39</b>   |

## Anejo de justificación de precios

| Nº                               | Código      | Ud       | Descripción   | Total         |
|----------------------------------|-------------|----------|---|---------------|
| 3.6.3                            | I0B025      | Ud       | <b>Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión.</b><br><b>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</b><br><b>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</b><br><b>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b> |               |
|                                  | mt37avi010e | 1,000 Ud | Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión, para unión por termofusión.  | 140,690       |
|                                  | mo008       | 0,200 h  | Oficial 1ª fontanero.   | 19,560        |
|                                  | mo107       | 0,200 h  | Ayudante fontanero.   | 18,010        |
|                                  | %           | 2,000 %  | Costes directos complementarios   | 148,200       |
|                                  |             | 3,000 %  | Costes indirectos   | 151,160       |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |             |          |   | <b>155,69</b> |

## Anejo de justificación de precios

| Nº                         | Código | Ud      | Descripción   | Total            |
|----------------------------|--------|---------|---|------------------|
| <b>4 SEGURIDAD Y SALUD</b> |        |         |   |                  |
| 4.1                        | SS08   | ud      | <b>Conjunto de medidas preventivas conforme a lo dispuesto en el RD 1627/97 de Seguridad y salud en las obras de construcción y para cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud</b> |                  |
|                            |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos   | 850,000<br>25,50 |
|                            |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>   | <b>875,50</b>    |
| 4.2                        | CC     | ud      | <b>Conjunto de medidas y ensayos necesarios para realizar el Plan de Control de Calidad de las obras en la fase de ejecución de las mismas</b>  |                  |
|                            |        | 3,000 % | Sin descomposición<br>Costes indirectos   | 350,000<br>10,50 |
|                            |        |         | <b>Precio total redondeado por ud .....</b>   | <b>360,50</b>    |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**ANEJO N°10  
EVALUACION ECONÓMICO-  
FINANCIERA**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 2. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO.....  | 2  |
| 2.1. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....  | 2  |
| 2.2. PAGO DE LA INVERSIÓN .....   | 2  |
| 2.3. PREVISIONES DE COBROS.....   | 3  |
| 2.3.1. COBROS ORDINARIOS .....  | 3  |
| 2.3.2. COBROS EXTRAORDINARIOS.....  | 4  |
| 2.4. PREVISIONES DE PAGO.....   | 5  |
| 2.4.1 PAGOS ORDINARIOS .....  | 5  |
| 2.4.2 PAGOS EXTRAORDINARIOS.....  | 10 |
| 2.5. FLUJO DE CAJA .....  | 11 |
| 2.6. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD EN BASE A CRITERIOS DE EVALUACIÓN<br>FINANCIERA DE INVERSIONES..... | 13 |
| 2.6.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....   | 13 |
| 2.6.2. RELACIÓN BENEFICIO-INVERSIÓN.....  | 13 |
| 2.6.3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....  | 14 |
| 2.6.4. PAYBACK.....   | 15 |
| 3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....   | 16 |
| 4. CONCLUSIONES.....  | 17 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA .....   | 18 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Pagos de la inversión. Fuente: Elaboración propia .....   | 2  |
| Tabla 2: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia .....  | 3  |
| Tabla 3: Cobros ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia .....   | 3  |
| Tabla 4: Cobros ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia .....   | 3  |
| Tabla 5: Cobros ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia .....   | 4  |
| Tabla 6: Cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia.....   | 4  |
| Tabla 7: Resumen cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia.....   | 4  |
| Tabla 8: Pago derivado del agua de riego (€/ha). Fuente: Elaboración propia .....  | 5  |
| Tabla 9: Pago derivado de la adquisición de plántulas (€/ha). Fuente: Elaboración propia .....   | 6  |
| Tabla 10: Pago derivado del consumo de fertilizantes (€/ha). Fuente: Elaboración propia .....  | 6  |
| Tabla 11: Pago derivado de la adquisición e instalación del acolchado (€/ha). Fuente: Elaboración propia.....  | 6  |
| Tabla 12: Pagos generales derivados del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia  | 7  |
| Tabla 13: Pagos de la maquinaria derivados del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia.....  | 7  |
| Tabla 14: Pagos de la mano de obra derivados del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia.....  | 8  |
| Tabla 15: Pagos generales derivados del cultivo de la cebada. Fuente: Elaboración propia .....   | 8  |
| Tabla 16: Pagos de la maquinaria derivados del cultivo de la cebada. Fuente: Elaboración propia.....   | 8  |
| Tabla 17: Pagos de la mano de obra derivados del cultivo de la cebada. Fuente: Elaboración propia.....   | 9  |
| Tabla 18: Pagos del cultivo (€/ha) del melón en regadío y de la cebada en secano. Fuente: Elaboración propia basada en los datos del Estudio de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA) .....   | 9  |
| Tabla 19: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia .....   | 9  |
| Tabla 20: Pagos ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia .....   | 10 |
| Tabla 21: Pagos ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia .....   | 10 |
| Tabla 22: Pagos ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia .....   | 10 |
| Tabla 23: Pagos extraordinarios. Fuente: Elaboración propia.....   | 10 |
| Tabla 24: Flujos de caja (€). Fuente: Elaboración propia.....  | 12 |
| Tabla 25: Valor Actual Neto (VAN) en € para diferentes tipos de interés así como la relación beneficio-inversión. Subrayado en amarillo el valor VAN y la relación beneficio-inversión para la tasa de actualización aplicada en el proyecto. Fuente: Elaboración propia ..... | 14 |
| Tabla 26: Flujo de caja actualizado (4% de tasa de actualización). Sombreado en amarillo el año en que se recupera el importe de la inversión inicial. Fuente: elaboración propia .....  | 15 |
| Tabla 27: Análisis de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia .....   | 16 |
| Gráfica 1: VAN frente a las diferentes tasas de actualización elegidas. Fuente: Elaboración propia.....  | 14 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se realiza la evaluación económico-financiera del proyecto de transformación de secano a regadío de las parcelas 229 y 235 del polígono 73 del municipio de Tomelloso, Ciudad Real. La evaluación financiera o estudio económico de un proyecto es especialmente importante para identificar si el proyecto será viable, económicamente hablando o no.

Se entiende como rentable aquella inversión en la que el valor de los rendimientos que proporciona es superior al de los recursos que utiliza. Los principales métodos para analizar inversiones se dividen en métodos estáticos y métodos dinámicos. Estos primeros no tienen presente la devaluación del dinero y únicamente analizan el balance de la inversión en un momento determinado. Por el contrario, los métodos dinámicos tienen en cuenta en qué momento se producen los flujos de caja de la inversión. Este sistema de análisis es el que utilizaremos, ya que permite realmente conocer si un proyecto es financieramente viable.

Con el objetivo de determinar la rentabilidad de la inversión, se emplean indicadores de rentabilidad tales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), el periodo de recuperación o la relación Beneficio/Inversión.

Para la elaboración del presente estudio se deben considerar una serie de premisas:

- La vida útil de la explotación es de 20 años.
- El tipo de interés o tasa de actualización aplicada como base en la confección del estudio económico es del 4%, tasa que se considera adecuada a la coyuntura económica actual y al riesgo del proyecto.
- La producción media del cultivo del melón y la cebada son de 42.000,00 kg/ha y 3.443,96 kg/ha respectivamente.
- El precio medio que percibe el agricultor por el melón es de 0,25 €/kg, mientras que por la cebada es de 0,18 €/kg.
- Los cálculos se presentan en base a las características particulares de la parcela y cultivo, deduciendo el Valor Actual Neto.

## 2. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

El análisis de la rentabilidad financiera del proyecto se basa en el análisis de los flujos de caja que genera el proyecto de inversión en relación con el desembolso necesario para su puesta en marcha. El análisis realizado es un análisis dinámico, que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

A continuación, se estudiarán los distintos parámetros que definen la inversión, incluyendo su vida útil, el pago de la inversión, los cobros y pagos, y los flujos de caja que genera.

### 2.1. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se entiende como vida útil del proyecto como el número de años durante los cuales la inversión estará generando rendimientos positivos, atendiendo a las previsiones del inversor. En este proyecto se estima una vida útil de 20 años.

### 2.2. PAGO DE LA INVERSIÓN

El pago de la inversión es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar con el objetivo de conseguir que el proyecto entre en funcionamiento. El pago de la inversión coincide con el presupuesto del proyecto (DOCUMENTO N.º: 4). En la Tabla 1 quedan reflejados los pagos provenientes de la inversión.

*Tabla 1: Pagos de la inversión. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Concepto</b>                | <b>Pago (€)</b>  |
|--------------------------------|------------------|
| Movimiento de tierras          | 777,62           |
| Red de riego                   | 10.525,43        |
| Cabezal de riego               | 17.722,83        |
| Seguridad y salud              | 1.236,00         |
| <b>Total con GG + BI + IVA</b> | <b>42.109,41</b> |

GG: Gastos generales (9%) // BI: Beneficio Industrial (6%) // IVA: Impuesto sobre el Valor añadido (21%)

## 2.3. PREVISIONES DE COBROS

### 2.3.1. COBROS ORDINARIOS

Los cobros ordinarios son los debidos a la actividad normal de la explotación. En este caso, serán los cobros procedentes de la venta de los cultivos recolectados. Los precios son datos medios en función de los precios obtenidos en la campaña de 2020, 0,25 €/kg para el caso del melón y 0,18 €/kg para el caso de la cebada. Para el caso del melón, debe tenerse en cuenta que las fluctuaciones de precio de un año a otro, así como durante los meses de comercialización (aproximadamente desde mayo a septiembre) son elevadas.

La Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5 recogen los diferentes cobros ordinarios. Hay que tener en cuenta que, debido a la rotación de cultivos, los resultados cambian dependiendo del año. Los rendimientos de los cultivos han sido estimados en base a la experiencia de agricultores locales.

Tabla 2: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia

| Unidad | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Superficie (ha) |
|--------|------------------------------|-----------------|
| 1      | 14.996                       | 1,50            |
| 2      | 14.343                       | 1,43            |
| 3      | 14.998                       | 1,50            |

Tabla 3: Cobros ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia

| Concepto     | Precio <sup>1</sup> (€/kg) | Rendimiento (kg/ha) | Cobros ordinarios (€/ha) | Cobros ordinarios (€) |
|--------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| Melón        | 0,25                       | 42.000,00           | 10.500,00                | 15.745,80             |
| Cebada       | 0,18                       | 3.443,96            | 619,91                   | 889,14                |
| <b>Total</b> |                            |                     |                          | 16.634,94             |

Tabla 4: Cobros ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia

| Concepto     | Precio (€/kg) | Rendimiento (kg/ha) | Cobros ordinarios (€/ha) | Cobros ordinarios (€) |
|--------------|---------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| Melón        | 0,25          | 42.000,00           | 10.500,00                | 15.060,15             |
| Cebada       | 0,18          | 3.443,96            | 619,91                   | 929,75                |
| <b>Total</b> |               |                     |                          | 15.989,90             |

<sup>1</sup> Precio (€/kg) procedente de la Lonja Castilla-La Mancha 2020

Tabla 5: Cobros ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia

| Concepto     | Precio (€/kg) | Rendimiento (kg/ha) | Cobros ordinarios (€/ha) | Cobros ordinarios (€) |
|--------------|---------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| Melón        | 0,25          | 42.000,00           | 10.500,00                | 15.747,90             |
| Cebada       | 0,18          | 34.43,96            | 619,91                   | 929,62                |
| <b>Total</b> |               |                     |                          | 16.677,52             |

### 2.3.2. COBROS EXTRAORDINARIOS

Los cobros extraordinarios son, en este caso, aquellos que proceden del valor residual de los elementos de la inversión una vez finalizada su vida útil. La Tabla 6 muestra la estimación del valor residual de todos los elementos de la inversión realizada, suponiendo que el valor residual será el 10% de su coste de adquisición. Existen elementos que se renuevan a los 10 años. Para el resto de los elementos, su vida útil coincide con la del proyecto. Por tanto, tendremos cobros extraordinarios en el año 10 y en el año 20, siendo este último la liquidación de la inversión. La estimación de estos cobros se muestra en la Tabla 7.

Tabla 6: Cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                       | Importe (€) | Vida útil | Valor residual (%) | Valor residual (€) |
|--------------------------------|-------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Equipo de bombeo               | 6.957,90    | 20        | 10                 | 695,79             |
| Equipo de filtrado             | 581,49      | 20        | 10                 | 58,15              |
| Equipo de fertirrigación       | 6.878,28    | 20        | 10                 | 687,83             |
| Equipo de control              | 1.912,48    | 20        | 10                 | 191,25             |
| Equipo de automatización       | 254,84      | 20        | 10                 | 25,48              |
| Equipo de seguridad            | 1.137,84    | 20        | 10                 | 113,78             |
| Red de riego: Principal        | 4.111,00    | 20        | 10                 | 411,10             |
| Red de riego: Laterales        | 3.150,08    | 10        | 10                 | 315,01             |
| Red de riego: Terciaria        | 1.314,40    | 10        | 10                 | 131,44             |
| Valvulería y piezas especiales | 1.949,95    | 10        | 10                 | 195,00             |

Tabla 7: Resumen cobros extraordinarios. Fuente: Elaboración propia

| Año              | Cobro extraordinario (€) |
|------------------|--------------------------|
| 10               | 641,44                   |
| 20 (liquidación) | 2.824,83                 |

## 2.4. PREVISIONES DE PAGO

### 2.4.1 PAGOS ORDINARIOS

Los pagos ordinarios son aquellos pagos necesarios para el correcto funcionamiento de la explotación. En este caso, los pagos coinciden con los costes derivados de los cultivos, excluyendo aquellos costes que no suponen un pago (amortizaciones).

Se estudian los costes derivados de un ciclo productivo típico para melón Piel de Sapo. Para el caso de la cebada, al tratarse de un cultivo que se incluye por la necesidad de rotación del cultivo principal, el melón, los pagos se han estimado a partir de los datos de costes procedentes del Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA).

El ciclo del melón escogido comienza con la plantación a principios de mayo y finaliza con la última recolección a finales de septiembre, lo que supone un total de aproximadamente cinco meses de ocupación real del terreno.

Es de destacar que no se considera la adquisición de la maquinaria necesaria para las tareas de cultivo, ya que por la dimensión de la explotación no resulta conveniente, sino que se considerará la contratación de servicios externos. Así pues, se consideran los servicios de maquinaria como coste de funcionamiento que prestan empresas externas a la explotación. Todos los aperos se han elegido para que necesiten como máximo 75 Kw, aunque el tractor deberá tener una potencia mayor. De esta manera, el tractor debe tener un mínimo de 88 kW (120 cv). El coste unitario (€/ha) de cada uno de los aperos se ha calculado utilizando las fichas técnicas de aperos propuestas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Se incluye el coste de la mano de obra.

Para el caso de la mano de obra, su coste se estima en 38,46 €/jornal (8 horas). En el momento de la plantación, se estima en 8 jornales/ha aproximadamente. Por otro lado, en el momento de la recolección se estima en 30 jornales/ha aproximadamente. Para el resto de las tareas manuales (retirada de instalación de riego, retirada de acolchado...) se estima en 3 jornales/ha aproximadamente.

A continuación, se desglosan los pagos derivados del cultivo del melón.

La Tabla 8 muestra los pagos derivados del uso del agua correspondientes a un coste variable (€/m<sup>3</sup>). Además, habrá una parte fija que corresponde a una cuota que se paga a la comunidad de regantes con un importe de 60 €/ha y que se recogerá en cómputo de pagos totales anuales de la explotación. Estos costes incluyen el coste de la electricidad por bombeo del agua.

Tabla 8: Pago derivado del agua de riego (€/ha). Fuente: Elaboración propia

|  |          |
|--|----------|
| <b>Agua utilizada (m<sup>3</sup>/ha)</b> | 6.213,57 |
| <b>Precio (€/m<sup>3</sup>)</b>          | 0,08     |
| <b>Pago (€/ha)</b>                       | 497,09   |

A continuación, se muestran los pagos relativos a la adquisición de las plántulas de melón.

Tabla 9: Pago derivado de la adquisición de plántulas (€/ha). Fuente: Elaboración propia

|   |          |
|---|----------|
| <b>Precio plántula melón (€/plántula)<sup>2</sup></b> | 0,30     |
| <b>Marco de plantación (plantas/m<sup>2</sup>)</b>    | 0,40     |
| <b>Pago (€/ha)</b>                                    | 1.200,00 |

La Tabla 10 muestra los pagos derivados del consumo de fertilizantes, teniendo en cuenta el aporte de nutrientes que el uso de aguas regeneradas aporta una porción significativa de la demanda de nutrientes y es capaz de reducir las necesidades de fertilizantes.

Tabla 10: Pago derivado del consumo de fertilizantes (€/ha). Fuente: Elaboración propia

| <b>Fertilizante</b>        | <b>Nitrato amónico</b> | <b>Nitrato de calcio</b> | <b>Fosfato monopotásico</b> | <b>Nitrato potásico</b> | <b>Sulfato de magnesio</b> |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Cantidad (kg/ha)           | 155,00                 | 190,00                   | 180,00                      | 850,00                  | 200,00                     |
| Precio (€/kg) <sup>3</sup> | 0,40                   | 0,20                     | 0,95                        | 0,90                    | 0,30                       |
| Precio (€/ha)              | 62,00                  | 38,00                    | 171,00                      | 765,00                  | 60,00                      |
| <b>Precio (€/ha)</b>       | 1.096,00               |                          |                             |                         |                            |

A continuación, se muestra el pago derivado de la adquisición e instalación del sistema de acolchado del melón.

Tabla 11: Pago derivado de la adquisición e instalación del acolchado (€/ha). Fuente: Elaboración propia

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| <b>Acolchado</b>   | Rollo de 0.90x2500 m |
| <b>Precio (€)</b>  | 105,15               |
| <b>Necesito</b>    | 7.000 m              |
|                    | 3 rollos             |
| <b>Pago (€/ha)</b> | 196,33               |

El resto de los pagos asociados al cultivo del melón (retirada de acolchado, retirada de manta térmica, productos fitosanitarios...) se han obtenido a partir de valores estimados en base a la experiencia de los agricultores locales y a trabajos relacionados.

<sup>2</sup> Precio obtenido en base a tanto la experiencia de los agricultores locales como a información proporcionada por viveros de la zona.

<sup>3</sup> Precios obtenidos en base a la estadística de Índices y Precios PAGADOS (2020) agrarios procedente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

A continuación, se muestran los costes derivados del cultivo del melón teniendo en cuenta los costes generales, la maquinaria y la mano de obra.

*Tabla 12: Pagos generales derivados del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Pagos generales</b>       |                 |  |
|------------------------------|-----------------|--|
| <b>Concepto</b>              | <b>€/ha</b>     | <b>Porcentaje sobre el gasto total</b> |
| Plántulas                    | 1.200,00        | 19,36                                  |
| Fertilizantes                | 1.096,00        | 17,69                                  |
| Productos fitosanitarios     | 810,00          | 13,07                                  |
| Agua de riego                | 497,09          | 8,02                                   |
| Acolchado                    | 196,33          | 3,17                                   |
| Manta térmica                | 350,00          | 5,65                                   |
| <b>Total pagos generales</b> | <b>4.149,42</b> | <b>66,96</b>                           |

En cuanto a los pagos derivados del uso de productos fitosanitarios y a los pagos derivados de la adquisición e instalación de la manta térmica, han sido estimados en base a la experiencia de los agricultores locales y a trabajos relacionados.

*Tabla 13: Pagos de la maquinaria derivados del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia*

| <b>Maquinaria</b>                   |               |  |
|-------------------------------------|---------------|--|
| <b>Concepto</b>                     | <b>€/ha</b>   | <b>Porcentaje sobre el gasto total</b> |
| Arado de vertedera                  | 68,58         | 1,11                                   |
| Conformadora                        | 35,24         | 0,57                                   |
| Bobina de goteros                   | 12,63         | 0,20                                   |
| Extendidora de plástico             | 13,68         | 0,22                                   |
| Cultivador                          | 12,44         | 0,20                                   |
| Pulverizador                        | 4,25          | 0,07                                   |
| Remolque                            | 50,70         | 0,82                                   |
| Fresadora                           | 13,68         | 0,22                                   |
| Chisel                              | 13,06         | 0,21                                   |
| <b>Total pagos de la maquinaria</b> | <b>224,26</b> | <b>3,62</b>                            |

Tabla 14: Pagos de la mano de obra derivados del cultivo del melón. Fuente: Elaboración propia

| <b>Mano de obra asalariada</b> |                 |  |
|--------------------------------|-----------------|--|
| <b>Concepto</b>                | <b>€/ha</b>     | <b>Porcentaje sobre el gasto total</b> |
| Plantación manual              | 307,68          | 4,96                                   |
| Escarda manual                 | 36,60           | 0,59                                   |
| Recolección                    | 1.302,60        | 21,02                                  |
| Retirada manta térmica         | 20,23           | 0,33                                   |
| Retirada instalación riego     | 65,26           | 1,05                                   |
| Retirada del acolchado         | 90,89           | 1,47                                   |
| <b>Total mano de obra</b>      | <b>1.823,26</b> | <b>29,42</b>                           |

A continuación, se realiza el análisis de los pagos del cultivo de la cebada en base a los datos para Castilla La Mancha del Estudio de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA).

Tabla 15: Pagos generales derivados del cultivo de la cebada. Fuente: Elaboración propia

| <b>Pagos generales</b>       |               |  |
|------------------------------|---------------|--|
| <b>Concepto</b>              | <b>€/ha</b>   | <b>Porcentaje sobre el gasto total</b> |
| Semillas                     | 51,04         | 15,44                                  |
| Fertilizantes                | 123,13        | 37,24                                  |
| Productos fitosanitarios     | 14,58         | 4,41                                   |
| Otros suministros            | 9,23          | 2,79                                   |
| <b>Total pagos generales</b> | <b>197,98</b> | <b>59,88</b>                           |

Tabla 16: Pagos de la maquinaria derivados del cultivo de la cebada. Fuente: Elaboración propia

| <b>Maquinaria</b>                   |               |  |
|-------------------------------------|---------------|--|
| <b>Concepto</b>                     | <b>€/ha</b>   | <b>Porcentaje sobre el gasto total</b> |
| Trabajos contratados                | 43,48         | 13,15                                  |
| Carburantes y lubricantes           | 53,49         | 16,18                                  |
| Reparaciones y repuestos            | 30,63         | 9,26                                   |
| <b>Total pagos de la maquinaria</b> | <b>127,60</b> | <b>38,59</b>                           |

Tabla 17: Pagos de la mano de obra derivados del cultivo de la cebada. Fuente: Elaboración propia

| <b>Mano de obra asalariada</b> |             |  |
|--------------------------------|-------------|--|
| <b>Concepto</b>                | <b>€/ha</b> | <b>Porcentaje sobre el gasto total</b> |
| <b>Total mano de obra</b>      | 5,07        | 1,53                                   |

A continuación, la Tabla 18 muestra el resumen de los pagos de tanto el cultivo del melón como del cultivo de la cebada. Se considera que todos los costes se pagan en el año en curso y el único coste que no se considera puesto que no supone un pago es la amortización.

Tabla 18: Pagos del cultivo (€/ha) del melón en regadío y de la cebada en secano. Fuente: Elaboración propia basada en los datos del Estudio de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias 2016 (ECREA)

| <b>Pagos melón regadío</b> |             |
|----------------------------|-------------|
| <b>Concepto</b>            | <b>€/ha</b> |
| Total del cultivo          | 6.196,94    |
| <b>Pagos cebada secano</b> |             |
| <b>Concepto</b>            | <b>€/ha</b> |
| Total del cultivo          | 330,65      |

El melón es el que presenta los costes más elevados, siendo estos de 6.196,94 €/ha. Los costes del cultivo de la cebada ascienden a la cantidad de 330,65 €/ha. Los mayores costes los genera los gastos generales, con cerca del 67% para el melón y 60% para la cebada. No obstante, aunque los costes del cultivo del melón sean bastante elevados, es en este cultivo donde encontramos la rentabilidad de la explotación.

En la Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22 se observa los pagos ordinarios de la explotación. Hay que tener en cuenta que, debido a la rotación de cultivos planteada, los resultados cambian dependiendo del año. Además, los pagos derivados del uso del agua se componen de una parte variable (€/m<sup>3</sup>) y una parte fija que se paga a la comunidad de regantes con un importe de 60 €/ha de la explotación. El coste fijo derivado del uso del agua asciende a la cuantía de 314,4 €/año.

Tabla 19: Superficie de cada unidad parcelaria. Fuente: Elaboración propia

| <b>Unidad</b> | <b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Superficie (ha)</b> |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1             | 14.996                            | 1,50                   |
| 2             | 14.343                            | 1,43                   |
| 3             | 14.998                            | 1,50                   |

Anejo N<sup>o</sup>9 – Evaluación económico-financiera

Tabla 20: Pagos ordinarios en el año 1. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                             | Pagos (€)        |
|--------------------------------------|------------------|
| Pagos del cultivo melón              | 9.292,93         |
| Pagos del cultivo cebada             | 474,25           |
| Pago fijo derivado del uso del agua  | 314,4            |
| <b>Pagos Totales de los cultivos</b> | <b>10.081,58</b> |

Tabla 21: Pagos ordinarios en el año 2. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                             | Pagos (€)       |
|--------------------------------------|-----------------|
| Pagos del cultivo melón              | 8.888,27        |
| Pagos del cultivo cebada             | 495,91          |
| Pago fijo derivado del uso del agua  | 314,4           |
| <b>Pagos Totales de los cultivos</b> | <b>9.698,58</b> |

Tabla 22: Pagos ordinarios en el año 3. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                             | Pagos (€)        |
|--------------------------------------|------------------|
| Pagos del cultivo melón              | 9.294,17         |
| Pagos del cultivo cebada             | 495,84           |
| Pago fijo derivado del uso del agua  | 314,4            |
| <b>Pagos Totales de los cultivos</b> | <b>10.104,41</b> |

#### 2.4.2 PAGOS EXTRAORDINARIOS

Los pagos extraordinarios corresponden a los pagos necesarios para reponer aquellos elementos de la inversión cuya vida útil es inferior a la vida útil del proyecto. Los elementos que se deben sustituir son los siguientes: laterales de riego, tuberías terciarias y valvulería y piezas especiales. Dicho pago extraordinario se realiza en el año 10, es decir, cuando llegan al final de su vida útil. La Tabla 23 muestra los pagos extraordinarios de la explotación.

Tabla 23: Pagos extraordinarios. Fuente: Elaboración propia

| Concepto                       | Importe (€)     | Año |
|--------------------------------|-----------------|-----|
| Red de riego: Laterales        | 3.150,08        | 10  |
| Red de riego: Terciaria        | 1.314,40        | 10  |
| Valvulería y piezas especiales | 1.949,95        | 10  |
| <b>Total</b>                   | <b>6.414,43</b> |     |

## **2.5. FLUJO DE CAJA**

El flujo de caja hace referencia a la diferencia entre las entradas y salidas de dinero, es decir, la diferencia entre los cobros y pagos, asociados al proyecto en cada ejercicio económico. La Tabla 24 muestra el flujo de caja del proyecto y el flujo de caja acumulado en los años de vida útil propuestos con anterioridad.

Anejo N°9 – Evaluación económico-financiera

Tabla 24: Flujos de caja (€). Fuente: Elaboración propia

| Año | Inversión (€) | Cobros (€) |                 | Pagos (€)  |                 | Flujo de caja (€) | Flujo de caja acumulado (€) |
|-----|---------------|------------|-----------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|
|     |               | Ordinarios | Extraordinarios | Ordinarios | Extraordinarios |                   |                             |
| 0   | 42.109,41     | -          | -               | -          | -               | -42.109,41        | -42.109,41                  |
| 1   |               | 16.634,94  | 0,00            | 10.081,58  | 0,00            | 6.553,36          | -35.556,04                  |
| 2   |               | 15.989,90  | 0,00            | 9.698,58   | 0,00            | 6.291,32          | -29.264,73                  |
| 3   |               | 16.677,52  | 0,00            | 10.104,41  | 0,00            | 6.573,11          | -22.691,62                  |
| 4   |               | 16.634,94  | 0,00            | 10.081,58  | 0,00            | 6.553,36          | -16.138,25                  |
| 5   |               | 15.989,90  | 0,00            | 9.698,58   | 0,00            | 6.291,32          | -9.846,94                   |
| 6   |               | 16.677,52  | 0,00            | 10.104,41  | 0,00            | 6.573,11          | -3.273,82                   |
| 7   |               | 16.634,94  | 0,00            | 10.081,58  | 0,00            | 6.553,36          | 3.279,54                    |
| 8   |               | 15.989,90  | 0,00            | 9.698,58   | 0,00            | 6.291,32          | 9.570,86                    |
| 9   |               | 16.677,52  | 0,00            | 10.104,41  | 0,00            | 6.573,11          | 16.143,97                   |
| 10  |               | 16.634,94  | 641,44          | 10.081,58  | 6.414,43        | 780,37            | 16.924,34                   |
| 11  |               | 15.989,90  | 0,00            | 9.698,58   | 0,00            | 6.291,32          | 23.215,66                   |
| 12  |               | 16.677,52  | 0,00            | 10.104,41  | 0,00            | 6.573,11          | 29.788,77                   |
| 13  |               | 16.634,94  | 0,00            | 10.081,58  | 0,00            | 6.553,36          | 36.342,13                   |
| 14  |               | 15.989,90  | 0,00            | 9.698,58   | 0,00            | 6.291,32          | 42.633,45                   |
| 15  |               | 16.677,52  | 0,00            | 10.104,41  | 0,00            | 6.573,11          | 49.206,56                   |
| 16  |               | 16.634,94  | 0,00            | 10.081,58  | 0,00            | 6.553,36          | 55.759,92                   |
| 17  |               | 15.989,90  | 0,00            | 9.698,58   | 0,00            | 6.291,32          | 62.051,24                   |
| 18  |               | 16.677,52  | 0,00            | 10.104,41  | 0,00            | 6.573,11          | 68.624,35                   |
| 19  |               | 16.634,94  | 0,00            | 10.081,58  | 0,00            | 6.553,36          | 75.177,71                   |
| 20  |               | 15.989,90  | 2.824,83        | 9.698,58   | 0,00            | 9.116,14          | 84.293,86                   |

## **2.6. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD EN BASE A CRITERIOS DE EVALUACIÓN FINANCIERA DE INVERSIONES**

A continuación, se analizará la rentabilidad financiera del proyecto en base a distintos criterios de evaluación financiera de inversiones. En concreto, se utilizarán los criterios más habituales: valor actual neto, plazo de recuperación, relación beneficio-inversión tasa interna de retorno.

### **2.6.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)**

El Valor Actual Neto (VAN) indica la ganancia neta generada por el proyecto. Por ello, cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero se dice que, para el tipo de interés elegido, resulta viable desde un punto de vista financiero. Se dice que es un proyecto que crea valor, puesto que la suma del valor generado es superior al desembolso realizado para la puesta en marcha del proyecto. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto no será viable y quedará inmediatamente descartada su ejecución.

El VAN se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - k$$

Siendo:

R<sub>j</sub>: Flujo de caja en cada año j

n: Vida útil de la inversión

r: Tasa de actualización

k: Pago de la inversión

Se considera como tasa de actualización apropiada para la valoración de este proyecto de inversión del 4%, para la cual se obtiene un VAN de 43.197,41 €.

### **2.6.2. RELACIÓN BENEFICIO-INVERSIÓN**

La relación beneficio-inversión (VAN / inversión), es un índice que indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se calcula como el cociente entre el VAN y el pago de la inversión.

La Tabla 25 muestra la relación beneficio-inversión para distintas tasas de actualización. Se obtiene una relación beneficio-inversión de 1,03, lo que significa que por cada euro invertido se obtiene una ganancia de 1,03 euros.

Tabla 25: Valor Actual Neto (VAN) en € para diferentes tipos de interés así como la relación beneficio-inversión. Subrayado en amarillo el valor VAN y la relación beneficio-inversión para la tasa de actualización aplicada en el proyecto. Fuente: Elaboración propia

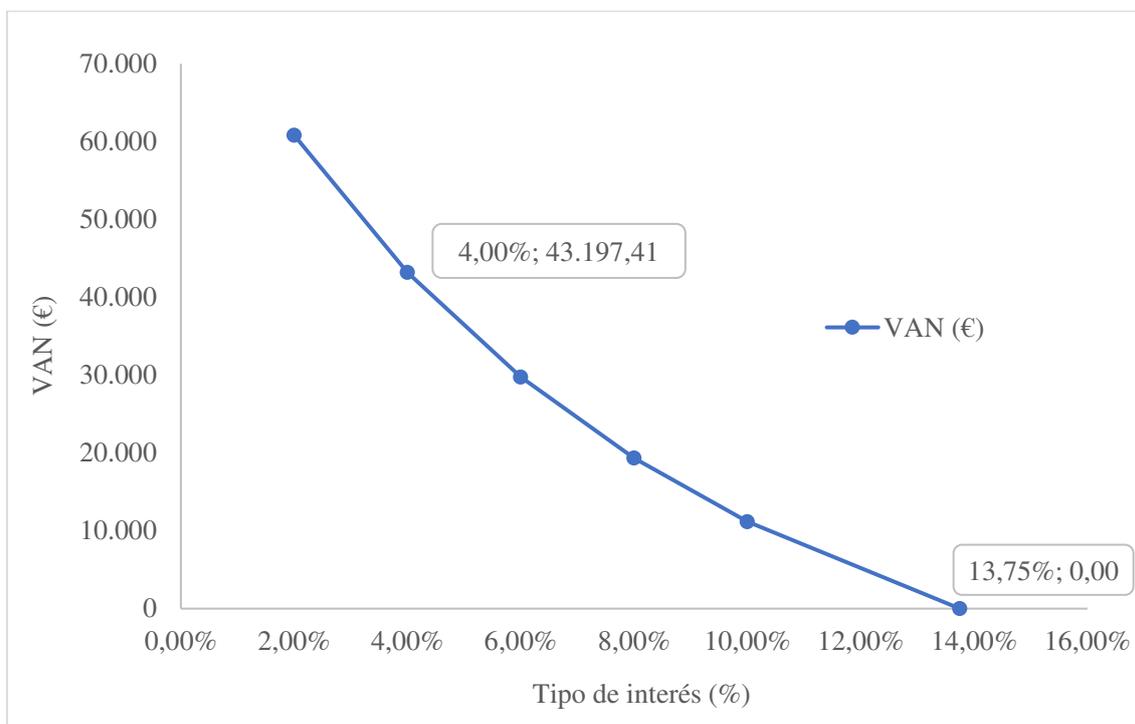
| Tasa de actualización (%) | VAN (€)          | VAN/Inversión |
|---------------------------|------------------|---------------|
| 2,00%                     | 60.823,66        | 1,44          |
| <b>4,00%</b>              | <b>43.197,41</b> | <b>1,03</b>   |
| 6,00%                     | 29.755,09        | 0,71          |
| 8,00%                     | 19.348,31        | 0,46          |
| 10,00%                    | 11.172,98        | 0,27          |
| 13,75%                    | 0,00             | 0,00          |

### 2.6.3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o Rentabilidad (TIR) mide la rentabilidad en términos relativos de la inversión, siendo esta la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de los flujos de caja de la inversión sea igual al valor del desembolso realizado para su puesta en funcionamiento. Es decir, es la tasa de actualización para la cual el VAN del proyecto es igual a 0.

$$\sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + TIR)^j} = K$$

La Gráfica 1 representa el VAN frente a distintos tipos de interés. Se obtiene, para este proyecto, una TIR del 13,75%.



Gráfica 1: VAN frente a las diferentes tasas de actualización elegidas. Fuente: Elaboración propia

### 2.6.4. PAYBACK

Se trata del periodo de tiempo se tarda en recuperar la inversión inicial a través de los flujos de caja que va generando. Para ello, se va calculando el sumatorio de los flujos de caja actualizados a medida que van pasando los años. Los primeros serán negativos debido al gran desembolso que se habrá tenido que realizar por la inversión inicial. El instante de tiempo en que este sumatorio alcance una cifra positiva será el payback o plazo de recuperación de la inversión.

La Tabla 26 muestra los flujos de caja actualizados, teniendo en cuenta la tasa de actualización del 4%. El periodo en el que se habrá recuperado el importe de la inversión por completo es el octavo año, lo cual se considera un valor aceptable, pues se produce antes de alcanzarse la mitad de la vida útil del proyecto.

*Tabla 26: Flujo de caja actualizado (4% de tasa de actualización). Sombreado en amarillo el año en que se recupera el importe de la inversión inicial. Fuente: elaboración propia*

| <b>Año</b> | <b>Flujo de caja (€)</b> | <b>Flujo de caja acumulado (€)</b> |
|------------|--------------------------|------------------------------------|
| 0          | -42.109,41               | -42.109,41                         |
| 1          | 6.301,31                 | -35.808,10                         |
| 2          | 5.816,68                 | -29.991,42                         |
| 3          | 5.843,47                 | -24.147,95                         |
| 4          | 5.601,84                 | -18.546,11                         |
| 5          | 5.171,00                 | -13.375,10                         |
| 6          | 5.194,83                 | -8.180,28                          |
| 7          | 4.980,02                 | -3.200,26                          |
| 8          | 4.597,00                 | 1.396,74                           |
| 9          | 4.618,18                 | 6.014,92                           |
| 10         | 527,19                   | 6.542,12                           |
| 11         | 4.086,72                 | 10.628,84                          |
| 12         | 4.105,55                 | 14.734,38                          |
| 13         | 3.935,78                 | 18.670,16                          |
| 14         | 3.633,08                 | 22.303,24                          |
| 15         | 3.649,82                 | 25.953,06                          |
| 16         | 3.498,89                 | 29.451,95                          |
| 17         | 3.229,79                 | 32.681,74                          |
| 18         | 3.244,67                 | 35.926,42                          |
| 19         | 3.110,50                 | 39.036,92                          |
| 20         | 4.160,49                 | 43.197,41                          |

### 3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es una técnica que estudia el impacto que tienen sobre una variable dependiente de un modelo financiero las variaciones en una de las variables independientes que lo conforman. En nuestro caso, realizaremos el análisis utilizando el precio del agua.

En un proyecto de riego con aguas regeneradas, la calidad del agua resulta crucial pues determina cuestiones relevantes para la viabilidad y rentabilidad del proyecto como el tipo de cultivo que puede regarse (en base a la legislación), la seguridad en términos sanitarios del producto obtenido, o la necesidad de aplicación de nutrientes. En el presente proyecto, el coste del agua tiene un peso del 8,02% respecto al total de los pagos asociados al cultivo del melón. Un aumento en el coste del agua, debido a la aplicación de tratamientos de regeneración más exigentes, supone un incremento en la calidad de la misma, es decir, su coste es variable y creciente a medida que el agua obtenida sea de mayor calidad. Una de las barreras a la expansión del uso de aguas regeneradas es precisamente ese coste, que hace que, para determinadas producciones, y en función de las condiciones del proyecto, el riego con aguas regeneradas pueda resultar no rentable.

Por este motivo se realizará el análisis de sensibilidad de la rentabilidad del proyecto en función del coste por m<sup>3</sup> del agua regenerada. Para este análisis, vamos a suponer dos escenarios:

- Escenario 1: Incremento del 50% en el precio del agua (€/m<sup>3</sup>), sin tener en cuenta los costes fijos mensuales derivados de su utilización.
- Escenario 2: Incremento del 100% en el precio del agua (€/m<sup>3</sup>), sin tener en cuenta los costes fijos mensuales derivados de su utilización.

Estudiaremos, entonces, el VAN y la TIR del proyecto de inversión en estos escenarios más desfavorables, con el fin de observar si en alguno de ellos el proyecto deja de ser viable. Como podemos apreciar en la Tabla 27, un aumento en precio del agua produce una disminución de la rentabilidad del proyecto, pero no afecta a la toma de decisiones ya que el proyecto seguiría siendo viable.

*Tabla 27: Análisis de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Precio del agua inicial (€/m<sup>3</sup>)</b>     | 0,080     |
| <b>Precio del agua (€/m<sup>3</sup>) escenario 1</b> | 0,120     |
| <b>Precio del agua (€/m<sup>3</sup>) escenario 2</b> | 0,160     |
| <b>VAN inicial</b>                                   | 43.197,41 |
| <b>VAN (€) escenario 1</b>                           | 38.207,75 |
| <b>VAN (€) escenario 2</b>                           | 33.218,09 |

|                        |        |
|------------------------|--------|
| <b>TIR inicial</b>     | 13,75% |
| <b>TIR escenario 1</b> | 12,73% |
| <b>TIR escenario 2</b> | 11,68% |

Es interesante analizar el precio máximo del agua que hace que el VAN sea cero, es decir, el precio del agua que hace que el proyecto no sea viable. Para un precio de 0,426 €/m<sup>3</sup> el proyecto deja de ser viable económicamente.

#### 4. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los distintos parámetros de la inversión y los criterios para la valoración de la rentabilidad financiera del proyecto analizados anteriormente, se puede afirmar que el proyecto es rentable, y se puede autofinanciar con los ingresos generados por el mismo.

Atendiendo al flujo de caja generado, el plazo de recuperación, momento en el que el inversor del proyecto recupera el dinero de la inversión y obtiene beneficios, es de 8 años. Se corresponde con un plazo corto, teniendo en cuenta el tipo de proyecto.

En cuanto al análisis de sensibilidad realizado en base al precio del agua de riego (€/m<sup>3</sup>), se observa que ante un eventual aumento en el precio del agua el proyecto continúa siendo viable. Una mejora de las instalaciones y tecnologías de depuración mediante la aplicación de tratamientos terciarios adicionales redundaría en una mayor calidad del efluente. En este sentido, el análisis realizado muestra que invertir en mejorar la calidad del agua regenerada es perfectamente viable, económicamente hablando, desde el punto de vista del presente proyecto de inversión.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

Blaya Ros, Pedro José. 2015. TFG. *Proyecto de puesta en riego por goteo y manejo de los cultivos de lechuga y melón en el campo de Cartagena*. Universidad Politécnica de Cartagena

López, F. C., García, J. G., García, A. G. B., Marín, J. L., & Varó, P. 2003. *Estudio económico sobre alternativas al acolchado tradicional de polietileno (PE) en el cultivo de melón en la Región de Murcia*.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**DOCUMENTO 2  
PLANOS**

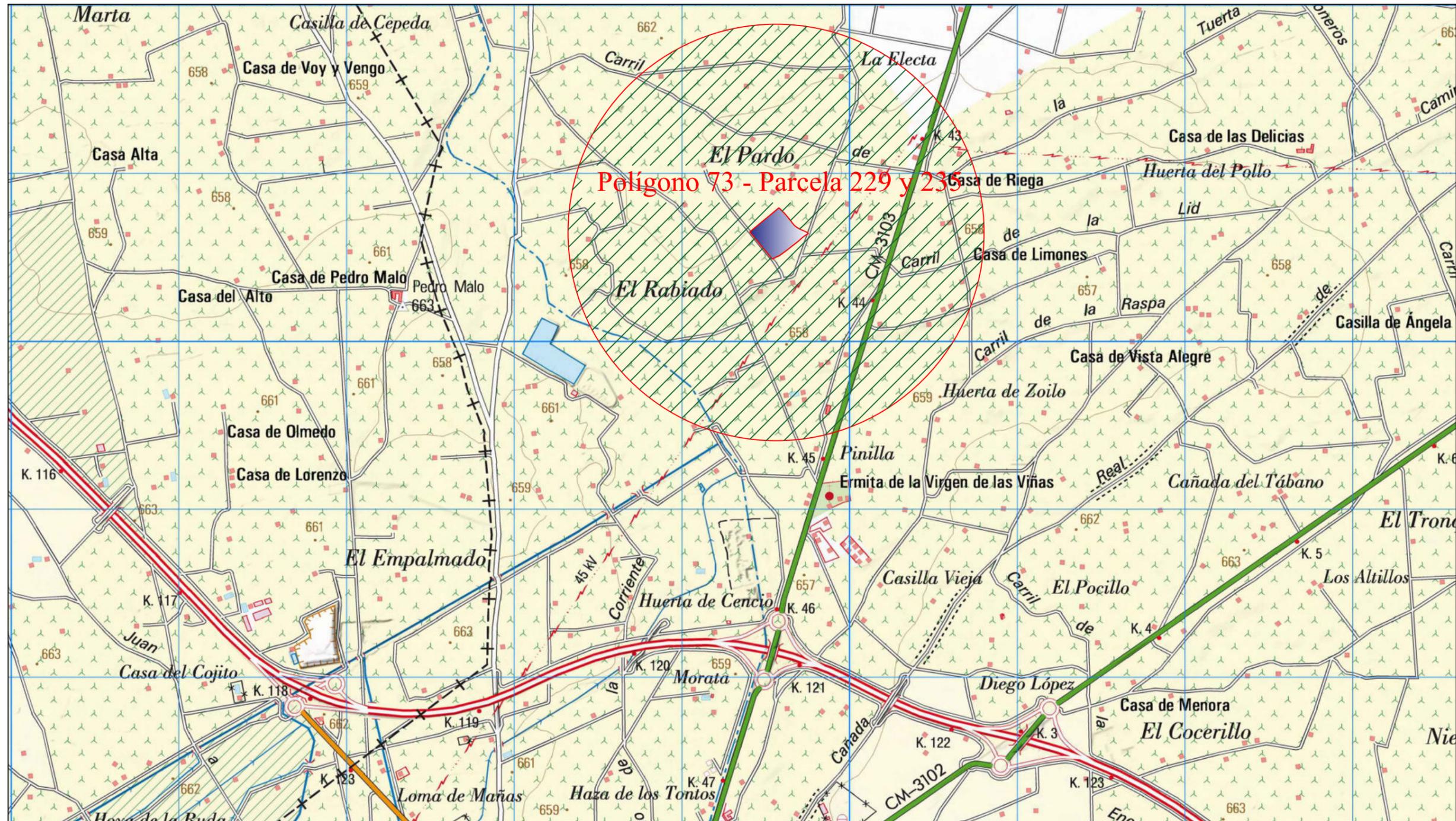
**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

| <b>Núm. Plano</b> | <b>Título</b>                          | <b>Escala</b> |
|-------------------|--|---------------|
| 1                 | Plano de situación                     | 1/25.000      |
| 2                 | Plano de emplazamiento                 | 1/5.000       |
| 3                 | Plano situación estación meteorológica | 1/50.000      |
| 4                 | Plano topográfico                      | 1/2.500       |
| 5                 | Sistema de riego – Año 1               | 1/1.500       |
| 6                 | Sistema de riego – Año 2               | 1/1.500       |
| 7                 | Sistema de riego – Año 3               | 1/1.500       |
| 8                 | Cabezal de riego                       | 1/500         |





**PARCELA DE ACTUACION DEL PROYECTO**

| FINCA  | SUPERFICIE CATASTRAL TOTAL |
|--|----------------------------|
| POLIGONO 73 – PARCELA 229 y 235<br>EL PARDO. TOMELLOSO (CIUDAD REAL)<br>REF. CATASTRAL (1): 13082A073002350000IP<br>REF. CATASTRAL (2): 13082A073002290000IY | 5.24 ha                    |

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID<br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,<br>ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS   |  |                         |
| GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA  |  |                         |
| PROYECTO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE<br>5,24 HECTÁREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL<br>TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL |  |                         |
| PLANO:  | PLANO DE SITUACIÓN   | Nº:<br>01               |
| ESCALA:<br>1/25.000   | EL ALUMNO:<br><br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ | FECHA:<br>Marzo de 2021 |



**PARCELA DE ACTUACION DEL PROYECTO**

| <b>FINCA</b>   | <b>SUPERFICIE CATASTRAL TOTAL</b> |
|--|-----------------------------------|
| POLIGONO 73 – PARCELA 229 y 235<br>EL PARDO, TOMELLOSO (CIUDAD REAL)<br>REF. CATASTRAL (1): 13082A073002350000IP<br>REF. CATASTRAL (2): 13082A073002290000IY | 5.24 ha                           |

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</b><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,<br>ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS                                  |  |                         |
| GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA  |  |                         |
| PROYECTO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE<br>5,24 HECTAREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL<br>TERMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL |  |                         |
| PLANO:  | <b>PLANO DE EMPLAZAMIENTO</b>  | Nº:<br><b>02</b>        |
| ESCALA:<br><b>1/5.000</b>   | EL ALUMNO:<br><br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ | FECHA:<br>Marzo de 2021 |



|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| <b>NOMBRE DE LA ESTACION</b> | <b>CR01 Alcázar de San Juan</b> |
| <b>PROVINCIA</b>             | Ciudad Real                     |
| <b>MUNICIPIO</b>             | Alcázar de San Juan             |
| <b>TIPO DE OBSERVATORIO</b>  | Completo                        |
| <b>LATITUD</b>               | 39° 12' 37" N                   |
| <b>LONGITUD</b>              | 3° 12' 0" O                     |
| <b>ALTITUD</b>               | 652 m                           |
| <b>FECHA DE INSTALACION</b>  | 14/09/1999                      |
| <b>ESTADO</b>                | Activo                          |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
| <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</b><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,<br>ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS                            |  |               |
| GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA  |  |               |
| PROYECTO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL |  |               |
| PLANO:  | PLANO SITUACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA   | Nº: 03        |
| ESCALA:   | EL ALUMNO:   | FECHA:        |
| 1/50.000  | <br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ | Marzo de 2021 |



**PARCELA DE ACTUACION DEL PROYECTO**

| FINCA  | SUPERFICIE CATASTRAL TOTAL |
|--|----------------------------|
| POLIGONO 73 – PARCELA 229 y 235<br>EL PARDO. TOMELLOSO (CIUDAD REAL)<br>REF. CATASTRAL (1): 13082A073002350000IP<br>REF. CATASTRAL (2): 13082A073002290000IY | 5.24 ha                    |

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,  
 ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

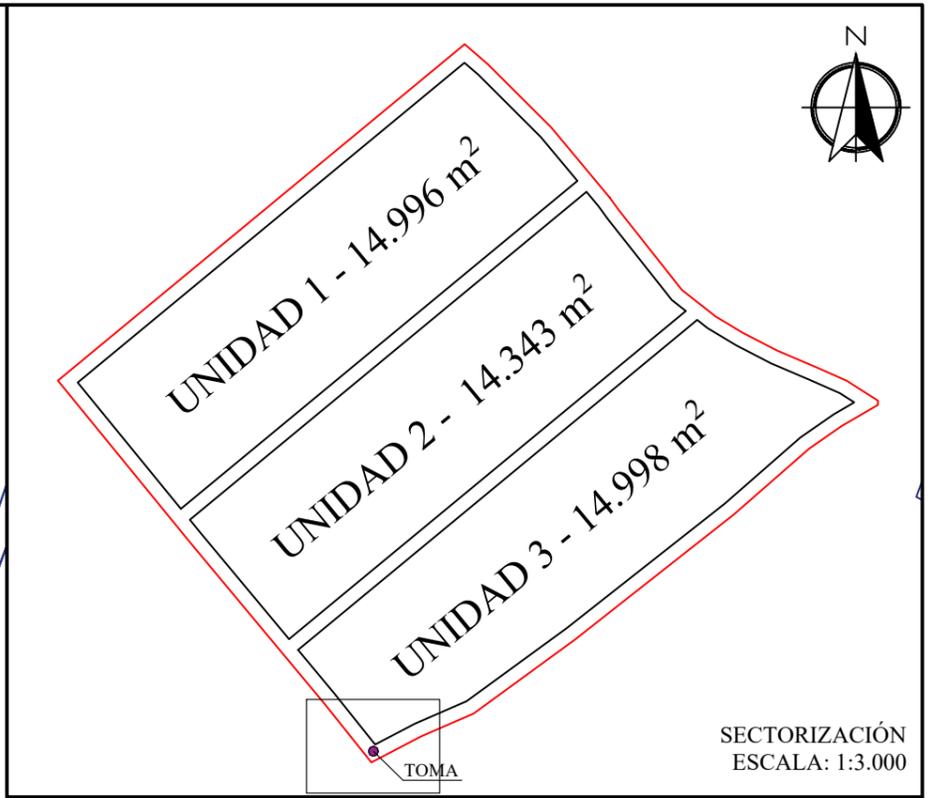
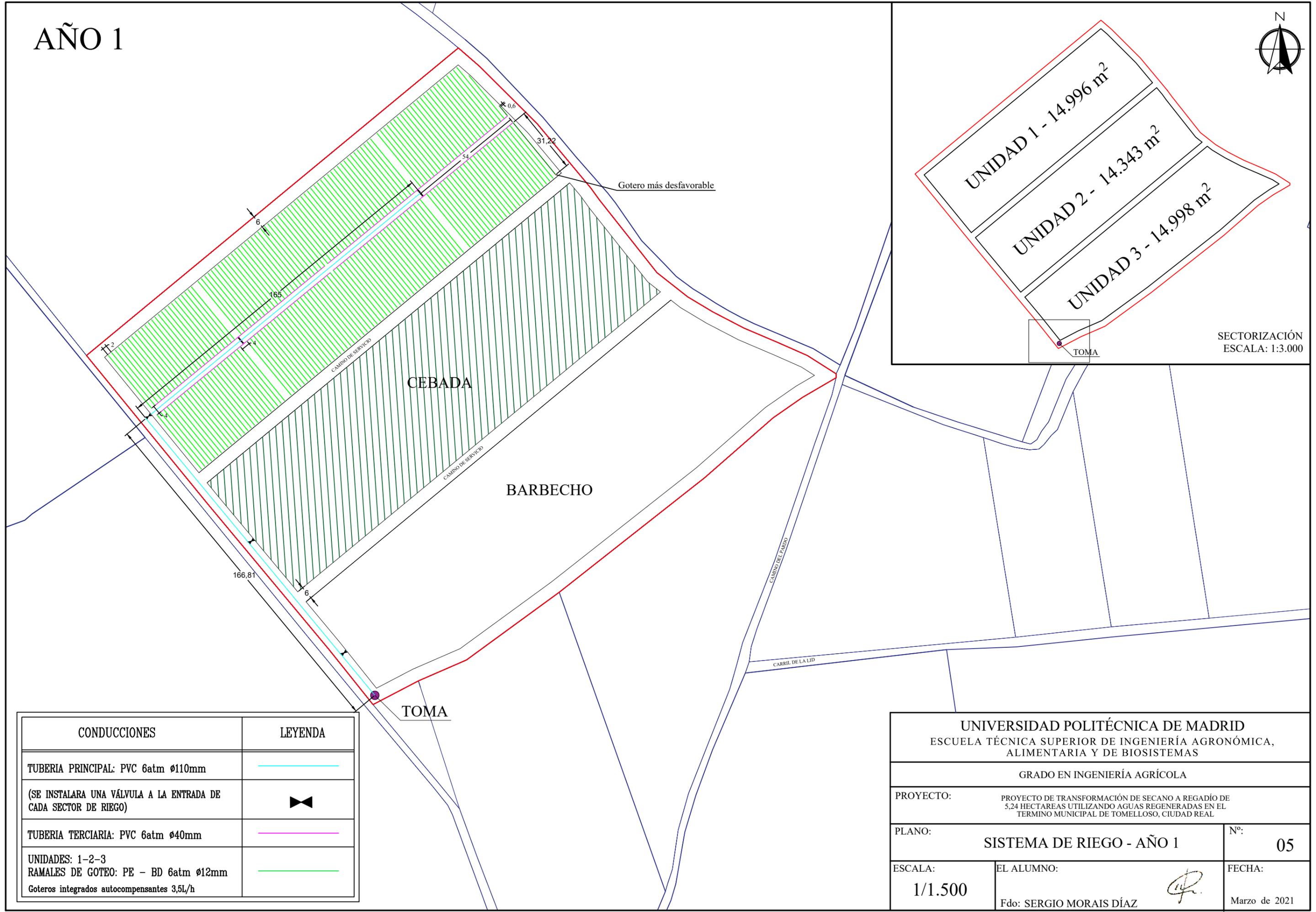
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTAREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| PLANO: PLANO TOPOGRÁFICO | Nº: 04 |
|--------------------------|--------|

|                 |   |                         |
|-----------------|---|-------------------------|
| ESCALA: 1/2.500 | EL ALUMNO:<br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ  | FECHA:<br>Marzo de 2021 |
|-----------------|---|-------------------------|

# AÑO 1

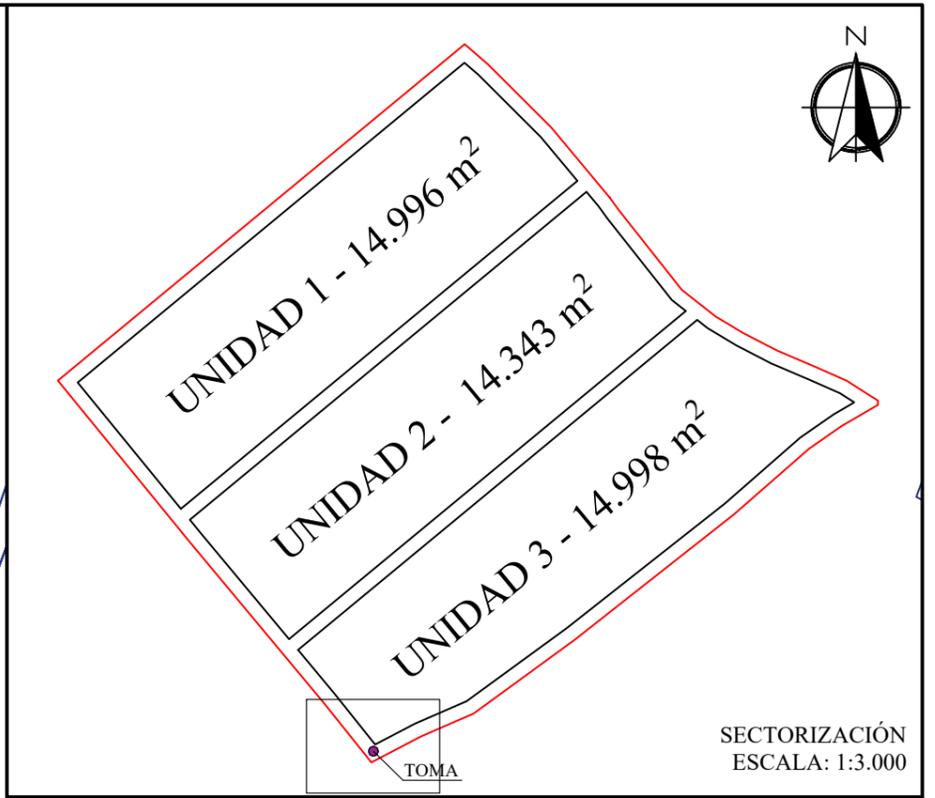
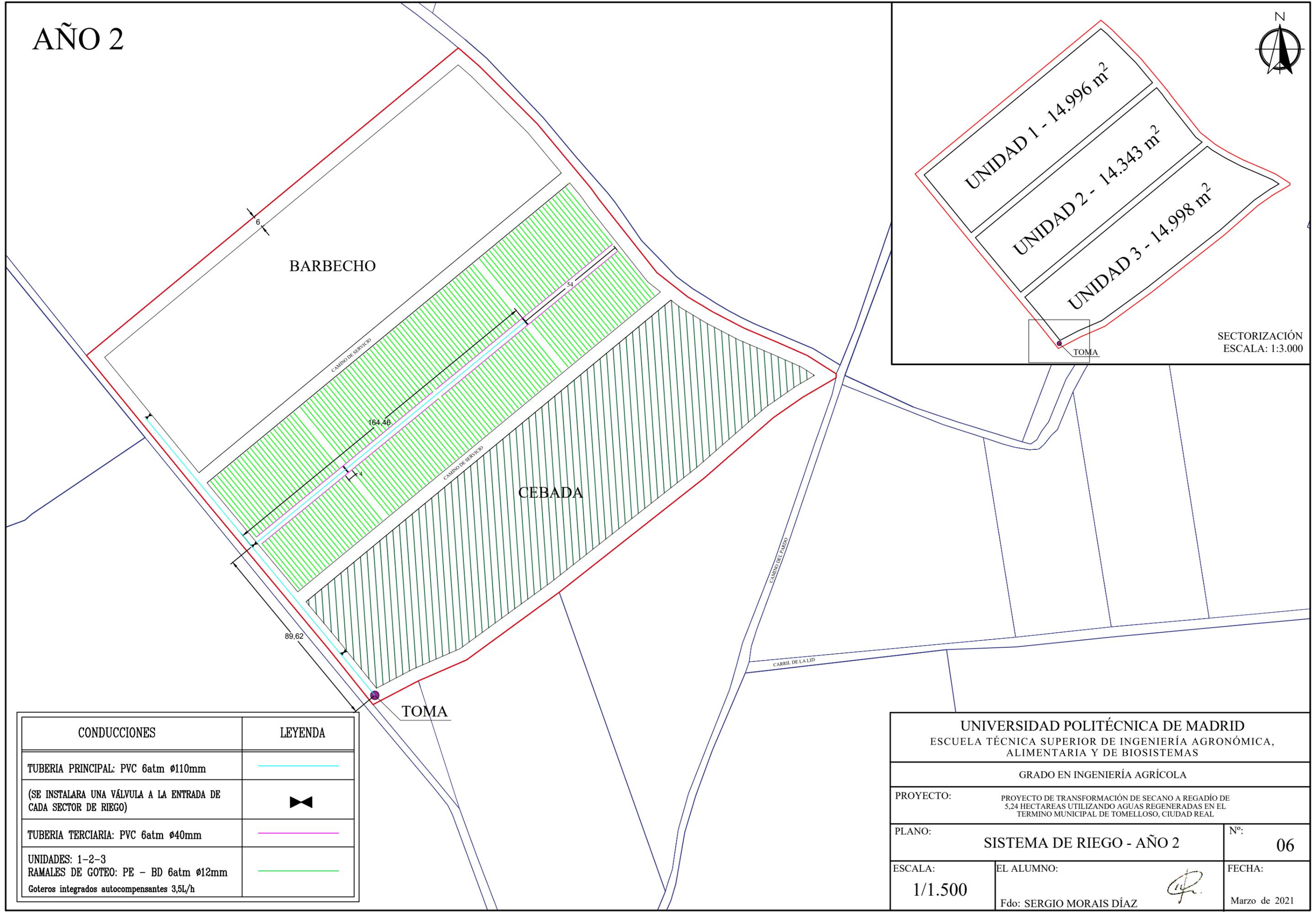


SECTORIZACIÓN  
ESCALA: 1:3.000

| CONDUCCIONES  | LEYENDA |
|---|---------|
| TUBERIA PRINCIPAL: PVC 6atm $\phi$ 110mm  |         |
| (SE INSTALARA UNA VÁLVULA A LA ENTRADA DE CADA SECTOR DE RIEGO)   |         |
| TUBERIA TERCIARIA: PVC 6atm $\phi$ 40mm   |         |
| UNIDADES: 1-2-3<br>RAMALES DE GOTEO: PE - BD 6atm $\phi$ 12mm<br>Goteros integrados autocompensantes 3,5L/h |         |

|  |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</b><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,<br>ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS |                                 |   |
| GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA   |                                 |   |
| PROYECTO:  |                                 | PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTAREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL |
| PLANO:   | <b>SISTEMA DE RIEGO - AÑO 1</b> | Nº: <b>05</b>   |
| ESCALA:  | EL ALUMNO:                      | FECHA:  |
| <b>1/1.500</b>   | <br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ     | Marzo de 2021   |

AÑO 2

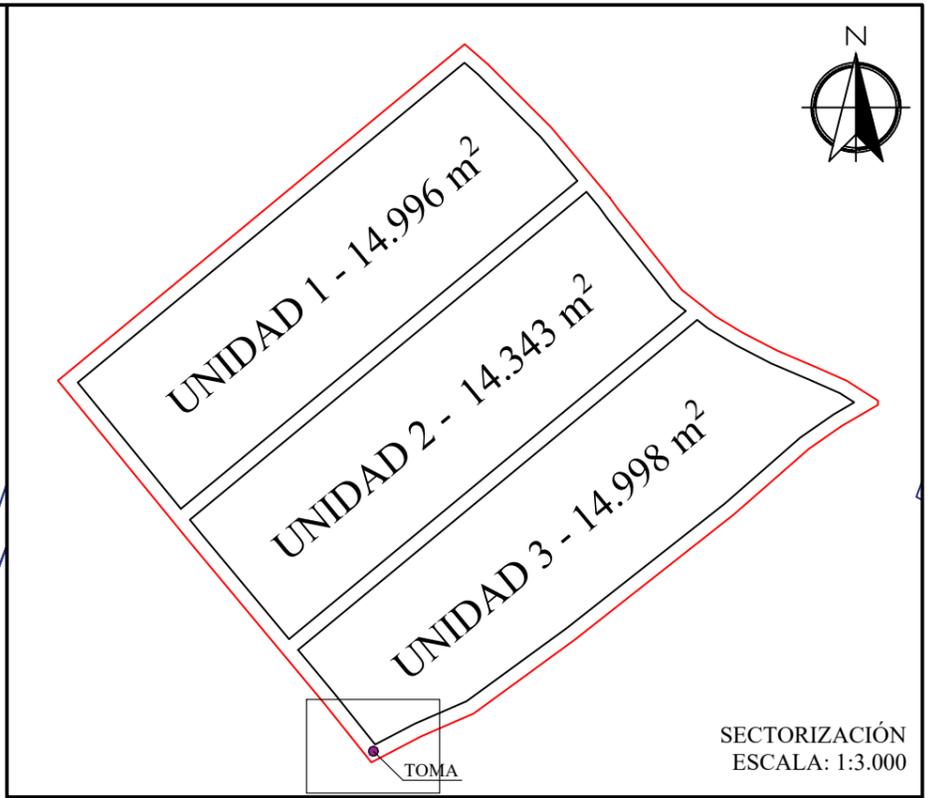
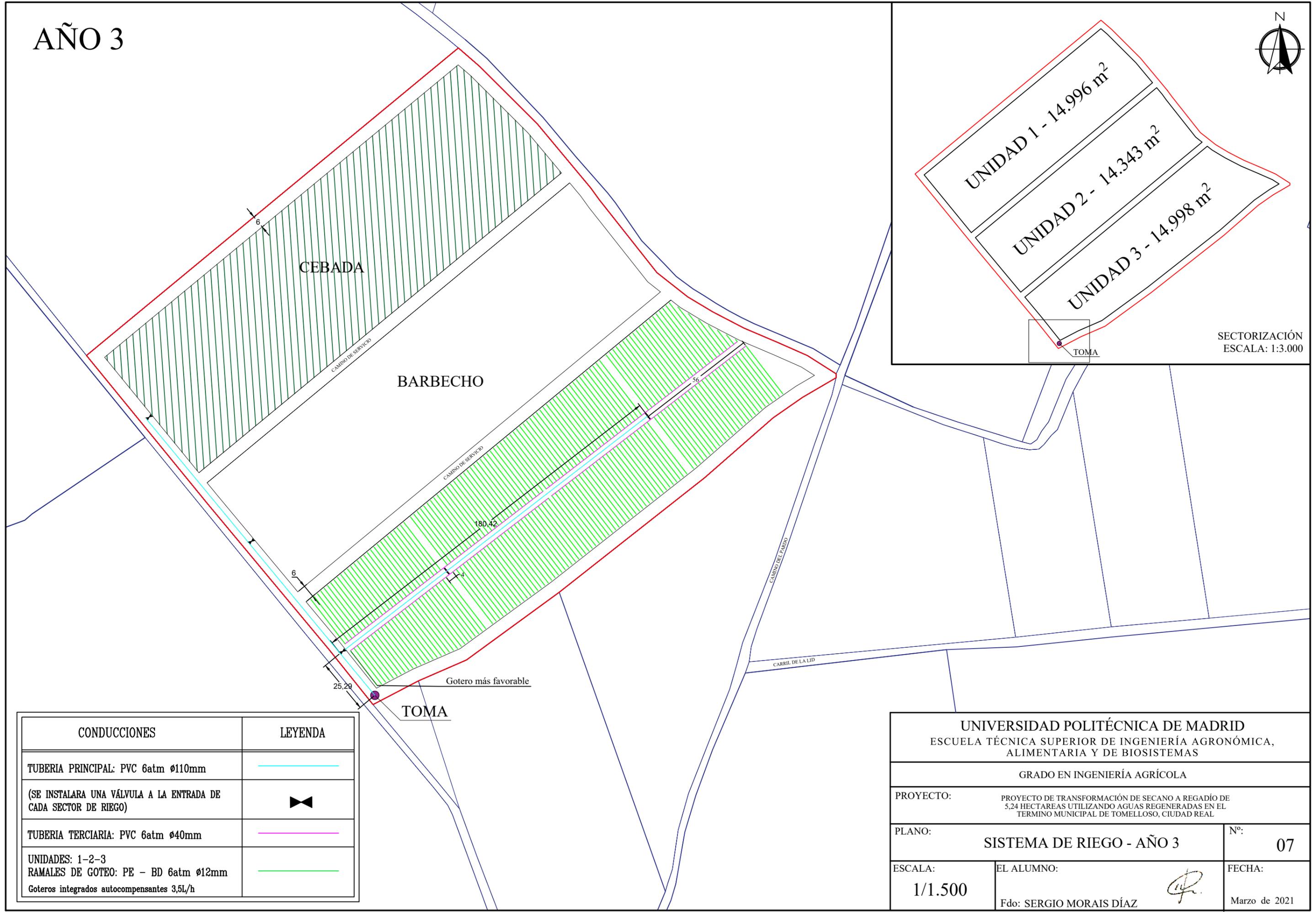


SECTORIZACIÓN  
ESCALA: 1:3.000

| CONDUCCIONES   | LEYENDA |
|--|---------|
| TUBERIA PRINCIPAL: PVC 6atm $\phi$ 110mm   |         |
| (SE INSTALARA UNA VÁLVULA A LA ENTRADA DE CADA SECTOR DE RIEGO)  |         |
| TUBERIA TERCIARIA: PVC 6atm $\phi$ 40mm  |         |
| UNIDADES: 1-2-3<br>RAMALES DE GOTEO: PE - BD 6atm $\phi$ 12mm<br>Goterros integrados autocompensantes 3,5L/h |         |

|  |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</b><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,<br>ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS |                                 |   |
| GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA   |                                 |   |
| PROYECTO:  |                                 | PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTAREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL |
| PLANO:   | <b>SISTEMA DE RIEGO - AÑO 2</b> | Nº: <b>06</b>   |
| ESCALA:  | EL ALUMNO:                      | FECHA:  |
| <b>1/1.500</b>   | <br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ     | Marzo de 2021   |

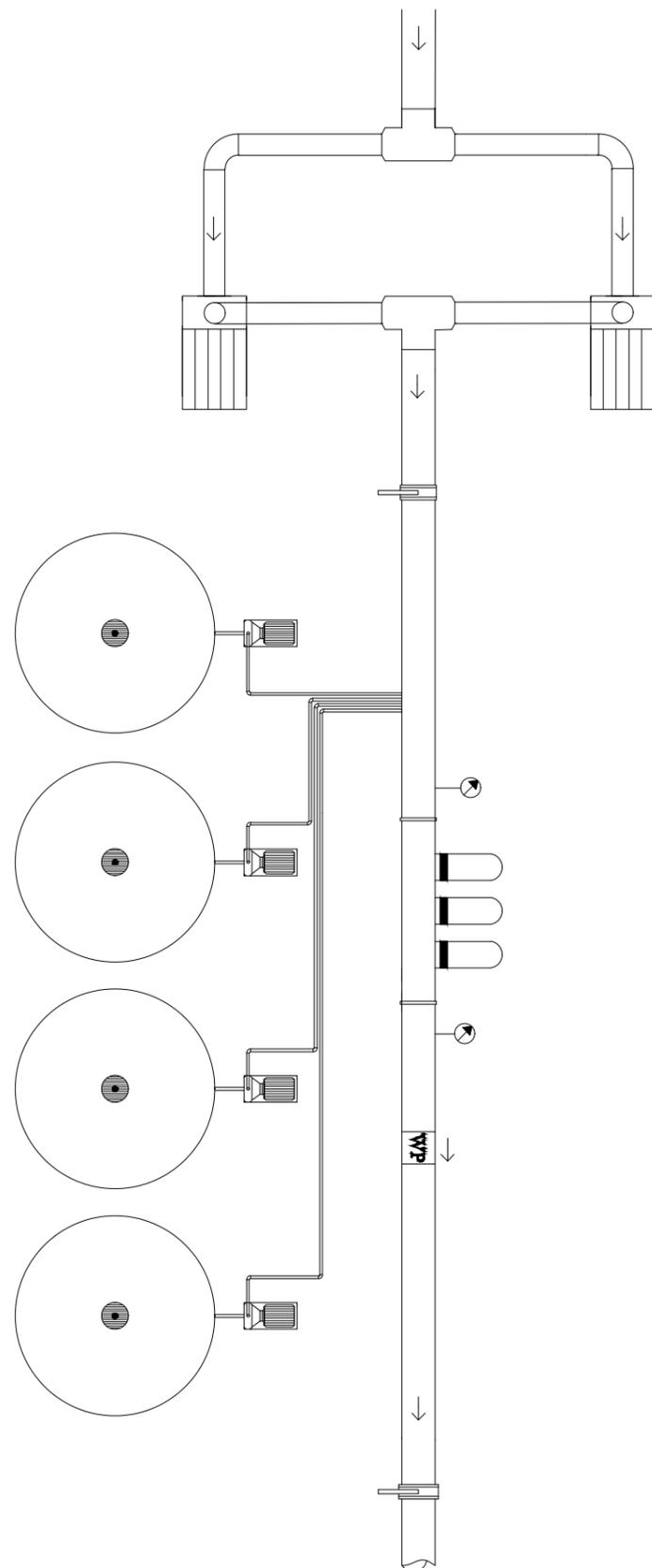
AÑO 3



SECTORIZACIÓN  
ESCALA: 1:3.000

| CONDUCCIONES  | LEYENDA |
|---|---------|
| TUBERIA PRINCIPAL: PVC 6atm $\phi$ 110mm  |         |
| (SE INSTALARA UNA VÁLVULA A LA ENTRADA DE CADA SECTOR DE RIEGO)   |         |
| TUBERIA TERCIARIA: PVC 6atm $\phi$ 40mm   |         |
| UNIDADES: 1-2-3<br>RAMALES DE GOTEO: PE - BD 6atm $\phi$ 12mm<br>Goteros integrados autocompensantes 3,5L/h |         |

|  |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</b><br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,<br>ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS |                                 |   |
| GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA   |                                 |   |
| PROYECTO:  |                                 | PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTAREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL |
| PLANO:   | <b>SISTEMA DE RIEGO - AÑO 3</b> | Nº: <b>07</b>   |
| ESCALA:  | EL ALUMNO:                      | FECHA:  |
| <b>1/1.500</b>   | <br>Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ     | Marzo de 2021   |



## Leyenda



Filtro anillas de 2"



Electrobomba de 2 cv con variador



Válvula



Contador tipo Woltman



Bomba dosificadora regulable de 0,25 cv  
(0-500 l/h)



Manómetro de 0 a 10 bar



Electroagitador de 0,5 cv

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,  
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE SECANO A REGADÍO DE  
5,24 HECTAREAS UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TERMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO, CIUDAD REAL

PLANO: CABEZAL DE RIEGO

Nº: 08

ESCALA:  
1/500

EL ALUMNO:  
Fdo: SERGIO MORAIS DÍAZ

FECHA:  
Marzo de 2021

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**DOCUMENTO 3  
PLIEGO DE CONDICIONES**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



## ÍNDICE

|  |   |
|--|---|
| 1. CAPÍTULO I. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO .....                       | 1 |
| 1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....  | 1 |
| 1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....                                | 1 |
| 1.3. COMPATIBILIDAD Y REALIZACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS .....               | 1 |
| 1.4. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA .....                 | 1 |
| 1.5. ALTERACIÓN Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJOS.....             | 2 |
| 1.6. DOCUMENTACIÓN REGLAMENTARIA..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |   |
| 1.7. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS .....                               | 2 |
| 1.8. DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA DE CARÁCTER GENERAL .....             | 2 |
| 1.9. LEGISLACIÓN SOCIAL.....   | 2 |
| 2. CAPITULO II. DESCRIPCIONES DE LAS OBRAS.....                            | 3 |
| 2.1. RED DE DISTRIBUCIÓN Y SUBUNIDADES.....                                | 3 |
| 2.1.1. Movimiento de tierras.....  | 3 |
| 2.1.2. Conducciones .....  | 4 |
| 2.1.3. Valvulería y piezas especiales.....                                 | 4 |
| 2.1.4. Obras auxiliares.....   | 4 |
| 2.2. CABEZAL DE RIEGO .....  | 5 |
| 3. CAPITULO III. CONDICIONES QUE DEBEN DE SATISFACER LOS MATERIALES.....   | 5 |
| 3.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.....                                    | 5 |
| 3.1.1. Ensayos.....  | 5 |
| 3.1.2. Abono del costo de los ensayos.....                                 | 6 |
| 3.2. MATERIALES PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS.....                    | 6 |
| 3.3. ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES.....                                | 7 |
| 3.3.1. Definición y condiciones generales .....                            | 7 |
| 3.3.2. Procedencia .....   | 7 |
| 3.3.3. Grava y gravilla para hormigones .....                              | 7 |
| 3.3.4. Arenas para hormigones.....   | 8 |
| 3.3.5. Ensayos.....  | 8 |
| 3.4. CEMENTOS .....  | 9 |
| 3.4.1. Condiciones generales.....  | 9 |
| 3.4.2. Cementos a emplear .....  | 9 |
| 3.4.3. Ensayos .....   | 9 |
| 3.4.4. Adiciones.....  | 9 |

|  |    |
|--|----|
| 3.5. AGUA .....  | 10 |
| 3.6. MORTEROS.....   | 10 |
| 3.7. HORMIGONES .....  | 11 |
| 3.8. FUNDICIÓN .....   | 11 |
| 3.9. TUBERÍAS .....  | 12 |
| 3.10. VALVULERÍA.....  | 13 |
| 3.10.1. Válvulas de esfera .....   | 13 |
| 3.10.3. Ventosas .....   | 13 |
| 3.11. MATERIALES NO CITADOS EN ESTE PLIEGO .....                             | 14 |
| 3.12. EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO.....                       | 14 |
| 3.13. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES.....                          | 14 |
| 4. CAPITULO IV. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....                                 | 15 |
| 4.1. EJECUCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.....                                     | 15 |
| 4.2. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA NO EXPRESADAS EN ESTE<br>PLIEGO ..... | 15 |
| 4.3. REPLANTEO .....   | 16 |
| 4.4. EXCAVACIÓN EN GENERAL .....   | 16 |
| 4.5. EXCAVACIÓN EN ZANJA PARA ALOJAMIENTO DE CONDUCTOS .....                 | 16 |
| 4.6. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS .....                                  | 17 |
| 4.7. OBRAS DE FÁBRICA DE HORMIGÓN EN MASA .....                              | 17 |
| 4.8. ARQUETAS .....  | 20 |
| 4.9. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS TÉCNICOS .....                               | 20 |
| 4.10. OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS.....   | 20 |
| 4.12. LIMPIEZA Y ASPECTO EXTERIOR .....                                      | 21 |
| 5. CAPITULO V. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....                           | 21 |
| 5.1. NORMAS GENERALES .....  | 21 |
| 5.2. EXCAVACIÓN EN ZANJA .....   | 21 |
| 5.3. TRANSPORTE A VERTEDERO .....  | 22 |
| 5.4. TERRAPLENES Y RELLENOS COMPACTOS.....                                   | 22 |
| 5.5. TUBERÍAS .....  | 22 |
| 5.6. PIEZAS ESPECIALES EN CONDUCCIONES .....                                 | 22 |
| 5.7. OBRAS DE FÁBRICA Y CARPINTERÍA DIVERSA.....                             | 22 |
| 5.8. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS. ....                                     | 23 |
| 5.9. ACOPIO DE MATERIALES, EQUIPO E INSTALACIONES .....                      | 23 |
| 5.10. CERTIFICACIONES .....  | 23 |

|  |    |
|--|----|
| 5.11. OBRAS Y MATERIALES DE ABONO EN CASO DE RESCISIÓN DE LA CONTRATA.....           | 24 |
| 5.12. ABONO DE OBRA DEFECTUOSA, PERO ACEPTABLE. ....                                 | 24 |
| 5.13. OBRAS DE MEJORA.....   | 24 |
| 5.14. MEDICIÓN FINAL.....  | 24 |
| 5.15. PAGO DE LAS OBRAS .....  | 25 |
| 6. CAPITULO VI. DISPOSICIONES GENERALES .....  | 25 |
| 6.1. GENERALIDADES .....   | 25 |
| 6.2. DESARROLLO DEL CONTRATO .....   | 25 |
| 6.3. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN LO NO PREVISTO EXPRESAMENTE EN ESTE PLIEGO..... | 26 |
| 6.4. ATRIBUCIONES AL DIRECTOR DE OBRA. ....  | 26 |
| 6.5. DELEGADO DE OBRA DEL CONTRATISTA.....   | 26 |
| 6.6. COMUNICACIONES ENTRE LA ADMINISTRACIÓN Y LA CONTRATA. 26                        |    |
| 6.7. OFICINAS DEL CONTRATISTA. ....  | 26 |
| 6.8. CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES.....                                  | 27 |
| 6.9. PERMISOS Y LICENCIAS. ....  | 27 |
| 6.10. DAÑOS Y PERJUICIOS A TERCEROS. ....  | 27 |
| 6.11. PLAZO DE EJECUCIÓN .....   | 27 |
| 6.12. REPLANTEO .....  | 28 |
| 6.13. PROGRAMA DE TRABAJO .....  | 28 |
| 6.14. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. ....                          | 28 |
| 6.15. RECEPCIÓN PROVISIONAL.....   | 29 |
| 6.16. PLAZO DE GARANTÍA .....  | 29 |
| 6.17. RECEPCIÓN DEFINITIVA.....  | 29 |
| 6.18. PÉRDIDAS O AVERÍAS.....  | 29 |
| 6.19. ENSAYOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.....                       | 29 |
| 6.20. GASTOS ACCESORIOS .....  | 30 |
| 6.21. REVISIÓN DE PRECIOS .....  | 30 |
| 6.22. RESCISIÓN DEL CONTRATO .....   | 30 |
| 6.23. OBLIGACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE ..                        | 31 |
| 6.24. LIQUIDACIÓN FINAL .....  | 31 |
| 6.25. GASTOS EXIGIBLES .....   | 31 |
| 6.26. CONTRADICCIONES.....   | 31 |



## **1. CAPÍTULO I. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO**

### **1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El presente Pliego de Condiciones comprende la ejecución de todos los trabajos necesarios para la realización de todas las obras proyectas hasta dejarlas completamente acabadas, así como las condiciones técnicas que deben satisfacer los materiales, todo ello de acuerdo con los documentos adjuntos al proyecto.

### **1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

Son documentos contractuales los Planos, el Pliego de Condiciones, el Cuadro de Precios, los Presupuesto Parciales y el Presupuesto Total, que se incluyen en el siguiente Proyecto. Los planos constituyen los documentos gráficos que definen las obras geoméricamente.

### **1.3. COMPATIBILIDAD Y REALIZACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS**

En caso de contradicción entre los Planos y Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

Lo que venga mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, tendrá que ejecutarse tal y como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que a juicio del director de obra, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y esta tenga precio en el contrato

### **1.4. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA**

#### **Ingeniero Director de las Obras**

El Director de las Obras será el Ingeniero Superior, Graduado en Ingeniería o Ingeniero Técnico el caso, y será el que designe el promotor de este Proyecto.

#### **Inspección de las Obras**

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director, o a sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo y facilitando el acceso a todas las partes de las obras.

### **Representantes del Contratista**

El Contratista designará una persona, con capacidad técnica suficiente, que asuma la dirección de los trabajos que se ejecuten y que actúe como representante suyo ante la propiedad a todos los efectos que se requieran, durante la ejecución de las obras. Dicho representante deberá residir en un punto próximo a los trabajos y no podrá ausentarse sin ponerlo en conocimiento de la Dirección de Obra. La Dirección de Obra podrá recusar a dicho representante del Contratista, si a su juicio así lo estimará.

### **1.5. ALTERACIÓN Y/O LIMITACIONES DEL PROGRAMA DE TRABAJOS**

Cuando del Programa de Trabajos se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado conjuntamente por el Contratista y la Dirección de Obra.

### **1.6. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS**

Documento 3: Pliego de condiciones.

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, y deberá informar prontamente al Ingeniero Director sobre cualquier contradicción. Las cotas de los planos tendrán, en general, preferencia a las medidas a escala. Los planos a mayor escala deberán, en general, ser preferidos a los de menor escala. El Contratista deberá comprobar las cotas antes de aparejar la obra, y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haber hecho la confrontación.

### **1.7. DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA DE CARÁCTER GENERAL**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas regirá en unión con las disposiciones de carácter general que se muestran a continuación:

- Reglamento General de Contratos del Estado.
- Normas UNE.
- Ley de Contratos de Trabajo y Disposiciones Vigentes que regulen las relaciones patrono-obrero, así como cualquier obra de carácter oficial que se dicte.

### **1.8. LEGISLACIÓN SOCIAL**

El adjudicatario del contrato está obligado al cumplimiento de la Legislación Laboral y Social vigente, Ley de Reglamentación Nacional del Trabajo en la Industria de la Construcción, Obras Públicas y Seguridad Social.

## **2. CAPITULO II. DESCRIPCIONES DE LAS OBRAS**

Las obras que se presentan en el siguiente documento son las necesarias para la ejecución de la instalación de un sistema de riego a microaspersión.

Las obras pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Red de distribución.
- Instalación de subunidades.
- Obras de control, protección y automatización.

### **2.1. RED DE DISTRIBUCIÓN Y SUBUNIDADES**

Para la correcta realización de la red de distribución y las subunidades podemos distinguir las siguientes obras:

- Movimiento de tierras.
- Conducciones.
- Valvulería.

#### **2.1.1. Movimiento de tierras**

Para la colocación de las tuberías principales se prevé la apertura de zanjas de sección rectangular de ancho general para todas ellas ya que poseen el mismo diámetro exterior. La profundidad de las mismas será de nuevo general para todas las zanjas ya que la parcela donde se encuentra el cultivo se puede considera como totalmente horizontal.

##### **2.1.1.1 Aporte de crudos de préstamo**

Se proyecta el aporte de material granulado extendido por toda la longitud de las zanjas para que las tuberías se apoyen sobre este, actuando como cama asiento de la tubería. El tipo de material seleccionado es arena de cantera caliza y se ha fijado un espesor de 10 centímetros.

### **2.1.1.2 Relleno de zanjas**

El relleno de zanjas se efectuará de la siguiente forma:

- Primero y en contacto con la tubería tras la cama de arena, se rellenará con material seleccionado de la propia excavación.
- El segundo paso será el tapado final con material ordinario de la excavación ambas acciones tal y como indica la norma UNE y el plano de obras auxiliares.

### **2.1.2. Conducciones**

#### **2.1.2.1. Laterales o ramales**

Se instalarán ramales portaemisores de PEBD de 12 mm de diámetro nominal. La presión nominal de las tuberías laterales será de 6 atm y el caudal del emisor integrado en ellas será de 3,5 L/h.

#### **2.1.2.2. Terciarias**

Se instalarán terciarias de PVC con un diámetro nominal constante de 40 mm. Las terciarias tendrán una presión nominal de 6 atm.

#### **2.1.2.3. Primarias**

Se instalarán tuberías primarias de PVC de 110 mm de diámetro nominal e irán enterradas en zanjas de 0,60 m x 0,70 m. La presión nominal de las primarias será de 6 atm.

### **2.1.3. Valvulería y piezas especiales**

La valvulería se divide en los siguientes tipos:

- Válvulas de paso.
- Ventosas.

### **2.1.4. Obras auxiliares**

#### **2.1.4.1 Arquetas para el alojamiento de válvulas**

Las arquetas utilizadas en las válvulas de paso serán de forma rectangular de dimensiones interiores en función de tamaño de la valvulería que alberguen. De cuerpo en polipropileno y tapa con cierre mediante tornillo.

## **2.2. CABEZAL DE RIEGO**

El cabezal de riego estará situado en la caseta destinada para este. Tiene la función principal de filtrado y a partir de este se repartirá el caudal a los distintos sectores con la presión requerida.

Según lo dicho, el cabezal de riego constará principalmente de:

- Equipo de bombeo.
- Equipo de filtrado.
- Equipo de fertirrigación.
- Equipo de control.
- Equipo de automatización.
- Elementos de seguridad.

## **3. CAPITULO III. CONDICIONES QUE DEBEN DE SATISFACER LOS MATERIALES.**

### **3.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES**

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra.

El Contratista deberá, especialmente, proponer los depósitos de materiales que piense utilizar para la extracción y producción de áridos con destino a los hormigones.

La Dirección de Obra dispondrá de una semana de plazo para aceptar o rehusar estos lugares de extracción.

#### **3.1.1. Ensayos**

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo control de la Dirección de Obra.

Se utilizarán, para los ensayos las normas que en los diversos apartados de este capítulo se fijan o que figuran en las Instrucciones, Pliegos de Condiciones y Normas reseñadas como Generales en este Pliego de Prescripciones, así como las normas de ensayo UNE, las del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción (NLC) y del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (NL1), y en su defecto cualquier norma nacional o extranjera que sea aprobada por la Dirección de Obra. El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

### **3.1.2. Abono del costo de los ensayos**

Todos los gastos de pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista y se considerarán incluidos en los precios de las unidades de obra con límite del uno por ciento (1 por 100) del importe del Presupuesto de Ejecución Material.

### **3.2. MATERIALES PARA RELLENO DE ZANJAS DE TUBERÍAS.**

Los materiales para relleno de zanjas donde van alojadas las tuberías serán los siguientes:

- Para la formación de la cama sobre la que se apoya la tubería: arena con un tamaño máximo de veinticinco milímetros (25 mm) y mínimo de cinco milímetros (5 mm). No obstante, la cama para apoyo de tubería se fijará en función del diámetro de la misma.
- Para el relleno sobre dicha cama y hasta la cota, superándola en 5-10 cm, de la generatriz superior de la tubería, se utilizará terreno seleccionado que no contenga piedras con diámetros superiores a dos centímetros (2 cm).
- El resto del relleno de la zanja se hará con terreno natural, en el que se habrán eliminado previamente los elementos de tamaño superior a veinte centímetros (20 cm).

Las tierras utilizadas deberán cumplir una de las siguientes condiciones:

- Límite líquido menor de treinta y cinco (35).
- Límite líquido comprendido entre treinta y cinco (35) y sesenta y cinco (65), siempre que el índice de plasticidad sea mayor que el sesenta por ciento (60%) del límite líquido disminuido en quince (15) enteros.

Si el material no cumpliera dichas condiciones, el Ingeniero Director podrá optar por su sustitución total o parcial, o bien utilizarlo si estima que la zanja no va a estar sometida a ningún tipo de cargas.

El grado de compactación de la primera fase del relleno será el indicado por el Director de la Obra, realizándose generalmente a mano o por procedimientos que no comprometan la integridad de las tuberías. La segunda fase del relleno hasta la superficie del terreno deberá compactarse según indicaciones del Director de la Obra.

En caso de que, por la naturaleza agresiva de los terrenos, interesase drenar las zanjas, el material de la cama de apoyo podría sustituirse por material de filtro.

### **3.3. ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES**

#### **3.3.1. Definición y condiciones generales**

Los áridos a emplear en morteros y hormigones serán productos obtenidos por la clasificación y lavado de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente resistentes trituradas, mezcla de ambos materiales u otros productos que, por su naturaleza, resistencia y diversos tamaños cumplan las condiciones exigidas.

El material del que proceden los áridos ha de tener, en igual o superior grado, las cualidades que se exijan para el hormigón con el fabricado. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, sin excesos de piezas planas alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Cumplirá las condiciones exigidas en la "Instrucción de hormigón estructural (EHE)". En cuanto a contenido en sulfatos solubles, es decir, sulfatos en forma pulverulenta no incorporados a la composición del árido propiamente dicho, su contenido se limitará a cien (100) partes por millón (ppm) expresado en S04 y según norma NLT 120/ 72.

Esta proporción podría aumentarse a trescientas (300) partes por millón (ppm) si el contenido de sulfatos del agua de amasado fuese inferior a cien (100) partes por millón (ppm).

#### **3.3.2. Procedencia**

Podrán proceder de los depósitos o graveras naturales situadas en cualquier punto que ofrezca las garantías de calidad y cantidad necesarias. El Contratista presentará al Ingeniero Director, para su aprobación expresa, la relación de las canteras o depósitos de materiales que piense utilizar.

#### **3.3.3. Grava y gravilla para hormigones**

La grava y gravilla para hormigones puede proceder de extracción, clasificación y lavado de graveras o depósitos aluviales o de machaqueo de calizas duras y sanas, exigiéndose, en todo caso, al menos dos tamaños.

Las dimensiones de la grava estarán comprendidas entre veinticinco (25) y sesenta (60) milímetros y la gravilla entre dos y medio (2,5) y veinticinco (25) milímetros. Se evitará la producción de trozos alargados y, en general, todos los que tengan una de sus dimensiones inferior a un cuarto (1/4) de los restantes.

Se desecharán los acopios de este material en el que puede ser apreciado un cinco por ciento (5%) en peso de cantos, cuyas dimensiones no cumplen las anteriores condiciones.

En todos los casos, los áridos que se empleen deberán cumplir las especificaciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

### **3.3.4. Arenas para hormigones**

La arena podrá ser natural o artificial. La primera estará compuesta de granos duros, pesados, sin sustancias orgánicas, terrosas o susceptibles de descomposición.

Las tierras arcillosas, muy finamente pulverizadas, podrán admitirse, siempre que la proporción no exceda del cuatro por ciento (4%) del peso de la arena, ni entren en ellas terrones ni sustancias extrañas. Las arenas sucias deberán lavarse convenientemente para librarlas del exceso de sustancias extrañas.

El tamaño de los granos no excederá de cinco (5) milímetros en su máxima dimensión, y no podrán contener más del quince por ciento (15%), en peso, de granos inferiores a cero quince (0,15) milímetros. Las proporciones relativas de los granos de distintos gruesos serán tales que en ningún caso el volumen de los huecos de la arena seca y comprimida en la vasija por medio de sacudidas exceda del treinta y dos por ciento (32%) del volumen total ocupado por la arena.

La arena artificial se formará triturando rocas, limpias de tierra que sean duras, pesadas y resistentes. El tamaño máximo de sus granos no debe exceder de cinco (5) milímetros, ni representar más de la mitad en peso de los que tienen menos de dos (2) milímetros y no podrán contener más de quince por ciento (15%) en peso de granos inferiores a cero con quince (0,15) milímetros. La composición granulométrica será tal que los vacíos, medidos como en el caso de la arena natural, no excedan del treinta y dos por ciento (32%) del volumen total.

Se admitirán las mezclas de arenas naturales y artificiales que reúnan las condiciones prescritas para éstas, con menos de un treinta y dos por ciento (32%) de huecos. Para dosificar los morteros y hormigones, se llevarán al lugar de empleo las arenas completamente secas.

En cualquier caso, la arena que se emplee deberá cumplir las especificaciones de la vigente "Instrucción EHE".

### **3.3.5. Ensayos**

Se realizarán las series de ensayos que determine el Ingeniero Director de las obras de acuerdo con las normas que se citan:

Se recomienda como mínimo:

Por cada ciento cincuenta metros cúbicos (150 m<sup>3</sup>) de árido grueso o fracción:

- Un (1) ensayo granulométrico (NLT-150/ 63).

Por cada cien metros cúbicos (100 m<sup>3</sup>) de arena a emplear:

- Un (1) ensayo granulométrico (NLT-150/ 63).

Por cada doscientos metros cúbicos (200 m<sup>3</sup>) de arenas y por cada procedencia:

- Un (1) ensayo de determinación de materia orgánica (M.E.1A.g.).
- Un (1) ensayo de los finos que pasan por el Tamiz n° 200 ASTM (M.E.1A.h.).
- Un (1) ensayo de contenido en sulfatos solubles según la Norma NLT120/72.

### **3.4. CEMENTOS**

#### **3.4.1. Condiciones generales**

Todos los cementos se ajustarán a las condiciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos que, en adelante, denominaremos abreviadamente RC-88.

El cemento podrá emplearse en sacos o a granel exigiéndose, en todo caso, que se almacene y conserve al abrigo de la humedad y sin merma de sus cualidades hidráulicas, debiendo ser aprobados los silos o almacenes por la Dirección de Obra.

#### **3.4.2. Cementos a emplear**

Se empleará con carácter general el cemento portland con aditivos hidráulicamente activos que define la vigente instrucción RC-88 y más concretamente el II-S/35.

#### **3.4.3. Ensayos**

Las características del cemento a emplear y hormigones se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime pertinentes el Ingeniero Director de las obras.

Deberá rechazarse el cemento que a su llegada a la obra tenga temperatura superior a los sesenta grados centígrados (60°C) o que tenga temperatura superior a los cincuenta grados centígrados (50°C) en el momento de su empleo.

#### **3.4.4. Adiciones**

Se entiende por adiciones aquellos productos que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus propiedades.

Se podrá proponer el empleo, como adiciones al hormigón, de todo tipo de productos, siempre que, mediante los oportunos ensayos, se determine en qué medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados, y hasta qué valores perturban las restantes características del hormigón.

El Contratista someterá estos ensayos a consideración de la Dirección de Obra, quien a la vista de ellos autorizará o no el empleo de dicho producto.

En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

- 1) Que la densidad y la resistencia características sean iguales o mayores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivo.
- 2) Que no disminuya la resistencia a las heladas.
- 3) Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras.

Se rechazarán los productos en polvo que a causa de la humedad hayan formado terrones que dificulten su dosificación.

### **3.5. AGUA**

Como norma general podrá utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de mortero de hormigones, todas aquellas aguas que en la práctica haya sido declaradas aceptables, es decir, que no hayan producido eflorescencia, agrietamiento o perturbación en el fraguado y resistencia de obras similares a las de ese proyecto. En cualquier caso, las aguas deberán cumplir las condiciones especificadas en el capítulo 6 de la Instrucción EHE.

En caso dudoso o que así lo estime el Ingeniero Director, se realizarán los análisis necesarios.

### **3.6. MORTEROS**

Se obtendrán por mezcla de cemento II-S/35, con árido fino y agua y podrán realizarse mecánicamente o a mano, en cuyo caso se hará en artesa de superficies lisas.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá gradualmente, pero de una sola vez, el agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

El Director podrá modificar la dosificación en más o en menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen. Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos que sigan a la amasadura.

### **3.7. HORMIGONES**

Se obtendrán por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente, productos de adición, cumpliendo, los distintos materiales, las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego, y mezclándolos en las proporciones adecuadas para obtener hormigones cuyas características mecánicas y de durabilidad se adapten a las exigidas para cada uno de los tipos de hormigón que se emplean en el proyecto.

En todos ellos se cumplirán las prescripciones de la EHE y en particular los apartados 10, 14 Y 15 para su dosificación y fabricación.

Para definir la dosificación de la mezcla en cada uno de los tipos de hormigón a emplear la contrata estudiará y propondrá para su aprobación la fórmula de trabajo, realizando los ensayos previos en laboratorio, fabricando, al menos, cuatro series amasadas y tomando tres probetas de cada serie, obteniendo de estos la resistencia media.

Si se emplearan hormigones preparados en planta fija o el constructor pudiera justificar que con los materiales, dosificación y proceso de fabricación que propone se consiguiesen las características de hormigón exigidas, podrá prescindirse de los ensayos previos.

En todo caso, la dosificación de los distintos materiales se hará siempre por peso, salvo en el hormigón H-10 en el que la dosificación de áridos podrá hacerse por volumen aparente.

El Director, a la vista de las instalaciones, procedimiento, medios y calidad del trabajo del constructor, clasificará las condiciones de ejecución de obra, a los efectos de fijar la resistencia a obtener en los ensayos previos de laboratorio, en función de la exigible en obra, de acuerdo con el Art. 67 y comentarios al mismo de la EHE.

La mezcla se hará siempre en hormigonera de la que constará capacidad y velocidad recomendada por el fabricante de ella. La hormigonera estará equipada con dispositivo que permita medir el agua de amasadura con exactitud superior al uno (1) por ciento.

### **3.8. FUNDICIÓN**

La Fundición empleada para la fabricación de las tapas de registro, uniones en los conductos, juntas, piezas especiales y cualquier otro accesorio será gris, de segunda fusión, ajustándose a la norma UNE 36.111, calidades F-1-0,20 ó F-1-0,25 y presentará en su fractura un grano fino, apretado, regular, homogéneo y compacto.

Deberá ser dulce, tenaz y dura, sin perjuicio de poderse trabajar en ella con lima y buril, admitiendo ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará poros, oquedades, gotas frías, grietas, sopladuras, manchas, pelos y otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y el buen aspecto de la superficie del producto obtenido.

Los taladros, para los pasadores y pernos, se practicarán siempre en taller haciendo uso de las correspondientes herramientas y según las normas que fije el Director de Obra.

La resistencia mínima a la tracción será de quince (15) kilogramos por milímetro cuadrado, y la dureza, en unidades Brinnell, no sobrepasará las doscientas quince (215).

Las barras de ensayo se obtendrán de la mitad de la colada correspondiente o vendrán fundidas en las piezas moldeadas.

### **3.9. TUBERÍAS**

Las conducciones se proyectan con las tuberías del material, diámetro y presiones de trabajo normalizado que se describen en los correspondiente Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares para cada tipo de tubería.

No obstante, el Contratista adjudicatario de las obras podrá proponer a la Dirección de Obra el cambio en el tipo de tuberías, previa propuesta razonada.

Los accesorios para la tubería, tales como llaves de paso, válvulas, codos, ventosas, etc., cumplirán las especificaciones que a continuación se cita:

- Deberán resistir a la presión de las tuberías y antes de su empleo en obra serán reconocidos por el Director de la obra, el cual podrá indicar el tipo que haya de colocarse y rechazar los aparatos presentados si no corresponden a los más perfectos que se construyen.
- Todas las piezas constructivas de mecanismos (llaves, válvulas, etc.) deberán, para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, ser rigurosamente intercambiables.
- La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas, y que no representen merma de la calidad ni de la capacidad de desagüe.
- La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización de la Dirección de Obra
- Las tuberías y demás elementos de la conducción estarán bien terminados, con espesores regulares y cuidadosamente trabajados. Sus paredes serán lisas y regulares.
- Deberán ser absolutamente estancos, no produciendo nunca alteración alguna en las condiciones físicas, químicas, bacteriológica, y organolépticas del agua que conducen.

### **3.10. VALVULERÍA.**

#### **3.10.1. Válvulas de esfera**

Las válvulas de esfera que se instalarán serán de doble disco y husillo fijo o interior, es decir que ni el husillo ni el volante sufrirán traslaciones respecto a cuerpo de la válvula en las aperturas o en los cierres. Serán accionadas manualmente mediante actuación sobre volante directamente conectado al husillo.

La sección del husillo en la parte en que se aloja el volante será cuadrada y con dimensiones acordes con la norma DIN 3225.

Los materiales de las válvulas de compuerta serán de fundición gris para el cuerpo, tapa y compuerta. Los discos de cierre irán guarnecidos en su contorno por arcos de bronce.

Los asientos de la compuerta en el cuerpo serán de bronce y los husillos de acero inoxidable.

Las válvulas se unirán a la tubería mediante racores con brida; no se admitirán pues, las válvulas de cuello unidas a la tubería mediante manguitos de fibrocemento, aunque sí se permitirán si su unión se realiza mediante uniones Gibault.

Los apoyos para las válvulas se efectuarán en hormigón y bajo los racores con brida, realizándose el anclaje mediante cinchos de acero sujetos a los dados de apoyo. El cuerpo de la válvula permanecerá al aire.

Salvo orden en contra de la Dirección de Obra.

#### **3.10.3. Ventosas**

##### **3.10.3.1 Generalidades.**

Las ventosas deberán estar instaladas en todos los puntos que así determine la Dirección de Obra o que se indiquen en los perfiles longitudinales, e irán protegidas por arquetas en caso de que sea necesario.

Permitirá la evacuación del aire de una tubería vacía en procesos de llenado y la entrada de aire durante el vaciado, así como eliminar la acumulación de aire cuando la red esté bajo presión. Los cuerpos de las ventosas serán fácilmente desmontables permitiendo la fácil sustitución de sus partes móviles, así como su limpieza.

Toda ventosa irá instalada en la tubería con una válvula de cierre que permita su desmontaje y limpieza con la tubería en presión.

### **3.10.3.2 Ventosas con cierre mediante bola flotante**

La forma de guiado de las bolas flotantes deberá garantizar su correcta situación en posición de cierre para lograr que éste sea hermético. De forma contraria, el paso de aire a través del cuello hasta la salida exterior deberá realizarse en forma tal que se impida la obturación de los orificios de salida por la bola debido a la fuerza de impulsión del aire.

La relación peso-volumen de las bolas de cierre deberá garantizar su flotabilidad al tiempo que toda presión del aire en el interior de la ventosa, inferior o igual a 15 kg/cm<sup>2</sup>, sea incapaz de mantener la bola en posición de cierre si por cualquier causa ha llegado a situarse en esta posición.

### **3.11. MATERIALES NO CITADOS EN ESTE PLIEGO**

Los materiales que no estando especificados en este Pliego hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y cumplirán las prescripciones de normas oficiales y, en su defecto, del I.E.T.

En todo caso deberán ser previamente autorizados por el Director técnico de la obra, quien podrá exigir la documentación de idoneidad técnica y los ensayos necesarios para garantizar su calidad.

### **3.12. EXAMEN DE LOS MATERIALES ANTES DE SU EMPLEO.**

Todos los materiales a que se refieren los apartados anteriores serán examinados antes de su empleo en los términos y formas que determine el Ingeniero o Técnico encargado de las obras, sin cuyo requisito no podrá hacerse uso de ellos para las mismas.

Dicho examen no supone recepción de los materiales. Por consiguiente, la responsabilidad del contratista de esta parte no cesa mientras no sea recibida la obra en que dichos materiales se hubiesen empleado.

### **3.13. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES.**

Cuando los materiales no satisfagan las condiciones exigidas se procederá a su recusación por la Dirección, conforme a la cláusula 41 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, aprobado por Decreto 3854/ 1970 de 31 de Diciembre.

El contratista podrá reclamar, en plazo y forma, indicado en dicha cláusula y se resolverá conforme a lo dispuesto en la misma.

## **4. CAPITULO IV. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **4.1. EJECUCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS**

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las dimensiones y detalles que marcan los planos y demás documentos que integran el presente Proyecto, sin que pueda separarse el Contratista, de las prescripciones de aquel salvo las variaciones que en el curso de los trabajos se dispongan formalmente.

Si a juicio del Director de las obras hubiera parte de la obra mal ejecutada, tendrá, el Contratista la obligación de demolerla y volverla a ejecutar cuantas veces le sean necesarias hasta que quede a satisfacción del Director de las obras, no dándole estos aumentos de trabajo derecho a pedir indemnizaciones de ningún género, aunque las malas condiciones de aquellas se hubiesen notado después de la recepción provisional.

### **4.2. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA NO EXPRESADAS EN ESTE PLIEGO**

La obligación del Contratista es ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras aunque no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación lo disponga el Director de las obras.

Las dudas que pudieran surgirle en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Director de las obras, así como la inteligencia de los planos y descripciones y detalles, debiendo someterse el Contratista a lo que dicho facultativo decida.

El Contratista nombrará un técnico de suficiente solvencia para interpretar el proyecto, disponer de su exacta ejecución y dirigir la materialidad de los trabajos.

El Director de la Obra podrá rechazar al encargado que proponga la contrata, pudiendo disponer su cese y sustitución cuando lo estime conveniente.

El Contratista no podrá subcontratar la obra, total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección Técnica de la Obra.

Se reserva en todo momento y especialmente al aprobar las relaciones valoradas, el derecho de comprobar por medio del Director de las Obras si el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales, cargas sociales y materiales intervenidos en la Obra. A tal efecto presentará, dicho Contratista, las listas que hayan servido para el pago de los jornales y los recibos de subsidio y abono de los materiales; sin perjuicio de que después de la liquidación final y antes de la devolución de la fianza se practique una comprobación general de haber satisfecho dicho Contratista por completo los indicados pagos.

#### **4.3. REPLANTEO**

Por el Ingeniero encargado de las obras o Auxiliares subalternos se procederá a la comprobación del replanteo efectuado sobre el terreno. De esta operación se levantará un acta por duplicado, que firmarán el Director de la Obra y el Contratista.

Una de las copias se unirá al expediente y la otra se entregará al Contratista. Serán de cuenta exclusiva del Contratista todos los gastos que ocasione el replanteo y bajo ningún pretexto podrán alterarse sin modificarse los puntos de referencia que se fijarán para la ejecución de las obras.

Será obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

#### **4.4. EXCAVACIÓN EN GENERAL**

Todo tipo de excavación (como son desmontes, apertura de zanjas, explanación y cimientos, etc.) se iniciarán con posterioridad al replanteo sobre la traza del mismo; bien a mano, bien con maquinaria si su volumen lo permite.

Los excesos de excavación serán siempre de cuenta del Contratista, quien habrá de reponerlos a su cargo mediante terraplén compactado, excepto en la zona de cimientos, donde su reposición será siempre de hormigón de la misma calidad del cemento previsto.

Los productos de excavación que no emplee el Contratista en la ejecución de terraplenes y rellenos se trasladarán a vertedero, a la distancia que determine el Ingeniero encargado.

#### **4.5. EXCAVACIÓN EN ZANJA PARA ALOJAMIENTO DE CONDUCTOS**

Las zanjas para alojamiento de los conductos se excavarán conforme a las dimensiones de los planos correspondientes, siendo inalterables salvo orden o autorización del Director, la anchura en base inferior y la profundidad.

El talud podrá ser modificado según el sistema y ritmo de la excavación y de la entubación, en su caso, pero a efectos de posterior medición y abono se considerará como talud de excavación el de proyecto.

Los productos de la excavación se apilarán junto a la zanja dejando una merma entre la arista de la zanja siempre mayor de un metro. Si no fuera posible esto, el Contratista está obligado a tomar las precauciones y medidas necesarias, tanto para la seguridad del trabajo, como para evitar que se ensucie la excavación ya realizada.

No deberán transcurrir más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

En caso de terrenos de fácil meteorización, deberá dejarse sin excavar veinte centímetros sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado con la antelación mínima a la colocación de los tubos.

Se dejarán los pasos necesarios para los cruces y entradas de las servidumbres imprescindibles, situando las señales de peligro necesarias y suficientes para señalar las obras.

#### **4.6. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS**

Colocado el tubo se procederá a rellenar la zanja con tierra natural, procedente de la excavación, previamente pasada por una criba de tres centímetros y a tongadas no superiores a veinte centímetros una vez compactadas hasta que se alcance una densidad de terraplén "in situ" del noventa y siete por ciento del Próctor modificado.

Una vez alcanzada la arista superior del tubo se pondrán dos capas de tierra natural cribada de veinte centímetros de espesor cada una. Una vez compactadas y cubierto el tubo en su totalidad, se podrá emplear para el resto del relleno el material de la excavación sin cribar. Se continuará, así mismo, regando y apisonando por medios mecánicos hasta obtener una densidad "in situ" del noventa y siete por ciento del Próctor modificado.

#### **4.7. OBRAS DE FÁBRICA DE HORMIGÓN EN MASA**

Una vez ejecutada la excavación para su emplazamiento y cimientos y, comprobada por el Ingeniero encargado o persona facultativa en quien delegue, se procederá al hormigonado del cimiento.

En aquellas partes donde el cimiento quede a ras del terreno, deberá comprobarse que éste se ha compactado suficientemente como para que no puedan producirse, después del hormigonado, asientos apreciables.

Previamente a la ejecución de los alzados se procederá a replantearlos sobre los cimientos ya hormigonados. Una vez encofrados convenientemente y montadas las armaduras, si las hay, se procederá a la comprobación antes de autorizar su hormigonado.

Para la ejecución del hormigonado se tomará lo que se especifica en la vigente EHE.

Puesta en obra del hormigón:

- Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. El Director de obra o el encargado podrán modificar este plazo si se emplean conglomerantes o adiciones especiales, pudiéndolo aumentar, así como cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

- En ningún caso se tolerará la colocación en obra de amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.
- No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo o hacerlo avanzar más de un metro dentro de los encofrados.
- Cualquier indicio de segregación será corregido mediante una nueva amasadura.

#### Compactación del hormigón:

- La compactación de los hormigones colocados se ejecutará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de las probetas de ensayo de la fórmula de trabajo.
- Se especificará, a criterio del Director de obra, los casos y elementos en los cuales ha de aplicarse la compactación por apisonado o por vibración.

#### Ejecución de juntas:

- Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación. Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo para que las masas contiguas puedan deformarse libremente.
- El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.
- Al reanudarse los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie, sin exceso de agua, antes de verter el nuevo hormigonado.
- En elementos de cierta altura, especialmente soportes, se retirará la capa superior de hormigón en unos centímetros de profundidad, antes de terminar el fraguado, para evitar los efectos del reflujo de la pasta segregada del árido grueso.

#### Curado del hormigón:

- Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.
- En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado.

- Una vez endurecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad y durante tres días si el conglomerado empleado fuese cemento de endurecimiento más lento.
- Estos plazos, prescritos como mínimos, deberán aumentarse en un cincuenta por ciento en tiempo seco o cuando la superficie de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o infiltraciones agresivas.
- El curado por riego podrá sustituirse por la impermeabilización de la superficie, mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos especiales, siempre que tales métodos ofrezcan las garantías necesarias para evitar la falta de agua libre en el hormigón durante el primer período de endurecimiento.

#### Acabado del hormigón:

- Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades que requieran la necesidad de un enlucido posterior; el cual, en ningún caso, podrá aplicarse sin previa autorización del Director de obra.
- Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos aplanados, medida respecto de una regla de dos metros de longitud aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:
  - Superficies vistas: seis (6) milímetros.
  - Superficies ocultas: veinticinco (25) milímetros.

#### Limitaciones de la ejecución:

- El hormigonado se suspenderá, como norma general siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes la temperatura ambiente pueda descender por debajo de los cero grados centígrados (0°C). A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas de la mañana (hora solar), sea inferior a cuatro grados centígrados (4°C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.
- Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte al hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas, adoptándose en su caso las medidas que prescriba el Director de obra.
- El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

Eventualmente la continuación de los trabajos en la forma que se proponga deberá ser aprobada por el Director de obra.

#### **4.8. ARQUETAS**

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas, bloques de hormigón, mampostería, ladrillo o cualquier otro material previsto.

Contrato autorizado por el Director de obra o persona en quien delegue.

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de las arquetas de acuerdo con las condiciones señaladas en los apartados correspondientes de la presente prescripción es para la fabricación, en su caso, y puesta en obra de los materiales previstos, esmerando su acabado.

Las conexiones de tubos se efectuarán a las cotas debidas, de forma que los extremos de los conductos coincidan con las caras interiores de los muros.

Las tapas de las arquetas ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

#### **4.9. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS TÉCNICOS**

Para la instalación de los equipos deberá dejarse, embutidos en el hormigón que constituya su base, los elementos necesarios para el anclaje de dichos equipos.

Los replanteos de estos elementos de anclaje deberán hacerse al ejecutar el hormigonado de la parte donde tengan que quedar sujetos. Para aquellos elementos que puedan producir vibraciones importantes, se dispondrá de los medios necesarios para evitar los ruidos molestos y la fatiga de los elementos de anclaje y del hormigón que los envuelve.

#### **4.10. OTRAS FÁBRICAS Y TRABAJOS**

En la ejecución de otras fábricas y trabajos para la construcción de las obras, para las cuales no existieran Prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Prescripciones, el Contratista se atenderá en primer término a lo que resulte de los planos, Cuadros de Precios y Presupuesto, en segundo término a las reglas que dicte el Director de obra, y en tercer término a las buenas prácticas seguidas en fábrica y trabajos análogos por los mejores constructores siempre cumpliendo las normas de obligado cumplimiento.

El Contratista, dentro de la prescripción es de este Pliego, tendrá libertad para dirigir la marcha de las obras y emplear los procedimientos que juzgue convenientes, con tal de que con ellos no resulte perjuicio para la buena ejecución y futura subsistencia de las mismas siendo, en caso dudoso, el que resolverá todos estos puntos.

#### **4.12. LIMPIEZA Y ASPECTO EXTERIOR**

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones tanto de escombros como de materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Director de obra.

### **5. CAPITULO V. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

#### **5.1. NORMAS GENERALES**

La Dirección realizará mensualmente la medición de las distintas unidades de obra ejecutadas desde la anterior medición, pudiendo ser presenciadas dichas mediciones, por el Contratista o su delegado.

Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones o características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su delegado.

A falta de aviso anticipado, el Contratista está obligado a aceptar las decisiones del Director de obra.

La obra ejecutada y medida se valorará con respecto a los precios de ejecución material del Cuadro de Precios n°1 de este Proyecto.

#### **5.2. EXCAVACIÓN EN ZANJA**

La excavación en zanja ejecutada conforme al 3.2 de este Pliego se medirá por cubicación de la sección trapezoidal, tomando como base inferior la prevista en planos, determinándose la base superior por el talud previsto en proyecto y no siendo, por tanto de abono, los desprendimientos o exceso de excavación.

Se abonará al precio que figura en el cuadro de precios según se trate de terreno natural, tránsito, roca o todo tipo de terreno, incluido roca.

Para determinar el tipo de terreno se efectuarán, después del replanteo, catas en los puntos que establezca el Director de obra.

En los precios de abono está incluida la excavación, la entibación que fuese necesaria y el replanteo de la fase previa a la colocación del lecho de arena para apoyo de las tuberías o del hormigón de limpieza, en su caso.

### **5.3. TRANSPORTE A VERTEDERO**

Se medirá por diferencia de volumen entre el vaciado de excavación y el relleno seleccionado compactado, incrementándolo en el esponjamiento de la excavación (15%) y el volumen interior de la tubería.

Se abonará al precio del Cuadro n°1 sólo en aquellos casos en los que no esté incluido el transporte en el precio de la excavación.

### **5.4. TERRAPLENES Y RELLENOS COMPACTOS.**

Se medirá por el volumen una vez compactado y se abonará al precio del Cuadro n°1 sólo en aquellos casos en que el terraplén o relleno no estén incluidos en el precio de excavación.

### **5.5. TUBERÍAS**

Se medirán por metro lineal de tubería colocada de cada tipo y se abonarán al precio que para cada naturaleza, diámetro y timbraje figuren en el Cuadro de Precios n°1.

En dicho precio están incluidas las adquisiciones y transporte a obra de las tuberías, colocación, asientos y piezas especiales, pero no válvulas y ventosas, hormigón para anclajes y todas las operaciones de montaje y pruebas que se exigen en el 3.5. de este Pliego.

### **5.6. PIEZAS ESPECIALES EN CONDUCCIONES**

Se definen como piezas especiales en conducciones las que se colocan en las tuberías para uniones, derivaciones, cambios de sección, cambios de alineaciones, pero no válvulas ni ventosas.

Las válvulas se abonarán por unidad colocada y en su precio de unidad colocada se encuentran incluidos todos los costes y gastos necesarios para la adquisición, transporte, colocación y prueba, o sea, totalmente instalada y probada.

### **5.7. OBRAS DE FÁBRICA Y CARPINTERÍA DIVERSA.**

Se entiende por metro cuadrado, metro lineal o unidad de obra de fábrica, aquellas que han sido ejecutadas conforme a las definiciones de sus respectivos precios y a las condiciones de este Pliego, totalmente terminadas.

Se medirán por superficie, longitud o número de unidades sobre obra terminada y se abonarán al precio que, para cada unidad de obra, figura en el Cuadro de Precios n°1.

### **5.8. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS.**

Las partidas alzadas a justificar susceptibles de ser medidas en unidades de obra se abonarán a los precios de la Contrata, con arreglo a las condiciones de la misma.

Cuando alguno de los precios no figure incluido en los cuadros de precios, se obtendrán éstos como contradictorios, conforme al 150 Reglamento General de Contratación y Cláusula 52 del pliego de Cláusulas administrativas Generales de 31 de Diciembre de 1970.

Los precios de la unidad de obra se obtendrán a partir de los Cuadros de Precios de la Edificación de 1992 editados por la Consejería de Obras Públicas.

Sólo serán abonables mediante justificación de éstos, aquellas a justificar que por su dificultad en descomponer en unidades concretas o en fijar precios, lo determine así el director de obra.

Las partidas alzadas de abono íntegro que figuren expresamente en el presupuesto se abonarán por su importe, previa conformidad del Director de Obra a la contraprestación correspondiente.

### **5.9. ACOPIO DE MATERIALES, EQUIPO E INSTALACIONES**

No se abonará al Contratista ninguna partida en concepto de acopio de materiales, equipo e instalaciones.

### **5.10. CERTIFICACIONES**

Se abonarán al Contratista las obras realmente ejecutadas con sujeción al Proyecto aprobado y que sirvieron de base a la subasta, a las modificaciones debidamente autorizadas que se introduzcan y a las órdenes que le hayan sido comunicadas por mediación del Director de Obra.

En ningún caso tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en la insuficiencia, error u omisión de los precios de los cuadros o en omisiones del coste de cualquiera de los elementos que constituyen los precios unitarios.

Queda totalmente establecido que en la liquidación de toda clase de obras completas o incompletas se aplicará, a los precios de ejecución material, la disminución respectiva a razón del tanto por ciento de baja obtenido en la subasta o concurso.

Los importes de las certificaciones serán considerados como pago a cuenta, sin que ello implique aceptación ni conformidad con las obras certificadas, lo que quedará a reservas de su recepción.

### **5.11. OBRAS Y MATERIALES DE ABONO EN CASO DE RESCISIÓN DE LA CONTRATA**

Para el caso de rescisión de la Contrata, cualquiera que fuese la causa, no serán de abono más obras incompletas que las que constituyen unidades de las definidas en el Cuadro de Precios n°2, sin que pueda pretenderse la valoración de unidades de obra fraccionadas en otra forma que la establecida en dicho Cuadro.

Cualquier otra operación realizada, material empleado o unidades que no estén totalmente terminadas, no serán declaradas de abono.

En todo caso, para ser de abono una unidad de obra incompleta, deberá ser tal que pueda ser aprovechable, aunque transcurra un tiempo indefinido, a juicio del Director de Obra.

### **5.12. ABONO DE OBRA DEFECTUOSA, PERO ACEPTABLE.**

Si alguna obra que no se halle exactamente ejecutada con arreglo a las condiciones de la Contrata y fuera sin embargo admisible, podrá ser recibida provisionalmente, en su caso, pero el adjudicatario quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja que el Director de Obra apruebe, no siendo nunca inferior al 25% del total de la obra ejecutada, salvo en el caso de que el adjudicatario prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones de la contrata, conforme a la cláusula 44 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales de 31 de Diciembre de 1970.

### **5.13. OBRAS DE MEJORA**

Si en virtud de alguna disposición superior se introdujese alguna reforma en las obras, el Contratista queda obligado a ejecutarlas con la baja proporcional si la hubiere al adjudicarse la subasta, no siendo de aplicación este precepto para variaciones mayores del 20% del montante total de la obra a ejecutar.

### **5.14. MEDICIÓN FINAL**

La medición final se verificará por el Director de Obra, después de terminadas éstas, con precisa asistencia del Contratista o representante autorizado, a menos que declare por escrito que renuncia a este derecho y se conforma de antemano con el resultado de la medición. En el caso de que el Contratista se negara a presenciarse, el Director de Obra nombrará a otra persona que represente los intereses del Contratista, siendo de cuenta del mismo los gastos que esta representación ocasiona.

Se entiende lo mismo para las mediciones parciales que para la final. Estas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que resulten entre las medidas que se efectúen y las consignadas en los estados de mediciones que acompañan al proyecto.

### **5.15. PAGO DE LAS OBRAS**

Los pagos de las obras se verificarán en virtud de las certificaciones expedidas por el Director de Obra.

El pago de las cuentas derivadas de las liquidaciones parciales tendrá el carácter provisional y a buena cuenta quedando sujeto a las rectificaciones y variaciones que produjese la liquidación y consiguiente cuenta final.

Para expedir estas certificaciones se harán las liquidaciones correspondientes de la obra completamente terminada en cada caso, sin incluir los materiales acopiados y aplicando los precios unitarios con la baja proporcional de la contrata.

Estos libramientos se extenderán de mes en mes a contar desde aquel en que se dé comienzo a la construcción.

## **6. CAPITULO VI. DISPOSICIONES GENERALES**

### **6.1. GENERALIDADES**

Todas las obras comprendidas en el Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación que figuran en el Pliego.

El Director de Obra suministrará al Contratista cuanta información precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el Director de Obras y será compatible con los planes programados.

Antes de iniciar cualquier obra deberá el Contratista ponerlo en conocimiento del Director de Obras y recabar su autorización.

### **6.2. DESARROLLO DEL CONTRATO**

Desde la adjudicación y formalización del Contrato hasta la recepción definitiva y finalización del mismo, las obligaciones y derechos del Contratista y sus relaciones con el Director de Obra se regirán por los Capítulos V y VI del Reglamento General de Contratación y Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (aprobado por Decreto, 3854/1980).

### **6.3. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN LO NO PREVISTO EXPRESAMENTE EN ESTE PLIEGO**

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los anteriores, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga por escrito el Director de Obra, con derecho a la correspondiente reclamación por parte del Contratista ante organismos superiores, dentro del plazo de diez (10) días siguientes al que haya recibido la orden.

### **6.4. ATRIBUCIONES AL DIRECTOR DE OBRA**

El Director de Obra resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a la calidad de los materiales empleados, ejecución de las distintas unidades de obra contratadas, interpretación de planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encomendados, siempre que estén dentro de las atribuciones que le conceda la Legislación vigente sobre el particular.

### **6.5. DELEGADO DE OBRA DEL CONTRATISTA**

A efectos de lo previsto en la Cláusula 5 del Pliego de las Administrativas Generales, el Delegado de Obra, por parte de la contrata, deberá ser como mínimo un titulado de grado medio.

### **6.6. COMUNICACIONES ENTRE LA ADMINISTRACIÓN Y LA CONTRATA**

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si así lo solicita, de las comunicaciones que dirija al Director de Obra; a su vez, estará obligado a devolver originales o copias de las órdenes y avisos que de él reciba, formalizados con "enterado" al pie.

### **6.7. OFICINAS DEL CONTRATISTA**

El Contratista instalará, antes del comienzo de las obras, una "Oficina de Obra" en un lugar apropiado y autorizado por el Director de Obras. Deberá conservar en ella copia de los documentos contractuales y de los que se le entreguen o soliciten durante la ejecución de las obras.

## **6.8. CONSTRUCCIONES AUXILIARES Y PROVISIONALES**

El Contratista está obligado a realizar cuantas construcciones auxiliares y provisionales sean necesarias para el almacenamiento y acopio de materiales y equipos a pie de obra.

Asimismo, deberá retirarlas a la terminación de las obras y dejar limpios de escombros u otros materiales los lugares donde estaban aquellas y sus alrededores.

## **6.9. PERMISOS Y LICENCIAS**

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas definidas en el Proyecto.

## **6.10. DAÑOS Y PERJUICIOS A TERCEROS**

Conforme al artículo 134 del Reglamento General de Contratación, el Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, públicos o privados, como consecuencia de los actos omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados a su costa, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

## **6.11. PLAZO DE EJECUCIÓN**

El plazo de ejecución de las obras que se considera necesario y suficiente será el indicado en el capítulo correspondiente de la Memoria.

En todo caso, el plazo contractual comenzará a contar desde la fecha del acta de comprobación del replanteo y autorización del comienzo.

### **6.12. REPLANTEO**

En el plazo máximo de un (1) mes, a contar desde la adjudicación definitiva del Contrato, se procederá por parte del Director de Obra a la comprobación del replanteo, en presencia del Contratista, levantándose la correspondiente Acta

Serán de cuenta exclusiva del Contratista todos los gastos que ocasione el replanteo, y bajo ningún pretexto podrán alterarse ni modificarse los puntos de referencia que se fijarán para la ejecución de las obras.

Será obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

### **6.13. PROGRAMA DE TRABAJO**

En el plazo de 15 días desde la comprobación del replanteo, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obras un programa de trabajo con especificación de los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra, compatible con el plazo total de ejecución. Este plan, una vez aprobado, se incorporará a este Pliego y adquirirá, por tanto, carácter contractual.

El Contratista presentará, asimismo, una relación completa de los servicios, equipos y maquinaria, que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los Contratista pueda retirarlos sin autorización del Director de Obra.

La aceptación del Plan y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de responsabilidades para el Contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

En ningún caso podrá, el Contratista, alegando retraso de los pagos, suspender los trabajos ni reducirlo a menor escala en la proporción a que corresponda con arreglo al plazo en que deban terminarse las obras.

### **6.14. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

Independientemente de las condiciones particulares y específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los apartados siguientes de este Pliego, todos aquellos equipos que se empleen en la ejecución de las distintas unidades de obra deberán cumplir, en todo caso, las condiciones generales siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y aprobados por el Director de Obra en todos sus aspectos, incluso en el de su potencia o capacidad, que deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorios, haciendo las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.

- Si durante la ejecución de las obras se observase que por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, deberán ser sustituidos por otros que lo sean.

#### **6.15. RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Terminada la ejecución de las obras, se procederá al reconocimiento de las mismas y, si procede, a su recepción provisional.

#### **6.16. PLAZO DE GARANTÍA**

El plazo de garantía será de un (1) año a partir de la fecha de recepción provisional de las obras. Durante este período el Contratista queda obligado a la conservación de las obras, debiendo sustituir y reparar, a su costa, cualquier parte de ella que haya sufrido deterioro o desplazamiento por negligencia u otros motivos que le sean imputables o como consecuencia de agentes atmosféricos previsibles o cualquier otra causa que no se pueda considerar como imprevisible o inevitable.

Durante dicho plazo, y con el fin de responsabilizarse de los defectos que apareciesen el Contratista queda obligado a depositar una fianza del 4% del total ejecutado, de cualquiera de las formas legales.

#### **6.17. RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Terminado el plazo de garantía, se procederá al reconocimiento de las obras, recibéndolas o no, según su estado. Se levantará la correspondiente acta y, si son de recibo, se devolverá la fianza al Contratista.

#### **6.18. PÉRDIDAS O AVERÍAS**

El Contratista no tendrá derecho a reclamación ni indemnización de ninguna clase por causa de pérdidas o averías, ni por perjuicios ocasionados en las obras.

#### **6.19. ENSAYOS Y ANÁLISIS DE MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA**

Además de los gastos consignados en los precedentes, serán de cuenta y cargo del Contratista adjudicatario de las obras, todos los gastos ocasionados por los ensayos y análisis de los materiales y de las diversas unidades de obra durante la ejecución de las mismas.

## **6.20. GASTOS ACCESORIOS**

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de las construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria u materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción y conservación de caminos provisionales para desvío del tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de retirada, a fin de obra, de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras así como la adquisición dichas aguas y energía, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas y los de apertura o habilitación de los caminos precisos para el acceso y transporte de materiales al lugar de las obras.

Serán, como se ha dicho, cuenta del Contratista, el abono de los gastos de replanteo, cuyo importe no excederá de uno y medio por ciento (1,5%) del presupuesto de las obras.

Igualmente, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y de control de ejecución de las obras que disponga el Ingeniero Director en tanto que el importe de dichos ensayos no sobrepase el uno por ciento (1%) del presupuesto de ejecución material de las obras.

En los casos de resolución de contrato, sea por finalizar o por cualquier otra causa que la motiva, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

Los gastos de liquidación de las obras no excederán del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución Material.

## **6.21. REVISIÓN DE PRECIOS**

Figura en el Pliego de Condiciones Administrativas objeto de esta obra.

## **6.22. RESCISIÓN DEL CONTRATO**

En caso de rescisión del Contrato, se actuará según lo especificado en el Pliego de Condiciones Administrativas objeto de esta obra.

### **6.23. OBLIGACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE**

El Contratista, bajo su responsabilidad, queda obligado a cumplir todas las disposiciones de carácter social contenidas en el Reglamento General de Trabajo en la Industria de la Construcción y aplicables acerca del régimen local del trabajo o que, en lo sucesivo dicten. El Contratista queda obligado, también, a cumplir cuanto disponga la Ley de Protección a la Industria Nacional y Reglamento para su ejecución actualmente vigente, así como las restantes que sean aplicables o puedan dictarse.

### **6.24. LIQUIDACIÓN FINAL**

La liquidación final se hará a la vista de la medición final, acompañando al acta de recepción provisional los documentos justificantes de esta liquidación.

Cuando el Contratista con la debida autorización emplease voluntariamente materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el marcado en el presupuesto o sustituyese una fábrica por otra que tenga asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general, introdujese en ellas modificaciones que sean beneficiosas a juicio del Director de las obras, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que le correspondiera si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

### **6.25. GASTOS EXIGIBLES**

En el precio ofertado se considerarán incluidos todos los gastos generales e indirectos del Contratista.

Así mismo, se consideran incluidos en el presupuesto ofertado, todos los gastos derivados por arbitrios y licencias, así como el Impuesto sobre el Valor Añadido.

### **6.26. CONTRADICCIONES**

En caso de existir contradicción entre los diferentes documentos que constituyen el presente Proyecto tendrán preferencia las dimensiones que figuren en Planos frente a las que figuren en el capítulo Mediciones.

Madrid a julio de 2021

El Alumno.

Fdo.: Sergio Morais Díaz



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DE  
SECANO A REGADÍO DE 5,24 HECTÁREAS  
UTILIZANDO AGUAS REGENERADAS EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE TOMELLOSO,  
CIUDAD REAL**

**DOCUMENTO 4  
PRESUPUESTO**

**Autor:** Sergio Morais Díaz



**Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**Nº Ud Descripción Medición**

**1.1.- EXCAVACIONES ZANJA**

**1.1.1 M3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero. l/p.p. de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADZ.**

|                                    | Uds. | Largo   | Ancho | Alto  | Parcial | Subtotal      |
|------------------------------------|------|---------|-------|-------|---------|---------------|
| Excavación zanja tubería principal | 1    | 166,800 | 0,600 | 0,700 | 70,056  |               |
|                                    |      |         |       |       | 70,056  | 70,056        |
| <b>Total m3 .....:</b>             |      |         |       |       |         | <b>70,056</b> |

**1.2.- RELLENO DE ZANJAS**

**1.2.1 M3 Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.**

|                                    | Uds. | Largo   | Ancho | Alto  | Parcial | Subtotal      |
|------------------------------------|------|---------|-------|-------|---------|---------------|
| Excavación zanja tubería principal | 1    | 166,800 | 0,600 | 0,700 | 70,056  |               |
|                                    |      |         |       |       | 70,056  | 70,056        |
| <b>Total m3 .....:</b>             |      |         |       |       |         | <b>70,056</b> |

**Presupuesto parcial nº 2 RED DE RIEGO**

| Nº  | Ud | Descripción   |      |         |       |      |                  | Medición                        |
|---|----|---|------|---------|-------|------|------------------|---------------------------------|
| <b>2.1.- TUBERIA PRINCIPAL</b>              |    |   |      |         |       |      |                  |                                 |
| 2.1.1                                       | M  | Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. |      |         |       |      |                  |                                 |
|   |    |   | Uds. | Largo   | Ancho | Alto | Parcial          | Subtotal                        |
|   |    | Tubería principal enterrada (166,8+165,0)   | 1    | 331,800 |       |      | 331,800          |                                 |
|   |    |   |      |         |       |      | <u>331,800</u>   | 331,800                         |
|   |    |   |      |         |       |      |                  | <b>Total m .....: 331,800</b>   |
| <b>2.2.- TUBERIA TERCIARIA</b>              |    |   |      |         |       |      |                  |                                 |
| 2.2.1                                       | M  | Tubería de PVC de 40 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm <sup>2</sup> .  |      |         |       |      |                  |                                 |
|   |    |   | Uds. | Largo   | Ancho | Alto | Parcial          | Subtotal                        |
|   |    | Sector 1  | 2    | 52,000  |       |      | 104,000          |                                 |
|   |    | Sector 2  | 2    | 54,000  |       |      | 108,000          |                                 |
|   |    | Sector 3  | 2    | 54,000  |       |      | 108,000          |                                 |
|   |    | Sector 4  | 2    | 52,000  |       |      | 104,000          |                                 |
|   |    |   |      |         |       |      | <u>424,000</u>   | 424,000                         |
|   |    |   |      |         |       |      |                  | <b>Total m .....: 424,000</b>   |
| <b>2.3.- LATERALES</b>                      |    |   |      |         |       |      |                  |                                 |
| 2.3.1                                       | M  | Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros integrados situados cada 60 cm.   |      |         |       |      |                  |                                 |
|   |    |   | Uds. | Largo   | Ancho | Alto | Parcial          | Subtotal                        |
|   |    | Sector 1  | 53   | 32,000  |       |      | 1.696,000        |                                 |
|   |    | Sector 2  | 54   | 32,000  |       |      | 1.728,000        |                                 |
|   |    | Sector 3  | 54   | 32,000  |       |      | 1.728,000        |                                 |
|   |    | Sector 4  | 53   | 32,000  |       |      | 1.696,000        |                                 |
|   |    |   |      |         |       |      | <u>6.848,000</u> | 6.848,000                       |
|   |    |   |      |         |       |      |                  | <b>Total m .....: 6.848,000</b> |
| <b>2.4.- VALVULERIA Y PIEZAS ESPECIALES</b> |    |   |      |         |       |      |                  |                                 |
| 2.4.1                                       | U  | Collarín de toma de polipropileno de 40 mm de diámetro colocado en red de riego i/juntas, completamente instalado.  |      |         |       |      |                  |                                 |
|   |    |   | Uds. | Largo   | Ancho | Alto | Parcial          | Subtotal                        |
|   |    | Sector 1  | 53   |         |       |      | 53,000           |                                 |
|   |    | Sector 2  | 54   |         |       |      | 54,000           |                                 |
|   |    | Sector 3  | 54   |         |       |      | 54,000           |                                 |
|   |    | Sector 4  | 53   |         |       |      | 53,000           |                                 |
|   |    |   |      |         |       |      | <u>214,000</u>   | 214,000                         |
|   |    |   |      |         |       |      |                  | <b>Total u .....: 214,000</b>   |
| 2.4.2                                       | U  | Válvula de corte de esfera, de latón, roscada, de 4" de diámetro interior, colocada en red de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.  |      |         |       |      |                  |                                 |
|   |    |   | Uds. | Largo   | Ancho | Alto | Parcial          | Subtotal                        |
|   |    | Toma Subparcela   | 3    |         |       |      | 3,000            |                                 |
|   |    |   |      |         |       |      | <u>3,000</u>     | 3,000                           |
|   |    |   |      |         |       |      |                  | <b>Total u .....: 3,000</b>     |
| 2.4.3                                       | U  | Válvula de corte de esfera, de PVC, de pegar, de 40 mm de diámetro, colocada en redes de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.   |      |         |       |      |                  |                                 |
|   |    |   | Uds. | Largo   | Ancho | Alto | Parcial          | Subtotal                        |
|   |    | Sector 1  | 1    |         |       |      | 1,000            |                                 |
|   |    | Sector 2  | 1    |         |       |      | 1,000            |                                 |
|   |    | Sector 3  | 1    |         |       |      | 1,000            |                                 |
|   |    | Sector 4  | 1    |         |       |      | 1,000            |                                 |
|   |    |   |      |         |       |      | <u>4,000</u>     | 4,000                           |
|   |    |   |      |         |       |      |                  | <b>Total u .....: 4,000</b>     |

**Presupuesto parcial nº 3 CABEZAL DE RIEGO**

| Nº                                    | Ud | Descripción  |      |       |       |      |                       | Medición     |
|---------------------------------------|----|--|------|-------|-------|------|-----------------------|--------------|
| <b>3.1.- EQUIPO DE BOMBEO</b>         |    |  |      |       |       |      |                       |              |
| 3.1.1                                 | U  | Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 2 CV y depósito de expansión de membrana de 200 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Electrobomba centrífuga de 2 CV  | 2    |       |       |      | 2,000                 |              |
|                                       |    |  |      |       |       |      | 2,000                 | 2,000        |
|                                       |    |  |      |       |       |      | <b>Total u .....</b>  | <b>2,000</b> |
| <b>3.2.- EQUIPO DE FILTRADO</b>       |    |  |      |       |       |      |                       |              |
| 3.2.1                                 | U  | Suministro e instalación de filtro con anillas twister, caudal nominal de 30 m3/h, carcasa de poliamida, compuesto por módulos intercambiables, filtración a 130 micras, conexiones roscadas de 2", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación e instalado.  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Batería de filtros de anillas  | 3    |       |       |      | 3,000                 |              |
|                                       |    |  |      |       |       |      | 3,000                 | 3,000        |
|                                       |    |  |      |       |       |      | <b>Total u .....</b>  | <b>3,000</b> |
| <b>3.3.- EQUIPO DE FERTIRRIGACION</b> |    |  |      |       |       |      |                       |              |
| 3.3.1                                 | Ud | Depósito IBC de 1000 litros de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad de color natural, con un palet de plástico y una estructura de protección metálica. Es apto para agua potable para uso interior y cuenta con una salida inferior incorporada a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x largo x fondo).   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Deposito de fertilizante   | 4    |       |       |      | 4,000                 |              |
|                                       |    |  |      |       |       |      | 4,000                 | 4,000        |
|                                       |    |  |      |       |       |      | <b>Total Ud .....</b> | <b>4,000</b> |
| 3.3.2                                 | Ud | Electrobomba dosificadora eléctrica de pistón trifásica (inox.) de 0,25 CV de potencia (caudal, regulable, de 500 l/h); incluida instalación y elementos de conexión a tanques y a colector de salida. Unidad totalmente acabada.  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Electrobomba dosificadora  | 4    |       |       |      | 4,000                 |              |
|                                       |    |  |      |       |       |      | 4,000                 | 4,000        |
|                                       |    |  |      |       |       |      | <b>Total ud .....</b> | <b>4,000</b> |
| 3.3.3                                 | Ud | Electroagitador para fertilizantes de 0,5 CV de potencia. Colocado.  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Electroagitador  | 4    |       |       |      | 4,000                 |              |
|                                       |    |  |      |       |       |      | 4,000                 | 4,000        |
|                                       |    |  |      |       |       |      | <b>Total ud .....</b> | <b>4,000</b> |
| <b>3.4.- EQUIPO DE CONTROL</b>        |    |  |      |       |       |      |                       |              |
| 3.4.1                                 | Ud | Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada. Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Electroválvula hidráulica  | 4    |       |       |      | 4,000                 |              |
|                                       |    |  |      |       |       |      | 4,000                 | 4,000        |
|                                       |    |  |      |       |       |      | <b>Total Ud .....</b> | <b>4,000</b> |

**Presupuesto parcial nº 3 CABEZAL DE RIEGO**

| Nº                                    | Ud | Descripción   |      |       |       |      |                       | Medición     |
|---------------------------------------|----|---|------|-------|-------|------|-----------------------|--------------|
| 3.4.2                                 | Ud | <p>Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar, para control de red de rociadores. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Conexión a la red de distribución de agua.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>  |      |       |       |      |                       |              |
|                                       |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Manómetro de 0 a 10 bar.  | 6    |       |       |      | 6,000                 |              |
|                                       |    |   |      |       |       |      | 6,000                 | 6,000        |
|                                       |    |   |      |       |       |      | <b>Total Ud .....</b> | <b>6,000</b> |
| 3.4.3                                 | U  | <p>Contador general de agua de diámetro nominal DN 100 mm (4") tipo Woltman, pre-equipado para emisor de impulsos tipo REED. Para un caudal máximo de 100 m3/h, conforme al RD 889/2006 y norma UNE EN 15154. Instalación con filtro tipo Y con bridas, válvulas de compuerta de fundición con bridas DN100 de entrada y salida, grifo de prueba y válvula de retención con bridas. Totalmente instalado, probado y funcionando, i/ p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-4.</p>   |      |       |       |      |                       |              |
|                                       |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Contador de agua de tipo Woltman  | 1    |       |       |      | 1,000                 |              |
|                                       |    |   |      |       |       |      | 1,000                 | 1,000        |
|                                       |    |   |      |       |       |      | <b>Total u .....</b>  | <b>1,000</b> |
| <b>3.5.- EQUIPO DE AUTOMATIZACION</b> |    |   |      |       |       |      |                       |              |
| 3.5.1                                 | Ud | <p>Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado.</p> <p>Incluye: Instalación en la superficie de la pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> |      |       |       |      |                       |              |
|                                       |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Programador electrónico para riego automático.  | 1    |       |       |      | 1,000                 |              |
|                                       |    |   |      |       |       |      | 1,000                 | 1,000        |
|                                       |    |   |      |       |       |      | <b>Total Ud .....</b> | <b>1,000</b> |
| <b>3.6.- EQUIPO DE SEGURIDAD</b>      |    |   |      |       |       |      |                       |              |
| 3.6.1                                 | Ud | <p>Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>   |      |       |       |      |                       |              |
|                                       |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Purgador automático de aire.  | 3    |       |       |      | 3,000                 |              |
|                                       |    |   |      |       |       |      | 3,000                 | 3,000        |
|                                       |    |   |      |       |       |      | <b>Total Ud .....</b> | <b>3,000</b> |
| 3.6.2                                 | Ud | <p>Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>  |      |       |       |      |                       |              |
|                                       |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial               | Subtotal     |
|                                       |    | Válvula de retención.   | 1    |       |       |      | 1,000                 |              |
|                                       |    |   |      |       |       |      | 1,000                 | 1,000        |
|                                       |    |   |      |       |       |      | <b>Total Ud .....</b> | <b>1,000</b> |

**Presupuesto parcial nº 3 CABEZAL DE RIEGO**

| Nº    | Ud | Descripción  |      |       |       |      |                        | Medición     |
|-------|----|--|------|-------|-------|------|------------------------|--------------|
| 3.6.3 | Ud | <p>Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión.<br/>                     Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.<br/>                     Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br/>                     Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> |      |       |       |      |                        |              |
|       |    |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial                | Subtotal     |
|       |    | Válvula de paso  | 7    |       |       |      | 7,000                  |              |
|       |    |  |      |       |       |      | 7,000                  | 7,000        |
|       |    |  |      |       |       |      | <b>Total Ud .....:</b> | <b>7,000</b> |

**Presupuesto parcial nº 4 SEGURIDAD Y SALUD**

| Nº  | Ud | Descripción  |      |       |       |      | Medición               |              |
|-----|----|--|------|-------|-------|------|------------------------|--------------|
| 4.1 | Ud | Conjunto de medidas preventivas conforme a lo dispuesto en el RD 1627/97 de Seguridad y salud en las obras de construcción y para cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial                | Subtotal     |
|     |    |  | 1    |       |       |      | 1,000                  |              |
|     |    |  |      |       |       |      | 1,000                  | 1,000        |
|     |    |  |      |       |       |      | <b>Total ud .....:</b> | <b>1,000</b> |
| 4.2 | Ud | Conjunto de medidas y ensayos necesarios para realizar el Plan de Control de Calidad de las obras en la fase de ejecución de las mismas  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial                | Subtotal     |
|     |    |  | 1    |       |       |      | 1,000                  |              |
|     |    |  |      |       |       |      | 1,000                  | 1,000        |
|     |    |  |      |       |       |      | <b>Total ud .....:</b> | <b>1,000</b> |

TOMELLOSO, CIUDAD REAL\_JUNIO 2021  
ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERÍA AGRICOLA

SERGIO MORAIS DIAZ

## Cuadro de precios nº 1

| Nº    | Designación   | Importe             |   |
|-------|---|---------------------|---|
|       |   | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)                       |
|       | <b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>  |                     |   |
|       | <b>1.1 EXCAVACIONES ZANJA</b>   |                     |   |
| 1.1.1 | m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero. I/p.p. de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADZ.   | 7,70                | SIETE EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS          |
|       | <b>1.2 RELLENO DE ZANJAS</b>  |                     |   |
| 1.2.1 | m3 Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.  | 3,40                | TRES EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS          |
|       | <b>2 RED DE RIEGO</b>   |                     |   |
|       | <b>2.1 TUBERIA PRINCIPAL</b>  |                     |   |
| 2.1.1 | m Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm <sup>2</sup> , colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. | 12,39               | DOCE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS   |
|       | <b>2.2 TUBERIA TERCIARIA</b>  |                     |   |
| 2.2.1 | m Tubería de PVC de 40 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm <sup>2</sup> .  | 3,10                | TRES EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS              |
|       | <b>2.3 LATERALES</b>  |                     |   |
| 2.3.1 | m Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros integrados situados cada 60 cm.   | 0,46                | CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS                  |
|       | <b>2.4 VALVULERIA Y PIEZAS ESPECIALES</b>   |                     |   |
| 2.4.1 | u Collarín de toma de polipropileno de 40 mm de diámetro colocado en red de riego i/juntas, completamente instalado.  | 6,08                | SEIS EUROS CON OCHO CÉNTIMOS              |
| 2.4.2 | u Válvula de corte de esfera, de latón, roscada, de 4" de diámetro interior, colocada en red de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.  | 180,05              | CIENTO OCHENTA EUROS CON CINCO CÉNTIMOS   |
| 2.4.3 | u Válvula de corte de esfera, de PVC, de pegar, de 40 mm de diámetro, colocada en redes de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.   | 27,17               | VEINTISIETE EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS |
|       | <b>3 CABEZAL DE RIEGO</b>   |                     |   |
|       | <b>3.1 EQUIPO DE BOMBEO</b>   |                     |   |

**Cuadro de precios nº 1**

| Nº                                  | Designación  | Importe             |  |
|-------------------------------------|--|---------------------|--|
|                                     |  | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)  |
| 3.1.1                               | u Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 2 CV y depósito de expansión de membrana de 200 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.   | 3.478,95            | TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS |
| <b>3.2 EQUIPO DE FILTRADO</b>       |  |                     |  |
| 3.2.1                               | u Suministro e instalación de filtro con anillas twister, caudal nominal de 30 m3/h, carcasa de poliamida, compuesto por módulos intercambiables, filtración a 130 micras, conexiones roscadas de 2", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación e instalado.  | 193,83              | CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS                  |
| <b>3.3 EQUIPO DE FERTIRRIGACION</b> |  |                     |  |
| 3.3.1                               | Ud Depósito IBC de 1000 litros de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad de color natural, con un palet de plástico y una estructura de protección metálica. Es apto para agua potable para uso interior y cuenta con una salida inferior incorporada a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x largo x fondo).  | 353,96              | TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS           |
| 3.3.2                               | ud Electrobomba dosificadora eléctrica de pistón trifásica (inox.) de 0,25 CV de potencia (caudal, regulable, de 500 l/h); incluida instalación y elementos de conexión a tanques y a colector de salida. Unidad totalmente acabada.   | 1.021,11            | MIL VEINTIUN EUROS CON ONCE CÉNTIMOS                                     |
| 3.3.3                               | ud Electroagitador para fertilizantes de 0,5 CV de potencia. Colocado.   | 344,50              | TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS               |
| <b>3.4 EQUIPO DE CONTROL</b>        |  |                     |  |
| 3.4.1                               | Ud Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.<br>Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | 87,80               | OCHENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS                               |

**Cuadro de precios nº 1**

| Nº                                  | Designación  | Importe             |   |
|-------------------------------------|--|---------------------|---|
|                                     |  | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)   |
| 3.4.2                               | <p>Ud Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar, para control de red de rociadores. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Conexión a la red de distribución de agua.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>  | 41,13               | CUARENTA Y UN EUROS CON TRECE CÉNTIMOS                            |
| 3.4.3                               | <p>u Contador general de agua de diámetro nominal DN 100 mm (4") tipo Woltman, pre-equipado para emisor de impulsos tipo REED. Para un caudal máximo de 100 m<sup>3</sup>/h, conforme al RD 889/2006 y norma UNE EN 15154. Instalación con filtro tipo Y con bridas, válvulas de compuerta de fundición con bridas DN100 de entrada y salida, grifo de prueba y válvula de retención con bridas. Totalmente instalado, probado y funcionando, i/ p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-4.</p>   | 1.314,50            | MIL TRESCIENTOS CATORCE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS              |
| <b>3.5 EQUIPO DE AUTOMATIZACION</b> |  |                     |   |
| 3.5.1                               | <p>Ud Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado.</p> <p>Incluye: Instalación en la superficie de la pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> | 254,84              | DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |
| <b>3.6 EQUIPO DE SEGURIDAD</b>      |  |                     |   |
| 3.6.1                               | <p>Ud Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>   | 12,54               | DOCE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                        |

**Cuadro de precios nº 1**

| Nº   | Designación   | Importe          |   |
|--|---|------------------|---|
|  |   | En cifra (Euros) | En letra (Euros)  |
| 3.6.2  | Ud Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".<br>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.   | 10,39            | DIEZ EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS                     |
| 3.6.3  | Ud Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión.<br>Incluye: Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | 155,69           | CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS |
|  | <b>4 SEGURIDAD Y SALUD</b>  |                  |   |
| 4.1  | ud Conjunto de medidas preventivas conforme a lo dispuesto en el RD 1627/97 de Seguridad y salud en las obras de construcción y para cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud   | 875,50           | OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS    |
| 4.2  | ud Conjunto de medidas y ensayos necesarios para realizar el Plan de Control de Calidad de las obras en la fase de ejecución de las mismas  | 360,50           | TRESCIENTOS SESENTA EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS            |
| <p align="center">TOMELLOSO, CIUDAD REAL JUNIO 2021<br/>ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERIA AGRICOLA</p> <p align="center">SERGIO MORAIS DIAZ</p> |   |                  |   |

## Cuadro de precios nº 2

| Nº    | Designación  | Importe                             |                    |
|-------|--|-------------------------------------|--------------------|
|       |  | Parcial (Euros)                     | Total (Euros)      |
|       | <b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>   |                                     |                    |
|       | <b>1.1 EXCAVACIONES ZANJA</b>  |                                     |                    |
| 1.1.1 | m3 Excavación en zanjas, en terrenos flojos por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero. I/p.p. de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADZ.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Maquinaria</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>  | <br><br><br>1,56<br>5,92<br>0,22    | <br><br><br>7,70   |
|       | <b>1.2 RELLENO DE ZANJAS</b>   |                                     |                    |
| 1.2.1 | m3 Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Maquinaria</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>   | <br><br><br>1,49<br>1,81<br>0,10    | <br><br><br>3,40   |
|       | <b>2 RED DE RIEGO</b>  |                                     |                    |
|       | <b>2.1 TUBERIA PRINCIPAL</b>   |                                     |                    |
| 2.1.1 | m Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i> | <br><br><br>3,04<br>8,99<br>0,36    | <br><br><br>12,39  |
|       | <b>2.2 TUBERIA TERCIARIA</b>   |                                     |                    |
| 2.2.1 | m Tubería de PVC de 40 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>  | <br><br><br>0,98<br>2,03<br>0,09    | <br><br><br>3,10   |
|       | <b>2.3 LATERALES</b>   |                                     |                    |
| 2.3.1 | m Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros integrados situados cada 60 cm.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>  | <br><br><br>0,35<br>0,10<br>0,01    | <br><br><br>0,46   |
|       | <b>2.4 VALVULERIA Y PIEZAS ESPECIALES</b>  |                                     |                    |
| 2.4.1 | u Collarín de toma de polipropileno de 40 mm de diámetro colocado en red de riego i/juntas, completamente instalado.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>   | <br><br><br>3,31<br>2,59<br>0,18    | <br><br><br>6,08   |
| 2.4.2 | u Válvula de corte de esfera, de latón, roscada, de 4" de diámetro interior, colocada en red de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>   | <br><br><br>11,78<br>163,03<br>5,24 | <br><br><br>180,05 |

| Cuadro de precios nº 2              |  |                                   |               |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|---------------|
| Nº                                  | Designación  | Importe                           |               |
|                                     |  | Parcial (Euros)                   | Total (Euros) |
| 2.4.3                               | u Válvula de corte de esfera, de PVC, de pegar, de 40 mm de diámetro, colocada en redes de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>  | 7,75<br>18,63<br>0,79             | 27,17         |
| <b>3 CABEZAL DE RIEGO</b>           |  |                                   |               |
| <b>3.1 EQUIPO DE BOMBEO</b>         |  |                                   |               |
| 3.1.1                               | u Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 2 CV y depósito de expansión de membrana de 200 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i> | 194,26<br>3.183,36<br>101,33      | 3.478,95      |
| <b>3.2 EQUIPO DE FILTRADO</b>       |  |                                   |               |
| 3.2.1                               | u Suministro e instalación de filtro con anillas twister, caudal nominal de 30 m3/h, carcasa de poliamida, compuesto por módulos intercambiables, filtración a 130 micras, conexiones roscadas de 2", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación e instalado.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>  | 13,60<br>174,58<br>5,65           | 193,83        |
| <b>3.3 EQUIPO DE FERTIRRIGACION</b> |  |                                   |               |
| 3.3.1                               | Ud Depósito IBC de 1000 litros de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad de color natural, con un palet de plástico y una estructura de protección metálica. Es apto para agua potable para uso interior y cuenta con una salida inferior incorporada a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x largo x fondo).<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>Medios auxiliares</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>  | 62,37<br>274,54<br>6,74<br>10,31  | 353,96        |
| 3.3.2                               | ud Electrobomba dosificadora eléctrica de pistón trifásica (inox.) de 0,25 CV de potencia (caudal, regulable, de 500 l/h); incluida instalación y elementos de conexión a tanques y a colector de salida. Unidad totalmente acabada.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>Medios auxiliares</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>   | 39,63<br>932,30<br>19,44<br>29,74 | 1.021,11      |
| 3.3.3                               | ud Electroagitador para fertilizantes de 0,5 CV de potencia. Colocado.<br><br><i>Mano de obra</i><br><i>Materiales</i><br><i>Medios auxiliares</i><br><i>3 % Costes indirectos</i>   | 14,27<br>313,64<br>6,56<br>10,03  | 344,50        |
| <b>3.4 EQUIPO DE CONTROL</b>        |  |                                   |               |

| Cuadro de precios nº 2              |  |                 |               |
|-------------------------------------|--|-----------------|---------------|
| Nº                                  | Designación  | Importe         |               |
|                                     |  | Parcial (Euros) | Total (Euros) |
| 3.4.1                               | <p>Ud Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.</p> <p>Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i> 9,47<br/> <i>Materiales</i> 74,10<br/> <i>Medios auxiliares</i> 1,67<br/> <i>3 % Costes indirectos</i> 2,56</p> |                 | 87,80         |
| 3.4.2                               | <p>Ud Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar, para control de red de rociadores. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Conexión a la red de distribución de agua.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i> 3,76<br/> <i>Materiales</i> 35,39<br/> <i>Medios auxiliares</i> 0,78<br/> <i>3 % Costes indirectos</i> 1,20</p>   |                 | 41,13         |
| 3.4.3                               | <p>u Contador general de agua de diámetro nominal DN 100 mm (4") tipo Woltman, pre-equipado para emisor de impulsos tipo REED. Para un caudal máximo de 100 m3/h, conforme al RD 889/2006 y norma UNE EN 15154. Instalación con filtro tipo Y con bridas, válvulas de compuerta de fundición con bridas DN100 de entrada y salida, grifo de prueba y válvula de retención con bridas. Totalmente instalado, probado y funcionando, i/ p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-4.</p> <p><i>Mano de obra</i> 62,00<br/> <i>Materiales</i> 1.189,19<br/> <i>Medios auxiliares</i> 25,02<br/> <i>3 % Costes indirectos</i> 38,29</p>   |                 | 1.314,50      |
| <b>3.5 EQUIPO DE AUTOMATIZACION</b> |  |                 |               |
| 3.5.1                               | <p>Ud Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado.</p> <p>Incluye: Instalación en la superficie de la pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i> 37,57<br/> <i>Materiales</i> 205,00<br/> <i>Medios auxiliares</i> 4,85<br/> <i>3 % Costes indirectos</i> 7,42</p>  |                 | 254,84        |
| <b>3.6 EQUIPO DE SEGURIDAD</b>      |  |                 |               |

| Cuadro de precios nº 2  |  |                 |               |
|---|--|-----------------|---------------|
| Nº  | Designación  | Importe         |               |
|   |  | Parcial (Euros) | Total (Euros) |
| 3.6.1   | <p>Ud Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C. Incluye: Replanteo. Colocación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i> 3,76<br/> <i>Materiales</i> 8,17<br/> <i>Medios auxiliares</i> 0,24<br/> 3 % Costes indirectos 0,37</p>  |                 | 12,54         |
| 3.6.2   | <p>Ud Válvula de retención de latón para roscar de 1/2". Incluye: Replanteo. Colocación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i> 5,63<br/> <i>Materiales</i> 4,26<br/> <i>Medios auxiliares</i> 0,20<br/> 3 % Costes indirectos 0,30</p>   |                 | 10,39         |
| 3.6.3   | <p>Ud Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión. Incluye: Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p><i>Mano de obra</i> 7,51<br/> <i>Materiales</i> 140,69<br/> <i>Medios auxiliares</i> 2,96<br/> 3 % Costes indirectos 4,53</p> |                 | 155,69        |
| <b>4 SEGURIDAD Y SALUD</b>  |  |                 |               |
| 4.1   | <p>ud Conjunto de medidas preventivas conforme a lo dispuesto en el RD 1627/97 de Seguridad y salud en las obras de construcción y para cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud</p> <p><i>Sin descomposición</i> 850,00<br/> 3 % Costes indirectos 25,50</p>  |                 | 875,50        |
| 4.2   | <p>ud Conjunto de medidas y ensayos necesarios para realizar el Plan de Control de Calidad de las obras en la fase de ejecución de las mismas</p> <p><i>Sin descomposición</i> 350,00<br/> 3 % Costes indirectos 10,50</p>   |                 | 360,50        |
| <p>TOMELLOSO, CIUDAD REAL JUNIO 2021<br/> ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERIA AGRICOLA</p> <p>SERGIO MORAIS DIAZ</p> |  |                 |               |

Presupuesto

| Núm.  | Código    | Ud | Denominación  | Cantidad | Precio (€) | Total (€)     |
|---|-----------|----|---|----------|------------|---------------|
| <b>1.1 EXCAVACIONES ZANJA</b>                                 |           |    |   |          |            |               |
| 1.1.1   | E02EMA030 | m3 | Excavación en zanjas, en terrenos flojos por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero. l/p.p. de medios auxiliares. Según CTE-DB-SE-C y NTE-ADZ.    | 70,056   | 7,70       | 539,43        |
| <b>1.2 RELLENO DE ZANJAS</b>                                  |           |    |   |          |            |               |
| 1.2.1   | U01RZ010  | m3 | Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado. | 70,056   | 3,40       | 238,19        |
| <b>Total presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS :</b> |           |    |   |          |            | <b>777,62</b> |

| Núm.   | Código   | Ud | Denominación   | Cantidad  | Precio (€) | Total (€)        |
|--|----------|----|--|-----------|------------|------------------|
| <b>2.1 TUBERIA PRINCIPAL</b>                         |          |    |  |           |            |                  |
| 2.1.1  | U06TV140 | m  | Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. | 331,800   | 12,39      | 4.111,00         |
| <b>2.2 TUBERIA TERCIARIA</b>                         |          |    |  |           |            |                  |
| 2.2.1  | U06TV125 | m  | Tubería de PVC de 40 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2.  | 424,000   | 3,10       | 1.314,40         |
| <b>2.3 LATERALES</b>                                 |          |    |  |           |            |                  |
| 2.3.1  | U06TP001 | m  | Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros integrados situados cada 60 cm.  | 6.848,000 | 0,46       | 3.150,08         |
| <b>2.4 VALVULERIA Y PIEZAS ESPECIALES</b>            |          |    |  |           |            |                  |
| 2.4.1  | U12A102  | u  | Collarín de toma de polipropileno de 40 mm de diámetro colocado en red de riego i/juntas, completamente instalado.   | 214,000   | 6,08       | 1.301,12         |
| 2.4.2  | U12VE339 | u  | Válvula de corte de esfera, de latón, roscada, de 4" de diámetro interior, colocada en red de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.   | 3,000     | 180,05     | 540,15           |
| 2.4.3  | U12VE113 | u  | Válvula de corte de esfera, de PVC, de pegar, de 40 mm de diámetro, colocada en redes de riego, i/juntas y accesorios, completamente instalada.  | 4,000     | 27,17      | 108,68           |
| <b>Total presupuesto parcial nº 2 RED DE RIEGO :</b> |          |    |  |           |            | <b>10.525,43</b> |

| Núm.                                | Código   | Ud | Denominación   | Cantidad | Precio (€) | Total (€) |
|-------------------------------------|----------|----|--|----------|------------|-----------|
| <b>3.1 EQUIPO DE BOMBEO</b>         |          |    |  |          |            |           |
| 3.1.1                               | U12EG030 | u  | Suministro e instalación de grupo de presión compuesto por electrobomba centrífuga de 2 CV y depósito de expansión de membrana de 200 l. de capacidad, montaje monobloc, i/cuadro de maniobra compuesto por armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial, magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor y demás elementos necesarios, según R.E.B.T., i/recibido, instalado.   | 2,000    | 3.478,95   | 6.957,90  |
| <b>3.2 EQUIPO DE FILTRADO</b>       |          |    |  |          |            |           |
| 3.2.1                               | U12L050  | u  | Suministro e instalación de filtro con anillas twister, caudal nominal de 30 m <sup>3</sup> /h, carcasa de poliamida, compuesto por módulos intercambiables, filtración a 130 micras, conexiones roscadas de 2", posición de trabajo inclinada con purga, i/elementos de fijación e instalado.   | 3,000    | 193,83     | 581,49    |
| <b>3.3 EQUIPO DE FERTIRRIGACION</b> |          |    |  |          |            |           |
| 3.3.1                               | IFD050   | Ud | Depósito IBC de 1000 litros de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad de color natural, con un palet de plástico y una estructura de protección metálica. Es apto para agua potable para uso interior y cuenta con una salida inferior incorporada a 2". Medidas: 100 x 120 x 116 cm (ancho x largo x fondo).   | 4,000    | 353,96     | 1.415,84  |
| 3.3.2                               | EB       | ud | Electrobomba dosificadora eléctrica de pistón trifásica (inox.) de 0,25 CV de potencia (caudal, regulable, de 500 l/h); incluida instalación y elementos de conexión a tanques y a colector de salida. Unidad totalmente acabada.  | 4,000    | 1.021,11   | 4.084,44  |
| 3.3.3                               | EA       | ud | Electroagitador para fertilizantes de 0,5 CV de potencia. Colocado.  | 4,000    | 344,50     | 1.378,00  |
| <b>3.4 EQUIPO DE CONTROL</b>        |          |    |  |          |            |           |
| 3.4.1                               | URM010   | Ud | Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada. Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | 4,000    | 87,80      | 351,20    |

| Núm.                                | Código    | Ud | Denominación   | Cantidad | Precio (€) | Total (€) |
|-------------------------------------|-----------|----|--|----------|------------|-----------|
| 3.4.2                               | IFO010    | Ud | <p>Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar, para control de red de rociadores. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Conexión a la red de distribución de agua.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>  | 6,000    | 41,13      | 246,78    |
| 3.4.3                               | E20CCG060 | u  | <p>Contador general de agua de diámetro nominal DN 100 mm (4") tipo Woltman, pre-equipado para emisor de impulsos tipo REED. Para un caudal máximo de 100 m<sup>3</sup>/h, conforme al RD 889/2006 y norma UNE EN 15154. Instalación con filtro tipo Y con bridas, válvulas de compuerta de fundición con bridas DN100 de entrada y salida, grifo de prueba y válvula de retención con bridas. Totalmente instalado, probado y funcionando, i/ p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB HS-4.</p>   | 1,000    | 1.314,50   | 1.314,50  |
| <b>3.5 EQUIPO DE AUTOMATIZACION</b> |           |    |  |          |            |           |
| 3.5.1                               | URM030    | Ud | <p>Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 230/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado. Incluye: Instalación en la superficie de la pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> | 1,000    | 254,84     | 254,84    |
| <b>3.6 EQUIPO DE SEGURIDAD</b>      |           |    |  |          |            |           |
| 3.6.1                               | IFW050    | Ud | <p>Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/8" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>  | 3,000    | 12,54      | 37,62     |

| Núm.   | Código | Ud | Denominación  | Cantidad | Precio (€) | Total (€)        |
|--|--------|----|---|----------|------------|------------------|
| 3.6.2  | IFW040 | Ud | Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".<br>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.   | 1,000    | 10,39      | 10,39            |
| 3.6.3  | IOB025 | Ud | Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diámetro, de color rojo, formada por cuerpo de polipropileno copolímero random (PP-R), bola de latón niquelado y mando de palanca de acero con revestimiento anticorrosión.<br>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | 7,000    | 155,69     | 1.089,83         |
| <b>Total presupuesto parcial nº 3 CABEZAL DE RIEGO :</b> |        |    |   |          |            | <b>17.722,83</b> |

| Núm.  | Código | Ud | Denominación   | Cantidad | Precio (€) | Total (€)       |
|---|--------|----|--|----------|------------|-----------------|
| 4.1   | SS08   | ud | Conjunto de medidas preventivas conforme a lo dispuesto en el RD 1627/97 de Seguridad y salud en las obras de construcción y para cumplir el Estudio Básico de Seguridad y Salud | 1,000    | 875,50     | 875,50          |
| 4.2   | CC     | ud | Conjunto de medidas y ensayos innecesarios para realizar el Plan de Control de Calidad de las obras en la fase de ejecución de las mismas  | 1,000    | 360,50     | 360,50          |
| <b>Total presupuesto parcial nº 4 SEGURIDAD Y SALUD :</b> |        |    |  |          |            | <b>1.236,00</b> |



| <b>Capítulo</b>                              | <b>Importe</b>   |
|--|------------------|
| <b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>               |                  |
| 1.1 EXCAVACIONES ZANJA .....                 | 539,43           |
| 1.2 RELLENO DE ZANJAS .....                  | 238,19           |
| <b>Total 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>   | <b>777,62</b>    |
| <b>2 RED DE RIEGO</b>                        |                  |
| 2.1 TUBERIA PRINCIPAL .....                  | 4.111,00         |
| 2.2 TUBERIA TERCIARIA .....                  | 1.314,40         |
| 2.3 LATERALES .....                          | 3.150,08         |
| 2.4 VALVULERIA Y PIEZAS ESPECIALES .....     | 1.949,95         |
| <b>Total 2 RED DE RIEGO .....</b>            | <b>10.525,43</b> |
| <b>3 CABEZAL DE RIEGO</b>                    |                  |
| 3.1 EQUIPO DE BOMBEO .....                   | 6.957,90         |
| 3.2 EQUIPO DE FILTRADO .....                 | 581,49           |
| 3.3 EQUIPO DE FERTIRRIGACION .....           | 6.878,28         |
| 3.4 EQUIPO DE CONTROL .....                  | 1.912,48         |
| 3.5 EQUIPO DE AUTOMATIZACION .....           | 254,84           |
| 3.6 EQUIPO DE SEGURIDAD .....                | 1.137,84         |
| <b>Total 3 CABEZAL DE RIEGO .....</b>        | <b>17.722,83</b> |
| <b>4 SEGURIDAD Y SALUD .....</b>             | <b>1.236,00</b>  |
| <b>Presupuesto de ejecución material</b>     | <b>30.261,88</b> |
| 9% de gastos generales                       | 2.723,57         |
| 6% de beneficio industrial                   | 1.815,71         |
| <b>Suma</b>                                  | <b>34.801,16</b> |
| 21% IVA                                      | 7.308,24         |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata</b> | <b>42.109,40</b> |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y DOS MIL CIENTO NUEVE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

TOMELLOSO, CIUDAD REAL\_JUNIO 2021  
ALUMNO DEL GRADO DE INGENIERIA AGRICOLA

SERGIO MORAIS DIAZ

