



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS

NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI  
MAILAKO ESKOLA TEKNIKO

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LAS  
PARCELAS 10096, 20096, 30096 Y 40096 DEL POLÍGONO 120 DEL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN**

Presentado por

CARLOS CABETAS BORJABAD

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



## **RESUMEN**

El siguiente proyecto, pretende mostrar la transformación del actual sistema de riego presente en las parcelas 10096, 20096, 30096 y 40096 del polígono 120 del término municipal de Almazán a un sistema de regadío por aspersión.

Para ello, ha sido necesario realizar un análisis previo del terreno, así como las condiciones del mismo para determinar la viabilidad de la instalación de dicho riego, además, se ha requerido de la implantación de una balsa de almacenamiento de agua así como de una bomba hidráulica que permitiera llevar el agua a toda la finca.

Con el objetivo de que todo el proceso llevado a cabo quede debidamente documentado, se ha realizado el documento aquí presente, en el que se muestra una adecuada propuesta de proyecto, definiendo todos los aspectos necesarios y especificando cuantas cosas han sido necesarias mediante cada uno de los anexos que se incluyen.

*Palabras clave:*

*Regadío por aspersión, Almazán*

## **ABSTRACT**

The following project aims to show the transformation of the current irrigation system present in plots 10096, 20096, 30096 and 40096 of polygon 120 in the municipality of Almazán to a sprinkler irrigation system.

To do this, it was necessary to carry out a prior analysis of the land and its conditions to determine the viability of the installation of this irrigation system, as well as the implementation of a water storage pond and a hydraulic pump that would allow the water to be delivered to the entire estate.

With the aim of duly documenting the entire process carried out, the present document has been drawn up, in which a suitable project proposal is shown, defining all the necessary aspects and specifying as many things as have been necessary by means of each of the annexes that are included.

**Keywords:**

*Sprinkler irrigation, Almazán*



## **ÍNDICE: GENERAL**

### **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

### **DOCUMENTO N°2: ANEXOS**

ANEXO I: ESTUDIO CLIMÁTICO

ANEXO II: ESTUDIO GEOLÓGICO Y EDÁFICO

ANEXO III: ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA

ANEXO IV: PROPUESTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS

ANEXO V: NECESIDADES HÍDRICAS

ANEXO VI: DISEÑO HIDRAÚLICO

ANEXO VII: Balsa Y ESTACIÓN DE BOMBEO

ANEXO VIII: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

### **DOCUMENTO N° 3: PLANOS**

### **DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **DOCUMENTO N°5: PRESUPUESTOS Y MEDICIONES**





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS

NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA

## **DODUMENTO 1. MEMORIA**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu





# ÍNDICE

## DOCUMENTO 1. MEMORIA

1.	OBJETO .....	5
2.	ALCANCE.....	5
3.	ANTECEDENTES .....	6
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA .....	6
4.1.	Localización .....	7
4.2.	Climatología.....	7
4.3.	Geología y suelo .....	9
4.4.	Calidad del agua de riego .....	10
5.	NORMAS Y REFERENCIAS .....	11
5.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas .....	11
5.2.	Programas informáticos .....	12
5.3.	Plan de gestión de calidad.....	12
5.4.	Bibliografía .....	13
6.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	15
7.	JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA ELEGIDO .....	16
7.1.	Ventajas.....	17
7.2.	Inconvenientes.....	17
8.	PROPUESTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS .....	17
9.	NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS.....	21
10.	DISEÑO HIDRÁULICO .....	22
10.1.	Disposición de la red de tuberías y aspersores .....	23
11.	BALSA Y ESTACIÓN DE BOMBEO .....	24
11.1.	Introducción .....	24
11.2.	Justificación .....	24
11.3.	Balsa de almacenamiento .....	24
11.4.	Estación de bombeo.....	25
13.	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	27
13.1.	Introducción .....	27
13.2.	Viabilidad y rentabilidad .....	27
14.	ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS .....	28



## 1. OBJETO

El presente proyecto tiene como objeto la transformación a regadío de un total de 17,38 hectáreas que conforman el conjunto de las parcelas 10096, 20096, 30096 y 40096 del polígono 120 del término municipal de Almazán, situado en la zona sur de la provincia de Soria. En la actualidad, las parcelas son gestionadas de forma conjunta, por lo que a lo largo del proyecto se tratarán como una única unidad en los diferentes estudios a realizar.

La parcela se encuentra en una zona tradicional de cultivos cerealistas de secano situada en la localidad de Almántiga, perteneciente al partido judicial de Almazán. La instalación de este sistema de riego en explotaciones cercanas durante los últimos años se ha visto incrementada debido a la modernización de la zona regable del Canal de Almazán. Ello, junto con los buenos resultados de rendimiento obtenidos, ha sido el motivo principal que ha llevado al promotor del presente proyecto a iniciar dicha transformación, pese a que la parcela no se encuentra en la superficie dominada por el Canal de Almazán.

El sistema de regadío a implantar en la parcela es el riego por aspersión. Los componentes principales de este sistema a partir de los cuales se desarrolla su actividad son una balsa de almacenamiento, una estación de bombeo y una red de distribución de agua formada por tuberías y aspersores a instalar sobre la parcela objeto de estudio del presente proyecto.

En el caso de la balsa de almacenamiento, estará situada en la parcela colindante, número 105 del polígono 120 del término municipal de Almazán, y tendrá la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades semanales máximas de los diferentes cultivos. La circulación del agua desde dicha balsa hasta la parcela se realizará por medio de la estación de bombeo, la cual proporcionará el caudal y la presión necesarios para llevar a cabo el riego de la parcela. Por último, la red de tuberías y aspersores que se instalará en la parcela permitirá la adecuada distribución del agua a través de esta.

El agua para el riego se obtendrá mediante una toma de bombeo a partir de un pozo de sondeo situado en la zona sur de la parcela, a través de la cual discurre el Arroyo del Mojón. Bajo él, se desarrolla un acuífero, de forma que el nivel de la capa freática en la época de estiaje se encuentra a una distancia de la superficie de unos 10 metros. El caudal obtenido de dicho pozo será suficiente para el abastecimiento de la balsa en las épocas más exigentes.

Para la adecuada realización del presente proyecto se han llevado a cabo diferentes estudios referentes a la climatología de la zona, geología y edafología, calidad del agua de riego, estudio de los cultivos a implantar, diseño de la red de distribución, balsa de almacenamiento y estación de bombeo, y estudio de viabilidad económica.

## 2. ALCANCE

En el presente proyecto se va a llevar a cabo la transformación de secano a regadío de las parcelas 10096, 20096, 30096 y 40096 del polígono 120 del término municipal de Almazán, Soria.

La superficie total del conjunto de las parcelas alcanza las 17,38 hectáreas, en las cuales se va a realizar la instalación de una red de tuberías y aspersores definida en el *Anexo VI. Diseño hidráulico*. Además, se incluye el diseño de una balsa de almacenamiento de agua y una

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

estación de bombeo, encargada de suministrar el agua a dicha red con el objetivo de garantizar la aplicación uniforme del riego.

Para poder alcanzar dicho objetivo se llevarán a cabo los estudios pertinentes que intervienen en el diseño y eficiencia de los diferentes componentes del sistema de riego, y que afectan tanto a los factores internos como externos de la parcela tales como la localización, clima, suelo, agua, etc. En ellos se incluirán todos los datos y cálculos necesarios para justificar la instalación, de forma que prime en todo momento el buen funcionamiento y rentabilidad de esta.

### 3. ANTECEDENTES

Las fincas objeto de transformación son propiedad de la familia de Luis Cabetas, el promotor del proyecto, natural de Balluncar, localidad colindante con Almántiga y perteneciente a su vez al partido judicial de Almazán, donde se desarrolla gran parte de la explotación total. El actual propietario y promotor del proyecto es agricultor a título principal.

El conjunto de parcelas presenta una superficie total de 17,38 hectáreas, siendo correspondidas 3,475 a la parcela 10096, 3,373 a la 20096, 8,473 a la 30096 y 2,062 a la 40096. Actualmente, todas ellas se trabajan de forma conjunta, y están dedicadas al cultivo en secano de cereal en extensivo.

En los últimos años, se han llevado a cabo diferentes operaciones de nivelación de la parcela, con el objetivo de disponer de un terreno más apto para la labranza, que contribuyen al correcto diseño e instalación del riego por aspersión. Asimismo, en el año 2018, se procedió al derrumbe de un gran depósito de hormigón situado en la zona sur de la parcela, el cual servía como sistema de riego por gravedad en la antigüedad.

Gracias a ello, y a los diferentes estudios realizados, es posible realizar la instalación de riego por aspersión en la parcela, lo que contribuye a un aumento considerable en los rendimientos de esta, además de aportar una mayor seguridad al promotor en consecuencia de los problemas debidos a la sequía de los últimos años.

### 4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Con el objetivo de comprobar las condiciones en las que se encuentra la parcela en relación al correcto funcionamiento de la instalación de riego por aspersión, se recogen los siguientes estudios referidos a la localización, climatología, geología y edafología y calidad del agua del riego, que se recogen en los anexos 1, 2 y 3.

Estos factores influyen de manera importante en los distintos componentes del sistema tales como la elección de los cultivos de la rotación, junto con sus respectivas necesidades, el diseño de la red de tuberías y aspersores, el dimensionado de la balsa de almacenamiento y la estación de bombeo.

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

### 4.1. Localización

La parcela objeto de transformación a regadío comprende una superficie total de 17,38 hectáreas, y está situada en la provincia de Soria (Zona Sur), más concretamente en el término municipal de Almazán, a 34 kilómetros de la capital.

La parcela se encuentra en el paraje denominado "El Juncal", cercano a la localidad de Almántiga. Los lindes de la misma son los siguientes: Norte con camino público (camino de Lodares del Monte a Almántiga); Sur con la parcela 70096, paraje "Carralodares"; Este con la parcela 105, paraje "El Espolón"; Oeste con camino público (camino de Barca a Cobertelada) y finca 95. El acceso a la parcela se realiza por caminos de concentración parcelaria en buen estado de firme, que dan accesibilidad a camiones, remolques y maquinaria de gran tamaño.

Es posible observar su localización y situación en la siguiente figura, y en los planos número 1 y 2.



*Figura 1. Situación de la parcela respecto a núcleos urbanos.*

### 4.2. Climatología

El estudio climático de la parcela se ha realizado a partir de los datos de la estación meteorológica de Morón de Almazán, a través de la web de meteorología y climatología de Castilla y León.

Determinar las características climáticas de la zona es un aspecto fundamental a la hora de escoger los cultivos y determinar sus necesidades a lo largo de su ciclo de desarrollo. Además, influyen en gran medida en el diseño del sistema de riego, tanto en lo relacionado con los

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

aportes de agua a la parcela como los posibles problemas ocasionados por precipitaciones, vientos, etc.

A continuación, se definen los principales factores que determinan las condiciones climáticas en las que se encuentra la parcela a tratar.

### - Temperatura:

El clima de la zona es mediterráneo continental, y se caracteriza por presentar inviernos largos y frío y veranos calurosos y secos. Las temperaturas medias anuales se sitúan en torno a los 11,4 °C, con grandes variaciones térmicas a lo largo del año, alcanzando 21,5 °C de media en julio y 4,3 °C en enero.

Destaca por las bajas temperaturas en los meses de invierno, pudiendo alcanzar hasta los 20 días de heladas al mes. Sin embargo, este riesgo disminuye de forma gradual en los meses de primavera y otoño, dando lugar a un periodo libre de heladas de 83,3 días.

### - Precipitaciones:

La precipitación media anual es de 460,4 mm, alcanzando los valores máximos durante los meses de primavera y otoño y los mínimos en verano, condiciones típicas de los climas mediterráneos.

Dentro de las precipitaciones, también se incluyen aquellas en forma de nieve o granizo, las cuales se dan principalmente en invierno. Sin embargo, generalmente ocurren de forma aislada y de carácter plurianual.

### - Climograma:

El climograma representa de forma conjunta los valores mensuales medios, máximos y mínimos de temperaturas y precipitaciones a lo largo de un año medio. Como es posible observar, los veranos son cortos y secos apenas superando los 20°C de media durante dos meses del año, a diferencia de los inviernos largos y fríos, con tres meses de temperaturas medias inferiores a los 5°C.

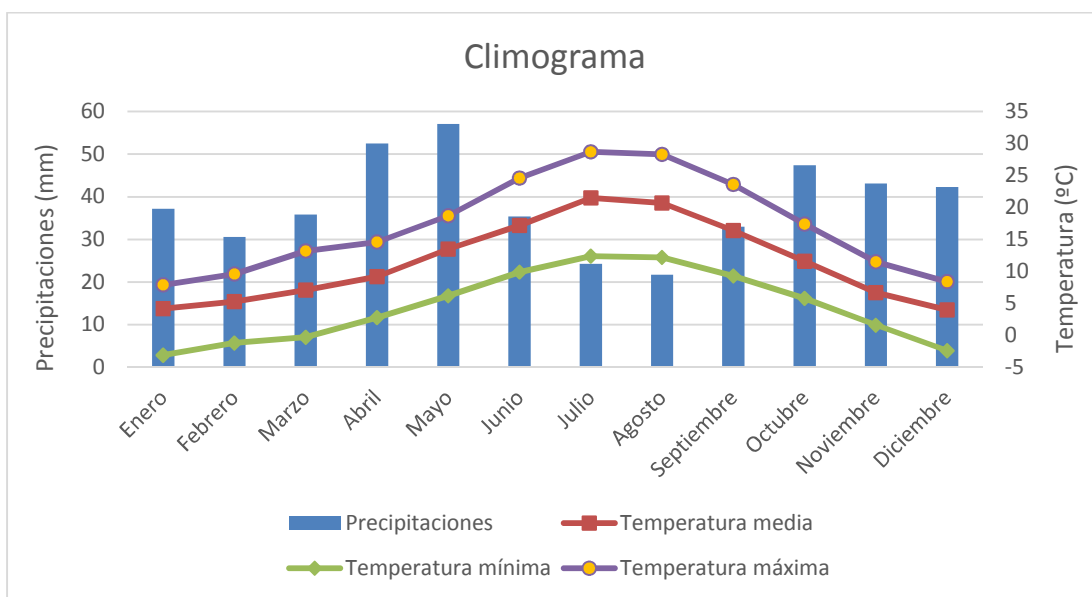


Figura 2. Climograma de la zona.

Este análisis se encuentra detallado en profundidad en el *Anexo 1. Estudio climático*.

#### 4.3. Geología y suelo

La unidad geológica de Almazán se encuentra situada en el centro de la cuenca terciaria denominada con el mismo nombre, que constituye el extremo más oriental de la Cuenca del Duero. En el *Anexo 2. Estudio geológico y edáfico*, se muestra la Hoja 406 del Mapa Geológico de España (22-16 "Almazán") a escala 1:50.000, correspondiente a la zona objeto de estudio.

Los primeros materiales depositados están constituidos por conglomerados de caliza y cuarcita con cemento rojo, y son pertenecientes al Oligoceno. Posteriormente, los materiales miocenos están formados por conglomerados calcáreos y areniscas, con capas de arena y arcilla, sobre los cuales aparece la facies carbonatada que da lugar a una ruptura brusca de la pendiente del terreno. En el Cuaternario, los materiales depositados rellenan el fondo de los valles formando el aluvial de los ríos, compuesto por arenas, limos y arcillas, o bien dan lugar a terrazas en muchos casos fuertemente desarrolladas.

Más concretamente, en la parcela confluyen tres unidades geomorfológicas diferentes, entre las cuales la más importante es la constituida por areniscas silíceas, arenas y arcillas.

Asimismo, se ha realizado un estudio edafológico de la parcela con el fin de asegurar que el terreno es apto tanto para el cultivo como para la instalación de riego, mediante el análisis de las propiedades físicas y químicas del mismo. A continuación, se muestran los resultados de dicho estudio, el cual se desarrolla de forma completa en el ya mencionado *Anexo 2. Estudio geológico y edáfico*.

##### - Propiedades físicas:

En lo referido a la textura, la relación entre las diferentes partículas indica que se trata de un suelo franco, cercano a franco-arcilloso, con un contenido en arena del 46,64%, limo 28,47% y arcilla 24,89%.

Este tipo de suelos se caracteriza por una textura media-gruesa y una superficie específica media, además de no dar lugar a problemas de compacidad y permeabilidad, por lo que apenas va a presentar dificultad para el laboreo. Por otro lado, su carácter franco permite una mejor retención de agua y nutrientes así como de materia orgánica en comparación con los suelos arenosos. Sumado a ello, las características de drenaje, infiltración de agua y aireación serán mejores que los suelos con altos contenidos en limos o arcillas.

En cuanto a la retención de agua en el suelo, conocer la velocidad de infiltración resulta de gran importancia durante la aplicación de riego, ya que influye en diversos aspectos como la dosis y el caudal a aportar a la parcela. Se ha estimado una velocidad de infiltración de 7 milímetros por hora, basándose en la textura, estructura y porosidad del suelo.

Por otro lado, es posible conocer de forma precisa la capacidad de retención de agua disponible para las plantas (CRAD), a partir de los datos de Capacidad de Campo y Punto de Marchitez, calculados en función de la textura y contenido en materia orgánica del suelo. Se obtiene un valor de 11,74%, que corresponde al agua presente en el suelo que puede ser aprovechada por las plantas.

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Otra de las propiedades físicas más importantes es la permeabilidad, que determina la velocidad de transmisión de agua de un suelo saturado a través de él, bajo la influencia de la gravedad. Este valor se estima en función de la textura, por lo que, al tratarse de un suelo con textura franca, la permeabilizada tendrá valores medios de 210,39 mm/día.

### - Propiedades químicas:

En cuanto al pH, se ha obtenido un valor de 8,38, por lo que puede clasificarse como un suelo básico. Este tipo de suelos se caracteriza por ser suelos calizos, con buena estructura, y adecuados para el desarrollo de la actividad microbiana. Sin embargo, pueden existir deficiencias de nutrientes esenciales como nitrógeno o fósforo y de algunos micronutrientes como el hierro, cobre o cinc.

En lo referido a la salinidad, es una de las principales causas de pérdida de productividad de los suelos, siendo el sodio, magnesio y calcio los cationes más influyentes. Los efectos sobre los cultivos dependen en gran parte de la tolerancia de cada especie, así como del estadio de desarrollo en el que se encuentre. La salinidad de un suelo se estima a partir de la conductividad eléctrica. En este caso, presenta un valor de 0,175 dS/m, por lo que se no van a existir problemas de salinidad.

Otro aspecto estudiado es el contenido en materia orgánica del suelo, el cual influye de manera importante en las propiedades físicas, químicas y biológicas de este. Se obtiene un valor de 1,23%, presentando el suelo un bajo porcentaje de materia orgánica. Por ello, se deben emplear nuevas técnicas para tratar de aumentar la materia orgánica del suelo como reducir el laboreo, aportar materia orgánica en diversas formas o emplear cultivos de cobertura en la rotación.

Por último, en cuanto a la presencia de nutrientes esenciales en el suelo, es posible determinar que el contenido en nitrógeno, fósforo y potasio alcanza valores medios, siendo estos ligeramente elevados en el caso del nitrógeno.

#### 4.4. Calidad del agua de riego

El agua con el que se abastece la parcela objeto de transformación es obtenida de un pozo situado en el límite inferior de la parcela, procedente del Arroyo del Mojón. Al no disponer de datos concretos del punto de extracción, los resultados analíticos se obtendrán de la estación hidrológica gestionada por la Confederación Hidrográfica del Duero en el propio Río Duero a su paso por Almazán. En el caso de que dichos análisis resulten limitantes para los cultivos escogidos, sería recomendable realizarlos en el mismo punto de extracción del agua de riego.

Los resultados y descripción del análisis se muestran en el *Anexo 3. Estudio de la calidad del agua de riego*.

El resultado del estudio muestra un pH neutro de 7,36. Este valor se encuentra en el rango entre 6,5 y 8,4, dentro del cual se consideran como valores de pH adecuados, por lo que no existirán problemas para el desarrollo de los cultivos.

En cuanto a la salinidad, se estima en función de las sales totales disueltas presentes en la muestra de agua. Este valor es de 0,353 g/l, por lo que es posible determinar que se trata de un agua que no presenta ningún riesgo para el desarrollo de los cultivos.



## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

El análisis de los iones presentes en el agua de riego ha dado como resultado valores normales para las concentraciones de amonio y de sulfatos. Sin embargo, en el caso de los nitratos, el valor es más elevado pese a que se encuentra por debajo del límite máximo a partir del cual existiría cierto riesgo de toxicidad.

Por último, el resultado de los análisis de dureza es de 24,5 GHF, por lo que el agua objeto de estudio se clasificaría como medianamente dura. Por ello, podrían aumentar las necesidades de mantenimiento del sistema, además de provocar problemas de permeabilidad y compactación del suelo.

### 5. NORMAS Y REFERENCIAS

#### 5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

En la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente legislación específica.

- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Asociación Española de Normalización (2014). UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de documentos que constituyen un proyecto técnico. MADRID: AENOR.
- Asociación Española de Normalización (2010). Norma UNE-EN ISO 9261:2010. Equipos de riego. Emisores y tuberías emisoras. Especificaciones y métodos de ensayo. MADRID:AENOR.
- Asociación Española de Normalización (2020). UNE 53331:2020. Plásticos. Tuberías de Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidas a cargas externas. MADRID: AENOR.
- Asociación Española de Normalización (1986). UNE 68-075-86. Material de riego: Emisores: Requisitos generales y métodos de ensayo.
- Asociación Española de Normalización (1990). NUNE 53-131. Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Características y métodos de ensayo.
- Asociación Española de Normalización (2010). UNE-EN ISO 1452-2. Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).
- Asociación Española de Normalización (20125). UNE-ISO 16422:2015. Tubos y uniones de poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión.

### 5.2. Programas informáticos

Para la elaboración del proyecto y la realización de los cálculos y el diseño pertinentes, se han empleado los siguientes programas:

- AutoCAD 2020.
- Qgis Desktop 13.2.
- Microsoft Excel.

### 5.3. Plan de gestión de calidad

El plan de gestión de calidad presenta una serie de criterios generales básicos para la correcta elaboración del proyecto. De esta forma, será posible garantizar cierta calidad en el trabajo desarrollado, siguiendo las indicaciones de la norma UNE 157001:2014, sobre los aspectos relacionados con la planificación, distribución y redacción del proyecto.

El proyecto deberá estar redactado de forma que pueda ser interpretado correctamente, mediante la utilización de un lenguaje claro, preciso, libre de vaguedades y términos ambiguos, y coherente con la terminología empleada en los diferentes capítulos y apartados del proyecto.

Debe existir una estructura global ordenada, la cual se basa en índice, memoria, anexos, planos, pliego de condiciones, mediciones y presupuestos. Dichos documentos deben ordenarse según la tipología del proyecto pudiendo agruparse en distintos volúmenes. Cada uno de ellos deberá presentar su propia portada, indicando claramente de cual se trata.

A continuación, se muestran los pasos a realizar para seguir un orden de actuación correcto para la elaboración del proyecto.

- Estudio de la zona:

Estudio de la localización y situación de la parcela objeto de transformación.

Adecuada accesibilidad a la parcela mediante caminos de concentración.

Conocimiento de las condiciones meteorológicas que se desarrollan en la zona a partir del estudio climatológico.

- Estudio del terreno:

Acondicionamiento del terreno gracias a su correspondiente estudio geológico y edafológico.

Estudio y elección de los cultivos en base a las características del terreno.

- Realización de los planos:

Empleo de los programas informáticos Qgis Desktop 13.2 y AutoCAD 2020.

Planos de situación y localización de la parcela, sectorización y distribución de la red de tuberías y aspersores, y balsa de almacenamiento y estación de bombeo.

- Diseño del sistema de riego:

Utilización del programa AutoCAD 2020 para el diseño del sistema de riego.

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Dimensionado de la red de tuberías, balsa de almacenamiento y estación de bombeo.

Garantía de utilización de los materiales normalizados.

#### 5.4. Bibliografía

A continuación, se desarrolla la bibliografía empleada para la realización del presente proyecto.

AEMET. (2013). Base de datos meteorológica. Gráficos -Datos Extremos-Datos diarios de Temperatura. datosclima.es. Recuperado 2022, de

<https://datosclima.es/Aemet2013/Tempestad2013.php>

AEMET. (s. f.). *Valores climatológicos normales. Soria*. Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España.

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=2030&k=cle>

ITACYL (2012). *Inforiego*. Junta de Castilla y León. Recuperado 2022, de

[https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info\\_meteo/construir/index.html](https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info_meteo/construir/index.html)

Bardají Cando, J. (1985). Estudio de suelos de la zona de Almazán (Soria). Ministerio de Agricultura, IRYDA, Madrid.

Báscones, E. (2004). Análisis del suelo y consejos de abonado. Valladolid: Diputación provincial de Valladolid.

Fuentes, J.L. (1999). El suelo y los fertilizantes. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Instituto Tecnológico GeoMinero de España. (1991). Mapa Geológico de España. IGME.

<http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/memorias/MMagna0406.pdf>

INE, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Garmin, USGS, NGA. (2022). *Mapa Geológico Continuo de España a escala 1/50.000*. IGME.

<https://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=44df600f5c6241b59edb596f54388ae4>

Ministerio de Industria y energía. (1984, febrero). *Informe sobre la infraestructura hidrogeológica del municipio del gran área de expansión industrial de Almazán (Soria) y protección del mismo*. Comisaria de la energía y recursos minerales.

[http://info.igme.es/SidPDF/003000/086/Informe%20sobre%20la%20infraestructura%20hidrogeol%C3%B3gica%20de%20Almaz%C3%A1n%20\(Soria\)/3086\\_0002.pdf](http://info.igme.es/SidPDF/003000/086/Informe%20sobre%20la%20infraestructura%20hidrogeol%C3%B3gica%20de%20Almaz%C3%A1n%20(Soria)/3086_0002.pdf)

Porta, C. J. (2008). Introducción a la edafología: Uso y protección del suelo. Mundi-Prensa.

Porta, J., López-Acevedo, M., & Roquero, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Ruiz Fernández De La Lopa, V., Gabaldón López, V., & Martín-Serrano, A. (1989). Mapa geológico de España. Instituto Geológico y Minero de España.

[http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d4\\_G50/Magna50\\_406.pdf](http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d4_G50/Magna50_406.pdf)

Trueba, C., Millán, R., Schmid, T., Lago (CIEMAT), C., Roquero, C., & Magister (UPM), M. (1999). Base de Datos de Propiedades Edafológicas de los Suelos Españoles. Volumen XII. CASTILLA - LEÓN (c): Burgos, Soria y Segovia. IAEA.

[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/38/106/38106951.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/106/38106951.pdf)

Visor de datos - Portal de Suelos - ITACyL Portal Web. (2022). Portal de Suelos.

[https://suelos.itacyl.es/visor\\_datos](https://suelos.itacyl.es/visor_datos)

Cánovas, J. (1986). Calidad agronómica de las aguas de riego. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

FAO (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO de riego y drenaje, 1, 29, Roma.

Laboratorio, C. (2021, 28 abril). Riego V: Interpretación de Análisis Agua de Riego. CSR Laboratorio.

<https://csrlaboratorio.es/laboratorio/aguas/aguas-de-riego/riego-v-interpretacion-analisis-agua-de-riego/>

Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794. Nº 35 Mayo 2015

<https://csrlaboratorio.es/laboratorio/aguas/aguas-de-riego/riego-v-interpretacion-analisis-agua-de-riego/>

Sistema Automático de Información del Duero. (2022). Información de Calidad del Agua. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.

<https://www.saihduero.es/saica/EC209>

LG Seeds. (2022, 8 febrero). LG Seeds: semillas de maíz, girasol, cereal, colza y forrajeras.

<https://www.lgseeds.es/>

Copiso soria soc. cooperativa. (2021, septiembre). Catalogo de semillas 2022 (Trigo filon).

RAGT Semillas. (2018, febrero). RGT Planet.

<https://ragt-semillas.es/sites/default/files/public/medias/variety/pdfs/RGT%20PLANET.pdf>

RAGT Semillas. (2022, marzo). RGT Eleac.

<https://ragt-semillas.es/sites/default/files/public/medias/variety/pdfs/RGT%20ELEAC.pdf>

Lidea seeds. (s. f.). ES Gracio.

[https://api.lidea-seeds.es/uploads/2021/08/lidea\\_es\\_gracio.pdf](https://api.lidea-seeds.es/uploads/2021/08/lidea_es_gracio.pdf)

Oficina del Regante. (2002). InfoRiego. ITACyL Portal Web.

<https://www.itacyl.es/agro-y-geo-tecnologia/herramientas-para-toma-de-decisiones/oficina-del-regante>

*Evapotranspiración del cultivo «Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos».* (1990, mayo). FAO.

<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

Fuentes Yagüe, J. L. 2003. Técnicas de riego. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Pizarro, F. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Santos Pereira, L. et al, 2010. El riego y sus tecnologías

Tarjuelo, J. M<sup>a</sup>. 2009. El riego por aspersión y su tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Elices Ayuso J.J. (2015). Proyecto de construcción de una balsa de riego en el T.M. de Caleruega (Burgos). Universidad de Valladolid. Campus de Palencia.

Ayuso et al. (2009). Proyecto de depósitos de almacenamiento de efluentes de industrias agroalimentarias. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Pons et al. (2009). Guías para el proyecto, construcción, explotación, mantenimiento, vigilancia y planes de emergencia de las balsas de riego con vistas a la seguridad. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge.

González Sagués J.L. (2015). Proyecto de reforma y ampliación de embalse de riego. Generalitat Valenciana.

## 6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación, se muestran las definiciones y abreviaturas empleadas a lo largo del presente proyecto.

- ha: hectárea.
- km: kilómetro.
- m: metro.
- cm: centímetro.
- mm: milímetro.
- Tm: temperatura media.
- Tmin: temperatura mínima.
- Tmax: temperatura máxima.
- h: hora.
- l: litro.
- s: segundo.
- l/s: unidad de medida de caudal. Litro por segundo.
- N: norte.
- NW: noroeste.
- MJ/m<sup>2</sup>: unidad de medida de la radiación. Megajulio por metro cuadrado.
- UTS: Unidad Tectosedimentaria.

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- CRAD: capacidad de retención de agua disponible.
- CC: capacidad de campo.
- PM: punto de marchitez.
- CE: conductividad eléctrica.
- kPa: kilopascal.
- dS/m: unidad de medida de la conductividad eléctrica. Decisiemens por metro.
- ppm: unidad de medida de concentración. Partes por millón.
- mg/l: unidad de medida de concentración. Miligramo por litro.
- $\mu\text{s/cm}$ : unidad de medida de la conductividad eléctrica. Microsiemens por centímetro.
- GHF: unidad de medida de la dureza del agua. Grados Higrométricos Franceses.
- ASAJA SORIA: Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores.
- $ET_0$ : evapotranspiración de referencia.
- $K_c$ : coeficiente del cultivo.
- $ET_c$ : evapotranspiración de cultivo.
- PE: precipitación efectiva.
- $NH_n$ : necesidades hídricas netas.
- $NH_b$ : necesidades hídricas brutas.
- IGN: Instituto Geográfico Nacional.
- TP: tubería primaria.
- TS: tubería secundaria.
- PVC: policloruro de vinilo.
- PEAD: polietileno de alta densidad.
- v: velocidad.
- A: área.
- Q: caudal.
- D: diámetro.
- $\varnothing$ : diámetro.
- P: presión.
- mca: unidad de medida de presión. Metros de columna de agua.
- L: tubería.
- C: coeficiente de rugosidad de la tubería.
- h: pérdidas de carga.
- ITACyL: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.
- Wp: unidad de potencia en los paneles fotovoltaicos. Vatios pico.
- IGP: Instrucción de Grandes Presas.

### 7. JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA ELEGIDO

El sistema de regadío que se va a implantar en la parcela objeto de transformación es el riego por aspersión. Se trata de una modalidad de regadío mediante la cual el agua se aplica en forma de lluvia localizada más o menos intensa, y se distribuye de manera uniforme sobre el terreno.

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Para conseguir una adecuada funcionalidad se deben tener en cuenta diversos factores como la presión necesaria para aplicar el agua uniformemente, el diseño de una red de tuberías y aspersores adecuada, balsa de almacenamiento de agua y estación de bombeo que conecte la balsa con la red de tuberías.

A continuación, se recogen las principales ventajas e inconvenientes de dicho sistema de riego.

### 7.1. Ventajas

- Menor consumo de agua que otros sistemas de riego (hasta un 50% menos).
- Elimina los canales de conducción de agua, reduciendo así las posibles pérdidas relacionadas con el transporte de esta.
- Disminuye la presión que el agua puede ofrecer a las plantas.
- Adecuado para cultivos donde la densidad de planta es muy elevada.
- Disminuye el efecto de las heladas.
- Adecuado para todo tipo de suelos, excepto los muy arcillosos.
- Es posible la instalación de riego en zonas menos niveladas.
- Reduce la compactación del suelo.
- Es posible el empleo de fertilizantes solubles y productos químicos.
- Notable incremento de los rendimientos de los cultivos.
- Ahorro notable de mano de obra y de recursos, en comparación con el riego por superficie.

### 7.2. Inconvenientes

- Mayor consumo de agua y menor eficiencia que los sistemas de riego por goteo.
- Condiciones de elevada temperatura aumentan considerablemente la pérdida de agua por evaporación.
- Gran influencia de las condiciones climatológicas en la uniformidad de aplicación, principalmente el viento.
- Necesidad de determinar una adecuada distancia entre aspersores para poder cumplir con el criterio de uniformidad.
- La humedad provocada en la zona foliar y del tallo junto con las altas temperaturas favorecen la aparición plagas y enfermedades.
- Los costes de instalación así como de materiales y mano de obra son elevados.
- Requiere de mayores conocimientos técnicos.
- Los sistemas de riego por aspersión mecanizados presentan una demanda energética elevada.

## 8. PROPUESTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS

La rotación de cultivos es una de las técnicas más utilizadas en la agricultura actualmente. Consiste en la implantación de forma sucesiva de cultivos que presentan necesidades nutritivas diferentes en una misma parcela, de manera ordenada en el tiempo.

El empleo de distintos cultivos con sistemas radiculares específicos, conlleva una mayor aireación del terreno, mejorando la capacidad de infiltración de agua y, en consecuencia, alcanzando unos niveles de humedad más adecuados. Además, dará lugar a un enriquecimiento del perfil productivo del suelo, debido a los aportes de diferentes nutrientes y tipos de materia

## TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

orgánica. Por otro lado, permite realizar un mejor aprovechamiento del abonado, así como la eliminación de malas hierbas, plagas o enfermedades de una forma más eficiente.

La combinación de todo ello, tienen como objetivo favorecer la conservación o mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que da lugar a unos rendimientos mayores tanto en el ámbito económico como en el agronómico.

La elección de los cultivos que conforman la rotación se ha realizado siguiendo los siguientes criterios a tener en cuenta:

- Conocimiento de las técnicas de cultivo.
- Conocimiento de las características morfológicas y fisiológicas de los cultivos.
- Conocimiento de malas hierbas, plagas y enfermedades de los cultivos.
- Adaptación de los cultivos a las condiciones climáticas y edáficas de la parcela.
- Capacidad de los cultivos para mantener o mejorar las características del suelo.
- Capacidad de los cultivos para aprovechar los recursos que ha dejado el cultivo anterior.
- Capacidad para introducir nuevos cultivos en la rotación en momentos específicos de necesidad.
- Economía de la explotación.
- Capacidad de comercialización de los productos.
- Factores de producción disponibles como maquinaria específica, insumos, mano de obra, etc.
- Disposiciones legales.

Las especies y variedades escogidas para la rotación de cultivos de la parcela objeto de estudio, deben adaptarse a los criterios mencionados, además de dar lugar a unos rendimientos económicos adecuados, teniendo en cuenta las posibles variaciones que puedan producirse en el mercado a largo plazo.

La elección de las variedades se ha realizado teniendo en cuenta los ensayos realizados por ASAJA SORIA en los campos de ensayo situados en el término municipal de Almazán. Debido a su cercanía con la parcela, las condiciones climáticas y edafológicas son muy similares.

A continuación, se muestran las variedades escogidas para los cultivos empleados en la rotación, las cuales son descritas en detalle en el *Anexo IV. Propuesta de rotación de cultivos*.

- Colza: ES GRACIO y LG AVIRON.
- Trigo: FILON.
- Cebada: LG CASTING y RGT PLANET.
- Girasol: LG 50.514.
- Triticale: RGT ELEAC.

Para la rotación de cultivos se propone el siguiente calendario que se ha diseñado para un periodo de tiempo de 10 años.

*Figura 3. Calendario de rotación.*



TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

AÑO 0																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	BARBECHO																COLZA																															

AÑO 1																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	COLZA																LABOREO																TRIGO															

AÑO 2																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	TRIGO BLANDO																LABOREO																CEBADA															

AÑO 3																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	CEBADA TEMPRANA																LABOREO																															

AÑO 4																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	LABOREO																GIRASOL																LABOREO															

AÑO 5																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	LABOREO				CEBADA TARDÍA																LABOREO																TRIGO											

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

AÑO 6																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	TRIGO BLANDO										BARBECHO																									

AÑO 7																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	BARBECHO										COLZA																									

AÑO 8																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	COLZA										LABOREO										TRIGO															

AÑO 9																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	TRIGO BLANDO										LABOREO										CEBADA															

AÑO 10																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	CEBADA TEMPRANA										LABOREO										TRITICALE															

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Esta propuesta de rotación y calendario es únicamente una recomendación, de forma que pueda servirle al agricultor de guía para la gestión de la parcela objeto de transformación. No es de expresa obligación el cumplimiento de dichos parámetros.

9. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS

La determinación de las necesidades hídricas de los diferentes cultivos que conforman la rotación supone un aspecto fundamental para el diseño y dimensionado del sistema de riego. Estas han sido calculadas para los ciclos completos de los cultivos más exigentes hídricamente, en este caso, colza y trigo. Para ello, es necesario conocer las necesidades de agua en su valor punta, a partir del cual se realizarán los cálculos para el diseño de las instalaciones de riego, de forma que estas también puedan ser utilizadas en circunstancias menos exigentes.

Previo a ello, se definen los siguientes conceptos, los cuales se encuentran descritos con exactitud en el *Anexo V. Necesidades hídricas*.

- Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ).
- Coeficiente del cultivo según el estado de desarrollo ( $K_c$ ).
- Evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ).
- Precipitación efectiva (PE).
- Necesidades hídricas netas ( $NH_n$ ).
- Necesidades hídricas brutas ( $NH_b$ ).

El cálculo de las necesidades hídricas ha sido calculado semanalmente para los ciclos completos de ambos cultivos, a partir de los datos medios de evapotranspiración de referencia obtenidos desde 2012 hasta la actualidad.

Para el caso del trigo, las necesidades de agua son más elevadas desde principios de mayo hasta mediados de junio, alcanzando el máximo en la semana del 7 al 13 de junio, con 39,889 l/m<sup>2</sup>. Dado que la dimensión total de la parcela es de 17,3 hectáreas, la balsa de almacenamiento deberá tener una capacidad de 6901 m<sup>3</sup>. Si la capacidad de llenado de dicha balsa es de 0,25 m<sup>3</sup>/s, el tiempo total de llenado ascenderá a 7,668 horas. Estos cálculos han sido realizados para rendimientos máximos, de forma que es posible aumentar el tiempo de llenado de la balsa para permitir reducir los costes económicos y energéticos que conlleva dicho proceso.

*Tabla 1. Necesidades hídricas máximas trigo.*

Días ciclo	Día inicio	Día fin	$ET_0$	$K_c$	$ET_c$	PE	$NH_n$	$NH_b$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
175	03-may	09-may	28,338	1,110	31,455	1,661	29,794	35,052
182	10-may	16-may	28,178	1,110	31,277	2,437	28,841	33,930
189	17-may	23-may	30,339	1,110	33,676	1,246	32,431	38,154
196	24-may	30-may	29,891	1,110	33,179	4,522	28,657	33,714
203	31-may	06-jun	32,508	1,110	36,084	4,082	32,001	37,649
210	07-jun	13-jun	33,679	1,110	37,384	3,478	33,906	39,889
217	14-jun	20-jun	36,827	0,902	33,221	3,300	29,921	35,202
...	...	...	...	...	...	...	...	...

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Por otro lado, el cultivo de la colza presenta un ciclo más largo que el trigo, con una duración de en torno a 294 días desde mediados de septiembre hasta finales de julio. La semana de mayor demanda de agua tiene lugar del día 15 al 21 de mayo, con un total de necesidades hídricas brutas de 39,581 l/m<sup>2</sup>. Se trata de un valor ligeramente inferior al del trigo, por lo que para el dimensionamiento de la balsa se tendrán en cuenta las necesidades hídricas del cultivo anterior.

Tabla 2. Necesidades hídricas máximas colza.

Días ciclo	Día inicio	Día fin	ET <sub>0</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	PE	NH <sub>n</sub>	NH <sub>b</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...	...
224	24-abr	30-abr	21,245	1,150	24,432	5,833	18,598	21,880
231	01-may	07-may	28,321	1,150	32,569	1,661	30,908	36,362
238	08-may	14-may	28,106	1,150	32,322	2,437	29,885	35,159
245	15-may	21-may	30,339	1,150	34,890	1,246	33,644	39,581
252	22-may	28-may	30,025	1,150	34,529	4,522	30,007	35,302
259	29-may	04-jun	32,498	0,970	31,523	4,082	27,441	32,283
266	05-jun	11-jun	33,679	0,830	27,953	3,478	24,476	28,795
...	...	...	...	...	...	...	...	...

## 10. DISEÑO HIDRÁULICO

En el *Anexo VI. Diseño hidráulico*, se lleva a cabo el diseño del sistema de riego por aspersión de la parcela objeto de transformación, la cual presenta una superficie total de 17,38 hectáreas y una pendiente media del 6,1%.

Previo a la realización de los cálculos pertinentes para el diseño y dimensionado de la instalación, es necesario elaborar un mapa topográfico detallado de la parcela mediante las herramientas Qgis y AutoCAD. Gracias a ello, es posible disponer sobre ella un marco de aspersores, cuya distribución debe permitir la futura realización de labores en la parcela, de forma que exista espacio suficiente para el paso y la maniobra de la maquinaria correspondiente. En este caso, la distribución de aspersores en la parcela sigue un orden triangular, con una distancia entre aspersores del mismo ramal de 8 metros y entre ramales de 15 metros.

Para la sectorización de la parcela, se debe tener en cuenta el número de aspersores totales y sectoriales necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación. Los aspersores totales requieren un caudal de 0,588 l/s y los sectoriales de 0,317 l/s. A partir de dichos datos, se calcula el número de sectores en los que debe dividirse la parcela, en este caso, 11 sectores.

En función de las necesidades hídricas máximas del cultivo más exigente en la semana de mayor demanda, se determina el tiempo de riego semanal en 54,77 horas. Se aconseja el riego durante cinco de los siete días de la semana para evitar problemas en caso de avería del sistema. De esta forma, el tiempo de riego será de 11 horas al día, las cuales preferiblemente serán durante la noche o en fin de semana, con el fin de disminuir el coste de electricidad que conlleva.

10.1. Disposición de la red de tuberías y aspersores

El sistema de riego por aspersión está compuesto por varios tipos de tuberías. En primer lugar, la tubería primaria es la que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta cada uno de los sectores, es decir, a las diversas tuberías secundarias que componen el sistema. Estas, a su vez, abastecen a todos los ramales del sector en el que se encuentra. Por último, los ramales están conectados a la tubería secundaria y conducen el agua hasta los emisores, los cuales finalmente aplican el agua a la parcela.

La disposición de dichas tuberías se realiza a partir del hidrante, y viene determinada por la topografía y forma de la parcela. En este caso, la forma de los sectores es rectangular, y para que la distribución se haya realizado correctamente la presión que llega a los extremos de los ramales debe ser suficiente para que los emisores apliquen el agua de forma adecuada. Con el fin de disminuir costes, la longitud de dichas tuberías deberá ser la menor posible, dando lugar a una relación PVC/PEAD mínima (tubería primaria y secundarias de PVC y ramales de PEAD).

La distribución de la tubería primaria debe realizarse de forma que las pérdidas de carga que se producen desde el hidrante hasta cada uno de los sectores sean mínimas, lo cual estará determinado principalmente por la forma de la parcela y la posición del hidrante.

El dimensionado de la tubería secundaria va a depender de los diferentes tramos en los que se divide y su respectivo diámetro, el cual es optimizado en función del criterio de la velocidad. Este determina que la velocidad del agua dentro de la tubería debe permanecer en el rango entre 0,5 y 2 m/s.

Posteriormente, se evalúa la uniformidad de riego. Dicho criterio establece que la diferencia de presión entre los aspersores de un mismo sector no debe superar el 20% de la presión nominal. En este caso, la presión nominal es de 35 mca, por lo que la diferencia de presión entre el aspersor de máxima y de mínima no debe superar los 7 mca.

Por último, debido a que la tubería primaria presenta un único diámetro, el dimensionado de esta se realiza a partir del sector de mayor demanda. En este caso, el diámetro de la tubería primaria deberá ser como mínimo de 170 mm. Para determinar si la presión de llegada a cada sector es adecuada, se debe tener en cuenta la presión de cabecera de cada sector, así como las pérdidas de carga producidas desde el hidrante hasta la cabecera y la diferencia de cota entre ambos puntos.

Cumpliendo dichos condicionantes, se obtienen los siguientes resultados.

*Tabla 3. Evaluación tubería primaria.*

Sector	L (m)	1,1*L (m)	C	H <sub>TP</sub>	Cota <sub>cab</sub>	Δcota	P <sub>llegada</sub>	P <sub>cab</sub>	Dif (m)
1	30,61	33,671	150	0,046	982,0	0	48,954	41,26	7,698
2	53,13	58,443	150	0,796	982,0	0	48,204	43,12	5,080
3	53,13	58,443	150	0,817	982,0	0	48,183	43,47	4,715
4	53,13	58,443	150	0,830	981,0	1	49,170	43,15	6,017
5	53,13	58,443	150	0,608	978,0	4	52,392	42,91	9,480
6	53,13	58,443	150	0,864	977,5	4,5	52,636	43,30	9,332
7	53,13	58,443	150	0,883	977,0	5	53,117	43,30	9,813
8	53,13	58,443	150	0,842	977,0	5	53,158	43,30	9,854

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

9	53,13	58,443	150	0,778	976,5	5,5	53,722	43,30	10,418
10	21,56	23,716	150	0,239	980,0	2	50,761	42,92	7,841
11	9,5	10,45	150	0,004	980,5	1,5	50,496	41,16	9,340

Como es posible observar, la presión de llegada es mayor a la presión de cabecera en todos y cada uno de los sectores, por lo que el diámetro de la tubería primaria ha sido escogido de forma adecuada. Al ser esta diferencia demasiado elevada en algunos sectores, se plantea la reducción de la presión a la salida del hidrante, de forma que permita optimizar la instalación.

## 11. Balsa y Estación de Bombeo

### 11.1. Introducción

La balsa de almacenamiento estará situada en la parcela 105 del polígono 120 del término municipal de Almazán. Se trata de la parcela contigua a la objeto de transformación. Ha sido construida con el fin de permitir el riego de la parcela en épocas de escasez de precipitaciones, favoreciendo así evitar la disminución de los rendimientos y calidad de los cultivos.

### 11.2. Justificación

El llenado de la balsa tiene lugar a partir de un pozo de sondeo situado en la zona sur de la parcela, bajo la cual se desarrolla un acuífero del que se estima que es posible obtener un caudal de 250 litros por segundo. Esta estimación se ha realizado a partir de las explotaciones similares presentes en la zona, de forma que en la práctica debería ajustarse en función de un estudio hidrológico concreto de la zona.

El volumen de la balsa se ha determinado en función de las necesidades hídricas del cultivo más exigente, dando lugar a un total de 6.901 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta las condiciones del pozo de sondeo, el tiempo de llenado será de alrededor de 7 horas y media.

En los siguientes apartados se exponen los materiales y elementos constructivos empleados en la instalación, los cuales son descritos con mayor detalle en el *Anexo 7. Balsa de almacenamiento y estación de bombeo*, y planos 6 y 7.

### 11.3. Balsa de almacenamiento

La balsa de almacenamiento se construirá de tierra, y será impermeabilizada mediante una lámina de geotextil, de peso específico 260 g/cm<sup>2</sup>, sobre el cual se colocará una geomembrana de polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor, soldada por termofusión.

A continuación, se exponen las características generales y elementos principales de la balsa.

Tabla 4. Características generales de la balsa de almacenamiento.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Cota de la parcela	982,50
Cota de coronación	983,75
Cota de fondo balsa	980,25
Cota de nivel máximo de agua	983,25
Resguardo	0,5 m
Volumen útil de agua	6.901 m <sup>3</sup>
Taludes interiores	2H/1V
Taludes exteriores	2H/1V
Superficie de fondo balsa	1.855,49 m <sup>2</sup>
Superficie de ocupación del vaso	2.776,01 m <sup>2</sup>
Volumen total del vaso	8.051,23 m <sup>3</sup>
Anchura de coronación	3,5 m

- Movimiento de tierras:

El cálculo de los desmontes y terraplenes se ha realizado a partir de la cota de coronación y de fondo de la balsa, de forma que los volúmenes de terreno desmontado y terraplenado sean lo más parecido posible. Los resultados obtenidos han sido de 5.175,79 m<sup>3</sup> de desmonte y 2.875,44 m<sup>3</sup> de terraplén, dando lugar a una diferencia que se corresponderá con el desmonte final de 2.300,35 m<sup>3</sup>.

- Arqueta de entrada y salida de agua:

La entrada y salida de agua se realizará a través una arqueta situada en el fondo de la balsa, la cual estará recubierta de hormigón armado. Dicha arqueta dispondrá de una tubería de entrada de agua de PVC de 200 mm de diámetro, una tubería de salida de PVC de 180 mm de diámetro (con filtro de malla al inicio) y un sistema de desagüe de limpieza, el cual se situará en la zona inferior de la arqueta y dispondrá de una tubería de PVC de 300 mm de diámetro que desembocará en el arroyo más cercano. Es posible observar las dimensiones y detalles de la arqueta en el *Plano 7. Detalles Balsa de Almacenamiento*.

- Aliviadero:

El aliviadero se ha diseñado para evacuar el exceso de agua en condiciones de precipitaciones torrenciales más desfavorables, suponiendo que la balsa esté al máximo de su capacidad útil, además del caudal que pueda llegar por escorrentía. Su ubicación se ha dispuesto de tal manera que el agua evacuada termine en el Arroyo del Mojón, evitando que pueda ocasionar daños por erosión en los taludes así como en el resto de la instalación. Sus dimensiones serán de 0,35 m de ancho por 0,20 m de alto.

#### 11.4. Estación de bombeo

La estación de bombeo consistirá en un caseta de hormigón prefabricado que se ubicará en la misma parcela que la balsa de almacenamiento y albergará los siguientes elementos.

TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tabla 5. Elementos estación de bombeo.

Elemento	Dimensiones
Puerta metálica	0,91m x 2m
Ventana	1m x 1m
Válvula de compuerta	0,30m x 0,60m
Depósito fertilizante líquido	2.000 l
Válvula entrada fertilizante	
Válvula maestra	4 pulgadas
Solenoides	
Motor eléctrico	22 Kw
Bomba hidráulica	148 m <sup>3</sup> /h y 47,7 m
Programador de riego	
Tubería primaria	180 mm

La estación de bombeo está comunicada con la balsa a partir de un tubería de PVC de 180 mm de diámetro, la cual parte como ya se ha comentado de la arqueta de entrada/salida. Al inicio de la estación se ubica la válvula de compuerta, encargada de cortar el paso del agua para realizar las labores de mantenimiento correspondientes. Seguido a ella se encuentra la válvula de entrada de fertilizante, la cual estará conectada al depósito de 2.000 litros con el fin de añadir el producto directamente al agua de riego. Posteriormente, se sitúa la bomba hidráulica encargada de impulsar el agua a la red de tuberías y aspersores, cuyas características de capacidad de impulsión (148 m<sup>3</sup>/h) y altura manométrica (47,7 m) vendrán determinadas por el sector de mayor demanda. Por último, se colocará la válvula maestra, conectada al programador de riego y a los solenoides, con el fin de automatizar todo el sistema.

## 12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

### Resumen de presupuesto

Proyecto: Transformación regadío por aspersión

Capítulo	Importe	%
Capítulo 2 INSTALACIÓN DE RIEGO.....	82.658,30	53,75
Capítulo 2.1 ZANJAS TUBERÍAS.....	18.378,75	10,80
Capítulo 2.2 TUBERIA SECUNDARIA.....	16.210,15	8,88
Capítulo 2.3 TUBERÍA PRIMARIA.....	9.972,72	9,73
Capítulo 2.4 RAMALES PORTA-ASPERSORES.....	38.097,08	24,34
Capítulo 3 Balsa y estación de bombeo.....	42.027,94	36,48
Capítulo 3.1 Captación y aliviadero.....	8.944,70	7,40
Capítulo 3.1.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	4.365,95	4,57
Capítulo 3.2 IMPERMEABILIZADO.....	12.793,96	11,15
Capítulo 3.3 VARIOS.....	6.027,80	5,14
Capítulo 3.4 EST. BOMBEO.....	14.261,47	12,79
Capítulo 4 CONTROL DE CALIDAD.....	173,96	0,16
Capítulo 5 GESTION DE RESIDUOS.....	400,00	0,31
Capítulo 6 SEGURIDAD Y SALUD.....	550,00	0,52
<b>Presupuesto de ejecución material .....</b>	<b>125.810,20</b>	
5% de gastos generales.....	6.290,51	
5% de beneficio industrial.....	6.290,51	
Suma .....	138.391,22	
21% IVA.....	29.062,16	



TRANSFORMACIÓN REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

<b>Presupuesto de ejecución por contrata .....</b>		<b>167.453,38</b>
<hr/>		
Honorarios de Ingeniero Agrónomo		
<hr/>		
Proyecto	5,00% sobre PEM .....	6.290,51
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .....	1.321,01
	Total honorarios de Proyecto .....	7.611,52
Dirección de obra	6,00% sobre PEM .....	7.548,61
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .....	1.585,21
	Total honorarios de Dirección de obra .....	9.133,82
	<b>Total honorarios de Ingeniero Agrónomo .....</b>	<b>16.745,34</b>
	<b>Total honorarios .....</b>	<b>16.745,34</b>
	<b>Total presupuesto general .....</b>	<b>184.198,72</b>

### 13. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

#### 13.1. Introducción

El estudio de viabilidad económica se desarrolla con el objetivo de determinar la viabilidad económica del proyecto que se pretende llevar a cabo. De esta forma, se permite conocer, en base a un análisis de coste-beneficio, si la realización del proyecto resulta fructífera para el promotor y, por tanto, es aconsejable su realización desde el punto de vista económico.

Para ello, se han tenido en cuenta los factores que intervienen en la rentabilidad del presente proyecto, como son la vida útil, los ingresos y gastos esperados,, calculado en función de los cultivos establecidos en el *Anexo IV. Rotación de cultivos*, empleando los indicadores económicos Valor Actual Neto (VAN) y Tasa de Rendimiento Interna (TIR), así como teniendo en cuenta el periodo de tiempo que se tardaría en recuperar la inversión inicial.

#### 13.2. Viabilidad y rentabilidad

Realizados los cálculos y determinaciones necesarios para establecer los distintos indicadores económicos, se han obtenido los resultados que se muestran a continuación.

El Valor Actual Neto de la inversión da como resultado 383.328,76€, una cifra mayor que cero, e incluso mayor que la inversión inicial realizada, lo cual indica que la ejecución del proyecto sí está recomendada.

Complementariamente, se ha obtenido la Tasa Interna de Rendimiento con un valor del 15%. Lo cual, unido a lo anterior, hace concluir que en base a estos dos indicadores, la inversión sí resultaría viable y también rentable.

Además, a todo ello, se ha de añadir que la inversión inicial se recuperaría en un periodo de 8 años, a partir del cual se comenzaría a obtener beneficio. Dado que se ha estimado que el proyecto tienen una vida útil de 20 años, iniciar la recuperación de la inversión antes de llegar al ecuador de dicho tiempo, constituye nuevamente un buen indicador.

#### 14. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS

En caso de discrepancia entre las partes redactoras del proyecto, es decir, que cualquier elemento y/o afirmación de este proyecto se contradiga, se seguirá el orden de prioridad que se cita a continuación.

1. Planos.
2. Pliego de condiciones.
3. Mediciones y presupuesto.
4. Memoria.
5. Anexos.



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

## **DOCUMENTO 2. ANEXOS**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## DOCUMENTO 2. ANEXOS

ANEXO 1. ESTUDIO CLIMÁTICO

ANEXO 2. ESTUDIO GEOLÓGICO Y EDÁFICO

ANEXO 3. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

ANEXO 4. PROPUESTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS

ANEXO 5. NECESIDADES HÍDRICAS

ANEXO 6. DISEÑO HIDRÁULICO

ANEXO 7. Balsa y de Almacenamiento y Estación de Bombeo

ANEXO 8. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

## **ANEXO 1: ESTUDIO CLIMÁTICO**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu





# ÍNDICE

## ANEXO 1. ESTUDIO CLIMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. FACTORES CLIMÁTICOS .....	6
2.1. Temperatura .....	6
2.2. Precipitaciones .....	6
2.3. Climograma.....	7
2.4. Humedad relativa .....	8
2.5. Periodo libre de heladas .....	8
2.6. Viento.....	9
2.7. Radicación.....	10
3. CONCLUSIÓN .....	11
4. BIBLIOGRAFÍA.....	11



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objeto la determinación de las condiciones climáticas en las que se encuentra la parcela a tratar. A través de ello, se va a caracterizar el clima predominante en la zona y la forma en la que influyen los diferentes factores.

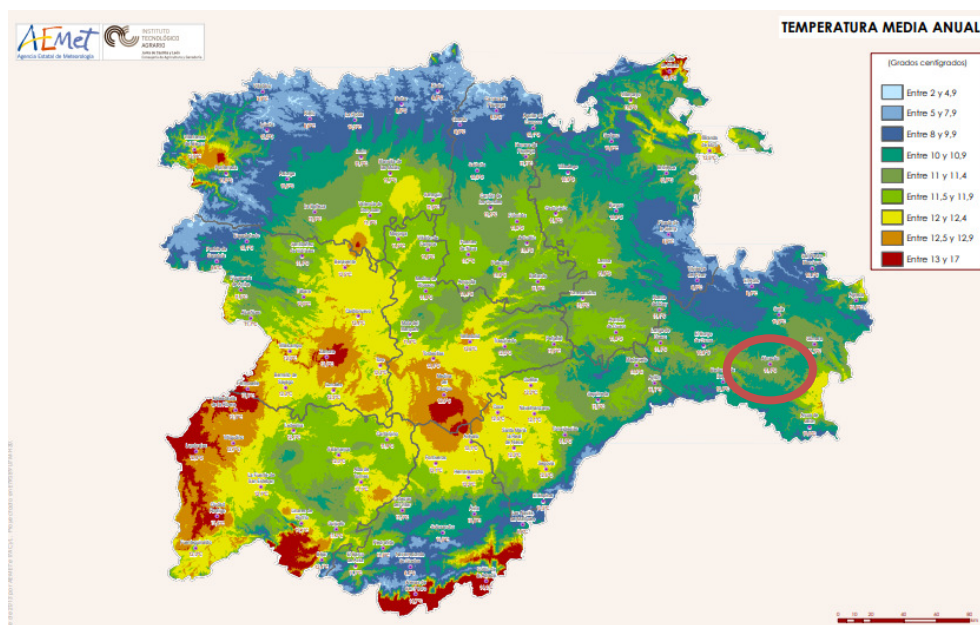
Los datos empleados han sido obtenidos de la estación meteorológica de Morón de Almazán, Soria, la cual está situada a 15 km de distancia respecto a la parcela objeto del proyecto. Los datos disponibles corresponden a los últimos 10 años, desde el 2012 hasta la actualidad. De esta manera, las condiciones climáticas representadas en el presente estudio se asemejan en gran medida a las condiciones de la parcela.

A continuación, se muestra una tabla comparativa de la ubicación de la estación meteorológica con respecto a la parcela.

*Tabla 1. Coordenadas parcela y estación.*

	PARCELA	ESTACIÓN
<i>LATITUD</i>	41.434977	41.419444
<i>LONGITUD</i>	-2.576602	-2.420278
<i>ALTURA</i>	982	978

De forma general, es posible definir el clima de la zona como mediterráneo continental, con inviernos largos y fríos y veranos suaves y secos. Destaca por las bajas temperaturas características de gran parte de la Región Castellano Leonesa, de en torno a 11°C de media anual y una fuerte oscilación térmica diaria, sobre todo en verano. La altitud es un factor muy importante, provocando una disminución notable de los valores térmicos. Las rachas de vientos son fuertes, predominantemente de orientación Norte-Noroeste, marcadas por la ya mencionada altitud de la zona.



*Figura 1. Mapa climático de Castilla y León.*

## 2. FACTORES CLIMÁTICOS

A continuación, se estudian los diferentes factores que determinan las condiciones climáticas que intervienen en el desarrollo de la parcela a tratar.

### 2.1. Temperatura

La temperatura es el factor más influyente en la tasa de crecimiento y desarrollo de la planta, debido a que todos los procesos fisiológicos de la planta tienen lugar entre una temperatura base y una óptima. Para su estudio, se analizan los datos mensuales de temperatura media ( $T_m$ ), temperatura mínima ( $T_{min}$ ) y temperatura máxima ( $T_{max}$ ). Estos datos hacen referencia a la media de la temperatura media, mínima y máxima diaria, respectivamente.

Tabla 2. Régimen de temperaturas.

	<b>T m (°C)</b>	<b>T min (°C)</b>	<b>T max (°C)</b>
Enero	4,2	-3,1	7,9
Febrero	5,3	-1,2	9,6
Marzo	7,1	-0,3	13,2
Abril	9,2	2,8	14,6
Mayo	13,5	6,2	18,7
Junio	17,2	9,9	24,6
Julio	21,5	12,4	28,7
Agosto	20,7	12,2	28,3
Septiembre	16,4	9,3	23,6
Octubre	11,6	5,8	17,4
Noviembre	6,7	1,6	11,5
Diciembre	4,0	-2,4	8,4
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>11,4</b>	<b>4,4</b>	<b>17,2</b>

Como es posible observar en la tabla 2, la temperatura media anual de la zona se sitúa en 11,4 °C, dando lugar a grandes variaciones térmicas a lo largo del año, pasando de los valores mínimos alcanzados en el mes de enero (4,3 °C) hasta los máximos en julio (21,5 °C). Además, destaca la media de las temperaturas mínimas diarias de los meses de invierno, las cuales se sitúan en valores negativos, aspecto característico de la zona.

### 2.2. Precipitaciones

Otro de los aspectos más importantes para el desarrollo del cultivo es el agua disponible para las plantas, en lo que intervienen en gran medida las precipitaciones. El estrés hídrico puede referirse al exceso o déficit de agua. En la zona donde se sitúa la parcela objeto de estudio, el problema a tratar es el déficit de agua proveniente de las precipitaciones, tal y como refleja la tabla 3 donde se muestran las precipitaciones medias mensuales. Debido a ello, es uno de los principales objetivos por los que se ha llevado a cabo este proyecto.

Las máximas precipitaciones se alcanzan durante los meses de primavera y otoño y las mínimas en verano, dando lugar a un total de 460,4 mm anuales de media.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tabla 3. Régimen de precipitaciones.

Precipitaciones (mm)	
Enero	37,2
Febrero	30,6
Marzo	35,8
Abril	52,5
Mayo	57,1
Junio	35,4
Julio	24,3
Agosto	21,7
Septiembre	33,0
Octubre	47,4
Noviembre	43,1
Diciembre	42,3
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>460,4</b>

Dentro de las precipitaciones también se incluyen aquellas que se dan en forma de nieve, las cuales tienen lugar principalmente en los meses de enero y febrero. Sin embargo, pese a que existen años donde las nevadas son frecuentes en estas épocas, no alcanzan cantidades significativas con respecto al total.

### 2.3. Climograma

El climograma representa de forma conjunta los valores mensuales máximos, medios y mínimos de precipitaciones y temperaturas a lo largo de un año medio. Como muestra la leyenda, las precipitaciones se desarrollan mediante un gráfico de barras y las temperaturas máximas, medias y mínimas a través de una curva termométrica que une los puntos de los valores obtenidos en cada mes.

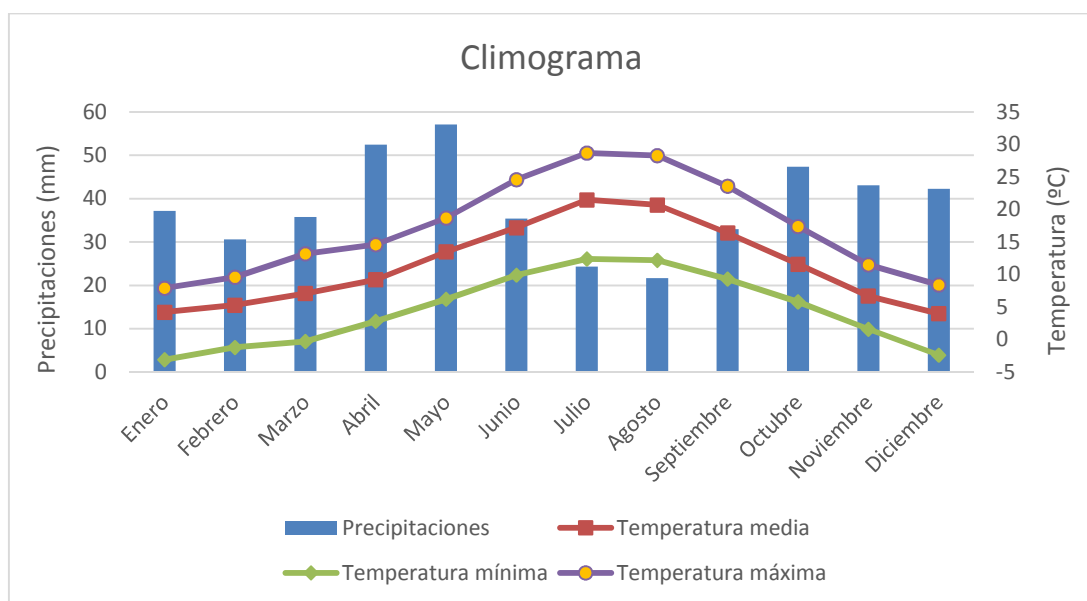


Figura 2. Climograma de la zona.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Como se ha comentado anteriormente, la temperatura media anual es de 11,4°C, lo que significa un valor medio-bajo dentro de los climas templados de la península. Los veranos son cortos puesto que apenas se superan los 20°C de temperatura media en dos meses del año, y suaves ya que se considera un mes cálido cuando sobrepasa los 22°C de temperatura media según la clasificación de Köppen. Los inviernos son largos y fríos, con tres meses con temperaturas medias inferiores a los 5°C. En cuanto a las precipitaciones, se establecen en valores medios de 460 mm anuales, siendo superiores en los meses de primavera y otoño, y mínimas en verano.

### 2.4. Humedad relativa

La humedad es un factor climático que se relaciona con la transpiración de la planta, y es imprescindible para el intercambio gaseoso y la fotosíntesis. El exceso de humedad reduce la transpiración, disminuyendo la absorción de nutrientes y afectando al crecimiento de la planta. Además, favorece la propagación de plagas y enfermedades.

*Tabla 4. Humedad relativa media.*

Humedad relativa (%)	
Enero	77
Febrero	71
Marzo	63
Abril	64
Mayo	63
Junio	56
Julio	50
Agosto	52
Septiembre	60
Octubre	70
Noviembre	75
Diciembre	78
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>65</b>

En lo referido a los datos de la zona en la que se sitúa la parcela objeto de estudio, es posible determinar que los valores máximos se obtienen en los meses de noviembre, diciembre y enero, lo que da lugar a las nieblas características registradas durante esta época. En verano, ocurre lo contrario.

### 2.5. Periodo libre de heladas

Las heladas pueden ocasionar daños importantes en la producción, dependiendo de diversos factores como la especie y variedad cultivada, la etapa de desarrollo del cultivo, la temperatura alcanzada, la velocidad con la que esta disminuye o la duración de la helada. Por ello, resulta fundamental conocer la duración del periodo libre de heladas con el fin de prever su probabilidad, y de esta manera adecuar el calendario de siembra y cosecha, y la elección de los cultivos y variedades que mejor se adaptan a las condiciones de la parcela. Esto va a permitir prevenir o atenuar los efectos de las heladas.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

El periodo libre de heladas se define como aquel espacio de tiempo que transcurre entre la última helada de primavera y la primera helada de otoño.

Tabla 5. Número medio de heladas.

Número de heladas (días)	
Enero	19,7
Febrero	17,1
Marzo	12,0
Abril	5,9
Mayo	0,8
Junio	0,1
Julio	0,0
Agosto	0,0
Septiembre	0,1
Octubre	1,5
Noviembre	9,2
Diciembre	17,4
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>83,3</b>

En la tabla 5, es posible observar el número de heladas que ocurren de media en los diferentes meses del año. La mayor probabilidad de helada tiene lugar en los meses de invierno, llegando a alcanzar casi los 20 días de helada al mes. En los meses de primavera y otoño el riesgo de helada es menor, llegando a valores mínimos en junio y septiembre. Sin embargo, las heladas primaverales son las que presentan un mayor riesgo para el cultivo ya que este se encuentra en fases más avanzadas de desarrollo, iniciando el proceso reproductivo.

### 2.6. Viento

El viento es uno de los aspectos que más impacto tienen en el riego por aspersión que se va a implantar en la parcela, debido a que influye de forma determinante en el reparto del agua y uniformidad del riego. Este problema se ve agravado con la velocidad y dirección del viento, afectando a la eficiencia del riego y aumentando las pérdidas por evapotranspiración.

Tabla 6. Viento.

	Vel. Media (km/h)	Vel. Máx. (km/h)
Enero	15,42	66,00
Febrero	15,82	66,63
Marzo	17,74	67,33
Abril	16,69	56,21
Mayo	14,44	54,18
Junio	12,79	56,99
Julio	13,89	55,59
Agosto	13,41	55,72
Septiembre	11,78	53,61
Octubre	13,08	56,42

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Noviembre	14,20	56,51
Diciembre	14,02	63,91
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>14,44</b>	<b>59,09</b>

A partir de los datos de velocidad del viento mostrados en la tabla anterior, destaca que los valores más altos tienen lugar los primeros meses del año, alcanzando el máximo en marzo con 17,74 km/h de media y 67,33 km/h de racha máxima. Además, la dirección predominante del viento es Norte - Noroeste (NNW), como se muestra en la siguiente figura.

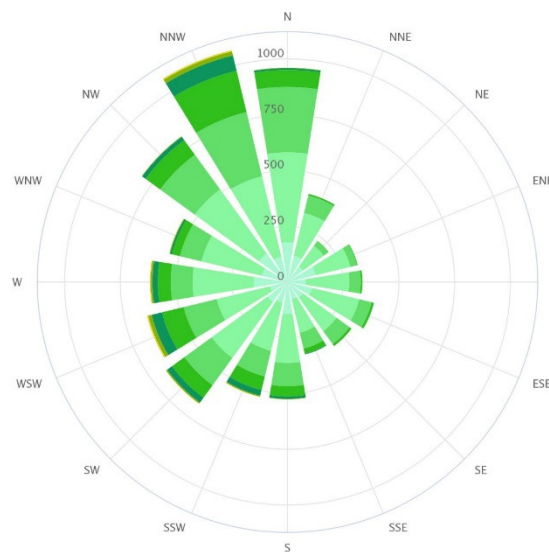


Figura 3. Rosa de los vientos.

### 2.7. Radicación

La radiación solar es un factor ambiental fundamental para el desarrollo y crecimiento de los cultivos ya que influye en procesos relacionados con la fotosíntesis y balances de energía y agua. Se trata de la fuente más importante de energía para la planta y tiene relación prácticamente con todos los procesos fisiológicos de esta.

Además, influye en el proceso de evapotranspiración ya que este viene determinado por la cantidad de energía disponible para evaporar el agua. La cantidad de potencial de radiación que puede llegar a una superficie depende de su localización y época del año, junto con la presencia de nubes o turbidez de la atmósfera que reflejan y absorben cantidades importantes de radiación.

Tabla 6. Radiación media.

	<b>Radiación Media (MJ/m<sup>2</sup>)</b>
Enero	6,56
Febrero	9,75
Marzo	13,92



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Abril	18,06
Mayo	22,79
Junio	25,34
Julio	26,09
Agosto	23,91
Septiembre	17,85
Octubre	12,18
Noviembre	7,30
Diciembre	5,93
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>189,68</b>

Como es posible observar en la tabla, la radiación solar acumulada a lo largo de un año normal es de 189,68 MJ/m<sup>2</sup>. Los valores máximos tienen lugar durante los meses de junio y julio, 25,34 y 26,09 MJ/m<sup>2</sup>, respectivamente, y los valores mínimo en invierno, más concretamente en el mes de diciembre con 5,93 MJ/m<sup>2</sup>.

### 3. CONCLUSIÓN

El conocimiento de las condiciones climatológicas que afectan a la parcela objeto de estudio es un aspecto importante a la hora de establecer las necesidades de los cultivos, tanto hídricas como de temperatura y humedad, además de influir en gran medida en la calidad del riego principalmente debido al factor viento.

A partir de la interpretación de los datos obtenidos en la estación meteorológica de Morón de Almazán, es posible plantear una rotación de cultivos adecuada para la parcela, de forma que se adapten correctamente a las condiciones climáticas de la zona y, en función de ellas, realizar los aportes de riego necesarios para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

AEMET. (2013). Base de datos meteorológica. Gráficos -Datos Extremos-Datos diarios de Temperatura. datosclima.es. Recuperado 2022, de

<https://datosclima.es/Aemet2013/Tempestad2013.php>

AEMET. (s. f.). *Valores climatológicos normales*. Soria. Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España.

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=2030&k=cle>

ITACYL (2012). *Inforiego*. Junta de Castilla y León. Recuperado 2022, de

[https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info\\_meteo/construir/index.html](https://www.inforiego.org/opencms/opencms/info_meteo/construir/index.html)



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

## **ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO Y EDÁFICO**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO Y EDÁFICO

1. ESTUDIO GEOLÓGICO .....	5
2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO .....	7
2.2. Adquisición de datos .....	8
2.3. Interpretación de resultados .....	8
2.3.1. Propiedades físicas .....	8
2.3.2. Propiedades químicas .....	12
3. BIBLIOGRAFÍA.....	19



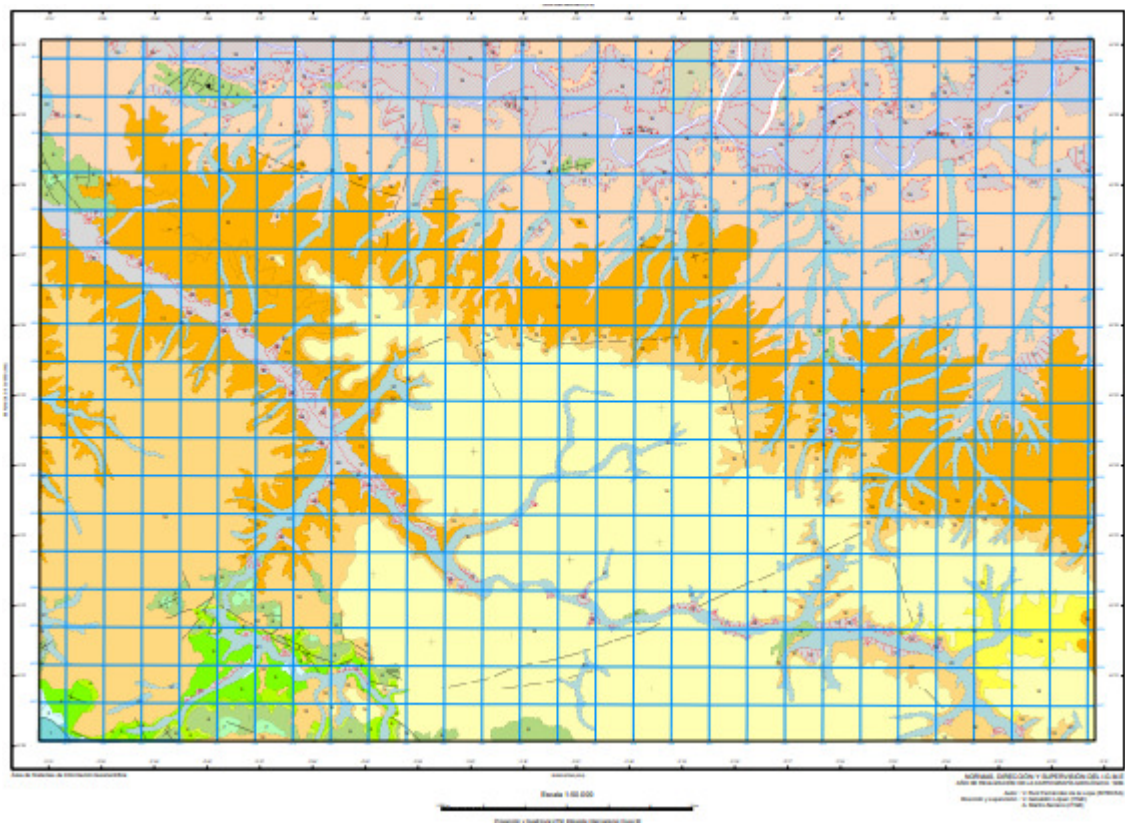
TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

1. ESTUDIO GEOLÓGICO

La realización del estudio geológico tiene como objeto la descripción de las características geológicas presentes en el municipio de Almazán, más concretamente en la zona donde se sitúa la parcela en la que se va a realizar la transformación a regadío.

La parcela presenta una pendiente media del 6,1%, la cual varía ligeramente en toda ella excepto en la zona central donde existe una pequeña depresión que recorre la parcela de forma diagonal.

A continuación, se muestra el mapa geológico de Almazán, donde se distinguen los diferentes materiales que componen la geología de la zona.



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	23	22	21	20	19	18
	PLEISTOCENO	16					
TERCIARIO INFERIOR	MEDIO	12	13	14			
	INFERIOR	17					
	SUPERIOR	15					
CRETÁCICO SUPERIOR	MEDIO	16	17	18	19	20	21
	PALEOCENO	6					
	SANTONENSE	13					
	CONIACENSE	5					
	TURONENSE	8					
	CENOMANENSE	7					
	ALBIENSE	4					
LIMES	TOARCIENSE	3					
	PLEENSACHENSE	1					

- 23 Limos y arcillas grises con gravas (Áreas endorréicas)
- 22 Arenas de cuarzo (Dunas)
- 21 Arenas, gravas y arcillas (Fondos de valle)
- 20 Limos y arenas con gravas y cantos dispersos (Llanuras de inundación)
- 19 Limos, arenas y gravas (Cauces abandonados)
- 18 Arenas con cantos, gravas y arcillas (Conos de deyección)
- 17 Arcillas, arenas con gravas y cantos angulosos (Coluviones)
- 16 Gravas y cantos de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa (Terrazas)
- 15 Glacia
- 14 Calizas (2. páramo)
- 13 Arcillas rojas y nivel conglomerático
- 12 Conglomerado mixto
- 11 Conglomerados calcáreos y arcillas
- 10 Calizas (1er páramo)
- 9 Areniscas silíceas y arcillas
- 8 Brecha calcárea y cementada
- 7 Dolomías tabeoadas
- 6 Dolomías en bancos
- 5 Calizas nodulosas y bioclásticas
- 4 Margas grises
- 3 Fm. Arenas de Libilla
- 2 Fm. Alternancia de margas y calizas de Turmiel
- 1 Fm Calizas bioclásticas de Barahona

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

-----	Contacto concordante	- - - - -	Contacto discordante
- - - - -	Contacto entre Cuaternarios	-----	Límite de terraza
-----	Falla conocida	-----	Falla supuesta
-----	Antidinal	-----	Sindinal
-----	Estratificación subhorizontal	-----	Estratificación
-----	Canal abandonado	-----	Estriollos
-----	Sondero de investigación minera		

Figura 1. Mapa geológico Almazán.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

La unidad geológica de Almazán, como se observa en la *Figura 1. "Mapa geológico Almazán"*, está situada en el centro de la cuenca terciaria denominada con el mismo nombre, que constituye el extremo más oriental de la Cuenca del Duero.

Una vez finalizada la orogénica alpina, se desarrolla en esta zona una cubeta de relleno continental. En los bordes se depositan elementos gruesos procedentes de las sierras que bordean la zona, y el tamaño de los sedimentos va disminuyendo hacia el centro, depositándose en las últimas etapas materiales finos.

Los primeros materiales depositados pertenecen al Oligoceno y están constituidos por conglomerados de caliza y cuarcita con cementos rojos. Una vez cesan los movimientos alpinos y aparecen los niveles horizontales, tiene comienzo el Mioceno que culmina con la deposición de la facies carbonatada de la Caliza del Páramo. La potencia de la cuenca se estima que sobrepasa los 1.000 metros. Sobre estos materiales se depositan mantos de gravas y polos que poseen mayor importancia al norte de Almazán.

Los materiales miocenos están formados por niveles de conglomerados calcáreos y areniscas alternantes con capas de arena y arcilla, cuya potencia varía entre 50 y 300 metros. Sobre estos aparece la facies carbonatada que da lugar a un resalte geomorfológico produciendo una ruptura brusca de la pendiente topográfica. La disposición horizontal de estas facies origina la típica llanura del páramo, con una potencia de 20-30 metros.

Los materiales del Cuaternario rellenan el fondo de los valles formando el aluvial de los ríos, o bien constituyen terrazas en ocasiones fuertemente desarrolladas. Estas alcanzan mayor importancia a la derecha del Río Duero, y se han podido diferenciar hasta 7 niveles.

Los aluviales están formados por arenas, limos y arcillas, cubiertos por una capa de tierra vegetal, que cubren de forma general todos los valles, con una potencia inferior a 10 metros.

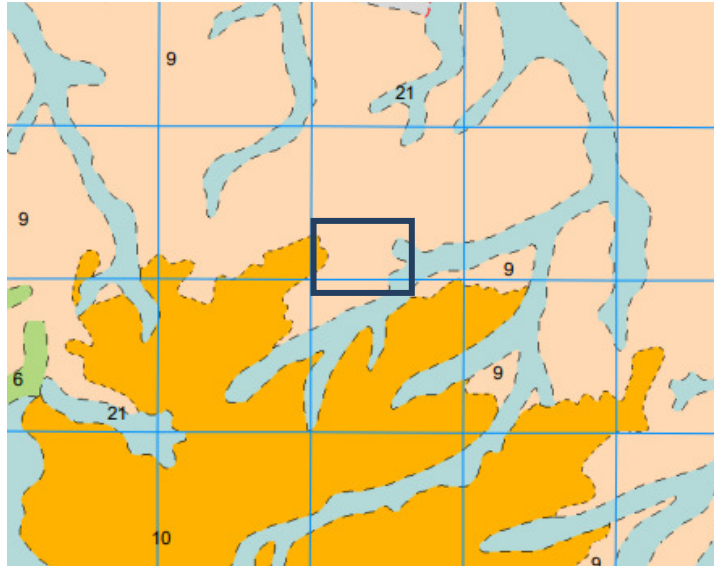
La parcela está situada en una zona en la que confluyen tres unidades geomorfológicas diferentes, dos de ellas pertenecientes al terciario y una al cuaternario. La unidad que mayor superficie abarca en la parcela y, por tanto, la más característica es la constituida por areniscas silíceas, arenas y arcillas (9). Su límite superior lo constituyen los niveles carbonatados de la primera superficie tabular que se desarrolla de manera general a partir de la cota  $1.000 \pm 10$  metros. Las areniscas son blancas y amarillentas en fresco y grises cuando se alteran, y presentan un grano de tamaño medio a grueso englobando cantos silíceos de hasta 7 cm. Estos depósitos se interpretan como la facies media de un sistema de abanicos fluviales que constituyen la base de una unidad tectosedimentaria (UTS) que culmina con la sedimentación de los carbonatos de la unidad cartográfica 10.

Estos carbonatos pertenecen al Páramo inferior, que representa la UTS T<sub>8</sub>, cuya edad es el Mioceno superior - Plioceno. Esta unidad constituye la primera superficie estructural carbonatada, y se inicia aproximadamente en la cota 1.000. Litológicamente son calizas margosas, oquerosas y arcillas calcáreas con tonalidades blanquecinas y grisáceas. Estas facies se interpretan como depósitos de tipo lacustre que se implantan progresivamente englobando en la base los depósitos más distales del abanico fluvial.

Por último, la unidad 21 se sitúa en la zona Sur - Sureste de la parcela que linda con el Arroyo del Mojón. Está constituida por depósitos que tapizan las partes más bajas de los valles. Litológicamente son cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. Las facies son muy similares a las de las terrazas, pero existen marcadas diferencias litológicas entre los afluentes de la margen

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

izquierda y derecha del Río Duero. En este caso, se trata del margen izquierdo, por lo que existe mayor proporción de elementos calcáreos que los afluentes transportan al erosionar las calizas del Páramo.



*Figura 2. Situación geológica de la parcela.*

### 2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

El objetivo del estudio edafológico consiste en determinar de forma precisa las características físicas y químicas de una o varias fracciones del suelo en el que se va a realizar la transformación, permitiendo así conocer la estructura y composición del mismo.

Las determinaciones se realizan mediante ensayos estandarizados en laboratorio, pudiendo efectuar alguno de ellos directamente en campo. Para ello, se llevan a cabo análisis físicos con el fin de caracterizar diversos parámetros como la textura, la densidad aparente o la permeabilidad, y análisis químicos para el pH, la conductividad eléctrica o el contenido en materia orgánica del suelo.

A partir de este estudio, los resultados obtenidos permiten establecer aspectos muy importantes para el desarrollo del proyecto como la composición básica del suelo, su grado de fertilidad y equilibrio y los diferentes problemas que este pueda presentar. Además, es posible determinar qué cultivos se adaptarán mejor a la parcela, si existe deficiencia de nutrientes en el suelo, la presencia de algún contaminante o la necesidad de aplicar enmiendas con el fin de obtener mejores rendimientos.



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

### 2.1. Descripción y usos del suelo

El estudio edafológico se lleva a cabo en las parcelas 10096, 20096, 30096 y 40096 del polígono 120 del término municipal de Almazán, Soria. La zona se caracteriza por presentar un clima mediterráneo continental, con inviernos largos y fríos y veranos suaves y secos. Las temperaturas son bajas a lo largo del año y las precipitaciones moderadas.

Las parcelas, tratadas de forma conjunta, presentan una forma rectangular-cuadrada con pendiente negativa del 6,1%. La cota media es elevada, de 180 metros sobre el nivel del mar.

En la actualidad, el uso de la parcela está destinado al cultivo de cereal, permitiendo así la presencia de cubierta vegetal durante gran parte del año.

### 2.2. Adquisición de datos

Los datos de los diferentes parámetros estudiados han sido obtenidos del Portal de Suelos del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, para las parcelas 10096, 20096, 30096 y 40096 del polígono 120 del término municipal de Almazán. Más concretamente de los análisis realizados por ASAJA SORIA en forma de muestras superficiales de los primeros 25-30 centímetros de suelo, que datan de la campaña de 2012.

Para la obtención de los resultados se han evaluado las diversas parcelas objeto de estudio, escogiendo tres puntos distintos en cada una de ellas, en la zona alta, media y baja, respectivamente. La media de los valores obtenidos para los distintos parámetros es el dato final que se emplea para su estudio e interpretación.

### 2.3. Interpretación de resultados

A continuación, se lleva a cabo la interpretación de los resultados obtenidos siguiendo la metodología explicada en el apartado anterior.

#### 2.3.1. Propiedades físicas

##### **Textura**

La textura traduce el tacto de un suelo en cuanto a aspereza, suavidad, cohesión, compactación, etc. Se trata de una de las propiedades más estables de un suelo, cuyo conocimiento es básico en estudio del suelo ya que con ella se relacionan directamente otras propiedades de gran importancia en el manejo y uso de este como la permeabilidad, plasticidad, capacidad de retención de agua, estructura, aireación, etc.

La textura de un suelo viene determinada por la proporción relativa de partículas de arena, limo y arcilla presentes en la tierra fina, es decir, en aquella cuyo diámetro aparente es menor de 2 mm. En función de los porcentajes obtenidos de cada una de ellas, el suelo adquiere características diferentes.

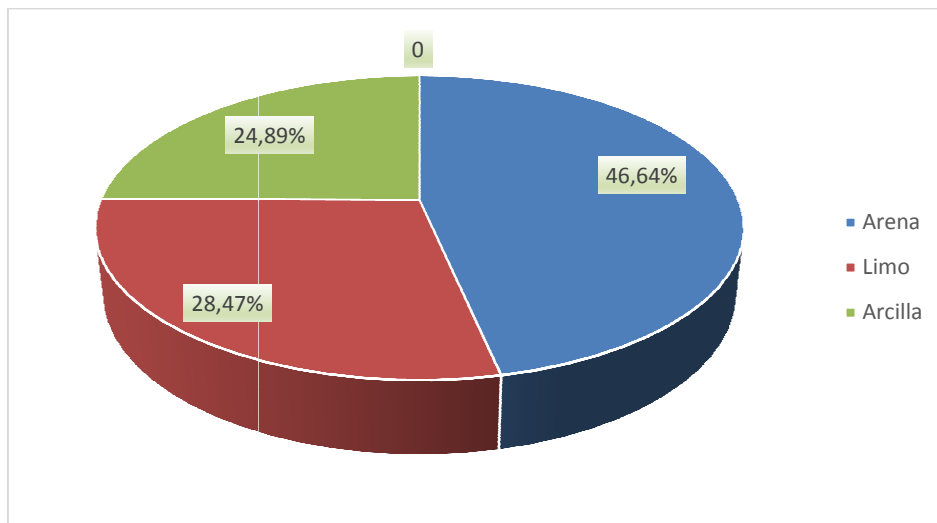
- Fracción arena (2-0,05 mm): está constituida por partículas más gruesas y ásperas al tacto, no plásticas ni adherentes. Facilitan el drenaje y la aireación debido a la presencia

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

de macroporos y dan lugar a una capacidad de retención de agua (CRAD) baja, al igual que el aporte de nutrientes.

- Fracción limo (0,05-0,002 mm): son partículas de tamaño intermedio, no adherentes pero suaves al tacto. Presentan propiedades de aireación intermedias y capacidad de almacenamiento de nutrientes y agua media. Junto con la arena conforman el esqueleto del suelo, importantes por el espacio libre existente entre partículas.
- Fracción arcilla (< 0,002 mm): es la fracción más pequeña y la más activa, debido a que presenta una superficie específica muy alta y a su comportamiento coloidal. Le confiere al suelo las características de plasticidad y adherencia, además de estar directamente relacionada con la nutrición mineral. Destaca por su elevada capacidad de intercambio catiónico y aniónico, y de retención de nutrientes y agua.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente figura:



*Figura 3. Resultados análisis textura.*

La clase textural se establece según la fracción dominante que es la que imprime su carácter al suelo. Para su determinación, se emplean diagramas triangulares como el que es posible observar a continuación según los criterios USDA (United States Department of Agriculture).

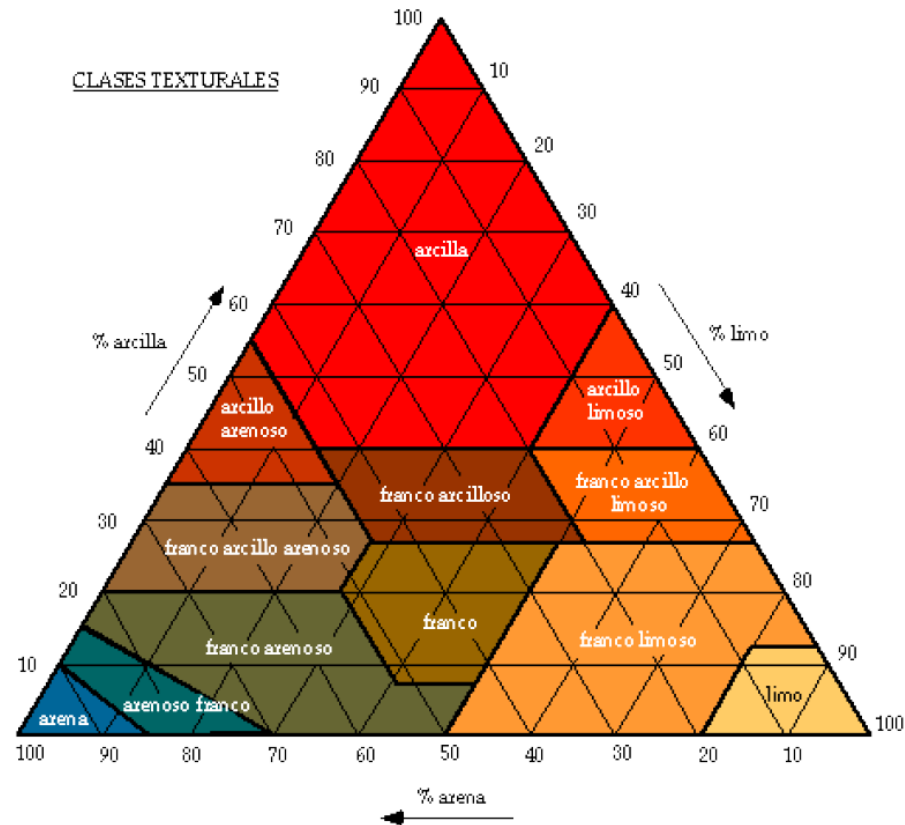


Figura 4. Clasificación textural USDA.

A partir de los datos obtenidos y con la ayuda del triángulo de texturas es posible determinar que se trata de un suelo con textura franca, cercana a franco-arcillosa.

Este tipo de suelos se caracterizan por presentar una textura media-gruesa y una superficie específica media. Destacan por su poca dificultad para el laboreo, debido a que presentan compacidad y permeabilidad medias. De forma general, tienen mejor capacidad de retención de agua y nutrientes, y mayor contenido de materia orgánica que los suelos arenosos, además de mejor drenaje, infiltración de agua y aireación que los suelos ricos en limos o arcillas.

Debido a que su contenido en arcilla es elevado para tratarse de un suelo franco, su capacidad de retención de nutrientes y agua será mayor, lo que permitirá un mejor aprovechamiento del agua suministrada por el sistema de riego.

### Retención de agua en el suelo

El proceso de entrada de agua en el suelo se denomina infiltración, y resulta de gran importancia durante la aplicación del riego para determinar aspectos como la dosis de riego y el caudal a aportar a la parcela. La infiltración de agua en el suelo se ve afectada por diversos factores como el contenido hídrico inicial, la permeabilidad superficial, las características del propio suelo o la presencia y actividad de los organismos presentes en él.

No se han realizado estudios para conocer la velocidad de infiltración, sin embargo, se puede estimar basándose en la textura y estructura del suelo. Para este tipo de suelos, la velocidad de infiltración es de entorno a 7 milímetros por hora.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Una vez finalizado el proceso de infiltración, comienza la redistribución del agua en el suelo. Consiste en el movimiento del agua en el suelo de forma continua en función de los gradientes de potencial hidráulico, tendiendo a que estos se igualen. Esta redistribución será más o menos rápida dependiendo del tipo de suelo, siendo de velocidad media para los suelos francos a igualdad del resto de condiciones.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en el estudio de retención de agua en el suelo es la humedad de saturación. Representa el contenido de humedad en la matriz del suelo cuando todos sus poros están llenos de agua. Esto depende en gran medida de la textura y contenido en materia orgánica del suelo, en este caso, alcanzando un valor de 42,16%.

Por otro lado, es posible conocer de forma precisa la cantidad de agua presente en el suelo que puede ser aprovechada por las plantas, es decir, la capacidad de retención de agua disponible para las plantas (CRAD). Su determinación se realiza a través de dos estados límite:

- Capacidad de campo (CC):

Se denomina como el contenido de humedad retenida en el suelo tras drenar libremente durante 2 o 3 días después de una lluvia o riego abundante. Se corresponde con un potencial matricial de -33 kPa, y se obtiene a partir del contenido en arcilla, arena, limo y materia orgánica del suelo, dando lugar a un valor de 27,08%.

- Punto de marchitez (PM):

Es el contenido de agua de un suelo retenida firmemente que las plantas no pueden extraer causándoles una marchitez irreversible. En este caso, se corresponde con un potencial matricial de -1500 kPa, y se obtiene un valor de 15,37%.

Por tanto, el agua útil o disponible para las plantas es la diferencia entre la contenida a capacidad de campo y la que el suelo posee en el punto de marchitez.

$$\text{CRAD (\%)} = \text{Agua a CC (\%)} - \text{Agua en PM (\%)}$$

$$\text{CRAD (\%)} = 27,08\% - 15,37\% = 11,74\%$$

### **Permeabilidad**

La permeabilidad define la velocidad con la que un suelo saturado transmite el agua a través de él bajo la influencia de la gravedad. Un suelo está saturado cuando todos sus poros se encuentran llenos de agua, dando lugar al valor máximo de permeabilidad. En este caso, al tratarse de un suelo de textura franca, la permeabilidad alcanzará valores medios de 210,39 mm por día. En suelos de textura arenosa estos valores son muy superiores de hasta incluso 5.000 mm por día, y caso contrario ocurre en suelos arcillosos. Destaca la elevada influencia que ejerce la estructura del suelo y la estabilidad de los agregados en la variabilidad de los valores de esta propiedad.

Textura	Infiltración y permeabilidad* cm/h
Arenosa	5 (2,5-25)
Franco-arenosa Fr-Ar	2,5 (1,3-7,6)
Franca Fr	1,3 (0,8-2,0)
Franco-arcillosa Fr-Ag	0,8 (0,25-1,5)
Limoarcillosa Ag-Ll	0,25 (0,03-0,5)
Arcillosa Ag	0,05 (0,01-1,0)

Figura 5. Relación textura-permeabilidad.

### 2.3.2. Propiedades químicas

#### pH

El pH, también denominado reacción del suelo, es una medida del grado de acidez o basicidad de suelo. Se trata de una característica de gran importancia por su relación con la fertilidad, la actividad de microorganismos, el comportamiento de determinados contaminantes y con algunas propiedades físicas. La reacción del suelo incide sobre sus funciones potenciales:

- Producción de biomasa: biodisponibilidad de nutrientes, problemas por elementos tóxicos...
- Funciones medioambientales con efecto depurador: filtrado, transformaciones, transferencia de elementos a otros compartimentos ambientales...
- Función hidrológica: movimiento del agua.
- Hábitat biológico.

Además, el pH afecta de manera importante a la movilidad de los diferentes elementos del suelo, lo que influye directamente en la nutrición de las plantas. En función del grado de acidez o basicidad de un suelo, los nutrientes serán más o menos asimilables para las plantas. El Diagrama de Truog relaciona los distintos niveles de pH con la solubilidad de las especies químicas.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

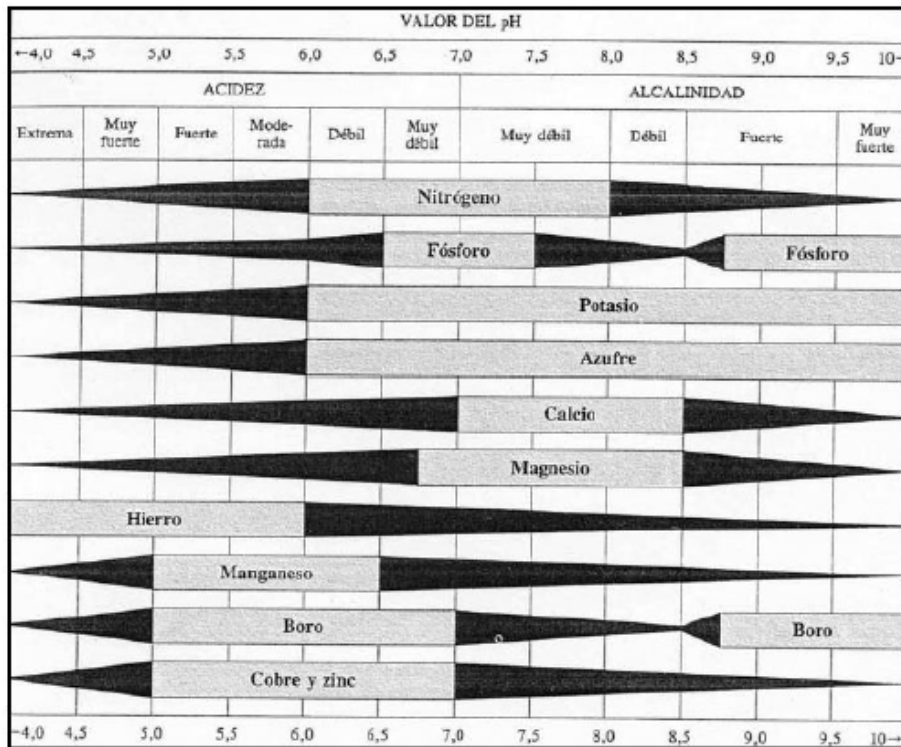


Figura 6. Solubilidad de especies químicas según pH.

Para pH muy ácido, elementos como el aluminio, hierro o cinc están solubilizados llegando incluso a poder ser tóxicos, y los fosfatos son solubles. A pH básico, los fosfatos también son insolubles así como el hierro.

Los valores más habituales de pH en los suelos están comprendidos entre 4,5 y 8,5, aunque pueden variar desde 2 para suelos sulfato-ácidos hasta 10 para suelos con sales sódicas. En el caso de las plantas, la gran mayoría de las cultivadas prefieren suelos de pH neutro o moderadamente ácido (6-7,5), ya que la asimilación de nutrientes y la actividad de microorganismos resulta más satisfactoria. Sin embargo, también existen plantas acidófilas como la avena o el centeno y otras que prefieren suelos básicos como la cebada o la colza.

En el caso del suelo a tratar, se ha obtenido un valor de pH de 8,38. Según la clasificación de suelos en función del pH proporcionada por USDA, se trata de un suelo básico.

Tabla 1. Clasificación de suelos por pH (USDA).

pH	Evaluación	Efectos esperables en el intervalo
< 4,5	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables.
4,6-5,0	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por aluminio.
5,1-5,5	Fuertemente ácido	Exceso: Co, Cu, Fe, Mn, Zn Deficiencia: Ca, K, N, Mg, Mo, P, S Suelos sin carbonato cálcico.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

		Actividad bacteriana escasa.
5,6-6,0	Medianamente ácido	Intervalo adecuado para la mayoría de cultivos.
6,1-6,5	Ligeramente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes.
6,6-7,3	Neutro	Mínimos efectos tóxicos.
7,4-7,8	Medianamente básico	Suelos generalmente con CaCO <sub>3</sub> .
7,9-8,4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P y B. Deficiencia creciente de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos calizos.
8,5-9,0	Ligeramente alcalino	Mayores problemas de clorosis férrica.
9,1-10,0	Alcalino	Presencia de carbonato sódico.
> 10,0	Fuertemente alcalino	Elevado porcentaje de sodio intercambiable. Actividad microbiana escasa. Micronutrientes poco disponibles.

Los suelos básicos son suelos calizos, en los que la disponibilidad de determinados nutrientes como el fósforo y el boro es menor que en suelos neutros. Gran parte de los suelos básicos contienen proporciones más o menos importantes de carbonatos, cuyas características químicas más importantes que determinan su comportamiento en el suelo son su insolubilidad en agua y su inestabilidad frente a los ácidos.

En cuanto a sus propiedades, los suelos básicos presentan una buena estructura debido a que la presencia de calcio y magnesio mantiene floculadas las arcillas. Además, el CaCO<sub>3</sub> actúa como agente cementante para formar macroagregados.

Los valores de pH entre 7,4 y 8,5 son adecuados para el desarrollo de la actividad microbiana, favoreciendo la mineralización de la materia orgánica fresca, aunque la presencia de carbonatos dificulta la descomposición del humus. También existen algunos problemas nutricionales ya que la disponibilidad de nutrientes esenciales como el nitrógeno y el fósforo es menor en estos suelos. Además, pueden existir deficiencias de micronutrientes como el hierro, el cobre o el cinc, debido a que estos se encuentran en forma insoluble. En el caso del hierro, su carencia se hace notablemente visible en los suelos calizos, pudiendo llegar a provocar clorosis férrica si los niveles son demasiado reducidos.

En suelos con pH básico, no es posible eliminar el exceso de caliza o reducir los valores de pH mediante prácticas habituales de manejo de suelos agrícolas. Por ello, se utilizan estrategias específicas de abonado que puedan suplir las carencias e inmovilizaciones de determinados nutrientes. A la hora de realizar la fertilización se deben tener en cuenta las siguientes medidas:

- Fraccionar la época de aplicación de los abonos.
- Modificar el tipo de productos empleados: utilizar compuestos especiales que eludan el problema como quelatos o abonos de reacción ácida.
- Sustituir el abonado convencional por el abonado foliar.

### Salinidad

Los suelos salinos son aquellos que contienen cantidades importantes de sales más solubles que el yeso, lo que interfiere en el crecimiento de la mayoría de cultivos y plantas sensibles. La presencia de sales solubles en el suelo puede tener origen natural o ser consecuencia de determinadas actividades agrícolas. La acumulación de estas sales en el suelo es una de las principales causas de la pérdida de productividad del mismo.

Los principales cationes causantes de salinidad en el suelo son sodio, magnesio y calcio, que van asociados principalmente a los aniones cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos. Por consiguiente, serán estos iones los que de forma sistemática se analizarán en los estudios para caracterizar la salinidad de un suelo y poder diagnosticar de este modo los posibles efectos que presentan para los distintos cultivos. Los efectos sobre las plantas dependen de la tolerancia de cada especie, así como del estadio de desarrollo de la planta, pudiendo llegar a causar los problemas que se muestran a continuación.

- Retardo o inhibición en la nascencia.
- Menor tamaño de la planta.
- Necrosis en las hojas.
- Muerte de la planta antes de completar su ciclo.
- Disminución de los rendimientos.

La concentración de sales en un suelo se mide por medio de la conductividad eléctrica (CE) en un extracto de pasta saturada con agua. Se trata del mejor indicador cuantitativo de las sales disueltas en condiciones de campo, ya que incluye el factor textura. La unidad de medida para la CE es el decisiemens por metro (dS/m).

Tabla 2. Clasificación de suelos por salinidad.

CE (dS/m)	Clasificación
0-2	No salino
2-4	Ligeramente salino
4-8	Salino
>8	Muy salino

En el caso del suelo objeto de estudio, el valor de conductividad eléctrica obtenido es de 0,175 dS/m, por lo que se trata de un suelo no salino de forma que no presenta ninguna restricción general para los cultivos.

### Materia orgánica

La materia orgánica constituye una pequeña parte de la fracción sólida del suelo, entre el 1 y 5%, formada principalmente por C, H, O y N. La mayoría de las funciones de los suelos vienen condicionadas por el tipo y cantidad de materia orgánica que contengan, ya que influye de manera importante en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La materia orgánica interviene en la formación de agregados, por lo que incide en la estructura, porosidad, aireación y almacenamiento de agua. Además, afecta de manera importante en procesos de intercambio catiónico, permitiendo el almacenamiento temporal de nutrientes en una forma fácilmente disponible para las plantas y amortigua los cambios de pH en el suelo.



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

La disminución del contenido en materia orgánica va asociada a una degradación del suelo, por lo que es un factor que constituye uno de los indicadores de calidad de los suelos.

A continuación, se muestra la clasificación del suelo en función del porcentaje de materia orgánica que presenta.

Tabla 3. Clasificación de suelos por contenido en materia orgánica (Fuentes, 1999).

MO (%)	Clasificación
< 1,0	Muy bajo
1,0 - 2,0	Bajo
2,0 - 2,5	Medio
2,5 - 3,5	Alto
> 3,5	Muy alto

El contenido en materia orgánica del suelo objeto de estudio presenta un valor de 1,23%. En función de los criterios de clasificación de suelos que se observan en la tabla anterior, es posible determinar que se trata de un suelo con bajo porcentaje de materia orgánica. Por ello, se deben establecer nuevas técnicas que permitan aumentar el contenido de materia orgánica hasta alcanzar niveles adecuados que sean beneficiosos para el suelo y, a su vez, para el rendimiento de los cultivos. Entre ellas se encuentran las siguientes:

- Agregar materia orgánica a los suelos siempre que sea posible, ya sea en forma de restos de cosecha, estiércoles, purines, compost, etc.
- Reducir el laboreo y, por consecuencia, la oxidación de la materia orgánica existente.
- Emplear cultivos de cobertura en la rotación que proveen una excelente fuente de materia orgánica en la superficie y en el subsuelo.

### Relación C/N

La relación entre el contenido de carbono orgánico total (C) y de nitrógeno total (N) expresa la tasa a la cual el nitrógeno está a disposición de las plantas. Por ello, es posible emplearlo como indicador de calidad de la materia orgánica, ya que indica si el humus es el material predominante dentro de la materia orgánica total del suelo.

De forma general, en suelos de cultivo la materia orgánica se estabiliza con valores de C/N entre 10-12. Valores más altos indican que la materia orgánica tendrá una baja capacidad de descomposición, es decir, una mineralización más lenta. En este caso, existirán problemas de disponibilidad de nitrógeno y falta de actividad microbiana en el suelo. En cambio, una relación C/N baja indica que su tasa de mineralización es mayor.

La valoración de este parámetro se realiza a partir de la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 4. Clasificación de suelos por relación C/N (Báscones 2004).

Relación C/N	Clasificación
< 8	Bajo
8 - 12	Medio
12 - 15	Alto
> 15	Muy alto

El suelo objeto de estudio presenta una relación C/N de 10,8, por lo que, respecto a este parámetro se trata de un suelo equilibrado, alcanzando valores medios. Esto indica que se da una liberación de nitrógeno media y que las aportaciones de este deben ser normales.

### Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los macronutrientes indispensables para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo. Interviene en numerosos procesos como la producción de clorofila, azúcares, almidón o lípidos. Además, resulta un componente básico de proteínas y aminoácidos, así como de gran cantidad de enzimas.

La principal fuente natural de nitrógeno para el suelo es la atmósfera, debido a su elevado contenido. Este nitrógeno incorporado al suelo se acumula fundamentalmente en forma orgánica, la cual no es asimilable directamente para las plantas. A través del proceso de mineralización de la materia orgánica, se transforma en nitrógeno mineral, ya sea en forma amoniacal o nítrica, siendo ambas asimilables por los cultivos.

Por otro lado, los cultivos también pueden adquirir nitrógeno por medio de fertilizantes inorgánicos o a través de la descomposición de residuos orgánicos.

A continuación, se muestra la clasificación de suelos en función del contenido de nitrógeno que presentan.

*Tabla 5. Clasificación de suelos por contenido en nitrógeno (Báscones 2004).*

Nitrógeno (%)	Clasificación
< 0,05	Muy bajo
0,05 - 0,10	Bajo
0,10 - 0,20	Medio
0,20 - 0,40	Alto
> 0,40	Muy alto

La técnica empleada para la determinación del nitrógeno total es el método Kjeldahl. El valor obtenido para el suelo objeto de estudio es de 0,187%, lo que corresponde a un contenido normal ligeramente alto.

En el caso de que el contenido en nitrógeno de la parcela fuera en aumento podría provocar un excesivo y rápido desarrollo de las plantas, siendo estas más susceptibles a las variaciones ambientales o ataques de plagas y enfermedades, y reduciendo su rendimiento considerablemente. Además, podría ir en contra de los intereses del agricultor para cumplir sus objetivos de producción. Por ello, si se alcanza este límite, se debería limitar o restringir el aporte de fertilizantes nitrogenados.

### Fósforo

El fósforo es un componente fundamental de todas las enzimas involucradas en el transporte de energía producida por la planta, y se encuentra en los ácidos nucleicos, fosfolípidos y azúcares fosfatados. Además, participa en procesos de fosforilación, fotosíntesis, respiración y en la síntesis y descomposición de los carbohidratos, proteínas y grasas.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Las plantas deben tener cantidades suficientes de P para cumplir con su ciclo normal de producción, ya que influye en el crecimiento radical, pronta madurez, formación de semillas e incrementa la resistencia a enfermedades.

La reserva total de fósforo en el suelo generalmente es muy alta, pero de esta solo una pequeña fracción se encuentra directamente disponible para la planta. De forma general, se encuentra combinado formando parte de diferentes fosfatos minerales y orgánicos, y se presenta en distintas formas de ácido fosfórico como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  o  $\text{PO}_4^{3-}$ , dependiendo de la mayor o menor abundancia de unas u otras y del pH del suelo.

Para la determinación del fósforo lábil del suelo se utiliza el método Olsen, el cual se recomienda para el análisis de suelos con pH mayores o iguales a 5,5 y pobres en materia orgánica como es el caso del suelo objeto de estudio.

Tabla 6. Clasificación de suelos por contenido en fósforo (Báscones 2004).

Fósforo (ppm)	Clasificación
< 14	Muy bajo
14 - 22	Bajo
22 - 30	Medio
30 - 38	Alto
> 38	Muy alto

El contenido en fósforo del suelo de la parcela es de 25,91 ppm, por lo que siguiendo el criterio de la tabla se clasifica como un suelo con un contenido en fósforo medio.

### Potasio

El potasio es un macronutriente absorbido por las plantas en grandes cantidades, siendo solo superado por el nitrógeno. Es el nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta ya que, de forma general, su provisión en el suelo es aceptable.

Este elemento está presente en la solución del suelo únicamente como catión cargado positivamente ( $\text{K}^+$ ), absorbido en el complejo de cambio y fijado en la superficie, borde e interior de la red cristalina de determinadas arcillas. Aunque no está incorporado a la estructura de los compuestos orgánicos, presenta varias funciones como activación de enzimas celulares, interviene en la síntesis y acumulación de hidratos de carbono y proteínas, e influye en la tolerancia al frío y resistencia a la sequía de la planta.

Las plantas absorben el potasio por vía radicular, a partir de la solución del suelo. Debido a su baja carga y pequeño radio iónico, el potasio es fácilmente absorbido por las raíces sobre todo por difusión, pudiendo incluso a adquirir cantidades superiores a las necesarias sin que por ello se produzcan efectos negativos.

Tabla 6. Clasificación de suelos por contenido en potasio (Báscones 2004).

Potasio (ppm)	Clasificación
< 75	Muy bajo
75 - 140	Bajo
140 - 220	Medio

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

220 - 280	Alto
> 280	Muy alto

Según la clasificación que se muestra en la tabla anterior, el suelo objeto de estudio presenta un contenido en potasio medio-alto, de 214,49 ppm. En este tipo de suelos, la fertilización debe tener por objetivo mantener la fertilidad del suelo en los niveles naturales, es decir, el abonado debe coincidir con las extracciones de los cultivos considerando las posibles pérdidas por lixiviado, dada la movilidad de este elemento. En caso de que el contenido en potasio del suelo vaya en aumento, el abonado deberá reducirse en función del contenido en arcillas del mismo.

### 3. BIBLIOGRAFÍA

Bardají Cando, J. (1985). Estudio de suelos de la zona de Almazán (Soria). Ministerio de Agricultura, IRYDA, Madrid.

Báscones, E. (2004). Análisis del suelo y consejos de abonado. Valladolid: Diputación provincial de Valladolid.

Fuentes, J.L. (1999). El suelo y los fertilizantes. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Instituto Tecnológico GeoMinero de España. (1991). Mapa Geológico de España. IGME.

<http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/memorias/MMagna0406.pdf>

INE, Instituto Geográfico Nacional, Esri, HERE, Garmin, USGS, NGA. (2022). *Mapa Geológico Continuo de España a escala 1/50.000*. IGME.

<https://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=44df600f5c6241b59edb596f54388ae4>

Ministerio de Industria y energía. (1984, febrero). *Informe sobre la infraestructura hidrogeológica del municipio del gran área de expansión industrial de Almazán (Soria) y protección del mismo*. Comisaria de la energía y recursos minerales.

[http://info.igme.es/SidPDF/003000/086/Informe%20sobre%20la%20infraestructura%20hidrogeol%C3%B3gica%20de%20Almaz%C3%A1n%20\(Soria\)/3086\\_0002.pdf](http://info.igme.es/SidPDF/003000/086/Informe%20sobre%20la%20infraestructura%20hidrogeol%C3%B3gica%20de%20Almaz%C3%A1n%20(Soria)/3086_0002.pdf)

Porta, C. J. (2008). Introducción a la edafología: Uso y protección del suelo. Mundi-Prensa.

Porta, J., López-Acevedo, M., & Roquero, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.

Ruiz Fernández De La Lopa, V., Gabaldón López, V., & Martín-Serrano, A. (1989). Mapa geológico de España. Instituto Geológico y Minero de España.

[http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d4\\_G50/Magna50\\_406.pdf](http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d4_G50/Magna50_406.pdf)

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Trueba, C., Millán, R., Schmid, T., Lago (CIEMAT), C., Roquero, C., & Magister (UPM), M. (1999). Base de Datos de Propiedades Edafológicas de los Suelos Españoles. Volumen XII. CASTILLA - LEÓN (c): Burgos, Soria y Segovia. IAEA.

[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/ Public/38/106/38106951.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/38/106/38106951.pdf)

Visor de datos - Portal de Suelos - ITACyL Portal Web. (2022). Portal de Suelos.

[https://suelos.itacyl.es/visor\\_datos](https://suelos.itacyl.es/visor_datos)



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS

NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA

## **ANEXO 3: ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



## ÍNDICE

### ANEXO 3: ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. FACTORES LIMITANTES .....	5
3. RESULTADOS ANALÍTICOS .....	6
4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	6
4.1. pH.....	6
4.2. Salinidad.....	7
4.3. Iones .....	8
4.4. Oxígeno disuelto en agua .....	9
4.5. Dureza .....	9
5. CONCLUSIONES .....	10
6. BIBLIOGRAFÍA.....	10





## 1. INTRODUCCIÓN

El principal objeto del presente estudio es conocer y analizar las características del agua que abastece la parcela objeto de estudio, con el fin de determinar su aptitud para el riego.

El agua necesaria para el riego va a ser obtenida de un pozo existente en el límite inferior de la parcela, procedente del Arroyo del Mojón, situado a poco más de un kilómetro del Canal de Almazán a su paso por la localidad de Covarrubias.

Al no disponer de datos concretos del punto de extracción, los resultados analíticos se obtendrán de la estación que dispone la Confederación Hidrográfica del Duero en el propio Río Duero, de donde se obtiene el agua para el riego de toda la zona que abarca el Canal de Almazán.

El Canal de Almazán presenta una longitud total de 60,2 km, siendo los primeros 10 km dedicados al aprovechamiento hidroeléctrico, y alcanza una superficie dominada de 5.342 hectáreas, de las cuales 4.846 corresponden a superficie regada.

## 2. FACTORES LIMITANTES

La calidad del agua para riego hace referencia principalmente a la composición físico-química del agua, más concretamente a la composición mineral del agua y a la presencia de sustancias sólidas u orgánicas en la misma. Puede afectar de manera importante a las condiciones del suelo, al desarrollo del cultivo y al propio sistema de riego.

Existen una gran variedad de factores capaces de limitar el uso del agua para regadío, algunos de los cuales se muestran a continuación:

- Salinidad: la acumulación de sales solubles en el suelo reduce la disponibilidad de agua para las plantas. A medida que aumenta el contenido de sales en la solución del suelo, se incrementa la tensión osmótica y, por tanto, la planta debe hacer mayor esfuerzo para absorber el agua por las raíces. De este modo, la productividad de los cultivos se ve afectada de forma negativa. Dicha salinidad se mide en términos de conductividad eléctrica y representa la cantidad de sales inorgánicas disueltas en el agua.
- Infiltración del agua en el suelo: contenidos relativamente altos de sodio y bajos de calcio y magnesio provocan que las partículas del suelo tiendan a disgregarse, ocasionando una reducción considerable en la velocidad de infiltración del agua. Esto puede provocar una disminución en la disponibilidad de agua en el suelo para las plantas.
- pH: el valor de pH en el agua hace referencia al nivel de acidez o alcalinidad de esta. La acidez del agua influye directamente en la capacidad de las plantas para asimilar los nutrientes. Asimismo, repercute en la disolución y descomposición de determinadas sustancias orgánicas y en la eliminación de pesticidas o metales pesados.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- Toxicidad: determinados iones, tales como sodio, cloro o boro, se pueden acumular en los cultivos en concentraciones suficientemente altas como para causar daños importantes y reducir el rendimiento de las cosechas.
- Otros efectos: en ocasiones, es necesario considerar los nutrientes contenidos en el agua de riego, con el fin de restringir la fertilización o porque produzcan excesos contraproducentes. Además, existen casos de que puedan producir una corrosión excesiva en el equipo de riego, aumentando los costes de mantenimiento.

### 3. RESULTADOS ANALÍTICOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en el análisis físico-químico realizado por la Confederación Hidrográfica del Duero.

*Tabla 1. Resultados analíticos calidad del agua de riego.*

Parámetro	Valor	Unidad
<b>pH</b>	7,36	-
<b>Conductividad</b>	542,8	µs/cm
<b>Amonio</b>	0,04	mg/l
<b>Nitratos</b>	9,3	mg/l
<b>Sulfatos</b>	93,7	mg/l
<b>Oxígeno disuelto</b>	8,44	ppm
<b>SAK</b>	17,8	AbS/m
<b>Dureza</b>	24,5	GHF

### 4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez obtenidos los parámetros más importantes para medir la calidad del agua, han de ser analizados con el fin de determinar finalmente la aptitud del agua con el que se va a regar la parcela objeto de estudio. Para ello, se van a emplear valores de referencia, en función de los cuales se evaluarán los posibles efectos adversos que puedan ocasionar.

#### 4.1. pH

El pH del agua de riego puede dar lugar a alteraciones del pH del suelo, lo que podría ocasionar daños para las plantas causando déficits de absorción de nutrientes.

*Tabla 2. Valores de referencia de pH en agua de riego.*

Valor pH	Nivel de riesgo	Problema causado
< 3,5	Vigilar	Problemas de corrosión
6,5 - 8,4	Sin problema	-

> 8,5	Vigilar	Problemas de formación de precipitados
-------	---------	--

El pH es consecuencia de las sales disueltas en el agua, y puede fluctuar mucho entre estaciones del año, cambios de temperatura, etc. Por ello, en algunas ocasiones se pueden inyectar ácidos o bases para corregir su valor evitando los problemas que se muestran en la tabla anterior.

Como es posible observar, se consideran valores adecuados de pH los comprendidos entre 6,5 y 8,4. En este caso, a partir de los resultados obtenidos en el anterior apartado, es posible determinar que el agua destinada para el riego de la parcela posee un pH de 7,36, por lo que se puede considerar que es un valor adecuado ya que se encuentra dentro de ese rango.

#### 4.2. Salinidad

Evalúa el riesgo de que un alto contenido en sales disueltas en el suelo disminuya el potencial osmótico, dificultando la absorción de agua por las raíces. En tal caso, se produciría una disminución en el rendimiento de los cultivos, de una forma prácticamente lineal respecto a la concentración de dichas sales.

Este parámetro se analiza a partir de la conductividad eléctrica (CE) que inducen las sales inorgánicas disueltas en el agua. Un valor bajo puede ser peligroso por problemas de corrosión y/o infiltración.

El contenido total en sales y la conductividad eléctrica están relacionados de forma aproximada por la siguiente expresión.

$$TSD = 0,65 \cdot CE$$

Donde:

- TSD: Sales totales disueltas (ppm).
- CE: Conductividad eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

En el caso del agua objeto de estudio, los resultados se muestran a continuación.

$$TSD = 0,65 \cdot 542,8 = 352,82 \text{ ppm} = 0,353 \text{ g/l}$$

A continuación, se muestran los valores de referencia y riesgo de salinidad en función de los niveles de TSD y CE presentes en el agua de riego.

Tabla 3. Valores de referencia de TSD y CE en agua de riego.

Valor TSD (g/l)	Valor CE ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	Nivel de riesgo	Riesgo
< 0,45	< 700	Sin problema	-
0,45 - 2,2	700 - 3500	Vigilar	Ligero-moderado
> 2,2	> 3500	Riesgo	Elevado

En el caso de la muestra estudiada, la conductividad eléctrica presenta un valor de 542,8  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , dando lugar a un contenido en sales totales disueltas de 0,353 g/l. A partir de los valores de referencia, es posible determinar que se trata de un agua sin ningún tipo de riesgo sobre el rendimiento del cultivo, siendo esta de buena calidad según este criterio.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Por otro lado, si existieran problemas de salinidad en el agua de riego, se recomendaría emplear cultivos altamente tolerantes a la salinidad, junto con las prácticas de lavado correspondientes, de forma que se pudiera evitar en gran parte este problema.

### 4.3. Iones

En un estudio representativo para establecer la calidad del agua para el riego, es de gran utilidad realizar el análisis de los iones que aparecen en ella. Gracias a ello, va a permitir evaluar la existencia de toxicidad en el agua, lo que afecta de manera importante al rendimiento de los cultivos y al estado del suelo.

Se han analizado los siguientes iones:

- **Amonio:** se trata de un ion particular, cuyo control resulta importante, pero también aporta un valor nutritivo esencial al agua de riego. Proviene de la descomposición de la materia orgánica, estiércoles, purines o fertilizantes. Un exceso de este puede provocar algunos problemas de toxicidad o impedir la absorción por parte de las raíces de algunos nutrientes como el potasio.
- **Nitratos:** los nitratos pueden aprovecharse para descontar su aporte en los planes de abonado, pero su valor excesivo puede ser un problema medioambiental, además de legislativo. Proviene principalmente de la lixiviación de fertilizantes, descomposición de la materia orgánica y aguas residuales. Si alcanzan niveles muy elevados, las plantas experimentan un desarrollo vegetativo excesivo, pudiendo dar lugar a un aumento de enfermedades. Además, producirían problemas de eutrofización en estanques y balsas.
- **Sulfatos:** los sulfatos provienen sobre todo de los yesos que entran en contacto con el agua. De forma general, no resultan un problema importante para las aguas, pero deben ser controlados para evitar que existan riesgos tales como su precipitación con el calcio y problemas de corrosión.

*Tabla 4. Valores de referencia de Amonio, nitratos y sulfatos en agua de riego.*

Parámetro	Valor (mg/l)	Nivel de riesgo
<b>Amonio</b>	0 - 5	Sin problema
	5 - 30	Vigilar
	> 30	Riesgo
<b>Nitratos</b>	0 - 10	Sin problema
	10 - 130	Vigilar
	> 130	Riesgo
<b>Sulfatos</b>	0 - 300	Sin problema
	300 - 900	Vigilar
	> 900	Riesgo

En primer lugar, en lo referido al amonio, el análisis da un resultado de 0,04 mg/l, por lo que no existiría ningún riesgo de toxicidad relacionado con este ion.

En el caso de los nitratos, el análisis muestra una concentración de 9,3 mg/l. Es un valor elevado, cercano al límite máximo a partir del cual existiría cierto riesgo. Por ello, se debería

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

controlar su aplicación teniéndolo en cuenta en los programas de fertilización para no provocar un exceso para la planta.

Por último, la concentración de sulfatos es de 93,7 mg/l, valor muy por debajo del límite de tolerancia a partir del cual existirían problemas. De forma general, los valores altos de sulfatos se suelen encontrar en aguas no aptas para el riego.

### 4.4. Oxígeno disuelto en agua

El oxígeno es fundamental para el desarrollo de las plantas, principalmente en los procesos de producción de energía que llevan a cabo durante la noche. En el suelo, las raíces únicamente pueden obtener el oxígeno que está disuelto en el agua, por lo que, de forma general, un incremento de la oxigenación de la zona radicular fomenta el desarrollo poblacional de microorganismos fundamentales en la simbiosis con la planta y una mejora en la tasa de absorción de nutrientes. En definitiva, una mayor vigorosidad y estado saludable del cultivo. Por otro lado, niveles elevados de oxígeno disuelto en agua, pueden dar lugar a una mayor corrosión de las tuberías por las que esta circula.

En general, se establece como valor de referencia unos 3-4 mg/l de oxígeno disuelto en agua como límite inferior recomendado para cualquier tipo de cultivo. En el caso del agua objeto de estudio, alcanza un valor de 8,44 ppm (o mg/l), por lo que se considera adecuado.

### 4.5. Dureza

El grado de dureza viene determinada por contenido de carbonato cálcico y magnesio del agua. Además, es posible emplear este parámetro como una medida del riesgo de precipitación en las conducciones.

El calcio y el magnesio son ambos nutrientes esenciales para las plantas, y una adecuada concentración de ambos elementos en el agua sería un aspecto beneficioso. Sin embargo, cuando la dureza del agua es demasiado elevada, podría dar lugar a precipitaciones de sales, calcio y magnesio en el sistema de riego. Por el contrario, si la dureza del agua es demasiado baja, podría ser causa de corrosiones.

A continuación, se muestran los valores de referencia a partir de los cuales es posible caracterizar el agua para este parámetro.

*Tabla 5. Valores de referencia de dureza en agua de riego.*

Tipo de agua	Valor de dureza (GHF)
Muy dulce	< 7
Dulce	7 - 14
Medianamente dulce	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy dura	> 54

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Para el caso del agua objeto de estudio, el resultado de los análisis para la dureza es de 24,5 Grados Higrométricos Franceses (GHF), lo que equivaldría en torno a 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Observando la tabla, es posible clasificar el agua como medianamente dura.

### 5. CONCLUSIONES

El análisis del agua de riego es un aspecto fundamental a tener en cuenta en la instalación global de regadío, ya que puede llegar a influir de manera importante tanto en las características del suelo como en el rendimiento de los cultivos.

La calidad del agua con la que se va a regar la parcela es adecuada. No presenta problemas de salinidad debido a su baja conductividad eléctrica. Los niveles de pH son adecuados, así como los de oxígeno disuelto en agua. Además, no presenta riesgo alguno de toxicidad para ninguna de las sales analizadas. Sin embargo, es un agua ligeramente dura lo que podría provocar un incremento en las necesidades de mantenimiento junto con la pérdida de permeabilidad y compactación del suelo.

### 6. BIBLIOGRAFÍA

Cánovas, J. (1986). Calidad agronómica de las aguas de riego. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

FAO (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO de riego y drenaje, 1, 29, Roma.

Laboratorio, C. (2021, 28 abril). Riego V: Interpretación de Análisis Agua de Riego. CSR Laboratorio.

<https://csrlaboratorio.es/laboratorio/aguas/aguas-de-riego/riego-v-interpretacion-analisis-agua-de-riego/>

Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794. Nº 35 Mayo 2015

<https://csrlaboratorio.es/laboratorio/aguas/aguas-de-riego/riego-v-interpretacion-analisis-agua-de-riego/>

Sistema Automático de Información del Duero. (2022). Información de Calidad del Agua. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.

<https://www.saihduero.es/saica/EC209>



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS

NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA

## **ANEXO 4: PROPUESTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu





# ÍNDICE

## ANEXO 4: PROPUESTA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. CULTIVOS PROPUESTOS .....	6
2.1. Colza .....	6
2.2. Trigo blando.....	7
2.3. Cebada.....	7
2.4. Girasol.....	8
2.5. Triticale .....	8
3. CALENDARIO DE ROTACIÓN.....	8
4. BIBLIOGRAFÍA.....	13



## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la agricultura presenta multitud de técnicas desarrolladas con el objetivo de mantener o aumentar la calidad de los suelos sin alterar las propiedades físico-químicas de cada uno de ellos. Sin embargo, el incremento constante en la demanda de productos agrícolas ha derivado en una sobreexplotación de los suelos, por lo que escoger el sistema de manejo adecuado para cada lugar resulta imprescindible para conseguir una producción sostenida en el tiempo.

Debido a ello, una de las técnicas más utilizadas en agricultura es la rotación de cultivos. Consiste en la implantación de forma sucesiva de cultivos que presentan necesidades nutritivas diferentes en una misma parcela, de manera ordenada en el tiempo. Favorece la conservación del suelo y sus propiedades gracias a que los distintos cultivos empleados poseen un sistema radicular específico, de forma que alcanzan profundidades y anchuras diferentes, explorando los diversos niveles del perfil del suelo. Esto a su vez conlleva una mayor aireación del terreno y, por tanto, mejora la capacidad de infiltración del agua consiguiendo unos niveles de humedad más adecuados.

Además, una adecuada rotación brinda a la explotación una cobertura superficial de mayor calidad, que aporta nutrientes y materia orgánica al suelo, produciendo un enriquecimiento del perfil productivo del suelo. A diferencia del monocultivo, no se generan importantes desequilibrios físico-químicos en la naturaleza del suelo.

Por otro lado, este sistema favorece la viabilidad de las cosechas, ya que realiza un mejor aprovechamiento del abonado, además de eliminar malas hierbas, plagas o enfermedades de forma más eficiente. Al alternar entre especies con características fisiológicas y necesidades nutritivas diferentes, permite realizar un mejor control sanitario de la parcela, ya que van a encontrar más dificultades para reproducirse o sobrevivir si se modifican continuamente las condiciones del terreno.

La combinación de todo lo explicado anteriormente tiene como objetivo alcanzar la sostenibilidad del suelo, generando ventajas tanto en el ámbito agronómico como económico, y ayudando a mantener a su vez la biodiversidad de la zona.

Además, con la instalación de riego, es posible introducir en la rotación nuevos cultivos como maíz, remolacha o diferentes leguminosas que mejoren la parcela y el ecosistema. Asimismo, realizando una adecuada planificación, y siempre que el clima y el suelo lo permitan, se pueden obtener varias cosechas en la misma campaña, aumentando la rentabilidad del terreno.

Para que la elección de los cultivos y el orden de la rotación sean idóneos se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Conocimiento de las técnicas de cultivo.
- Conocimiento de las características morfológicas y fisiológicas de los cultivos.
- Conocimiento de malas hierbas, plagas y enfermedades de los cultivos.
- Adaptación de los cultivos a las condiciones climáticas y edáficas de la parcela.
- Capacidad de los cultivos para mantener o mejorar las características del suelo.
- Capacidad de los cultivos para aprovechar los recursos que ha dejado el cultivo anterior.
- Capacidad para introducir nuevos cultivos en la rotación en momentos específicos de necesidad.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- Economía de la explotación.
- Capacidad de comercialización de los productos.
- Factores de producción disponibles como maquinaria específica, insumos, mano de obra, etc.
- Disposiciones legales.

En función de todo ello, se debe establecer una rotación de cultivos adecuada para la parcela objeto de estudio, teniendo en cuenta las posibles variaciones que se puedan producir en el mercado para los diversos cultivos en los años posteriores.

### 2. CULTIVOS PROPUESTOS

Las especies y variedades escogidas para la rotación deben adaptarse al calendario expuesto en el siguiente apartado, además de dar lugar a unos rendimientos de producción adecuados para la zona donde se localiza la parcela objeto de estudio.

Para la elección de las variedades se han tenido en cuenta los ensayos realizados durante los últimos 16 años por ASAJA SORIA (Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores) en los campos de ensayo de Almazán, de forma que las condiciones climáticas y edáficas son muy similares a las de la parcela a tratar.

Las variedades pertenecientes a LG, así como las de trigo y triticale, son comercializadas por la cooperativa COPISO SORIA, la principal distribuidora de estas semillas en la provincia.

A continuación, se muestran las principales características de los cultivos empleados para la rotación.

#### 2.1. Colza

La colza es una planta herbácea anual que pertenece a la familia de las crucíferas y se emplea como oleaginosa, con la finalidad de extraer aceite a partir de sus semillas. Este aceite es empleado principalmente para la producción de biodiesel, así como para consumo humano, harina o alimentación animal. El cultivo de la colza prefiere suelos profundos de buena aireación y drenaje, con pH neutro-ácido, aunque se adapta bien a todo tipo de suelos. Soporta bajas temperaturas siempre y cuando haya alcanzado el estado de roseta antes de la etapa de heladas fuertes.

La colza en la rotación actúa como planta mejorante para los cereales, principalmente el trigo, aunque no aporta tanto nitrógeno como las leguminosas, ni resulta un cultivo tan sencillo como los cereales de invierno. Gracias a su raíz pivotante, favorece una mayor exploración del suelo, además de permitir un mejor control de plagas y enfermedades, al pertenecer a otra familia de plantas. Sin embargo, es bastante exigente en cuanto a fertilizantes y agua se refiere, llegando a multiplicar por dos o tres su rendimiento en secanos húmedos o regadíos.

Las variedades de colza escogidas son **ES GRACIO** y **LG AVIRON**. En el primer caso, ES GRACIO es una variedad de muy alto nivel productivo, dando lugar a cosechas de elevada calidad, con contenidos muy altos de grasa y proteína. Presenta un buen vigor en la

implantación y en la salida del invierno, además de tolerar bien el frío y un adecuado perfil sanitario.

La variedad LG AVIRON se trata de la que mayor rendimiento de media ha dado en las últimas campañas. Es un híbrido N-Flex, que proporciona un uso más eficiente del nitrógeno disponible en el suelo. Destaca por su precocidad en la floración y maduración, alcanzando un buen vigor en otoño y primavera, lo que le permite la posibilidad de evitar el daño precoz de plagas y enfermedades.

## 2.2. Trigo blando

El trigo es uno de los cereales de invierno de mayor producción y el más empleado para la alimentación tanto humana como animal, principalmente en forma de harina. El cultivo de trigo requiere de suelos con buen drenaje y un pH neutro-ácido, tolera mal los terrenos arenosos y la temperatura óptima de germinación se encuentra alrededor de los 20°C. Las necesidades de riego son claves unos días antes de la siembra para favorecer la germinación, cuando las plantas empiezan a brotar de la tierra, en el encañado y durante el crecimiento del grano. Gracias a ello, junto con una buena labor de abonado y fertilización, permitirá obtener unos rendimientos considerablemente más elevados que en secano.

La variedad de trigo escogida es **FILON**, una de las más cultivadas en toda España. Se trata de un trigo mocho de ciclo largo, buena calidad harinera y de media fuerza, con un contenido en proteína elevado y peso específico medio. Tiene una excelente capacidad productiva y precocidad, buen perfil sanitario y se adapta a todas las zonas de cultivo, desde secanos áridos hasta zonas de alto potencial y regadíos.

## 2.3. Cebada

La cebada es el cereal más cultivado en España, siendo mayormente empleada la de 2 carreras, cuyos principales aprovechamientos son para alimentación animal como componente de piensos o para alimentación humana en forma de malta. Esta última debe cumplir unos requisitos de calidad marcados por la industria maltera, principalmente relacionados con la capacidad de germinación y el contenido en proteína. En cuanto a requerimientos edafoclimáticos, se adapta a multitud de suelos y climas, tolerando bien las bajas temperaturas y la salinidad sin que afecte de forma grave a su rendimiento. Las necesidades de riego son más elevadas al inicio de su desarrollo que al final, siendo estas clave durante la época del encañado.

En este caso se van a emplear dos variedades, **LG CASTING** y **RGT PLANET**. El primer caso, LG CASTING se trata de una cebada de invierno, de ciclo largo, que permite asegurar producciones en siembras precoces. Presenta una buena capacidad de ahijamiento, gran tamaño de espiga y elevado PMG (peso de mil granos), y debido a su gran tolerancia a enfermedades su manejo resulta más sencillo. Esta cebada tiene calidad pienso, es decir, irá destinada a la alimentación animal.

Por otro lado, la variedad RGT PLANET se trata de una cebada de primavera, de ciclo corto, que se ha convertido en una de las variedades de cebada más sembradas en España debido a su elevado potencial de rendimiento y su aptitud maltera. Es una variedad precoz a espigado y cosecha, y presenta un buen calibre de grano y peso específico alto. A todo ello se debe añadir su buen perfil sanitario, especialmente en lo referido a las enfermedades fúngicas.

#### 2.4. Girasol

El girasol es un cultivo herbáceo anual que se emplea como planta oleaginosa, cuyo aceite tiene un papel fundamental en la alimentación humana. Actualmente, su cultivo se encuentra en expansión, con un incremento medio anual bastante estable en los últimos años. Es poco exigente en cuanto a tipo de suelo, aunque es esencial que tenga un buen drenaje. Además, es muy poco tolerante a la salinidad, y el contenido de aceite de las pipas disminuye cuando esta aumenta.

Se trata de un cultivo alternativo dentro de una rotación, que tradicionalmente ha sido relegado a suelos poco fértiles. Responde muy bien al riego, incrementando el rendimiento final hasta un total de 3-5 toneladas por hectárea. La realización de subsolado profundo facilita la penetración del agua, el drenaje y la aireación del terreno, mejorando de forma considerable el aprovechamiento del agua de riego. De forma general, requiere poca agua hasta la aparición del capítulo, y las necesidades hídricas aumentan notablemente y se mantienen hasta días después de la floración.

La variedad de girasol escogida es **LG 50.514**. Se trata de la variedad linoleica con mayor contenido en grasa, y con un elevado rendimiento en kilos. Es una variedad precoz, que facilita la flexibilidad de las siembras, además de presentar un excelente vigor de partida. Destaca por su rigor y perfil sanitario con un óptimo control de *Jopo* y *Mildiu*.

#### 2.5. Triticale

El triticale es un híbrido producto del cruzamiento realizado entre el trigo y el centeno. El rendimiento y la calidad nutritiva son iguales o superiores a las del trigo, y presenta un buen desarrollo en suelos pobres, así como resistencia a las plagas y enfermedades típicas del centeno. En lo referido a requerimientos edafoclimáticos, es un cultivo que se caracteriza por poseer la rusticidad del centeno, por lo que no resulta muy exigente. Las necesidades de riego son más importantes después de la siembra, durante el macollamiento, encañado y crecimiento del grano.

La variedad de triticale escogida es **RGT ELEAC**. Se trata de la variedad líder en los ensayos oficiales, debido a su elevada producción y resistencia al frío invernal, además de un excelente llenado del grano. Presenta una calidad semolera elevada, ya que tanto el peso específico como el nivel de proteína son altos. Destaca por su buen perfil sanitario, siendo resistente a la roya, septoria y fusarium. Esta variedad irá destinada a la alimentación animal en forma de piensos.

### 3. CALENDARIO DE ROTACIÓN

El diseño del calendario de rotación se ha realizado teniendo en cuenta los criterios explicados anteriormente, junto con las características de las especies y variedades que se van a emplear en cada una de las etapas.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
 TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

AÑO 0																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	BARBECHO												COLZA																							

AÑO 1																																				
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC													
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	COLZA						LABOREO						TRIGO																							

AÑO 2																																
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC									
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	TRIGO BLANDO						LABOREO						CEBADA																			

AÑO 3																																
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC									
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	CEBADA TEMPRANA						LABOREO																									

AÑO 4																																
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT		OCT		NOV		DIC									
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	LABOREO						GIRASOL						LABOREO																			



TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

AÑO 5																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	CEBADA TARDÍA												LABOREO												TRIGO																							

AÑO 6																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	TRIGO BLANDO												BARBECHO																																			

AÑO 7																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	BARBECHO												COLZA																																			

AÑO 8																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	COLZA												LABOREO												TRIGO																							

AÑO 9																																																
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC			
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	TRIGO BLANDO												LABOREO												CEBADA																							

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
 TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

AÑO 10																																																				
MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPT				OCT				NOV				DIC							
SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CULTIVO	CEBADA TEMPRANA																LABOREO								TRITICALE																											

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

El calendario se ha diseñado para una rotación de cultivos de 10 años de duración.

La rotación comienza con el cultivo de colza, empleando las variedades ES GRACIO y LG AVIRON, las cuales presentan unos rendimientos elevados y buen perfil sanitario. La siembra se realizará a finales de septiembre y permanecerá en la parcela hasta principios de julio, cuando se procederá a cosecharla.

Posteriormente, se realizará un proceso de mínimo laboreo empleando únicamente la grada de discos, lo cual va a permitir eliminar los restos del cultivo anterior y dejar el terreno preparado para la siembra. A mediados de noviembre se sembrará el trigo blando, concretamente la variedad de ciclo largo FILON. Esta variedad va a permitir obtener unos rendimientos muy elevados en regadío, además de ser el cultivo posterior a la colza, la cual actúa como planta mejorante llegando a incrementar considerablemente la producción de trigo. La cosecha tendrá lugar durante las primeras semanas del mes de julio.

Tras su cosecha, se realizará un pastoreo de ganado ovino llevado a cabo por una explotación cercana a la parcela a tratar, situada en la localidad de Almántiga (Almazán). Seguido a ello se realizará un laboreo mediante chisel con rodillo y rastra, en una única pasada, y a finales de noviembre o principios de diciembre se sembrará la cebada. En este caso, se va a emplear la variedad de ciclo largo LG CASTING, con buenas producciones destinada a la fabricación de pienso, la cual se cosechará a principios de julio al tratarse de cebada temprana.

Al igual que el año anterior, al finalizar la cosecha se llevará a cabo un pastoreo de ganado ovino por la misma explotación. Esta vez, la labor de desbroce superficial que realizan estos animales adquirirá mayor importancia debido a que no se volverá a implantar cultivo hasta finales de mayo del año siguiente. Previo a la siembra de girasol, se deberán realizar dos pasadas sobre el terreno mediante el chisel y la grada de dientes, con el fin de favorecer la siembra y posterior germinación de las plantas. La cosecha tendrá lugar a mediados de octubre, cuando las plantas hayan alcanzado la etapa de maduración y secado.

Tras el cultivo de girasol, se realizará una única pasada con la grada de discos de forma que permita eliminar los palos de girasol que quedan tras su cosecha. Posteriormente, se llevará a cabo la siembra de cebada tardía de ciclo corto, usando la variedad PLANET, la cual permite obtener rendimientos elevados de buena calidad para la industria maltera. La siembra tendrá lugar a mediados o finales de enero y el cultivo permanecerá en la parcela hasta su cosecha que comenzará la segunda semana de julio.

Una vez finalizado, de nuevo se realizará un pastoreo de ganado ovino y se llevará a cabo la preparación del terreno para el posterior cultivo mediante el chisel y la grada de dientes. A mediados de noviembre se sembrará el trigo, usando la variedad FILON, y se cosechará a partir de la segunda semana de julio.

Posteriormente, el terreno se dejará en barbecho hasta la siguiente campaña. Para el control de las malas hierbas será fundamental el pastoreo de ganado ovino, el empleo de fitosanitarios, y el laboreo mediante el arado.

De nuevo se implantará colza, para cuya siembra será necesario realizar una pasada previa con el cultivador. Se emplearán las variedades ES GRACIO y LG AVIRON, y permanecerán en el terreno desde su siembra a finales de septiembre hasta su maduración y cosecha a principios de julio.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tras la recolección de la colza, se realizará una pasada con la grada de discos para eliminar los restos de cultivo. A continuación, se sembrará trigo debido al poder mejorante ya mencionado que tiene la colza sobre este cultivo, aumentando considerablemente sus rendimientos. Se empleará la variedad FILON, la cual alcanzará la etapa de maduración y cosecha a mediados de julio.

Se seguirá el mismo proceso de pastoreo y preparación de la tierra que en el año 2, a través del chisel con rodillo y rastra, y se sembrará la cebada de ciclo largo LG CASTING a finales de noviembre. Este cultivo terminará su ciclo y será cosechado a principios de julio.

A continuación, se llevará a cabo un laboreo de dos pasadas mediante el chisel y la grada de dientes, para realizar la siembra de triticales las primeras semanas de noviembre. Para ello, se va a emplear la variedad ELAC, la cual presenta una elevada producción y un excelente perfil sanitario que facilitará su manejo. La cosecha se llevará a cabo a principios o mediados de julio.

Tras ello, se procederá a realizar mínimo laboreo con el objetivo de dejar el terreno en unas condiciones óptimas para la próxima rotación.

Como es posible observar analizando la rotación, el cultivo principal es el trigo, a partir del cual se obtienen los mayores rendimientos, seguido de la cebada. Para ello, resulta fundamental la rotación de cultivos, en la cual la colza adquiere un papel importante mejorando las producciones de este y ayudando a recuperar y potenciar las propiedades físicas y químicas del suelo.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

LG Seeds. (2022, 8 febrero). LG Seeds: semillas de maíz, girasol, cereal, colza y forrajeras.

<https://www.lgseeds.es/>

Copiso soria soc. cooperativa. (2021, septiembre). Catalogo de semillas 2022 (Trigo filon).

RAGT Semillas. (2018, febrero). RGT Planet.

<https://ragt-semillas.es/sites/default/files/public/medias/variety/pdfs/RGT%20PLANET.pdf>

RAGT Semillas. (2022, marzo). RGT Eleac.

<https://ragt-semillas.es/sites/default/files/public/medias/variety/pdfs/RGT%20ELEAC.pdf>

Lidea seeds. (s. f.). ES Gracio.

[https://api.lidea-seeds.es/uploads/2021/08/lidea\\_es\\_gracio.pdf](https://api.lidea-seeds.es/uploads/2021/08/lidea_es_gracio.pdf)



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

## **ANEXO 5. NECESIDADES HÍDRICAS**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## ANEXO 5: NECESIDADES HÍDRICAS

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. NECESIDADES HÍDRICAS.....	5
2.1. Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) .....	5
2.2. Coeficiente del cultivo según su estado de desarrollo ( $K_c$ ) .....	5
2.3. Evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ).....	6
2.4. Cálculo de las necesidades hídricas.....	6
2.4.1. Trigo.....	6
2.4.2. Colza .....	7
3. BIBLIOGRAFÍA.....	9





## 1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se va a llevar a cabo la determinación de las necesidades hídricas de los diferentes cultivos a emplear, lo que supone un aspecto fundamental para el diseño y dimensionamiento del sistema de riego, más concretamente para la balsa de almacenamiento.

Las necesidades hídricas se han calculado para los cultivos más exigentes desde el punto de vista hídrico presentes en la rotación, es decir, trigo y colza. Además, en este caso, coinciden con los cultivos de la rotación que mayor rentabilidad presentan.

Para ello, es necesario conocer las necesidades de agua en su valor punta, en función del cual se dimensionarán posteriormente las instalaciones de riego, de forma que puedan ser útiles en para circunstancias menos exigentes.

## 2. NECESIDADES HÍDRICAS

Las necesidades de agua de los cultivos representan la cantidad de agua que requieren para satisfacer la tasa de evapotranspiración, de forma que puedan crecer y desarrollarse. Esta se define como el agua que se evapora a través de las hojas de la planta, así como de la superficie del suelo.

A partir de ello, se definen una serie de conceptos necesarios para la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos, los cuales se muestran a continuación.

### 2.1. Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ )

La evapotranspiración de referencia se define como la tasa de evapotranspiración de una superficie vegetal que cubre el suelo, con un comportamiento activo y sin restricciones de agua. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas.

Los únicos factores que afectan a la evapotranspiración de referencia son los parámetros climáticos, por lo que puede ser calculada a partir de los datos meteorológicos. Expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época de año específicas, sin considerar las características del cultivo ni los factores del suelo. Esto último se debe a que existe una abundante disponibilidad de agua en la superficie de evapotranspiración de referencia.

El procedimiento empleado para el cálculo de este parámetro es el método FAO Penman-Monteith, a partir de los datos climatológicos que se definen en el Anexo 1. Estudio climático, correspondientes a la zona objeto de estudio. Más concretamente, los factores que mayormente determinan este parámetro son la radiación solar, la temperatura del aire, la humedad del aire y la velocidad del viento.

### 2.2. Coeficiente del cultivo según su estado de desarrollo ( $K_c$ )

El coeficiente del cultivo incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación del suelo. Expresa la relación que existe entre la evapotranspiración real de cada cultivo específico y la evapotranspiración de referencia en esas mismas condiciones y en ese mismo microclima.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Este coeficiente depende únicamente del cultivo, y varía en función del estado de desarrollo en el que se encuentre. Durante el periodo de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente del cultivo  $K_c$  expresa los cambios en la vegetación en el grado de cobertura del suelo. De forma general, su valor se encuentra comprendido en el intervalo entre 0,1 y 1,2.

### 2.3. Evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ )

La evapotranspiración del cultivo hace referencia a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo condiciones óptimas de suelo y agua, que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes.

Su cálculo se realiza a través de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) y el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ), a través de la siguiente expresión.

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

### 2.4. Cálculo de las necesidades hídricas

A continuación, se lleva a cabo el cálculo de las necesidades hídricas para cada cultivo y época de desarrollo en la que se encuentra. Para ello, una vez calculada la evapotranspiración del cultivo, se tendrá en cuenta la precipitación efectiva media de cada semana para la obtención de las necesidades hídricas netas. Por último, la determinación de las necesidades hídricas brutas va a depender de la eficiencia del sistema de riego empleado en la parcela, es decir, del porcentaje de aprovechamiento del agua utilizada para regar. En este caso, al tratarse de riego por aspersión, la eficiencia es del 85%.

El cálculo se ha realizado para las necesidades hídricas semanales de cada cultivo, a partir de los datos medios de evapotranspiración de referencia obtenidos desde 2012 hasta la actualidad.

#### 2.4.1. Trigo

Como es posible observar en la tabla, el valor máximo de necesidades hídricas brutas del trigo a lo largo de su ciclo completo corresponde a la semana del 7 al 13 de junio, siendo de 39,889 litros/m<sup>2</sup>. Las necesidades son más elevadas desde inicios de mayo hasta mitad de junio, por lo que es cuando más necesario resulta el riego.

La dimensión total del conjunto de parcelas es de 17,3 has, por lo que la balsa deberá tener una capacidad de almacenamiento de 6901 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta que la capacidad de llenado de la balsa es de 0,25 m<sup>3</sup>/s, el tiempo total de llenado en la semana más crítica será de 7,668 horas.

Tabla 1. Necesidades hídricas trigo.

Días ciclo	Día inicio	Día fin	$ET_0$	$K_c$	$ET_c$	PE	$NH_n$	$NH_b$
7	16-nov	22-nov	6,686	0,700	4,680	2,513	2,167	2,549
14	23-nov	29-nov	6,283	0,700	4,398	4,759	-0,361	-0,424
21	30-nov	06-dic	5,330	0,700	3,731	0,457	3,274	3,852
28	07-dic	13-dic	4,723	0,700	3,306	2,058	1,248	1,469
35	14-dic	20-dic	4,847	0,700	3,393	3,037	0,356	0,419
42	21-dic	27-dic	4,573	0,730	3,336	1,777	1,560	1,835

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

49	28-dic	03-ene	4,978	0,760	3,781	2,193	1,588	1,868
56	04-ene	10-ene	5,058	0,790	3,994	3,734	0,260	0,306
63	11-ene	17-ene	5,803	0,820	4,758	1,436	3,322	3,908
70	18-ene	14-ene	5,838	0,850	4,962	1,839	3,123	3,674
77	25-ene	31-ene	7,056	0,880	6,209	2,981	3,228	3,797
84	01-feb	07-feb	7,808	0,910	7,106	1,600	5,506	6,477
91	08-feb	14-feb	7,858	0,940	7,388	5,501	1,887	2,220
98	15-feb	21-feb	10,487	0,970	10,175	0,509	9,666	11,372
105	22-feb	28-feb	12,294	0,996	12,246	1,746	10,501	12,354
112	01-mar	07-mar	12,869	1,031	13,261	2,249	11,013	12,956
119	08-mar	14-mar	16,274	1,061	17,261	2,429	14,832	17,449
126	15-mar	21-mar	15,287	1,110	16,968	6,793	10,175	11,970
133	22-mar	28-mar	16,181	1,110	17,961	2,506	15,455	18,183
140	29-mar	04-abr	18,762	1,110	20,826	1,440	19,386	22,807
147	05-abr	11-abr	20,294	1,110	22,527	3,827	18,700	22,000
154	12-abr	18-abr	22,870	1,110	25,386	5,077	20,309	23,893
161	19-abr	25-abr	19,797	1,110	21,974	5,134	16,840	19,812
168	26-abr	02-may	21,333	1,110	23,680	5,833	17,847	20,996
175	03-may	09-may	28,338	1,110	31,455	1,661	29,794	35,052
182	10-may	16-may	28,178	1,110	31,277	2,437	28,841	33,930
189	17-may	23-may	30,339	1,110	33,676	1,246	32,431	38,154
196	24-may	30-may	29,891	1,110	33,179	4,522	28,657	33,714
203	31-may	06-jun	32,508	1,110	36,084	4,082	32,001	37,649
210	07-jun	13-jun	33,679	1,110	37,384	3,478	33,906	39,889
217	14-jun	20-jun	36,827	0,902	33,221	3,300	29,921	35,202
224	21-jun	27-jun	38,517	0,701	27,008	3,521	23,487	27,632
231	28-jun	04-jul	40,299	0,500	20,162	5,467	14,695	17,288
238	05-jul	11-jul	40,041	0,299	11,988	3,438	8,551	10,059
245	12-jul	18-jul	42,882	0,098	4,224	0,470	3,754	4,416
<b>DATOS TOTALES</b>			<b>644,786</b>	<b>-</b>	<b>562,964</b>	<b>105,047</b>	<b>457,917</b>	<b>538,726</b>

2.4.2. Colza

En este caso, el ciclo del cultivo de la colza comienza a mediados de septiembre y finaliza a principios de julio. Las necesidades hídricas máximas tienen lugar en la semana del 15 al 21 de mayo, con un valor de 39,581 litros/m<sup>2</sup>, muy similares a las del trigo.

Para el cálculo del dimensionamiento de la balsa se van a tener en cuenta las necesidades hídricas máximas del cultivo anterior, ya que de esta forma se cubrirían de forma óptima las necesidades de la colza, al ser estas ligeramente inferiores.

Tabla 2. Necesidades hídricas colza.

Días ciclo	Día inicio	Día fin	ET <sub>0</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	PE	NH <sub>n</sub>	NH <sub>b</sub>
7	19-sep	25-sep	23,594	0,350	8,258	1,978	6,280	7,388
14	26-sep	02-oct	19,253	0,350	6,739	2,135	4,604	5,416

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

21	03-oct	09-oct	21,560	0,350	7,546	2,574	4,972	5,849
28	10-oct	16-oct	18,507	0,350	6,477	4,719	1,758	2,069
35	17-oct	23-oct	11,198	0,350	3,919	3,546	0,373	0,439
42	24-oct	30-oct	10,240	0,350	3,584	3,015	0,569	0,669
49	31-oct	06-nov	9,935	0,350	3,477	2,458	1,019	1,199
56	07-nov	13-nov	8,651	0,350	3,028	1,989	1,039	1,222
63	14-nov	20-nov	8,021	0,446	3,580	2,513	1,066	1,255
70	21-nov	27-nov	7,896	0,497	3,927	4,759	-0,831	-0,978
77	28-nov	04-dic	5,312	0,549	2,914	0,457	2,457	2,891
84	05-dic	11-dic	4,752	0,600	2,849	2,058	0,792	0,932
91	12-dic	18-dic	4,847	0,651	3,154	3,037	0,117	0,138
98	19-dic	25-dic	4,565	0,702	3,204	1,542	1,662	1,955
105	26-dic	01-ene	4,952	0,753	3,728	2,193	1,535	1,806
112	02-ene	08-ene	5,067	0,804	4,074	3,734	0,340	0,400
119	09-ene	15-ene	5,804	0,855	4,963	1,436	3,527	4,150
126	16-ene	22-ene	5,838	0,906	5,290	1,839	3,451	4,060
133	23-ene	29-ene	7,054	0,957	6,753	2,981	3,772	4,437
140	30-ene	05-feb	7,789	1,008	7,854	1,600	6,254	7,358
147	06-feb	12-feb	8,104	1,060	8,586	5,501	3,085	3,630
154	13-feb	19-feb	10,487	1,111	11,646	0,509	11,138	13,103
161	20-feb	26-feb	12,305	1,150	14,151	1,746	12,405	14,594
168	27-feb	05-mar	12,869	1,150	14,799	2,249	12,550	14,765
175	06-mar	12-mar	15,989	1,150	18,387	2,564	15,823	18,616
182	13-mar	19-mar	15,287	1,150	17,580	6,793	10,787	12,690
189	20-mar	26-mar	16,201	1,150	18,631	2,506	16,126	18,971
196	27-mar	02-abr	18,765	1,150	21,580	1,440	20,140	23,694
203	03-abr	09-abr	20,294	1,150	23,339	3,904	19,435	22,864
210	10-abr	16-abr	22,870	1,150	26,301	5,077	21,224	24,969
217	17-abr	23-abr	20,014	1,150	23,016	5,134	17,882	21,037
224	24-abr	30-abr	21,245	1,150	24,432	5,833	18,598	21,880
231	01-may	07-may	28,321	1,150	32,569	1,661	30,908	36,362
238	08-may	14-may	28,106	1,150	32,322	2,437	29,885	35,159
245	15-may	21-may	30,339	1,150	34,890	1,246	33,644	39,581
252	22-may	28-may	30,025	1,150	34,529	4,522	30,007	35,302
259	29-may	04-jun	32,498	0,970	31,523	4,082	27,441	32,283
266	05-jun	11-jun	33,679	0,830	27,953	3,478	24,476	28,795
273	12-jun	18-jun	36,754	0,690	25,360	3,300	22,060	25,953
280	19-jun	25-jun	38,689	0,550	21,279	3,187	18,092	21,285
287	26-jun	02-jul	40,325	0,410	16,533	4,985	11,548	13,586
294	03-jul	09-jul	40,041	0,270	10,811	3,438	7,373	8,674
<b>DATOS TOTALES</b>			<b>728,042</b>	<b>-</b>	<b>585,536</b>	<b>126,153</b>	<b>459,383</b>	<b>540,451</b>

3. BIBLIOGRAFÍA

Oficina del Regante. (2002). InfoRiego. ITACyL Portal Web.

<https://www.itacyl.es/agro-y-geo-tecnologia/herramientas-para-toma-de-decisiones/oficina-del-regante>

*Evapotranspiración del cultivo «Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos».* (1990, mayo). FAO.

<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS

NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA

## **ANEXO 6: DISEÑO HIDRÁULICO**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## ANEXO 6: DISEÑO HIDRÁULICO

1.	ANTECEDENTES.....	5
2.	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.....	5
3.	PROCEDIMIENTO INICIAL .....	5
4.	SECTORIZACIÓN DE LA PARCELA .....	6
4.1.	Disposición de la red de tuberías.....	8
4.2.	Diseño hidráulico de los sectores de riego .....	9
4.2.1.	Dimensionado de la tubería secundaria.....	9
4.2.2.	Uniformidad de riego .....	10
4.2.3.	Determinación de la presión en cabecera .....	12
4.3.	Dimensionado de la tubería primaria .....	12
4.4.	Presión de llegada.....	13
5.	CONCLUSIONES .....	14
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	14





## 1. ANTECEDENTES

En el presente anexo se lleva a cabo el diseño del sistema de riego por aspersión de las parcelas 10096, 20096, 30096 y 40096 del polígono 120 del término municipal de Almazán, Soria. Para ello, se van a tratar de forma conjunta, componiendo una única parcela con una superficie total de 17,3 hectáreas y una pendiente media del 6,1%.

En la actualidad, la parcela no dispone de ningún tipo de riego, por lo que resulta de especial importancia la instalación de riego por aspersión con el objetivo de permitir un mejor desarrollo de los cultivos incrementando su rendimiento.

El sistema de bombeo que abastece la balsa de almacenamiento necesaria para llevar a cabo el riego de la parcela adquiere el agua de un río subterráneo que discurre por el linde inferior de la parcela, el cual emerge ligeramente al exterior en el denominado Arroyo del Mojón. La capacidad de abastecimiento de esta bomba es de 250 litros por segundo.

## 2. SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

El riego por aspersión es un sistema de riego en el que el agua se aplica en forma de lluvia más o menos intensa sobre la parcela, con el objetivo de que se infiltre en el mismo punto donde queda depositada. Para ello, es necesaria una red de distribución de tuberías que permita que el agua de riego llegue con la presión suficiente a los elementos encargados de expulsar/aplicar el agua. Se utilizan dispositivos de emisión o descarga en los que la presión disponible en el ramal induce un caudal de salida determinado.

El riego por aspersión se caracteriza principalmente por presentar una alta adaptabilidad a las diferentes dosis de riego necesarias para cubrir las necesidades hídricas de los diversos cultivos empleados. Además, permite el tratamiento con fertilizantes, fitosanitarios o tratamientos antiheladas, lo que favorece a una disminución de los gastos relacionados con previas o futuras aplicaciones.

Por otro lado, se adapta a multitud de terrenos y orografías ya que no requiere nivelación, facilitando por lo general la mecanización. En suelos con alta capacidad de infiltración mejora la uniformidad de aplicación, la cual puede verse afectada en muchas ocasiones por la existencia de fuertes vientos.

## 3. PROCEDIMIENTO INICIAL

En primer lugar, previamente a la realización de cálculos se ha elaborado un mapa topográfico detallado de la parcela objeto de estudio mediante la utilización de las herramientas QGIS y AutoCAD. Para ello, es necesario descargar la ortofoto y el modelo digital del terreno de la parcela, ambos proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Mediante el programa QGIS, es posible obtener ambos archivos en formato dwg, permitiendo así poder trabajar con ellos en AutoCAD. Posteriormente, se sitúa sobre el plano de la parcela una malla de aspersores con la ayuda de una plantilla, de forma que quede totalmente rellena. Se debe ajustar al terreno de la forma más precisa posible, teniendo en cuenta las curvas de nivel.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

En caso de que fuera necesario, se deben redistribuir los aspersores que bordean la parcela, transformando algún aspersor total en sectorial o desplazando algún sectorial a lo largo del borde de la parcela, de forma que se respete siempre la mínima distancia entre ramales y la distancia entre aspersores del mismo ramal. Los aspersores que queden fuera de la parcela serán eliminados. También se deben tener en cuenta las labores a realizar en la parcela, dejando espacio suficiente para el paso o la maniobra del tractor con el apero, la cosechadora, etc.

La distribución de aspersores en la parcela va a seguir un orden triangular, y se considera una distancia entre aspersores del mismo ramal de 18 metros, y una distancia entre ramales de 15 metros.

Con el fin de disponer del agua necesaria para abastecer las necesidades hídricas del cultivo expuestas en el *Anexo V. Necesidades hídricas*, el agua será almacenada en una balsa, definida en el *Anexo VII. Balsa y estación de bombeo*. Esta será conducida hasta los diferentes sectores que conforman la parcela a través de la tubería primaria, siendo impulsada por la estación de bombeo, la cual dota al sistema de una capacidad de 35 l/s y una presión de 50 mca.

Cada sector está compuesto por una tubería secundaria, cuyo diámetro varía en función del número de aspersores que deba abastecer, y por una serie de ramales acorde al número de líneas de aspersores presentes en cada sector.

### 4. SECTORIZACIÓN DE LA PARCELA

Para la sectorización de la parcela, se debe tener en cuenta la demanda de agua de los cultivos y la capacidad del hidrante, de forma que la división sea lo más óptima posible, permitiendo así la adecuada distribución del caudal emitido desde la estación de bombeo.

En función de ello, y del número de aspersores totales y sectoriales, junto con sus caudales correspondientes, se calcula el mínimo número de subparcelas o sectores de riego necesarios.

En el plano nº 3, se puede apreciar la ubicación concreta de cada uno de los aspersores. A partir de dicho plano, se conocerá el número exacto y tipo de aspersores existentes y, por tanto, el caudal total de agua emitido por los mismos. Seguidamente, en la tabla 1, se muestran con detalle los datos obtenidos.

*Tabla 1. Aspersores necesarios en la parcela.*

Tipo	Número	Caudal (l/s)	Caudal total (l/s)
<b>Totales</b>	617	0,558	344,29
<b>Sectoriales</b>	64	0,317	20,29
		<b>TOTAL</b>	<b>364,58</b>

Para calcular el número de sectores que debe tener la parcela, se emplea la siguiente fórmula.

$$\text{Nº sectores} = \frac{(\text{nº de aspersores totales} * \text{caudal}) + (\text{nº aspersores sectoriales} * \text{caudal})}{\text{Caudal del hidrante}}$$

$$\text{Nº sectores} = \frac{(617 * 0.558 \text{ l/s}) + (64 * 0.317 \text{ l/s})}{35 \text{ l/s}} = 10,42 \rightarrow \mathbf{11 \text{ sectores}}$$

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

De esta forma, a través de la ecuación anterior, se determina el número de sectores en los que estará dividida la parcela, en este caso 11 sectores. A partir de este apartado, los cálculos se realizarán de manera independiente para cada sector.

A continuación, se muestra la distribución de los sectores en la parcela, cuyo diseño se asemeja en gran medida al resto de las explotaciones de zonas cercanas incluidas en la Comunidad de Regantes de Almazán.

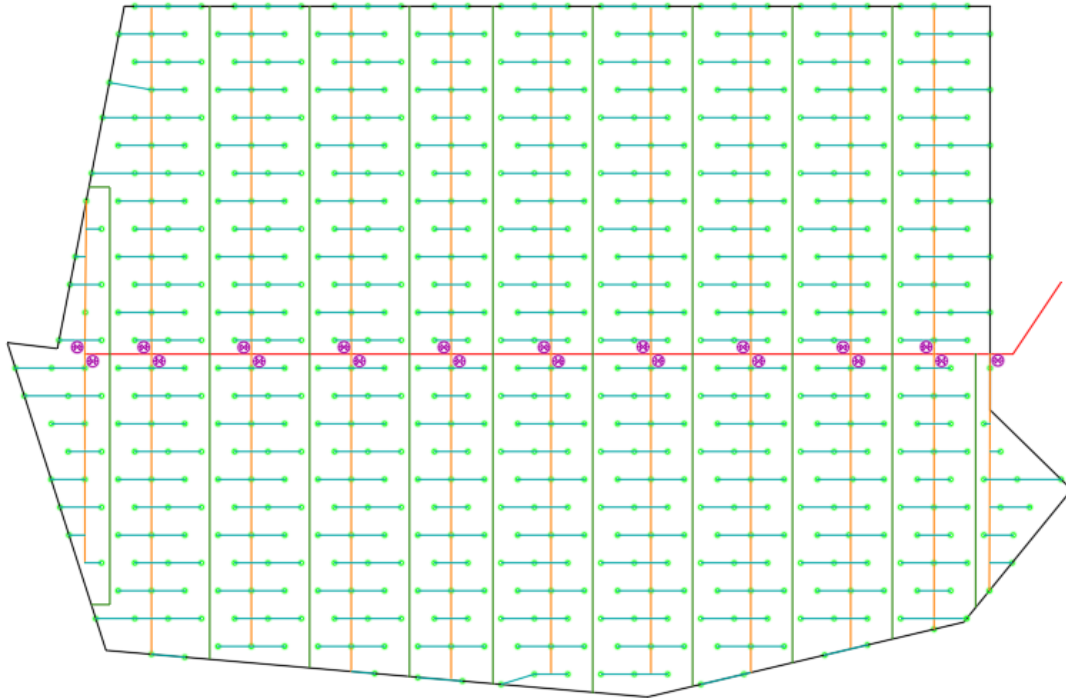


Figura 1. Croquis distribución tuberías y aspersores..

En función de las necesidades hídricas máximas de los cultivos determinadas anteriormente, se establece el tiempo de riego necesario para regar la parcela entera.

Tabla 2. Tiempo de riego de la parcela.

Necesidades hídricas máximas	39,889 l/m <sup>2</sup>
Superficie total de la parcela	17,3 has
Necesidades hídricas totales	6.900.797 l
Caudal del hidrante	35 l/s
Tiempo de riego semanal	54,77 h

El tiempo total de riego necesario para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo más exigente en la totalidad de la parcela es de 54,77 horas en la semana más crítica. Este periodo se aconseja dividirlo en cinco días de la semana para evitar posibles problemas en caso de avería del sistema. De esta forma, el tiempo de riego en cada uno de estos días será de 11 horas, las cuales preferiblemente deberán ser durante la noche o en fin de semana, con el fin de reducir el coste de electricidad que conlleva. Además, en caso de que el riego tenga lugar en épocas de elevadas temperaturas, pueden existir prohibiciones de riego durante el periodo diurno, con el fin de evitar grandes pérdidas de agua por evaporación.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

### 4.1. Disposición de la red de tuberías

El sistema de riego por aspersión se compone de varios tipos de tuberías:

- Tubería primaria (TP): conduce el agua desde la estación de bombeo hasta cada uno de los sectores, es decir, a las diversas tuberías secundarias que componen el sistema.
- Tubería secundaria (TS): abastecen a todos los ramales del sector en el que se encuentran.
- Ramales: están conectados a la tubería secundaria y conducen el agua hasta los emisores, encargados de expulsar el agua a la parcela.

La disposición de la red de tuberías se realiza a partir del hidrante, y en ella influye tanto la topografía como la forma de parcela. A la hora de realizar la distribución de las diversas tuberías se debe tener en cuenta una serie de factores:

- Forma de los sectores: en este caso, los sectores tienen una forma rectangular. Para que la distribución de las tuberías sea correcta, la presión que llegue a cada uno de los extremos de los ramales debe ser suficiente para que los emisores puedan regar de forma adecuada, por lo que la disposición de la tubería secundaria tiene un gran impacto en ello.
- Relación PVC/PEAD: la tubería primaria y secundaria son de PVC y los ramales de PEAD. Para que la relación PVC/PEAD sea ideal, esta debe ser mínima, permitiendo así un ahorro importante en el coste de la instalación. Para ello, la forma del sector debe ser lo más cuadrada posible.
- Dirección de la tubería secundaria: para que sea adecuada, debe colocarse paralela al eje mayor del rombo formado por cuatro aspersores de tres ramales distintos. De esta forma, se utilizan menos metros de tubería secundaria, es decir, menos metros de PVC, lo que se traduce en un menor coste y en una mayor eficiencia desde el punto de vista energético.
- Colocación centrada o descentrada de la tubería secundaria: depende de la topografía de la parcela. Si presenta mucha pendiente, se situará más arriba, y si es llano en la parte media del sector. Con ello se trata de facilitar que la presión que llega a los emisores de los extremos finales de los ramales sea la adecuada.
- La disposición de la tubería primaria se realizará de tal manera que las pérdidas de presión que se produzcan desde el hidrante hasta cada una de las tuberías secundarias sean mínimas. Para ello, se tendrá en cuenta la forma de la parcela y la posición del hidrante, principalmente.

De forma general, todas las tuberías deberán alcanzar la máxima eficiencia de tal modo que cumplan su función con la menor longitud posible, con el objetivo de reducir los costes totales de la instalación. Para ello, también es necesaria una buena disposición de los sectores, evitando que sean demasiado largos o irregulares.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

4.2. Diseño hidráulico de los sectores de riego

Los siguientes cálculos y procedimientos se deben realizar para cada uno de los 6 sectores de riego determinados anteriormente.

4.2.1. Dimensionado de la tubería secundaria

Para el dimensionado de la tubería secundaria, se deben definir los diferentes tramos en los que se divide y su respectivo diámetro. Se trata de una tubería en serie (telescópica) de PVC, cuyo diámetro es optimizado en función del criterio de la velocidad. Este dicta que la velocidad del agua dentro de la tubería debe ser superior a 0,5 m/s e inferior a 2 m/s. Para el cálculo de la velocidad se emplea la siguiente fórmula.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

En la *Tabla 2. Tubería secundaria sector 2*, es posible observar la variación del diámetro de la tubería secundaria provocada por la disminución del caudal que circula a lo largo de la tubería, con el fin de mantener la velocidad dentro del rango comentado anteriormente.

Los diferentes diámetros internos de la tubería secundaria deben ser escogidos del catálogo proporcionado por el fabricante, en este caso, la empresa Castellana de Riegos Integrales SA, situada en el polígono industrial Brizo en Aldeamayor de San Martín, Valladolid.

*Tabla 3. Resultados tubería secundaria sector 2.*

Tramo	Q (l/s)	Q (m3/s)	Øint (mm)	Øint (m)	v (m/s)
1	0,634	0,000634	36	0,036	0,62
2	2,625	0,002625	46	0,046	1,58
3	4,299	0,004299	70,6	0,0706	1,10
4	5,973	0,005973	70,6	0,0706	1,53
5	7,647	0,007647	70,6	0,0706	1,95
6	9,321	0,009321	84,6	0,0846	1,66
7	10,995	0,010995	84,6	0,0846	1,96
8	12,669	0,012669	103,8	0,1038	1,50
9	14,343	0,014343	103,8	0,1038	1,69
10	16,017	0,016017	103,8	0,1038	1,89
11	17,691	0,017691	118	0,118	1,62
12	0,951	0,000951	36	0,036	0,93
13	2,384	0,002384	46	0,046	1,43
14	4,058	0,004058	70,6	0,0706	1,04
15	5,491	0,005491	70,6	0,0706	1,40
16	7,482	0,007482	70,6	0,0706	1,91
17	9,156	0,009156	84,6	0,0846	1,63
18	11,147	0,011147	84,6	0,0846	1,98
19	12,821	0,012821	103,8	0,1038	1,52
20	14,495	0,014495	103,8	0,1038	1,71
21	16,169	0,016169	103,8	0,1038	1,91

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

22	17,843	0,017843	118	0,118	1,63
23	19,517	0,019517	118	0,118	1,78
24	21,191	0,021191	118	0,118	1,94

Los diámetros de los diversos tramos de la tubería secundaria han sido calculados de forma exacta. Sin embargo, a la hora de llevar a cabo el diseño real de la instalación, se escogerían 2 o 3 diámetros con el objetivo de reducir los costes de trabajo que conlleva el acoplamiento de las diversas tuberías de diámetro variable. Además, de esta forma, se reducirían las pérdidas de carga producidas a lo largo de dicha tubería.

#### 4.2.2. Uniformidad de riego

Para la determinación de la uniformidad de riego se sigue el criterio de uniformidad, el cual dictamina que la diferencia de caudal entre dos aspersores, cualesquiera dentro del mismo sector, no debe superar el 10%. En la práctica eso se traduce en que la diferencia entre el aspersor máximo y el mínimo debe ser menor al 10%.

Para ello, se establece una relación entre el caudal y la presión.

$$\Delta Q \leq 10\% \leftarrow \dots \rightarrow \Delta P \leq 20\%$$

Por tanto, se estima que el riego es uniforme cuando la diferencia de presión entre el aspersor máximo y mínimo es menor o igual al 20% de la presión nominal. En este caso, como la presión nominal del aspersor escogido es de 35 mca, la diferencia de presión entre los emisores no debe superar los 7 mca.

Para el cálculo de la diferencia de presión, se escoge como aspersor de máxima aquel que tenga menos pérdidas de carga, y como aspersor de mínima el que tenga más pérdidas de carga. Unido a ello, también se debe tener en cuenta la diferencia de altura ( $\Delta$ cota) entre ambos aspersores, lo cual, en este caso, se considera despreciable.

De forma general, y como ocurre en este caso, los aspersores de máxima se sitúan sobre la tubería secundaria, siendo aquellos que presentan mayor presión. Por ello, únicamente se analizan los posibles aspersores de menor presión, los cuales no deben superar una diferencia de 7 mca con respecto a los anteriores.

Para determinar las pérdidas de carga se deben tener en cuenta los tramos por los que circula el agua, desde que entra en el sector hasta que es emitida por el último aspersor, el cual generalmente corresponde con el aspersor de mínima. El cálculo se realiza mediante la ecuación de Hazen-Williams en cada uno de los tramos de la tubería secundaria, y posteriormente se añaden las pérdidas de carga que se producen desde el último tramo de esta hasta el aspersor de mínima. En ambos casos, se emplea el concepto de longitud equivalente, es decir, el 110% del valor real de longitud de la tubería, de forma que se tienen en cuenta las pérdidas de carga localizadas que se producen a lo largo de ella.

Los resultados para el sector 2 se pueden observar a continuación.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tabla 4. Pérdidas de carga en la tubería secundaria del sector 2.

Tramo	Øint (m)	v (m/s)	L (m)	1,1*L (m)	C	h
1	0,036	0,62	15	16,5	150	0,21
2	0,046	1,58	15	16,5	150	0,89
3	0,0706	1,10	15	16,5	150	0,27
4	0,0706	1,53	15	16,5	150	0,51
5	0,0706	1,95	15	16,5	150	0,80
6	0,0846	1,66	15	16,5	150	0,48
7	0,0846	1,96	15	16,5	150	0,65
8	0,1038	1,50	15	16,5	150	0,31
9	0,1038	1,69	15	16,5	150	0,39
10	0,1038	1,89	15	16,5	150	0,48
11	0,118	1,62	7,5	8,25	150	0,15
12	0,036	0,93	15	16,5	150	0,45
13	0,046	1,43	15	16,5	150	0,74
14	0,0706	1,04	15	16,5	150	0,25
15	0,0706	1,40	15	16,5	150	0,43
16	0,0706	1,91	15	16,5	150	0,77
17	0,0846	1,63	15	16,5	150	0,46
18	0,0846	1,98	15	16,5	150	0,66
19	0,1038	1,52	15	16,5	150	0,32
20	0,1038	1,71	15	16,5	150	0,40
21	0,1038	1,91	15	16,5	150	0,49
22	0,118	1,63	15	16,5	150	0,31
23	0,118	1,78	15	16,5	150	0,37
24	0,118	1,94	7,5	8,25	150	0,22

A las pérdidas de carga acumuladas en los diversos tramos de la tubería secundaria se le deben añadir aquellas que tienen lugar entre el último tramo de esta y el aspersor de mínima.

Tabla 5. Diferencia de presión entre aspersores para el sector 2.

Tramo	Q (l/s)	Q (m3/s)	D (m)	v (m/s)	L (m)	C	h
1	0,317	0,000317	0,032	0,394	7	100	0,093
2	0,634	0,000634	0,032	0,788	18	100	0,866
<b>TOTAL</b>							<b>0,960</b>

Se suman ambos valores y se obtiene que la diferencia de presión entre el aspersor de máxima y el de mínima es de 5,95 mca. Este valor es menor que el 20% de la presión nominal, en este caso, 7 mca, por lo que es posible determinar que el riego se realiza de manera uniforme.



#### 4.2.3. Determinación de la presión en cabecera

La determinación de la presión de entrada a la válvula del sector se realiza para favorecer el correcto funcionamiento de los aspersores. Muestra la presión necesaria en la boca de las diversas tuberías secundarias para que se efectúe un riego uniforme.

Para ello, es necesario conocer la presión mínima, las pérdidas de carga desde la cabecera hasta el aspersor de mínima, la diferencia de cota, la altura de la caña porta aspersor y las pérdidas de carga que se producen en ducha caña.

La fórmula empleada para el cálculo de la presión en cabecera se muestra a continuación.

$$P_{cabecera} = H_{min} + h_{[cabecera-asp.min]} \pm \Delta cota + Altura_{caña} + h_{caña}$$

El cálculo de la presión mínima ( $H_{min}$ ) se realiza restando a la presión nominal, un cuarto de la pérdida de carga que tienen lugar entre la cabecera del sector y el aspersor de mínima.

$$H_{min} = P_{nominal} - \frac{1}{4} \cdot h_{[cabecera-asp.min]}$$

El procedimiento de cálculo se realiza de la misma manera para cada uno de los 11 sectores, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6. Presión en cabecera para cada sector.

Sector	Caudal (l/s)	$H_{min}$	$P_{cabecera}$
1	11,223	33,915	41,26
2	38,882	33,292	43,12
3	39,453	33,178	43,47
4	39,770	33,282	43,15
5	33,632	33,363	42,91
6	40,645	33,232	43,30
7	41,127	33,232	43,30
8	40,087	33,232	43,30
9	38,413	33,232	43,30
10	33,061	33,360	42,92
11	5,732	33,948	41,16

#### 4.3. Dimensionado de la tubería primaria

El dimensionado de la tubería primaria se realiza de forma similar al de la tubería secundaria. Para ello, se debe tener en cuenta que la tubería primaria no es telescópica, sino que tiene un único diámetro. El diámetro óptimo será el mínimo necesario, por lo que dependerá del sector que más demanda (caudal) presenta, de forma que se cumpla el criterio de la velocidad.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tabla 7. Dimensionado de la tubería primaria.

Sector	Caudal (l/s)
1	11,223
2	38,882
3	39,453
4	39,77
5	33,632
6	40,645
7	41,127
8	40,087
9	38,413
10	33,061
11	5,732

Sector de mayor demanda					
Sector	Q (l/s)	Q (m3/s)	Øint (mm)	Øint (m)	v (m/s)
2	41,127	0,041127	170	0,17	1,81

En este caso, como es posible observar en la tabla, el sector de mayor demanda es el número 2, por lo que el diámetro de la tubería primaria debe ser como mínimo de 170 mm.

#### 4.4. Presión de llegada

Por último, para determinar si la presión de llegada a cada sector es suficiente para que el sistema funcione de forma correcta, esta tiene que ser mayor o igual a la presión de cabecera.

La presión de llegada va a depender en gran medida de la presión del hidrante, a partir de la cual se restan las pérdidas de carga que se producen hasta llegar a la cabecera de cada sector, junto con la pérdida de carga producida por la válvula de entrada. Además, otro aspecto que influye de forma importante es la diferencia de cota. En este caso, se asumen las pérdidas de carga que se producen desde la balsa hasta la estación de bombeo.

Para ello se emplea la siguiente ecuación.

$$P_{llegada} = P_{hidrante} - h_{[hid-cabecera]} - h_{válvula\ entrada} \pm \Delta cota$$

Las pérdidas de carga que se producen desde el hidrante hasta la cabecera se calculan de nuevo mediante la ecuación de Hazen-Williams.

Datos	$P_{hidrante}$	50	m
	$h_{válvula}$	1	m
	$Cota_{hidrante}$	982	m

Tabla 8. Evaluación tubería primaria.

Sector	L (m)	1,1*L (m)	C	H <sub>TP</sub>	Cota <sub>cab</sub>	Δcota	P <sub>llegada</sub>	P <sub>cab</sub>	Dif (m)
1	30,61	33,671	150	0,046	982,0	0	48,954	41,26	7,698

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

2	53,13	58,443	150	0,796	982,0	0	48,204	43,12	5,080
3	53,13	58,443	150	0,817	982,0	0	48,183	43,47	4,715
4	53,13	58,443	150	0,830	981,0	1	49,170	43,15	6,017
5	53,13	58,443	150	0,608	978,0	4	52,392	42,91	9,480
6	53,13	58,443	150	0,864	977,5	4,5	52,636	43,30	9,332
7	53,13	58,443	150	0,883	977,0	5	53,117	43,30	9,813
8	53,13	58,443	150	0,842	977,0	5	53,158	43,30	9,854
9	53,13	58,443	150	0,778	976,5	5,5	53,722	43,30	10,418
10	21,56	23,716	150	0,239	980,0	2	50,761	42,92	7,841
11	9,5	10,45	150	0,004	980,5	1,5	50,496	41,16	9,340

Como es posible observar en la tabla, la presión de llegada es mayor en todos los casos que la presión en cabecera, lo que indica que el diámetro de tubería primaria escogido es el adecuado. La presión que suministrará el hidrante en cada sector es más que suficiente por lo que el diseño de la instalación de riego es adecuado.

La presión que el hidrante suministra a cada sector es considerablemente superior en muchos casos a la necesaria, por lo que se plantea una reducción de la presión de salida del hidrante con el fin de adaptarse a las necesidades reales de la instalación, optimizando así el funcionamiento general del sistema.

## 5. CONCLUSIONES

El presente diseño hidráulico se ha llevado a cabo basándose en explotaciones similares presentes en la zona, teniendo en cuenta los costes de los diferentes materiales empleados en las tuberías y aspersores, y evaluando las posibles alternativas en función de la eficiencia y funcionamiento de cada una de ellas.

Para ello, se han seguido los criterios de velocidad y uniformidad en los diversos sectores, permitiendo realizar un diseño óptimo para la forma y orografía de la parcela. Además, se ha establecido un tiempo de riego adecuado para cubrir las necesidades hídricas del cultivo de mayor exigencia en su momento más crítico.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Fuentes Yagüe, J. L. 2003. Técnicas de riego. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Pizarro, F. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Santos Pereira, L. et al, 2010. El riego y sus tecnologías

Tarjuelo, J. M<sup>a</sup>. 2009. El riego por aspersión y su tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS

NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA

**ANEXO 7: Balsa de Almacenamiento y Estación de  
Bombreo**

Presentado por

CARLOS CABETAS BORJABAD

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## ANEXO 7. Balsa de Almacenamiento y Estación de Bombeo

1.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	5
2.	JUSTIFICACIÓN.....	5
3.	BALSA DE RIEGO.....	6
3.1.	Clasificación de la balsa.....	6
3.2.	Características generales.....	6
3.3.	Movimiento de tierras.....	7
3.4.	Arqueta de entrada y salida de agua.....	8
3.5.	Impermeabilización del vaso.....	9
3.6.	Aliviadero.....	9
3.7.	Electrificación.....	11
3.8.	Camino de coronación.....	11
3.9.	Vallado perimetral.....	11
4.	ESTACIÓN DE BOMBEO.....	12
5.	ELEMENTOS AUXILIARES.....	13
5.1.	Válvula de compuerta.....	13
5.2.	Válvula de drenaje.....	13
5.3.	Programador de riego.....	13
5.4.	Depósito fertirrigación.....	13
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	13



## 1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente estudio tiene la finalidad de describir todos los aspectos relacionados con el diseño y ejecución de la balsa de almacenamiento de agua y la estación de bombeo. Dichas instalaciones estarán localizadas en la parcela 105 del polígono 120 del término municipal de Almazán, parcela colindante a la objeto de transformación.

La balsa de almacenamiento ha sido construida con el objetivo de permitir el riego de la parcela en épocas de escasez de agua, durante las cuales no es posible la extracción de la cantidad de agua suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos más exigentes. De esta forma, se evita la disminución de los rendimientos de los cultivos, así como de la calidad de los productos obtenidos.

A continuación, se muestra un esquema de la situación y localización de la balsa de almacenamiento y estación de bombeo.

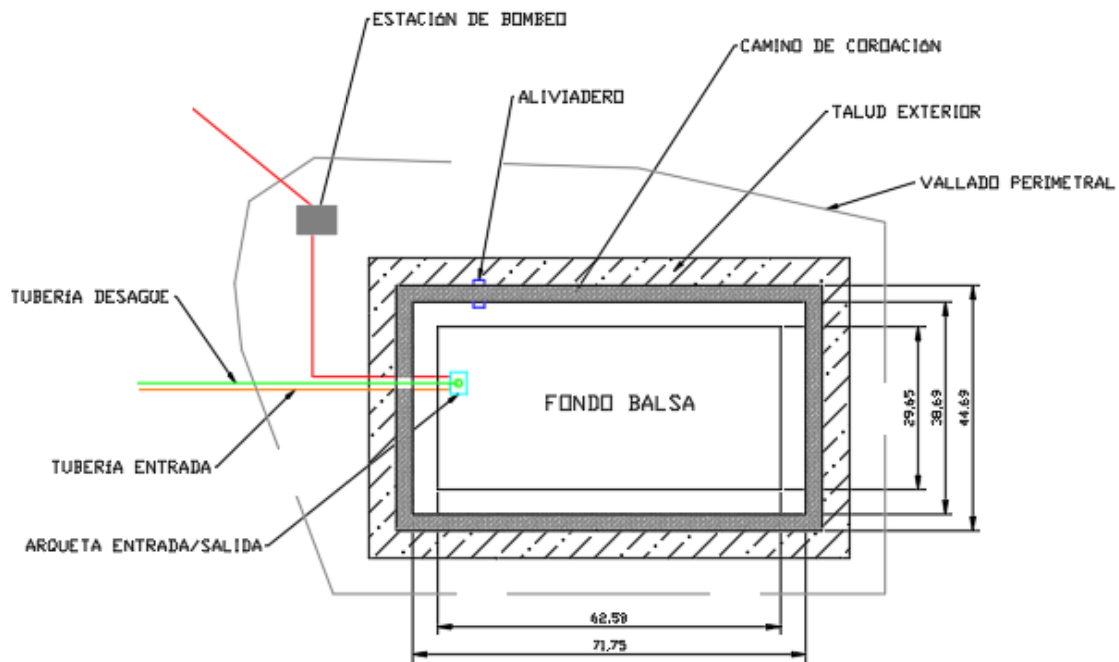


Figura 1. Esquema situación balsa y estación de bombeo.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El agua necesaria para el llenado de la balsa se obtendrá de un pozo de sondeo situado en la parte baja de la parcela, bajo la cual discurre un acuífero que emerge al exterior en el Arroyo del Mojón. El caudal obtenido de dicho pozo es de 250 litros por segundo, suficiente para el abastecimiento de la balsa en las épocas más exigentes. Se trata de un dato genérico, similar al



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

del resto de explotaciones con dichas características presentes en la zona, el cual debería ajustarse en función de un estudio hidrológico concreto de la zona.

El volumen de la balsa requerido se ha calculado en función de las necesidades hídricas del cultivo más exigente en la época de mayor demanda. Para el caso del presente proyecto, dicho cultivo es el trigo, el cual requiere de 39,889 l/m<sup>2</sup> en su semana más exigente, por lo que la capacidad de almacenamiento de la balsa para el correcto riego de la parcela deberá ser de 6.901 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta que el caudal de extracción de agua del pozo es de 0,25 m<sup>3</sup>/s, el tiempo de llenado de la balsa será de 7,6 horas aproximadamente. Dicho cálculo ha sido realizado para rendimientos máximos, sin embargo, se puede considerar aumentar el tiempo de llenado de la balsa, dividiéndolo en varios días a la semana con el fin de disminuir los costes económicos y energéticos del proceso.

Con el fin de asegurar la eficiencia en el almacenamiento del agua y evitar posibles problemas relacionados con pérdidas o roturas, se exponen en los siguientes apartados los materiales y elementos constructivos utilizados.

### 3. Balsa de Almacenamiento

#### 3.1. Clasificación de la balsa

La legislación vigente obliga a clasificar las presas y balsas según su riesgo potencial en tres categorías, A, B y C, según los daños que pueda originar su colapso.

- Categoría A: presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, así como producir daños materiales o medioambientales muy importantes.
- Categoría B: presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.
- Categoría C: presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas.

En caso de rotura de la balsa, el agua inundaría terrenos de cultivo colindantes, así como parte de un camino de concentración de relativamente poco tránsito, por lo que solo se causarían daños personales de muy poca o nada probabilidad. Además, la localidad más cercana es Almántiga, la cual se sitúa a 1,3 km de la parcela en la que se va a instaurar la balsa de almacenamiento, lo que apenas podría ocasionar daños materiales de escasa relevancia, en el caso de que la rotura fuera de grandes dimensiones. Por todo ello, esta obra se correspondería con la categoría C.

#### 3.2. Características generales

Se proyecta una balsa de riego con una capacidad de 6.901 m<sup>3</sup>. Se construirá de tierra, y será impermeabilizada con una geomembrana de polietileno de alta densidad, colocada sobre un geotextil que la amortigüe sobre el terreno.

La planta de la balsa será plana de forma rectangular, con el fin de aprovechar lo máximo posible la superficie de la parcela. En el diseño de la balsa, se ha procurado facilitar las labores de instalación de las láminas impermeabilizantes, así como de los elementos de entrada y salida del agua.

Las principales características geométricas de la balsa de almacenamiento se describen en la siguiente tabla.

*Tabla 1. Características generales de la balsa de almacenamiento.*

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Cota de la parcela	982,50
Cota de coronación	983,75
Cota de fondo balsa	980,25
Cota de nivel máximo de agua	983,25
Resguardo	0,5 m
Volumen útil de agua	6.901 m <sup>3</sup>
Taludes interiores	2H/1V
Taludes exteriores	2H/1V
Superficie de fondo balsa	1.855,49 m <sup>2</sup>
Superficie de ocupación del vaso	2.776,01 m <sup>2</sup>
Volumen total del vaso	8.051,23 m <sup>3</sup>
Anchura de coronación	3,5 m

### 3.3. Movimiento de tierras

El cálculo de los desmontes y terraplenes que dan forma al vaso de la balsa ha sido realizado a partir de la cota de la parcela. Para ello, se ha tenido en cuenta la cota de coronación y de fondo de la balsa, las cuales han sido estimadas a partir de los datos altimétricos proporcionados por el ITACyL. A la hora de diseñar el vaso, se ha buscado que los volúmenes de terreno desmontado y terraplenado sean igual en la medida de lo posible.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos relacionados al movimiento de tierras a realizar en la parcela.

*Tabla 2. Movimiento de tierras.*

Movimiento de tierras	
Desmote	5.175,79 m <sup>3</sup>
Terraplén	2.875,44 m <sup>3</sup>
Diferencia (Desmote)	2.300,35 m <sup>3</sup>

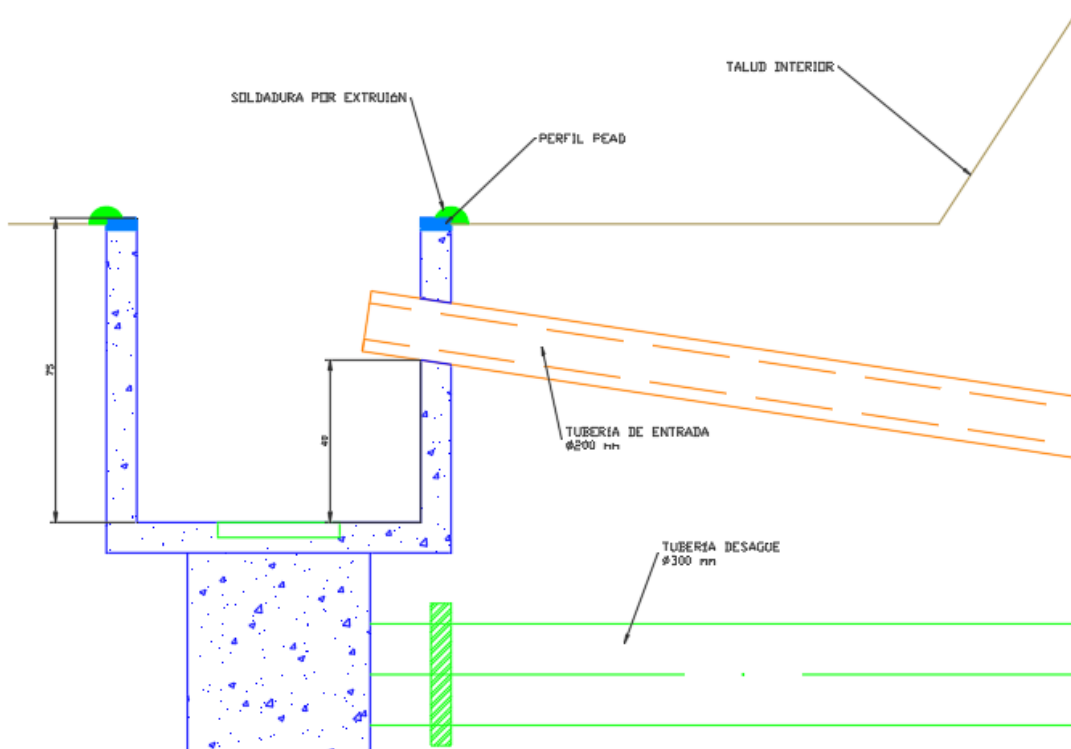
### 3.4. Arqueta de entrada y salida de agua

Para la entrada y salida del agua de la balsa se empleará una arqueta excavada en el fondo, recubierta de hormigón armado. Esta albergará en un mismo alojamiento las tuberías de entrada de agua a la balsa, salida de agua de riego y el desagüe de limpieza. Las dimensiones empleadas se muestran en el siguiente esquema (0,80m x 0,70m x 0,75m).

El tubo de entrada de agua es de PVC, de 200 mm de diámetro nominal y el de salida de PVC de 180 mm de diámetro. Esta última, presentará un filtro de malla al inicio para evitar posibles obturaciones derivadas de tierras o gravas procedentes de la balsa. El desagüe se sitúa en la zona inferior de la arqueta, y se colocará una tubería de PVC de 300 mm de diámetro que terminará en el arroyo más cercano. Para evitar el posible deterioro del cauce se revestirá de hormigón la zona del arroyo donde impacte el agua a su bajada. Las funciones que debe cumplir dicho desagüe son:

- Limpieza de sedimentos que puedan quedar en la parte baja de la balsa.
- Vaciado de la balsa para la realización de labores de mantenimiento o limpieza.
- Vaciado de emergencia de la balsa con el objetivo de reducir o evitar daños potenciales.

A continuación, es posible observar el esquema de la arqueta de entrada y salida de agua.



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

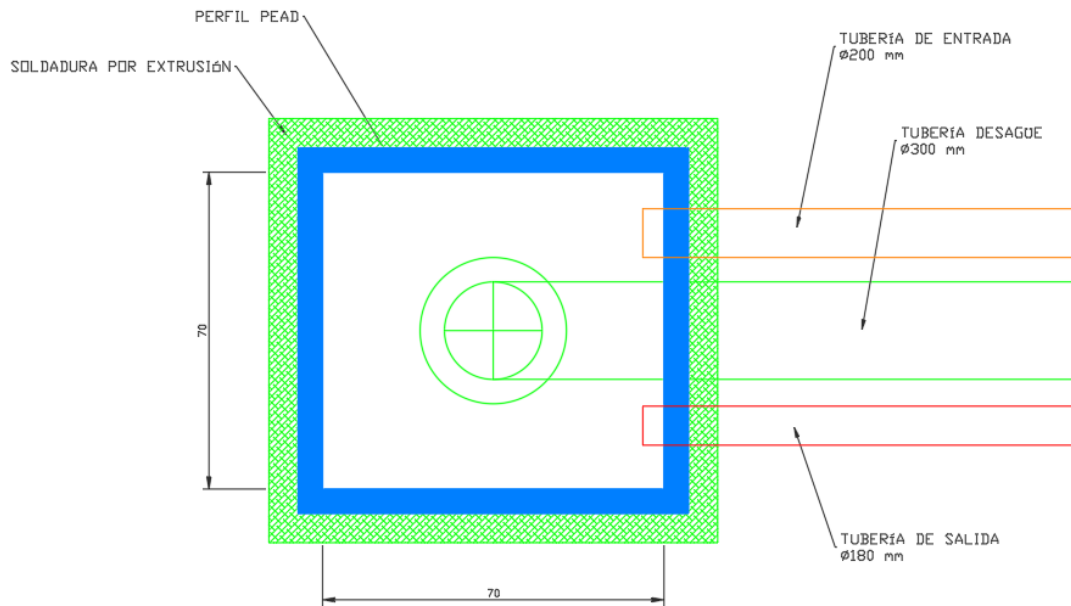


Figura 2. Esquema de la arqueta de entrada y salida de agua.

### 3.5. Impermeabilización del vaso

La impermeabilización del vaso se lleva a cabo mediante materiales plásticos que recubran la superficie, asegurando la estanqueidad. Esto se debe a que si se quisiera almacenar el agua en una balsa únicamente hecha de tierra, las pérdidas de agua serían inadmisibles para los volúmenes del presente proyecto.

Para la impermeabilización de la balsa se van a emplear dos materiales. En primer lugar, sobre los taludes y el fondo, ya refinados, se tenderá una lámina de geotextil formado por filamentos continuos de poliéster, cuyas partes están unidas mediante un proceso de agujeteado. Presentará un peso específico de  $260 \text{ g/cm}^2$ , y su función consistirá en separar, drenar, filtrar y proteger la geomembrana de una posible perforación por piedras, grava o cualquier otro material angular. Posteriormente, sobre el geotextil se situará una geomembrana, formada por una lámina de PEAD de 2 mm de espesor, soldada por termofusión. Esta actuará de barrera impermeable frente al agua, y deberá ser especialmente resistente al sol, para evitar posibles daños cuando la balsa se vacíe o se encuentre con bajos niveles de agua.

Tanto la geomembrana como el geotextil se anclan a la coronación del talud interior de la balsa, quedando embutidas en una zanja excavada en la coronación a lo largo de todo el perímetro de la balsa.

### 3.6. Aliviadero

El aliviadero debe ser capaz de evacuar el exceso de agua en condiciones de precipitaciones torrenciales más desfavorables, suponiendo que la balsa esté al máximo de su capacidad útil, más el caudal máximo que pueda llegar por escorrentía.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

De esta forma, en caso de avería, el agua será evacuada a la zona baja de la finca colindante, con el objetivo de que se dirija hacia el Arroyo del Mojón, evitando así que el agua pueda desbordar por los taludes de tierra de la balsa, con el consiguiente peligro de erosión de los mismos. Asimismo, se reducirá el riesgo de daños en el resto de la instalación así como en la red de caminos más cercanos.

Para el dimensionado del aliviadero se va a emplear el "Método Racional", el cual se basa en la siguiente ecuación.

$$Q_{aliviadero} = c \cdot i \cdot S + q$$

Donde,

- $Q_{aliviadero}$  es el caudal a evacuar por el aliviadero.
- $c$  es el coeficiente de escorrentía. En lámina de agua de balsa,  $c = 1$ .
- $i$  es la intensidad de lluvia máxima a considerar (1 mm/min).
- $S$  es la superficie de la balsa. Por seguridad se toma la superficie total exterior que ocupa la obra ( $S = 3.120 \text{ m}^2$ ).
- $q$  es el caudal de entrada. Dicho término se despreciará al ser muy reducido en comparación con la intensidad de lluvia.

Por tanto, el caudal a evacuar por el aliviadero será de 3.120 l/min, es decir, 0,052 m<sup>3</sup>/s. al tratarse de un aliviadero con forma rectangular, el caudal a evacuar se determina mediante la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{2}{3\sqrt{3}} \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

Donde  $l$  y  $h$  son el ancho y el alto del aliviadero respectivamente, y  $g$  es la aceleración de la gravedad. Igualando el caudal obtenido con dicha ecuación, se obtendrá el valor de  $h$  en función de  $l$ .

$$h = \left( \frac{0,052 \cdot 3\sqrt{3}}{2 \cdot l \cdot \sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Se debe tener en cuenta que la altura del aliviadero debe ser menor que los 0,5 m que se han optado de resguardo, por lo que realizando diversos tanteos se escoge la opción más conveniente. En este caso, la opción elegida es de 0,35 metros de ancho y 0,20 de alto.

Para $l =$	0,30 m	$h =$	0,22 m
	<b>0,35 m</b>		<b>0,20 m</b>
	0,40 m		0,18 m

A continuación, se muestra el esquema del aliviadero a implantar en la balsa de almacenamiento de agua.

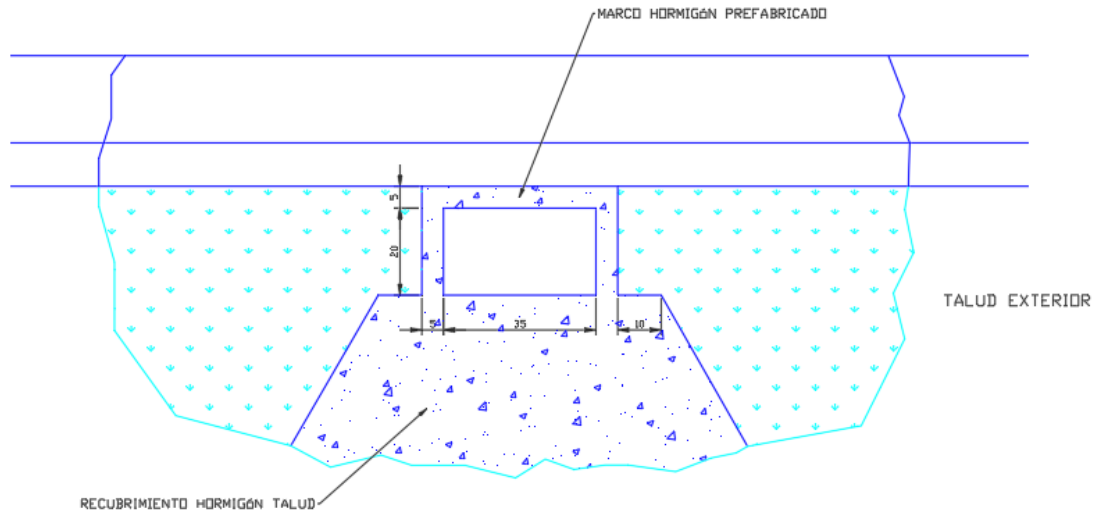


Figura 3. Esquema del aliviadero.

### 3.7. Electrificación

La energía suministrada a la caseta de riego proviene del Centro Transformador más cercano a la parcela. Gracias a ello, será posible el abastecimiento del motor eléctrico, así como del alumbrado o del resto de elementos electrónicos presentes en la caseta.

### 3.8. Camino de coronación

El artículo 55.2 de la Instrucción de Grandes Presas (IGP) establece que cuando la altura de la presa sea inferior a 15 metros, la anchura de coronación será como mínimo de 3 metros. En este caso, los taludes están proyectados con un ancho en coronación de 3 metros, los que resulta suficiente para establecer un camino transitado de forma que un vehículo pueda circular y realizar las labores de mantenimiento correspondientes. Para el establecimiento de dicho camino se emplearán 20 cm de zahorra natural en la banda de rodadura.

### 3.9. Vallado perimetral

Se colocará una vallado alrededor de la balsa con el objetivo de aportar cierta seguridad a las instalaciones, evitando el paso de animales o personas ajenas a la propiedad. Para ello, se empleará una malla de torsión simple de dos metros de altura, de forma que la cimentación de los postes estará constituida por bloques macizos de hormigón de 30x30 centímetros y 40 de profundidad, quedando totalmente enterrada. La única forma de acceder al recinto será a través de dos puertas metálicas, una situada en la zona más cercana a la estación de bombeo y la otra en la parte opuesta del vallado.

#### 4. ESTACIÓN DE BOMBEO

La estación de bombeo estará situada en la misma parcela que la balsa de almacenamiento. Se trata de una caseta de hormigón prefabricado que albergará los siguientes elementos.

*Tabla 3. Elementos estación de bombeo.*

Elemento	Dimensiones
Puerta metálica	0,91m x 2m
Ventana	1m x 1m
Válvula de compuerta	0,30m x 0,60m
Depósito fertilizante líquido	2.000 l
Válvula entrada fertilizante	
Válvula maestra	4 pulgadas
Solenoides	
Motor eléctrico	22 Kw
Bomba hidráulica	148 m <sup>3</sup> /h y 47,7 m
Programador de riego	
Tubería primaria	180 mm

La estación de bombeo estará conectada con la arqueta de salida mediante una tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal. Al inicio de la estación de bombeo se situará la válvula de compuerta de forma que permita cortar el paso del agua y realizar las labores de mantenimiento correspondientes. Posteriormente, se colocará la válvula de entrada de fertilizante, la cual estará conectada con el depósito de 2.000 litros con el fin de añadir el producto directamente al agua de riego. A continuación, se sitúa la bomba hidráulica con una capacidad de impulsión de 148 m<sup>3</sup>/h y una altura manométrica de 47,7 m. Dichas características han sido calculadas a partir del sector de mayor demanda, tanto de caudal como de presión en cabecera. Esta será la encargada de impulsar el agua hacia la red de tuberías dispuesta sobre la parcela. En el tramo final de dicha instalación, se colocará la válvula maestra, la cual estará conectada al programador de riego y a los solenoides, permitiendo la automatización de todo el sistema.

La caseta de riego alberga todos los materiales comentados anteriormente, de forma que cada uno de ellos debe encontrarse en buenas condiciones de mantenimiento para conseguir el correcto riego de la parcela objeto de transformación. Las actuaciones de vigilancia y mantenimiento más importantes a llevar a cabo se muestran a continuación.

- Vigilancia regular de los manómetros. Monitorizar las presiones es un aspecto fundamental para determinar si el sistema funciona de forma adecuada.
- Limpieza de filtros. Tiene el objetivo de evitar que las pérdidas de carga que se producen al ser atravesados por el agua sean demasiado elevadas cuando se encuentran sucios.
- Limpieza de equipos de fertilizante. Tanto la válvula de entrada como el depósito, para evitar posibles obturaciones así como el elevado desgaste de dichas instalaciones.
- Revisión de los aparatos eléctricos. Deberá ser anualmente y estará llevada a cabo por un electricista cualificado.

## 5. ELEMENTOS AUXILIARES

A continuación, se describen una serie de elementos auxiliares de la instalación

### 5.1. Válvula de compuerta

La válvula de compuerta es la encargada de permitir el paso del agua a la red de tuberías y emisores. Presenta una pequeña compuerta en forma de cuchilla, la cual es controlada por un mango giratorio situado en la parte superior, de forma que permite elevar dicha cuchilla para controlar el paso de flujo. En este caso, se sitúa al inicio de la estación de bombeo, permitiendo realizar las labores de mantenimiento correspondientes en el resto de la instalación.

### 5.2. Válvula de drenaje

Se trata de una válvula que se sitúa al final de la tubería primaria con el objetivo de expulsar el agua una vez haya finalizado el riego. Está conectada a una tubería de drenaje la cual libera el agua a un escurridor colindante a la parcela. De esta forma, permite evitar problemas en la red de tuberías tales como atascos, formación de hielo o aumento de los costes de mantenimiento.

### 5.3. Programador de riego

Se trata de un dispositivo electrónico que permite manejar de forma automática el sistema de riego. Mediante el accionamiento de las electroválvulas, bombas y variadores de velocidad, sigue las instrucciones establecidas por el propietario u operario de la finca referidas a tiempo de riego, necesidades de fertilización, caudal a emitir, etc. Debe situarse en una posición adecuada para su facilidad de manejo y utilización por parte del agricultor.

### 5.4. Depósito fertirrigación

Se trata de un depósito en el que se almacena el producto fertilizante que se debe aplicar a la parcela. Debe estar conectado a la red principal a través de un grifo, de forma que permita la correcta distribución de dicho producto durante el riego de la parcela.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Elices Ayuso J.J. (2015). Proyecto de construcción de una balsa de riego en el T.M. de Caleruega (Burgos). Universidad de Valladolid. Campus de Palencia.

Ayuso et al. (2009). Proyecto de depósitos de almacenamiento de efluentes de industrias agroalimentarias. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.



TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Pons et al. (2009). Guías para el proyecto, construcción, explotación, mantenimiento, vigilancia y planes de emergencia de las balsas de riego con vistas a la seguridad. Generalitat Valenciana. Consellería de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge.

González Sagués J.L. (2015). Proyecto de reforma y ampliación de embalse de riego. Generalitat Valenciana.



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

## **ANEXO 8. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## ANEXO 7: ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
3. INVERSIÓN .....	5
4.1 Vida útil.....	6
4.2 Tasa de actualización .....	6
5. FLUJOS DE CAJA .....	6
5.1 ESTRUCTURA DE INGRESO .....	6
5.1.1 Ingresos ordinarios .....	6
5.1.2 Ingresos extraordinarios .....	7
5.2 ESTRUCTURA DE GASTO .....	8
5.2.1 Gasto ordinarios .....	8
5.2.2 Gastos extraordinarios.....	11
6. VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO.....	11
6.1 VAN.....	12
6.2 TIR .....	12
6.3 AMORTIZACIÓN .....	12
7. CONCLUSIÓN .....	12
8. BIBLIOGRAFÍA.....	13



## 1. INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio, se realiza con la intención de determinar la viabilidad económico-financiera del proyecto que se pretende llevar a cabo, a través de un análisis de coste-beneficio, que permita establecer la viabilidad y rentabilidad económicas del mismo. En virtud del desembolso, que supone la realización del ya explicado proyecto y el superior beneficio esperado para el propietario de la explotación de la finca, gracias a la utilización de la instalación de riego presentada.

Para lo anterior, se establecerá la vida útil del proyecto, así como la tasa de actualización a emplear, los ingresos y gastos esperados a lo largo de dicho periodo de tiempo en función de los cultivos mencionados en el *Anexo IV. "Rotación de cultivos"*. Empleándose también los parámetros de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa interna de Rendimiento (TIR) para conocer la viabilidad y rentabilidad económica del proyecto, así como la amortización del mismo que permita conocer el plazo de recuperación de la inversión inicial.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como ya se ha mencionado en anteriores apartados, el proyecto que se pretende llevar a cabo y para el cual se realiza el presente estudio de viabilidad económico-financiera es "*DISEÑO E INSTALACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LAS PARCELAS 10096, 20096, 30096 Y 40096 DEL POLÍGONO 120 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN*"

## 3. INVERSIÓN

Para determinar la cifra total a la que asciende la inversión inicial del proyecto para el cual se está llevando a cabo el presente estudio, será necesario remitirse al *Documento nº5. "Mediciones y presupuestos"*, donde viene recogidas y justificadas cada uno de los costes de los distintos materiales e instalaciones, así como el montante final que será el desembolso a realizar por el propietario y que asciende a la cifra de 184.198,72.

## 4. FINANCIACIÓN

ESTRUCTURA FINANCIERA	
TIPO DE RECURSOS	% DE UTILIZACIÓN
Fondos Propios	100%
Fondos Ajenos	0%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

El total de la financiación del proyecto será aportada por el propietario de la finca, mediante los fondos propios, no realizándose el desembolso hasta que las obras hayan llegado a su final como viene indicado en el *Documento nº4. "Pliego de Condiciones"*.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

De entre los fondos propios de los que dispone el propietario de la finca para la financiación del proyecto el 40% sobre la inversión necesaria total provendrá de fondos obtenidos a partir de una subvención otorgada para dicho fin, en virtud de lo establecido en el *Art. 7.3b) del "Real Decreto 613/2001, de 8 de junio, para la mejora y modernización de las estructuras de producción de las explotaciones agrarias."* y recogida dicha subvención dentro del Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2014/2020 aprobado oficialmente por la Comisión Europea el 25 de agosto de 2015, dentro de "Las inversiones en nuevos regadíos".

Además, el propietario, cuenta con el soporte obtenido a través de la Política Agraria Común (PAC) obtenidas en el año 2021 anterior a la realización de las obras, de la que obtuvo al margen del tipo de cultivo 170 euros/ha.

### 4.1 Vida útil

Tras la consulta de varios informes e información de fabricantes y constructores, la vida útil del proyecto se ha cifrado en 20 años, aun siendo posible según las previsiones de los anteriores que la vida útil de las instalaciones se extienda incluso a un periodo de tiempo ligeramente mayor, en torno a unos 25 años.

### 4.2 Tasa de actualización

Para determinar la tasa de interés, se ha realizado una búsqueda en las distintas entidades bancarias de mayor tamaño, así como en la información pública, recogida en el banco de España y el BCE, estableciéndose finalmente una tasa de actualización entorno al 2%

## 5. FLUJOS DE CAJA

A continuación, de acuerdo con la propuesta de análisis de coste-beneficio propuesta, se va a realizar la recogida y análisis de ingresos y gastos generados por cada uno de los cultivos recogidos en la propuesta de rotación, a través de cuyas cifras, posteriormente se podrán calcular los parámetros de viabilidad y rendimiento, así como la amortización del proyecto.

### 5.1 ESTRUCTURA DE INGRESO

Dada la vida útil prevista para las instalaciones del proyecto, 20 años, esto indica que se podrá llevar a cabo dos veces la propuesta de rotación de cultivos recogida en el *Anexo IV. "Rotación de Cultivos"*.

#### 5.1.1 Ingresos ordinarios

Dentro de los cuales se van a sumar los ingresos adquiridos en cada uno de los años con los distintos cultivos, obteniéndose los precios de los cultivos consultando la información disponible en la lonja más cercana y, por consiguiente, con mayor influencia en Almazán que es la Lonja del Ebro (2022), y el rendimiento de cada uno de los mismos a partir de datos medios de explotaciones cercanas con similar régimen de regadío. Dichos cultivos se encuentran detallados en el *Anexo IV. "Propuesta de rotación de Cultivos"*.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Además, se incluyen como ya se ha mencionado anteriormente los ingresos que se obtienen de la PAC por parte del promotor Luis Cabetas Peña que alcanzan los 170 euros/ha.

Tabla 1. Precios y rendimientos cultivos.

AÑO	CULTIVO	VARIEDAD	PRODUCCIÓN (kg/ha)	PRECIOS (€/kg)	INGRESOS PRODUCCIÓN (€/ha)
1	COLZA	ES GRACIO LG AVIRON	3500	0,72	2520,0
2	TRIGO	FILON	6000	0,358	2148,0
3	CEBADA TEMP	LG CATING	5500	0,327	1798,5
4	GIRASOL	LG 50.514	3000	0,69	2070,0
5	CEBADA TAR	RGT PLANET	5500	0,331	1820,5
6	TRIGO	FILON	6000	0,358	2148,0
7	-	-	-	-	-
8	COLZA	ES GRACIO LG AVIRON	3500	0,72	2520,0
9	TRIGO	FILON	6000	0,358	2148,0
10	CEBADA TEMP	LG CASTING	5500	0,327	1798,5
11	TRITICALE	RGT ELEAC	5500	0,313	1721,5

Tabla 2. Ingresos ordinarios.

AÑO	CULTIVO	INGRESOS PRODUCCIÓN (€/ha)	INGRESOS PAC (€/ha)	INGRESOS NETOS (€/ha)	INGRESOS TOTALES (€)
1	COLZA	2520,0	170	2690,0	46752,20
2	TRIGO	2148,0	170	2318,0	40286,84
3	CEBADA TEMP	1798,5	170	1968,5	34212,53
4	GIRASOL	2070,0	170	2240,0	38931,20
5	CEBADA TAR	1820,5	170	1990,5	34594,89
6	TRIGO	2148,0	170	2318,0	40286,84
7	-	-	-	-	-
8	COLZA	2520,0	170	2690,0	46752,20
9	TRIGO	2148,0	170	2318,0	40286,84
10	CEBADA TEMP	1798,5	170	1968,5	34212,53
11	TRITICALE	1721,5	170	1891,5	32874,27

### 5.1.2 Ingresos extraordinarios

Finalmente, se ha tenido en cuenta como un ingreso extra, la ayuda obtenida por el agricultor para llevar a cabo la obra de instalación de riego en la finca a través de las ayudas propuestas por la Junta de Castilla y León para “Las inversiones en nuevos regadíos”, que asciende, al 40% de la inversión total a realizar, lo cual supondrá un ingreso de 73.679,48



## 5.2 ESTRUCTURA DE GASTO

### 5.2.1 Gasto ordinarios

En este apartado se recogen todos los gastos que supone para el agricultor llevar a cabo la actividad habitual en la finca, para los distintos cultivos establecidos en la rotación, entre los que se incluyen:

- Preparación
- Semilla
- Fertilizantes
- Fitosanitarios
- Cosecha
- Transporte
- Seguros

Todos estos datos, han sido proporcionados por el propietario de la finca, quien disponía de la información gracias a sus registros y a los consultados en la empresa en la que adquiere todos los elementos necesarios para llevar a cabo su actividad.

*Tabla 3. Gastos de producción colza.*

COLZA	
Labor	Coste (€/ha)
Preparación	100
Semilla	60
Siembra	60
Fertilizantes	350
Fitosanitarios	120
Cosecha	110
Transporte	50
Seguro	30
<b>TOTAL</b>	<b>880</b>

*Tabla 4. Gastos de producción trigo.*

TRIGO	
Labor	Coste (€/ha)
Preparación	210
Semilla	450
Siembra	45
Fertilizantes	340
Fitosanitarios	100
Cosecha	75
Transporte	40
Seguro	30
<b>TOTAL</b>	<b>1290</b>

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tabla 4. Gastos de producción cebada.

<b>CEBADA</b>	
<b>Labor</b>	<b>Coste (€/ha)</b>
Preparación	210
Semilla	420
Siembra	45
Fertilizantes	320
Fitosanitarios	100
Cosecha	75
Transporte	40
Seguro	30
<b>TOTAL</b>	<b>1240</b>

Tabla 5. Gastos de producción girasol.

<b>GIRASOL</b>	
<b>Labor</b>	<b>Coste (€/ha)</b>
Preparación	180
Semilla	50
Siembra	40
Fertilizantes	90
Fitosanitarios	80
Cosecha	70
Transporte	30
Seguro	20
<b>TOTAL</b>	<b>560</b>

Tabla 6. Gastos de producción triticale.

<b>TRITICALE</b>	
<b>Labor</b>	<b>Coste (€/ha)</b>
Preparación	210
Semilla	420
Siembra	45
Fertilizantes	300
Fitosanitarios	100
Cosecha	75
Transporte	40
Seguro	30
<b>TOTAL</b>	<b>1220</b>

A todos estos gastos anteriores establecidos para cada uno de los cultivos, habrá de sumarle también aquellos referidos a cánones, tarifas, gastos comunitarios y demás que vengán exigidos por las administraciones, comunidades de regantes, etc.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Se incluyen también en este apartado de gastos ordinarios, aquellos provenientes del consumo eléctrico de las instalaciones, necesario para el regadío. En este caso, como ya se mencionó anteriormente, se van a priorizar las horas de riego nocturnas, como indica la *Tabla 7* entre las 23:00 y 12:59, dado el ahorro económico que supone regar la finca durante este periodo de tiempo, frente a las horas punta.

En este caso, como especifica el *Anexo VI: Diseño Hidráulico*, el riego de la finca se va a llevar a cabo 5 días a la semana durante 11 horas, cubriendo así las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos. Por lo tanto, se podría llevar a cabo todo el ciclo de riego durante el periodo comprendido dentro de las horas valle, sin mayor problemática.

*Tabla 7. Gastos de consumo eléctrico.*

HORARIO		CONSUMO (KWh)	PRECIO KWh (€)	GASTOS (€/h)
<b>MOTOR ELÉCTRICO</b>				
<b>HORAS PUNTA</b>	13:00 - 22:59	22	0,1914	4,2108
<b>HORAS VALLE</b>	23:00 - 12:59	22	0,1459	3,2098

Como se ha mencionado, los cultivos tienen una serie de necesidades hídricas a cumplir, que determinarán el periodo de tiempo en el que la bomba hidráulica se encuentre en funcionamiento. En este caso, se han recogido el número de horas necesarias de puesta en marcha de la bomba que en total suministrará un caudal de 148 m<sup>3</sup>/h:

- Colza: con una superficie de 96363,41m<sup>2</sup> requerirá de 651,104 horas de riego anuales para su desarrollo.
- Trigo: con una superficie de 96054,84 requerirá de 649,019 horas de riego anuales para su desarrollo.
- Cebada: con una superficie de 85458,63 requerirá de 577,423 horas de riego anuales para su desarrollo.
- Girasol: con una superficie de 79169,52 requerirá de 534,929 horas de riego anuales para su desarrollo.
- Triticale: con una superficie de 90191,74 requerirá de 609,404 horas de riego anuales para su desarrollo.

*Tabla 8. Tiempos totales de riego.*

BOMBA HIDRÁULICA				
CULTIVO	Consumo	Ud	Tiempo	Ud
<b>COLZA</b>	96363,41	m <sup>3</sup>	651,104	h
<b>TRIGO</b>	96054,84	m <sup>3</sup>	649,019	h
<b>CEBADA</b>	85458,63	m <sup>3</sup>	577,423	h
<b>GIRASOL</b>	79169,52	m <sup>3</sup>	534,929	h
<b>TRITICALE</b>	90191,74	m <sup>3</sup>	609,404	h

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Tabla 9. Gastos ordinarios anuales.

AÑO	CULTIVO	GASTO CULTIVO	GASTO CULTIVO TOTAL	GASTO ELÉCTRICO	GASTO TOTAL
1	COLZA	880	15294,4	2089,914	17384,314
2	TRIGO	1290	22420,2	2083,222	24503,422
3	CEBADA TEMP	1240	21551,2	1853,413	23404,613
4	GIRASOL	560	9732,8	1717,016	11449,816
5	CEBADA TAR	1240	21551,2	1853,413	23404,613
6	TRIGO	1290	22420,2	2083,222	24503,422
7	-	-	-	-	-
8	COLZA	880	15294,4	2089,914	17384,314
9	TRIGO	1290	22420,2	2083,222	24503,422
10	CEBADA TEMP	1240	21551,2	1853,413	23404,613
11	TRITICALE	1220	21203,6	1956,064	23159,664

5.2.2 Gastos extraordinarios

Para el promotor de la obra, se va a considerar como gasto extraordinario, el que supone la realización de la inversión. Por ello, normalmente, se va a tener en cuenta como gasto el pago inicial de la inversión del proyecto, sin embargo, en este caso como se acordó en el Documento nº4. Pliego de Condiciones, no se va a realizar hasta la finalización de las obras.

6. VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Con toda la información obtenida hasta este apartado, ya se dispone de los datos suficientes para poder llevar a cabo el análisis de viabilidad y rentabilidad que va a permitir determinar si realizar el proyecto dará un resultado beneficioso para el promotor o, por el contrario, no le resultaría una inversión rentable de realizar.

Tabla 10. Flujo de caja.

AÑO	CULTIVO	INGRESOS		GASTOS		FLUJOS DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
		Ordinarios	Extraord.	Ordinarios	Extraord.			
0			73679,488		184198,72	-110519,232	-110519,232	-110519,232
1	COLZA	46752,2		17384,314		29367,886	28780,5283	-81738,7037
2	TRIGO	40286,84		24503,4218		15783,4182	15467,7498	-66270,9539
3	CEBADA TEMP	34212,53		23404,6129		10807,9171	10591,7587	-55679,1951
4	GIRASOL	38931,2		11449,8157		27481,3843	26931,7566	-28747,4385
5	CEBADA TAR	34594,89		23404,6129		11190,2771	10966,4715	-17780,967
6	TRIGO	40286,84		24503,4218		15783,4182	15467,7498	-2313,21714
7	-	0	-	0	-	0	0	-2313,21714
8	COLZA	46752,2		17384,314		29367,886	28780,5283	26467,3111

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

9	TRIGO	40286,84		24503,4218		15783,4182	15467,7498	41935,061
10	CEBADA TEMP	34212,53		23404,6129		10807,9171	10591,7587	52526,8197
11	TRITICALE	32874,27		23159,6638		9714,60617	9520,31405	62047,1338
12	COLZA	46752,2		17384,314		29367,886	28780,5283	90827,662
13	TRIGO	40286,84		24503,4218		15783,4182	15467,7498	106295,412
14	CEBADA TEMP	34212,53		23404,6129		10807,9171	10591,7587	116887,171
15	GIRASOL	38931,2		11449,8157		27481,3843	26931,7566	143818,927
16	CEBADA TAR	34594,89		23404,6129		11190,2771	10966,4715	154785,399
17	TRIGO	40286,84		24503,4218		15783,4182	15467,7498	170253,149
18	-	0	-	0	-	0	0	170253,149
19	COLZA	46752,2		17384,314		29367,886	28780,5283	199033,677
20	TRIGO	40286,84		24503,4218		15783,4182	15467,7498	214501,427

### 6.1 VAN

Para el cálculo de este indicador, se va a tener en cuenta la inversión inicial e ingresos del proyecto, así como los años de vida útil previsto del mismo. Dando como resultado: 383.328,76€

### 6.2 TIR

Para la cual se tendrán en cuenta los cobros y pagos que se prevén a lo largo de cada uno de los años de la inversión, hasta que esta tasa se iguale al valor inicial de la inversión. Resultando la tasa interna de rendimiento del proyecto: 15%

### 6.3 AMORTIZACIÓN

La amortización, nos va a indicar a partir de qué año, el promotor de la obra habrá recuperado todo el capital invertido en la misma y, por tanto, empieza a obtener beneficios de la inversión realizada. En el caso de este proyecto, esta asciende a: 8 años.

## 7. CONCLUSIÓN

En conclusión, tras realizar el análisis de viabilidad económica aquí expuesto y conocer los parámetros de viabilidad y rentabilidad del presente proyecto, que han reflejado un resultado favorable. Puede decirse, que el proyecto tal y como está definido, SÍ supone una inversión rentable para el agricultor, quien podrá ver incrementada su fuente de ingresos gracias a la instalación de la propuesta de regadío por aspersión en su finca, pudiendo, además, hacer frente a todos los gastos de manera menos arriesgada mediante el soporte que supone la subvención obtenida.

8. BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 613/2001, de 8 de junio, para la mejora y modernización de las estructuras de producción de las explotaciones agrarias.

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/06/08/613>

León, C. D. J. Y. (2015, 25 agosto). Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2014/2020. Agricultura y Ganadería.

<https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/es/desarrollo-rural/programa-desarrollo-rural-castilla-leon.html>

Lonja Agropecuaria del Ebro. (2022). Información precios cultivos. Zaragoza



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

## **DOCUMENTO 3. PLANOS**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu





# ÍNDICE

## DOCUMENTO 3. PLANO

PLANO 1. LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO

PLANO 2. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA

PLANO 3. SECTORIZACIÓN

PLANO 4. DISTRIBUCIÓN TUBERÍAS SECTORES 1-5




PLANO 5. DISTRIBUCIÓN TUBERÍAS SECTORES 6-11

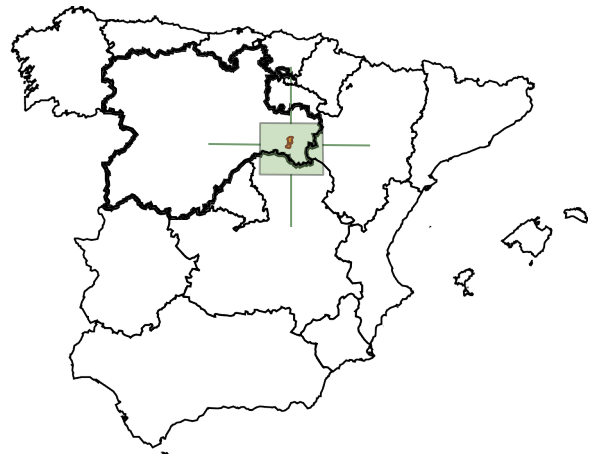
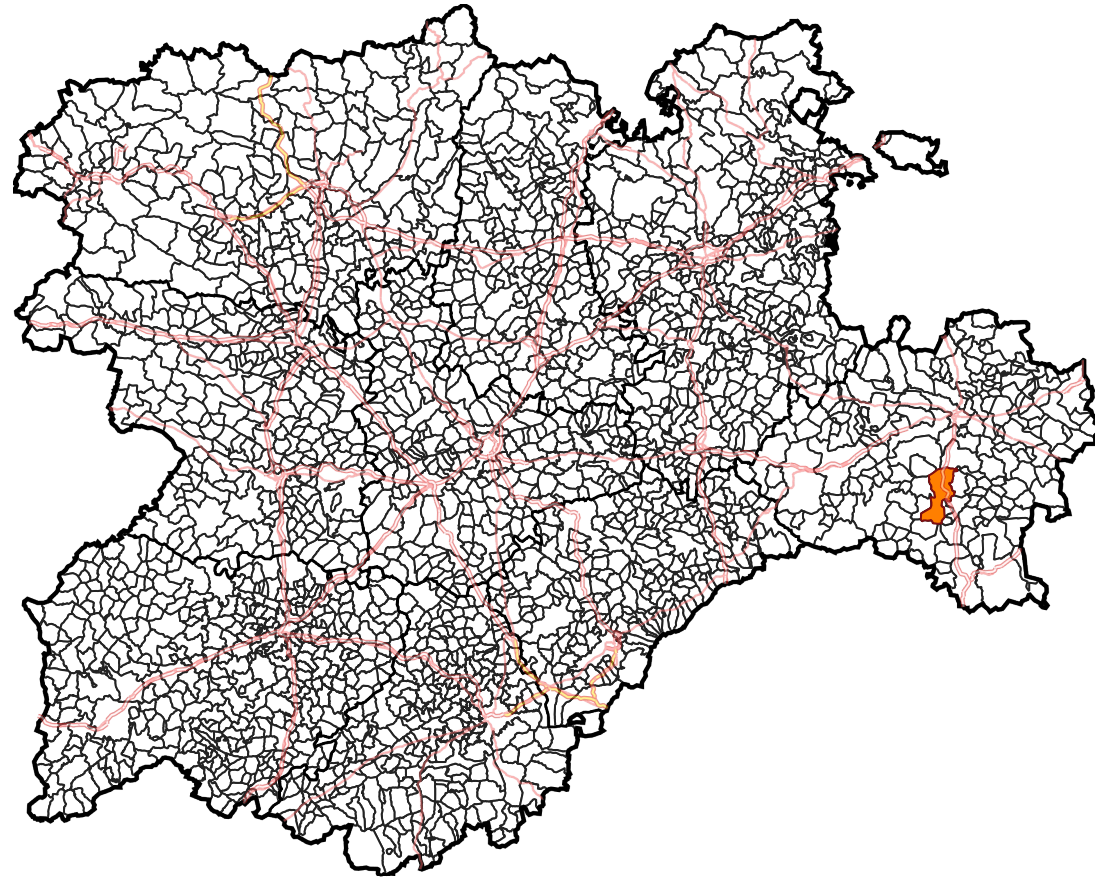
PLANO 6. Balsa de Almacenamiento y Estación de Bombeo

PLANO 7. DETALLES Balsa de Almacenamiento





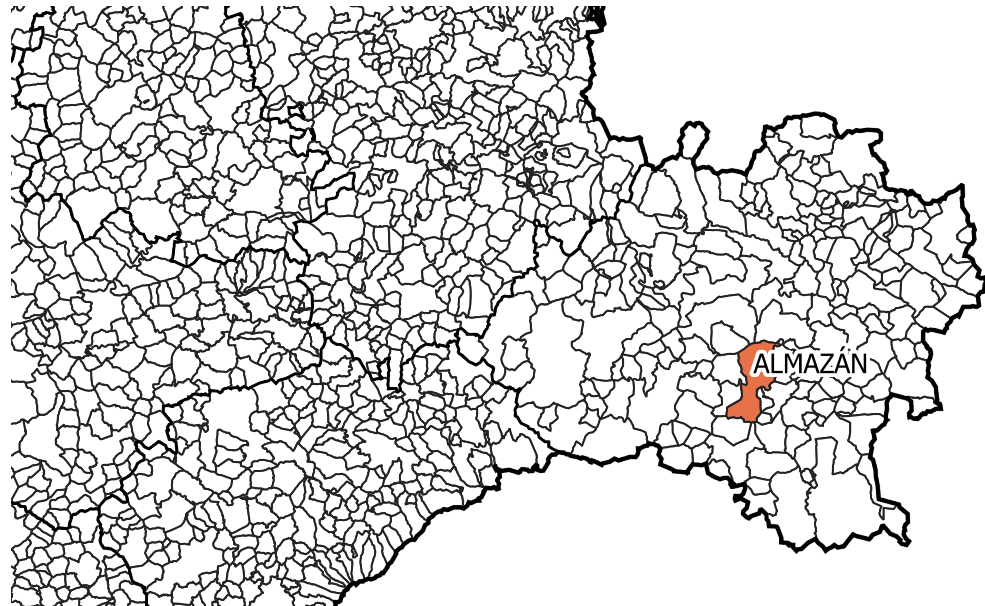
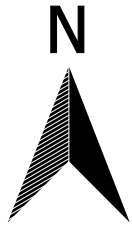
-  Almazán
-  Términos municipales
-  Carreteras




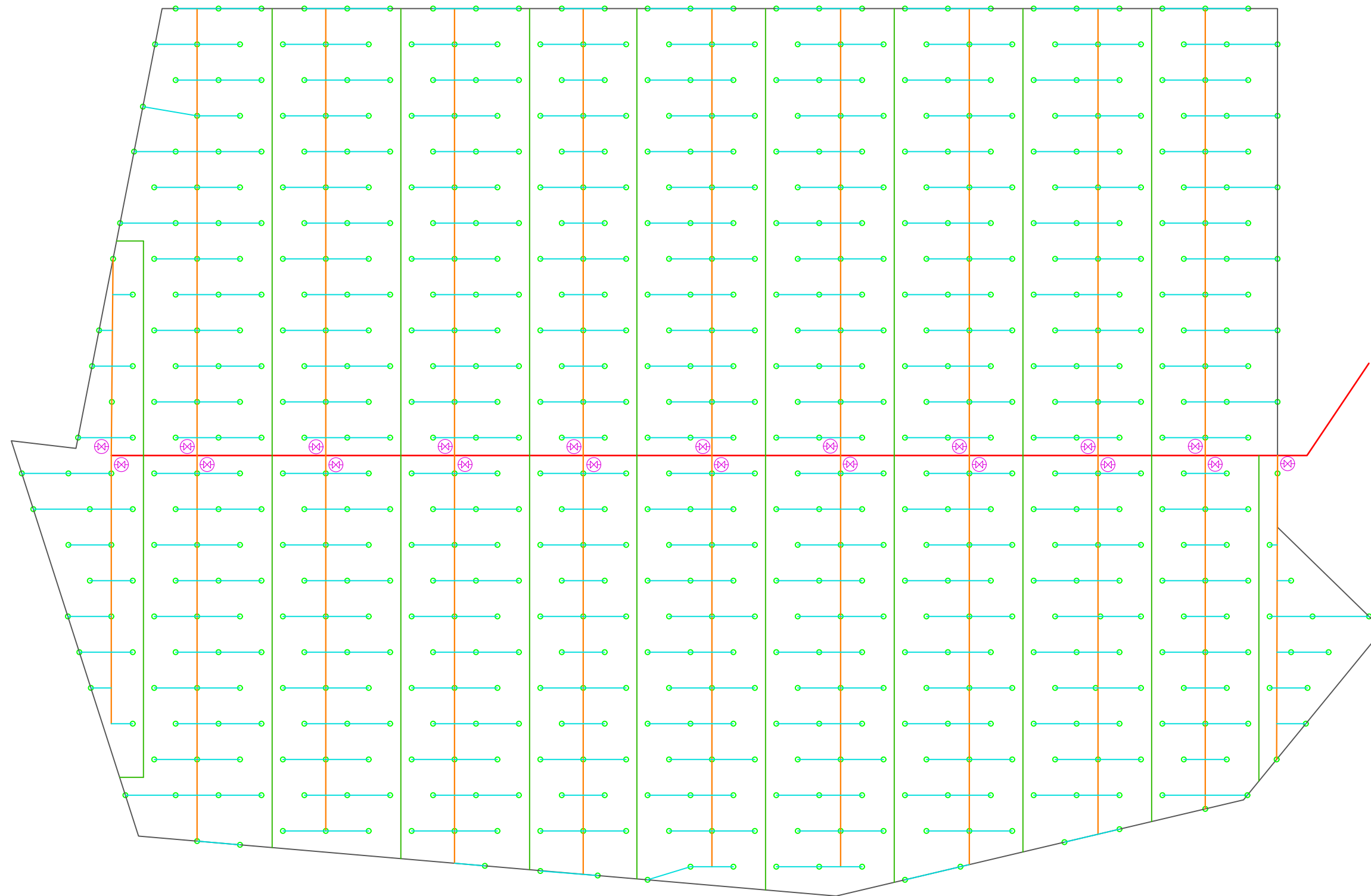
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA  
ETSIAB

Nº PLANO <b>1</b>	TÍTULO PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN	
	PLANO LOCALIZACIÓN MUNICIPIO	ESCALA VARIAS FECHA 15/08/2022

CARLOS CABETAS BORJABAD *CarlosCabetas*



 <small>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</small>		<b>UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA ETSIAB</b>	
<b>Nº PLANO</b>  <b>1</b>	<b>TÍTULO</b> PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN		
	<b>PLANO</b> LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN DE LA PARCELA		<b>ESCALA</b> VARIAS <b>FECHA</b> 15/08/2022
<b>CARLOS CABETAS BORJABAD</b>		<i>CarlosCabetas</i>	



**LEYENDA:**

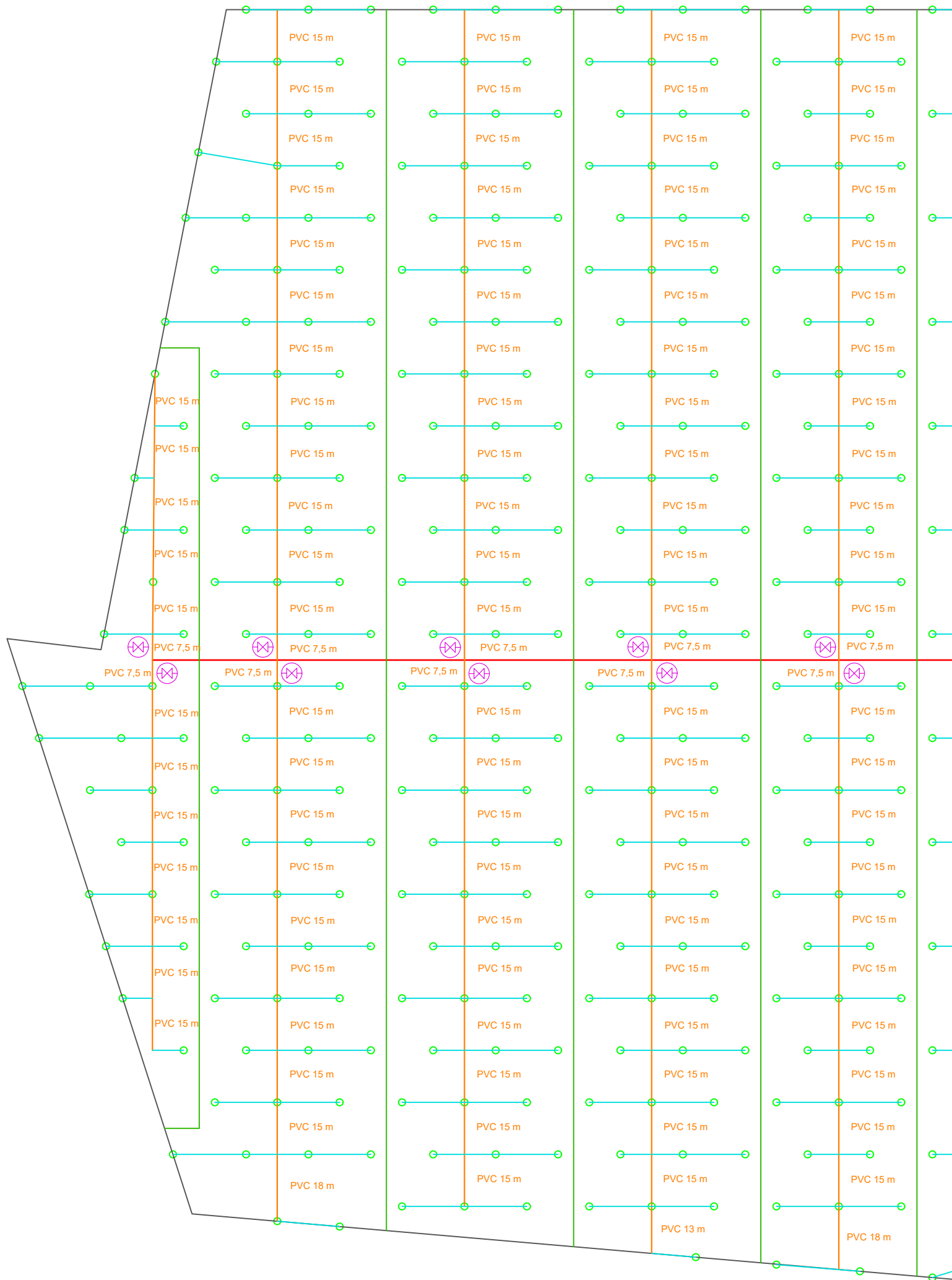
- Sectorización
- Tubería Primaria PVC Ø170 mm
- Tubería Secundaria PVC
- Ramales PEAD Ø 32 mm
- Aspersores
- ⊗ Válvula hidráulica

Tipo	Número	Caudal (l/s)	Caudal total (l/s)
Totales	617	0,5580	344,2900
Sectoriales	64	3,1700	20,2900
		<b>TOTAL</b>	<b>364,5800</b>

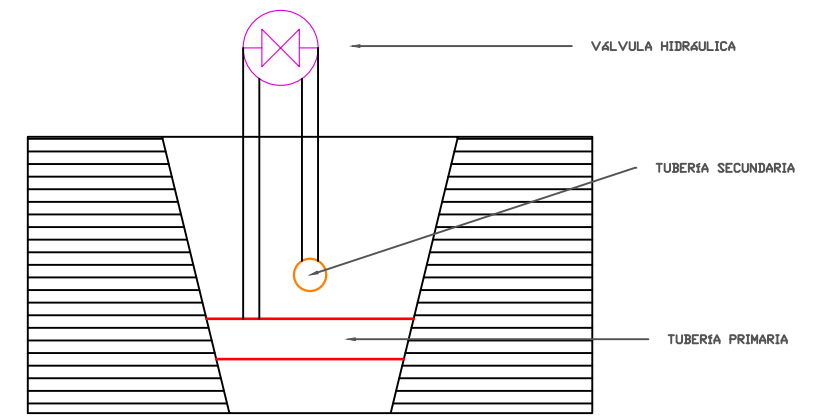
**upna**

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA  
ETSIAB

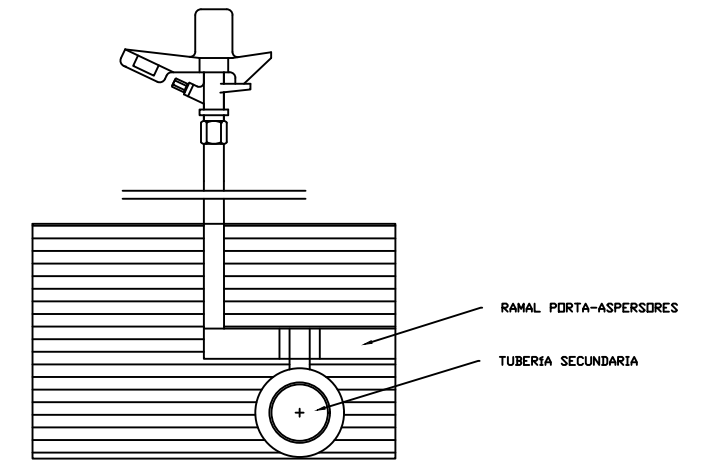
Nº PLANO  <b>3</b>	TÍTULO <b>PROYECTO DE TRASFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN</b>		ESCALA 1:4
	PLANO <b>SECTORIZACIÓN</b>		FECHA 15/08/2022
CARLOS CABETAS BORJABAD		AUTOR Y FIRMA	<i>CarlosCabetas</i>



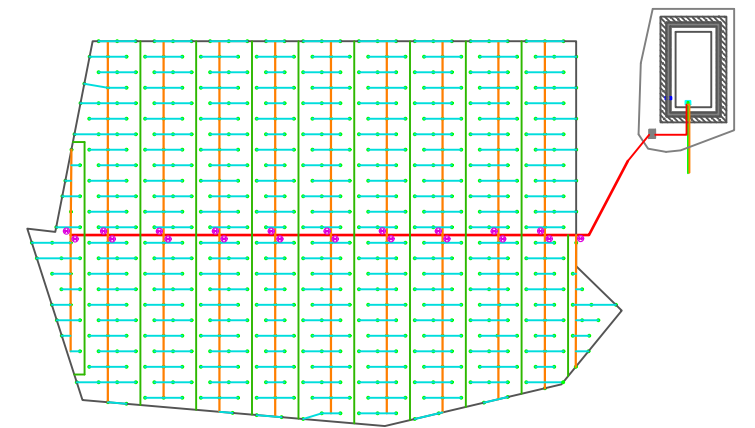
INTERSECCIÓN TUBERÍA PRIMARIA Y SECUNDARIA



INTERSECCIÓN TUBERÍA SECUNDARIA Y RAMAL DETALLE ASPERSOR



INSTALACIÓN FUTURA



upna

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA  
ETSIAB

Nº PLANO

4

TÍTULO

PROYECTO DE TRASFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN

PLANO

DISTRIBUCIÓN TUBERÍAS SECTORES 1-5

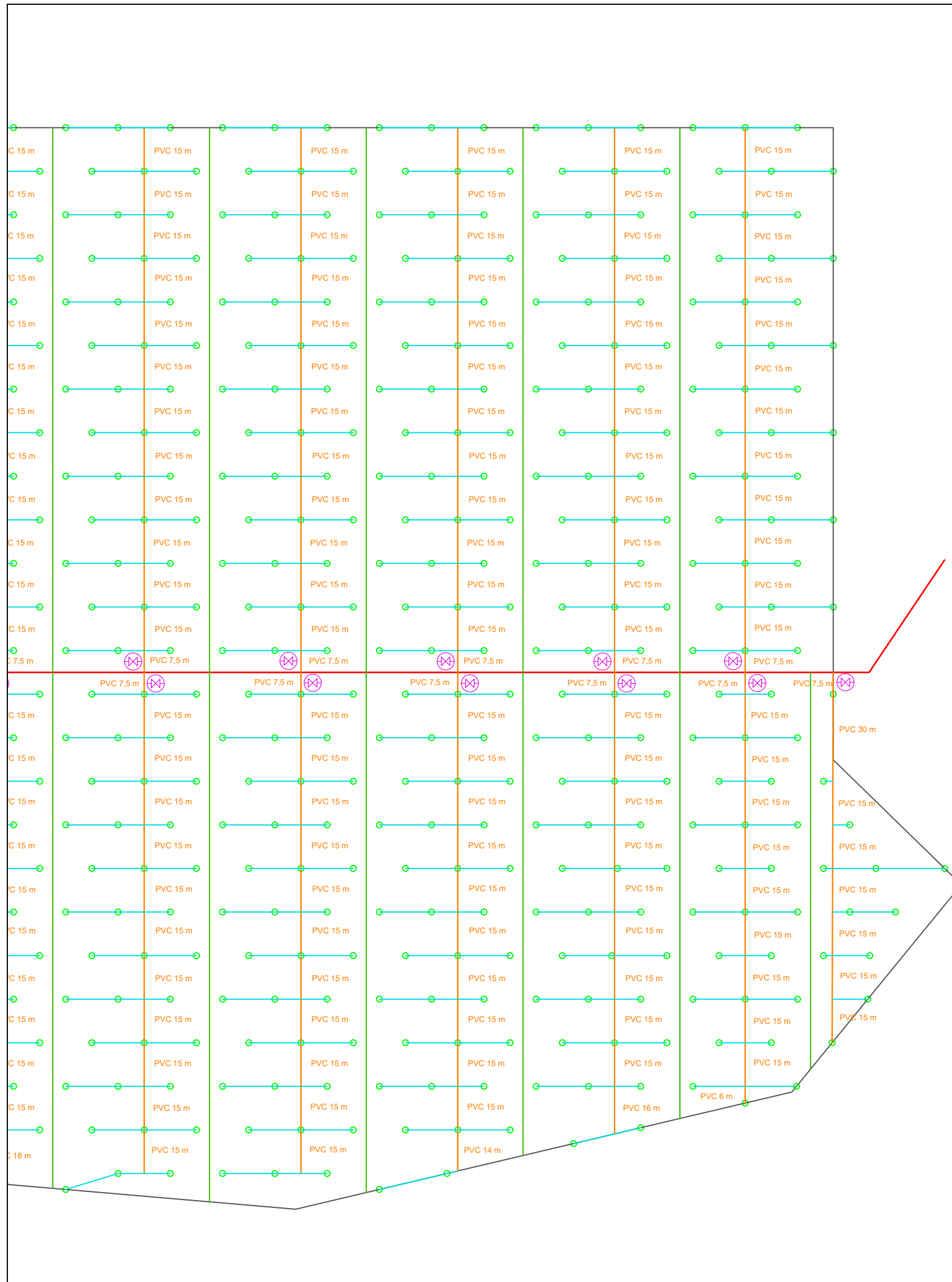
ESCALA VARIAS

FECHA 15/08/2022

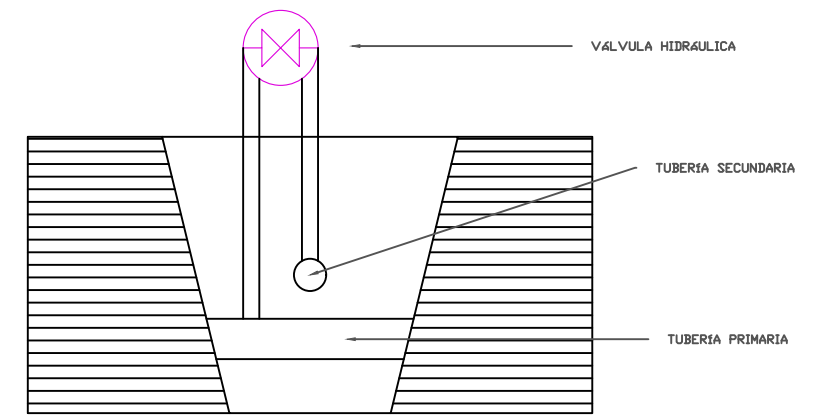
AUTOR Y FIRMA

CARLOS CABETAS BORJABAD

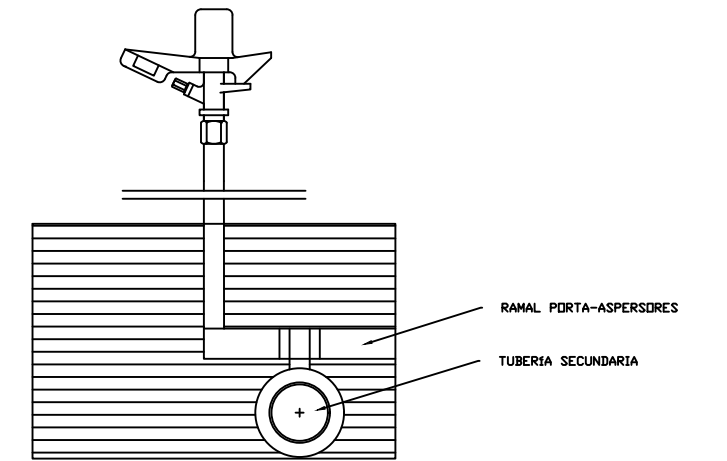
*CarlosCabetas*



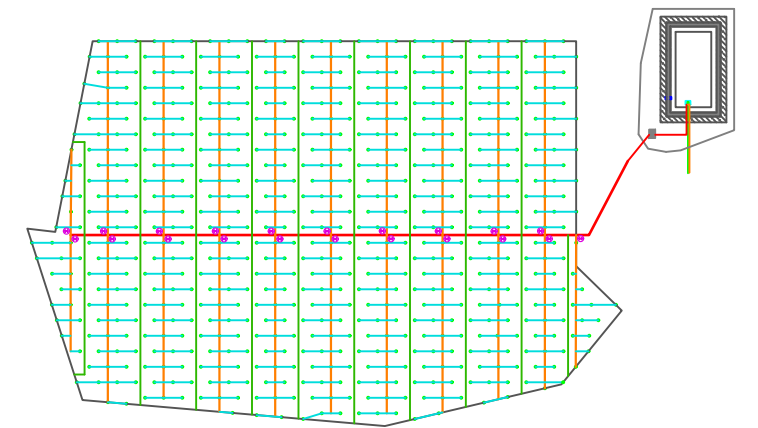
INTERSECCIÓN TUBERÍA PRIMARIA Y SECUNDARIA



INTERSECCIÓN TUBERÍA SECUNDARIA Y RAMAL DETALLE ASPERSOR



INSTALACIÓN FUTURA



upna

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA  
ETSIAB

Nº PLANO

5

TÍTULO

PROYECTO DE TRASFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN

PLANO

DISTRIBUCIÓN TUBERÍAS SECTORES 6-11

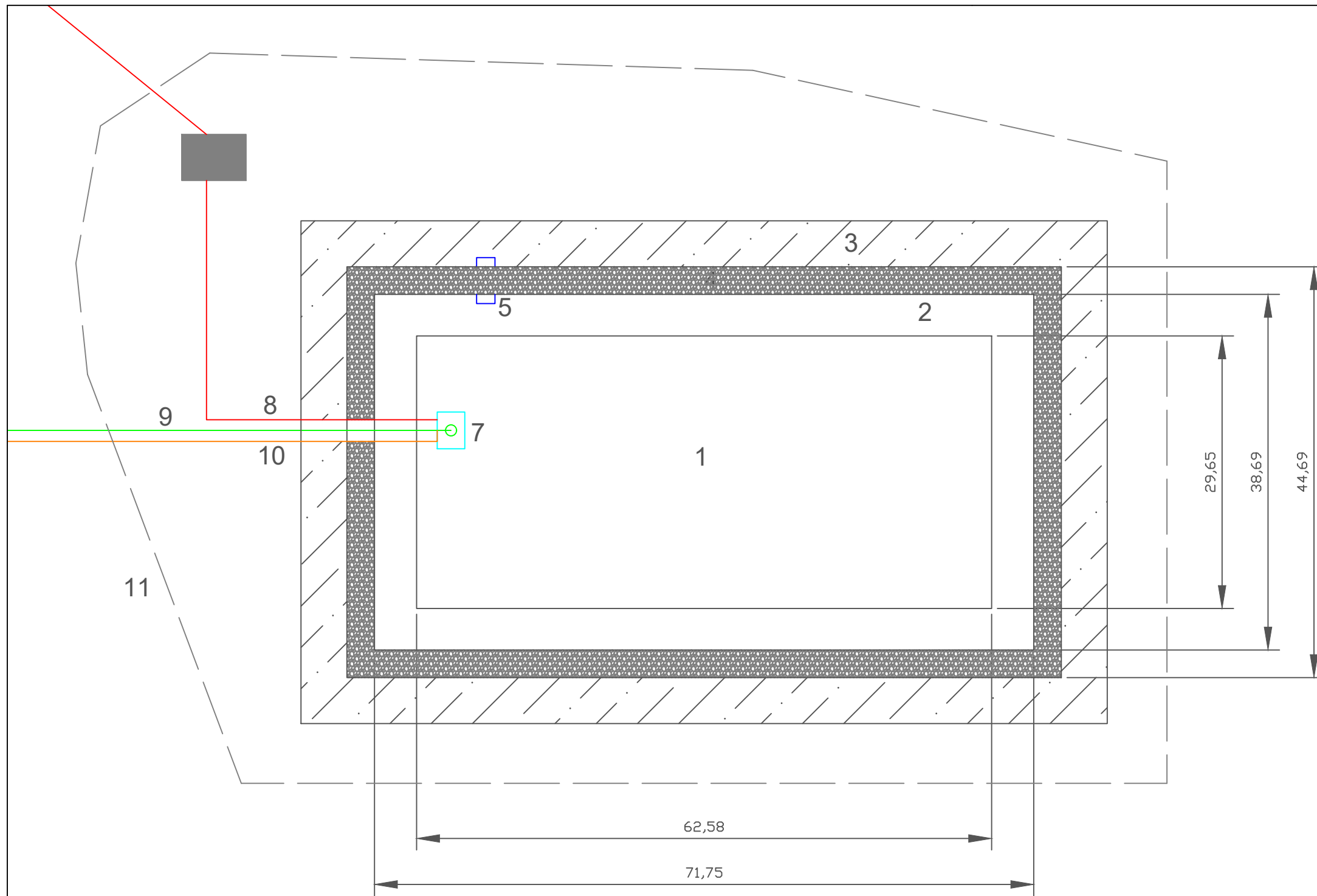
ESCALA VARIAS

FECHA 15/08/2022

AUTOR Y FIRMA

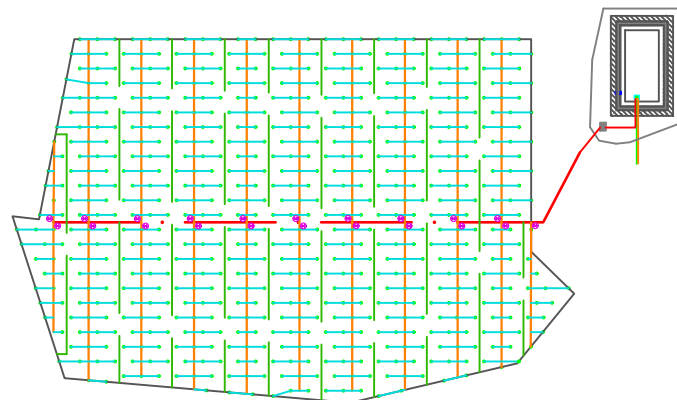
CARLOS CABETAS BORJABAD

*CarlosCabetas*



NUM	ELEMENTOS BALSA
1	FONDO BALSA
2	TALUD INTERIOR
3	TALUD EXTERIOR
4	CAMINO CORDONACIÓN
5	ALIVIADERO
6	ESTACIÓN DE BOMBEO
7	ARQUETA ENTRADA/SALIDA
8	TUBERÍA SALIDA
9	DESAGUE
10	TUBERÍA ENTRADA
11	VALLADO PERIMETRAL

INSTALACIÓN FUTURA



upna

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA  
ETSIAB

Nº PLANO

6

TÍTULO

PROYECTO DE TRASFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN

PLANO

BALSA Y ESTACIÓN DE BOMBEO

ESCALA 2:1 / 1:4

FECHA 15/08/2022

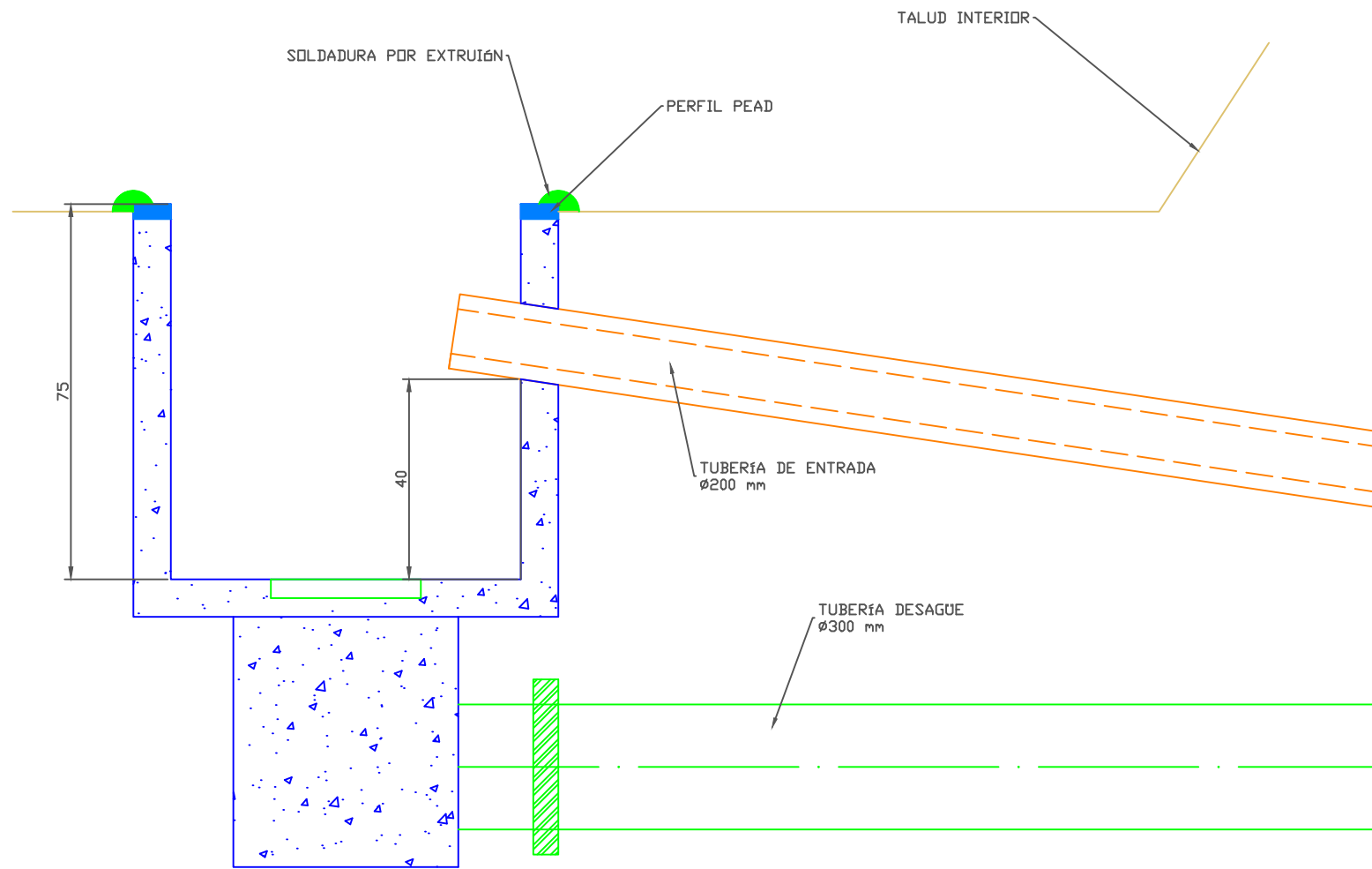
CARLOS CABETAS BORJABAD

AUTOR Y FIRMA

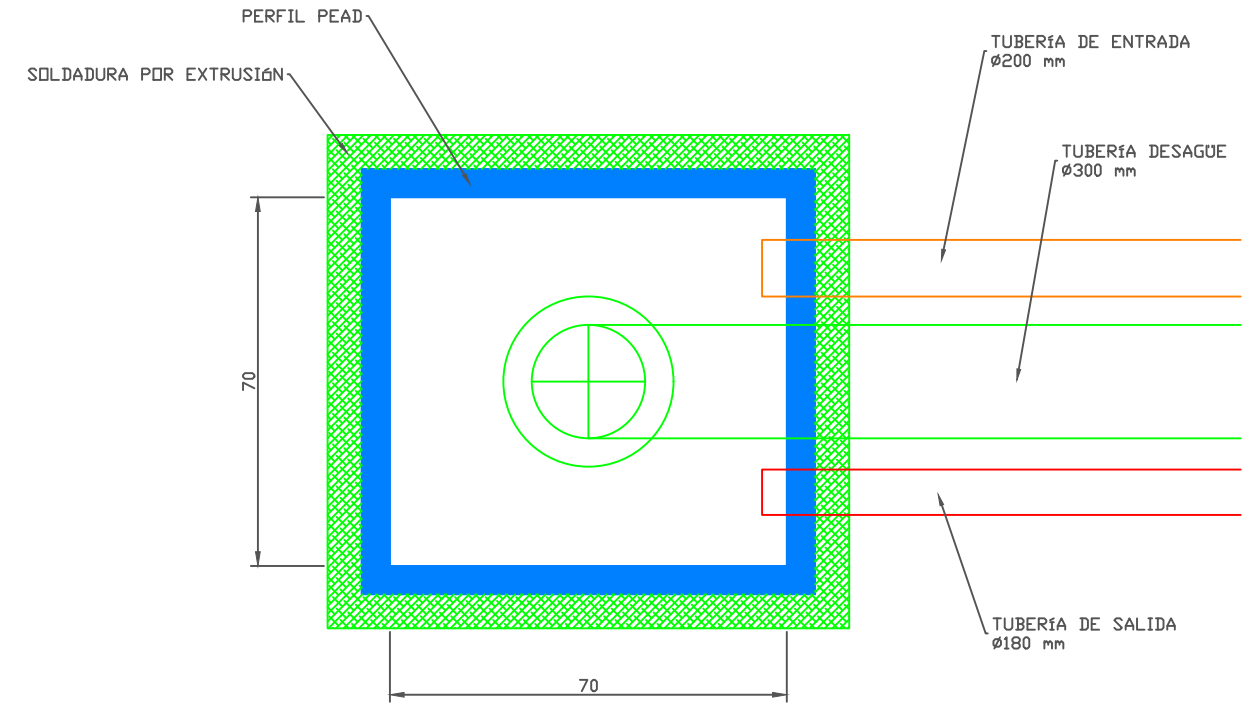
*CarlosCabetas*



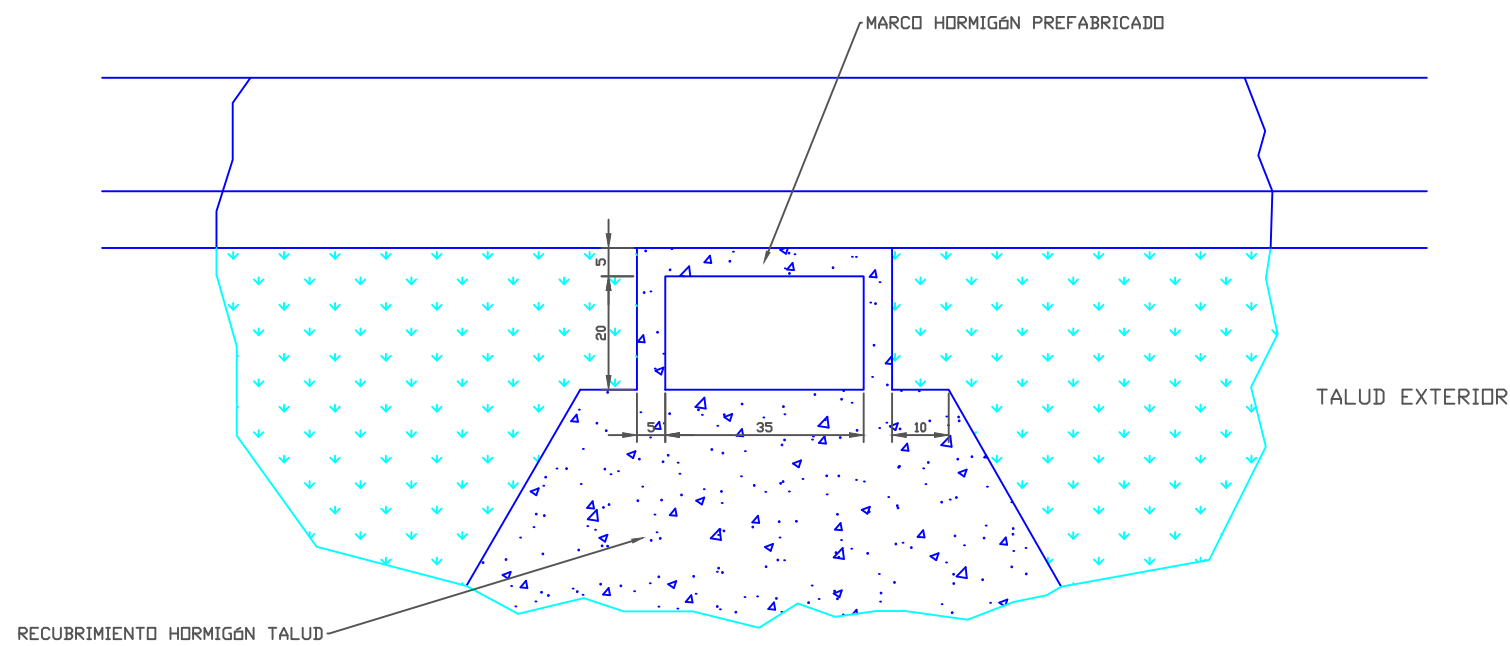
### ARQUETA DE ENTRADA Y SALIDA: PERFIL



### ARQUETA DE ENTRADA Y SALIDA: PLANTA



### ALIVIADERO



		UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA ETSIAB	
Nº PLANO <b>7</b>	TÍTULO PROYECTO DE TRASFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN		
	PLANO DETALLES Balsa de ALMACENAMIENTO		ESCALA VARIAS
	AUTOR Y FIRMA CARLOS CABETAS BORJABAD		FECHA 15/08/2022
			<i>CarlosCabetas</i>



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

**DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



# ÍNDICE

## DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I. CONDICIONES GENERALES.....	6
Artículo 1. Objeto del Pliego de Condiciones.....	6
Artículo 2. Contrato de obra. ....	6
Artículo 3. Obras objeto del presente proyecto. ....	7
Artículo 4. Obras accesorias no especificadas en el pliego.....	7
Artículo 5. Documentos de las obras. ....	7
Artículo 6. Director de obra. ....	7
CAPÍTULO II. CONDICIONES FACULTATIVAS.....	8
Artículo 7. Agentes que intervienes en la obra.....	8
Artículo 8. Obligaciones y derechos del contratista.....	8
Artículo 9. Obligaciones del director de obra. ....	8
Artículo 10. Director de ejecución de la obra ....	9
Artículo 11. Libro de órdenes y Asistencias. ....	9
Artículo 12. Inicio, orden, periodos y términos generales del desarrollo de los trabajos. ....	9
Artículo 13. Seguimiento de los trabajos ....	10
Artículo 14. Controles de calidad y pruebas ....	10
Artículo 15. Desperfectos y modificaciones por causas de fuerza mayor. ....	10
Artículo 16. Acta de recepción provisional ....	11
Artículo 17. Periodo de prueba. ....	11
Artículo 18. Recepción definitiva ....	11
CAPÍTULO III. CONDICIONES LEGALES Y ADMINISTRATIVAS.....	11
Artículo 19. Contrato.....	11
Artículo 20. Legislación ....	12
Artículo 21. Jurisdicción. ....	12
Artículo 22. Seguros. ....	12
Artículo 23. Seguridad e Higiene en el trabajo.....	13
Artículo 24. Daños a terceros.....	13
Artículo 25. Impuestos. ....	13
Artículo 26. Causas de la rescisión del contrato. ....	13
CAPÍTULO IV. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	14
Artículo 27. Prescripciones sobre los materiales y ejecución de la obra.....	14

Artículo 27.1. Accesos y vallados. ....	15
Artículo 27.2. Replanteo.....	15
Artículo 27.3. Acondicionamiento del terreno.....	16
Artículo 27.4. Cimentaciones. ....	16
Artículo 27.5. Cubiertas y coberturas.....	16
Artículo 27.6. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares. ....	17
Artículo 27.7. Albañilería.....	17
Artículo 27.8. Red horizontal de saneamiento.....	18
Artículo 27.9. Red vertical de saneamiento. ....	18
Artículo 27.10. Instalaciones de climatización. ....	19
Artículo 27.11. Instalaciones eléctricas.....	19
Artículo 27.12. Instalaciones de fontanería. ....	19
Artículo 27.13. Instalaciones de protección.....	20
Artículo 27.14. Otras obras e instalaciones.....	20
Artículo 27.15. Obras o instalaciones no especificadas. ....	20
Artículo 27.16. Hormigones. ....	20
Artículo 27.17. Acero en perfiles laminados. ....	21
Artículo 27.18. Embalses.....	21
Artículo 27.19. - Impermeabilización de embalses. ....	22
Artículo 27.20. - Tuberías. ....	22
<b>CAPÍTULO V. CONDICIONES ECONÓMICAS</b> .....	<b>23</b>
Artículo 28. Garantías y Fianzas .....	24
Artículo 29. Penalizaciones .....	24
Artículo 30. Presupuestos .....	24
Artículo 31. Precios por unidad.....	25
Artículo 32. Revisiones de precios y Sobrecostes .....	25
Artículo 33. Tasación, Medición y Pago de trabajos .....	26
Artículo 34. Pago de Seguros .....	26



## INTRODUCCIÓN

A continuación, de acuerdo con lo recogido en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en el artículo 6.2. “En particular, y con relación al CTE, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable”

Para lo anterior, el mismo artículo menciona los contenidos mínimos que deberán incluirse para cumplir con la legislación, entre las que se encuentran:

- *Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse.*
- *Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.*
- *Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio.*

Para todo ello, se elabora el siguiente pliego de condiciones en el que se recogen los contenidos suficientes para cumplir con la legislación vigente y se especifican los suficientes aspectos para que la realización de las obras pueda realizarse sin equivocaciones a lo largo de toda su ejecución.

## CAPÍTULO I. CONDICIONES GENERALES

### Artículo 1. Objeto del Pliego de Condiciones.

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

### Artículo 2. Contrato de obra.

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

Artículo 3. Obras objeto del presente proyecto.

Las obras cuyas características, planos, mediciones y presupuestos sean detallados en las correspondientes partes del presente proyecto, se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego. A ellas se añadirán todas las obras necesarias para dar por finalizadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

En el avance de la ejecución de los trabajos surgirán obras accesorias que, por su naturaleza, inicialmente no pueden ser previstas en todos sus detalles. Dichas obras se llevarán a cabo conforme se vaya conociendo su necesidad. Estarán sujetas a la redacción de proyectos adicionales o se ejecutarán bajo la dirección y propuesta del Ingeniero Director de Obra.

Artículo 4. Obras accesorias no especificadas en el pliego.

Durante el desarrollo de los trabajos de acuerdo con las normas y prácticas de la buena construcción, el Adjudicatario estará obligado, previa orden del Ingeniero Director de Obra, a ejecutar cualquier obra o instalación que sea necesaria y para la cual no existan prescripciones consignadas explícitamente en el presente Pliego de Condiciones, ni en la restante documentación del proyecto.

En el caso de que los sistemas empleados no ofrezcan las suficientes garantías y, como consecuencia, las instalaciones u obras resulten defectuosas y tengan que ser total o parcialmente desmontadas o demolidas, el Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para penalizar su idoneidad de manera que el Adjudicatario no tendrá derecho a ningún tipo de reclamación.

Artículo 5. Documentos de las obras.

Se distingue entre documentos contractuales o meramente informativos. Serán documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos, incluidos en el presente proyecto.

La Memoria y Anexos será documentos de carácter meramente informativo.

Artículo 6. Director de obra.

El director de obra será un Ingeniero Agrónomo Superior. Asumirá las funciones de dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto, siguiendo las autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato.

La demora en la tramitación del proyecto por parte de los Organismos competentes no será responsabilidad del director de obra, quien dará la orden de comenzar la obra una vez conseguidos todos los permisos.



## **CAPÍTULO II. CONDICIONES FACULTATIVAS**

### Artículo 7. Agentes que intervienen en la obra.

De conformidad con lo establecido en la ley toda persona, física o jurídica que intervenga en el proceso de desarrollo del proyecto, tendrá la consideración de agente en la edificación. Sus obligaciones, estarán definidas por lo dispuesto en la ley y disposiciones de aplicación, así como por el correspondiente contrato.

### Artículo 8. Obligaciones y derechos del contratista.

Considerándose como tal a cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, promueva con recursos propios o ajenos la realización de la obra.

Incluyéndose entre sus obligaciones:

- Poseer la titularidad o el derecho que le permita realizar modificaciones en el terreno-
- Disponer de los documentos e información necesarios, previos a la realización de dicho proyecto, que le faculden para permitir al director de obra el desarrollo del mismo.
- Adquirir las licencias y autorizaciones administrativas, así como contratar los seguros legalmente exigidos para la realización del proyecto.

Derechos del contratista:

- Conocimiento íntegro del proyecto con antelación
- Disponer de los medios y materiales necesarios para la realización de la obra en los plazos y términos establecidos
- Tener acceso a soluciones viables para hacer frente a incidencias o problemas técnicos no previstos en el proyecto inicial.

### Artículo 9. Obligaciones del director de obra.

- Poseer la titulación académica y profesional habilitante exigida por la ley, así como cumplir con las condiciones necesarias para el ejercicio de sus funciones.
- Asegurar el adecuado cumplimiento de las características geotécnicas del terreno.
- Atender a los posibles imprevistos que se den en la obra y documentar adecuadamente las directrices en el Libro de Órdenes.
- Llevar a cabo las modificaciones necesarias en el proyecto, cuando sean necesarias por el desarrollo de la obra.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- Facilitar al promotor la documentación correspondiente a la obra llevada a cabo junto con los visados que correspondan.
- Asumir las funciones de director de ejecución de la obra cuando ocupe ambos cargos.

Artículo 10. Director de ejecución de la obra.

- Poseer la titulación académica y profesional habilitante exigida por la ley, así como cumplir con las condiciones necesarias para el ejercicio de sus funciones.
- Asegurar la correcta entrega de los materiales de construcción, dirigiendo la realización de ensayos y pruebas.
- Dar las órdenes precisas durante el desarrollo de la obra, garantizando la correcta realización de acuerdo al proyecto y lo establecido por el director de obra.
- Registrar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Trabajar junto con el resto de agentes en la elaboración de la documentación de la obra, dando parte de los resultados del control realizado.

Artículo 11. Libro de órdenes y Asistencias.

La obra dispondrá de un Libro de Órdenes y Asistencias, visado por el Colegio Profesional correspondiente, donde Director de Obra y Director de ejecución de la obra recogerán el total de las incidencias, modificaciones y órdenes realizadas en cada momento de la ejecución del proyecto.

Artículo 12. Inicio, orden, periodos y términos generales del desarrollo de los trabajos.

La fecha de inicio de la obra, se establecerá con carácter previo entre las partes y será a partir de dicha fecha cuando el contratista comenzará a llevar a cabo las actividades correspondientes. La realización total del proyecto deberá llevarse a cabo en el periodo de tiempo límite establecido, así como el contratista deberá también cumplir con los periodos intermedios que se le hayan indicado para la finalización de determinadas fases de la obra.

El director de la obra será quien deba redactar el acta de comienzo de la obra el día en que se inicien los trabajos por parte del director de ejecución, el promotor y el contratista. Este último, además deberá dar a conocer a la Dirección Facultativa el inicio de su actividad, preferiblemente por escrito y con una antelación mínima de tres días, para así poder emitir el acta de comienzo de obra correctamente.

Dicha acta, hace necesario que se compruebe por parte del director de obra, de la existencia en copia escrita de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo con su consiguiente aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud.
- Licencia de Obra aprobada por la administración competente.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista
- Libro de órdenes y asistencias
- Libro de incidencias
- Fecha de acta de inicio de la obra.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias requeridas por las administraciones implicadas.

Artículo 13. Seguimiento de los trabajos.

A lo largo de toda la fase de realización de la obra, desde el inicio hasta su finalización, se dará seguimiento al conjunto de trabajos realizados, mediante la información recopilada por el Director de Obra y el Director de ejecución de la obra. Sirviendo este seguimiento para el control y la verificación del real cumplimiento de lo establecido en el proyecto inicial, así como quedando constancia de todas aquellas modificaciones que se hayan tenido que realizar a lo largo del desarrollo del proyecto.

Artículo 14. Controles de calidad y pruebas.

Los controles de calidad estarán presentes a lo largo de todo el proceso de ejecución del proyecto, teniendo en cuenta medidas como la calidad de los productos, equipos y sistemas, la calidad de la ejecución de la obra y la calidad de la obra una vez esta haya finalizado.

Los gastos ocasionados por la realización de prueba y ensayo en los productos de construcción o en la propia obra, correrán a cargo del contratista. Así como este, también se hará responsable de aquellas pruebas que no den un resultado satisfactorio, no den las suficientes garantías o no se realicen por omisión del contratista y de las obras complementarias que estos tres escenarios puedan provocar.

La documentación relativa a los controles de calidad de la obra, será recabada y depositada por el director de la obra, así como por el director de ejecución de la obra, y depositada por este último en el Colegio Profesional correspondiente, que asegurará su tutela y emisión a quienes estén legitimados.

Artículo 15. Desperfectos y modificaciones por causas de fuerza mayor.

Al margen de las posibles responsabilidades contractuales, las personas físicas o jurídicas relacionadas con el proceso de edificación responderán frente a los propietarios, de los daños materiales ocasionados dentro de los plazos legalmente indicados.

El constructor hará frente a los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a la terminación o acabado de la obra dentro de los plazos legalmente establecidos.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Incluso en aquellas situaciones en las que no haya podido determinarse el grado de culpa de cada uno de los agentes en cuyo caso responderán solidariamente.

Asimismo, el constructor responderá también de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan como causa la falta de capacidad profesional, técnica o el incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Respondiendo solidariamente el constructor cuando por las malas condiciones de los productos adquiridos o aceptados por él, causen daños a la obra.

Antes posibles modificaciones, se faculta al director de ejecución de la obra para introducir aquellos cambios que considere correspondientes sin alterar los principios que deben guiar el proyecto. Además, el director de obra y el director de ejecución de la obra serán responsables de la veracidad y exactitud del certificado final de obra que emitan.

### Artículo 16. Acta de recepción provisional.

El director de ejecución de la obra, comunicará en el plazo de 30 días anteriores a dar por finalizada la misma la terminación de esta, con la intención de que una vez terminada la obra, la Dirección Facultativa pueda realizar la correspondiente inspección a fin de identificar posibles defectos que requieran de arreglo y el periodo de tiempo para ello. El contratista deberá subsanar dichos fallos en el periodo de tiempo fijado –de no hacerlo podrá declararse por terminado el contrato con la correspondiente pérdida de fianza- y se dará por finalizada la obra iniciándose el periodo de prueba de la misma.

### Artículo 17. Periodo de prueba.

Una vez finalizada la obra, se establecerá un periodo de prueba que él tiene derecho el propietario, para asegurarse del adecuado funcionamiento de las obras realizadas. Dicho periodo se extenderá hasta 2 años de la fecha oficial de finalización de la obra.

### Artículo 18. Recepción definitiva.

Transcurrido ese periodo de prueba, se llevará a cabo una nueva inspección de todas las instalaciones. Atendiendo a las reparaciones que ha podido sufrir por la aparición de desperfectos o cualquier otro imprevisto. Posteriormente, se procede a la firma de la recepción definitiva.

## **CAPÍTULO III. CONDICIONES LEGALES Y ADMINISTRATIVAS**

### Artículo 19. Contrato.

La obra se va a realizar mediante la firma de un contrato por unidades de obra, dado la conveniencia que supone el precio invariable, no teniendo el contratista derecho a percibir un mayor precio con posterioridad a la firma del contrato, ya que con posterioridad se fija un

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

presupuesto único cerrado. Siendo el director de obra quien dispensará la documentación relativa al proyecto necesaria para la realización del contrato de obra.

### Artículo 20. Legislación.

- El Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo
- Modificaciones del DBHE, del DBHS y del DBSUA.
- Decreto 923/1965, de 8 de abril, por el que se aprueba el texto articulado de la Ley de Contratos del Estado.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

### Artículo 21. Jurisdicción.

El contrato firmado para la realización del proyecto al que se refiere el siguiente pliego, ostenta naturaleza privada y por ello sigue se rige por las normas del derecho privado. Sin perjuicio de otras normas o procedimientos de contratación que le sean de aplicación.

En lo referido a efectos, cumplimiento y extinción, el contrato referido se regirá por las normas del derecho privado, así como por lo establecido en este pliego.

El contratista, será responsable de la realización de las obras que dan lugar al proyecto en las condiciones establecidas por el contrato, así como a cumplir con lo establecido en la Ley de contratos de Trabajo y en las disposiciones relativas a Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista, se responsabilizará de toda falta relativa a la política Urbana y las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que se desarrollará dicha obra.

Todo lo relativo a disputas, cuestiones o desavenencias surgidas entre las partes durante o después de los trabajos prestados por el contratista, será llevado a juicio con igual número de representantes de ambas partes y encabezado por el Ingeniero Director de Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad con expresa renuncia del fuero domiciliario.

### Artículo 22. Seguros.

A lo largo de todo el periodo de tiempo que dure la ejecución de la obra, hasta una vez transcurrido el plazo establecido para la garantía de la obra, el contratista está obligado a asegurar la obra contratada mediante una póliza de seguros frente a terceros a todo riesgo, bajo las condiciones que legalmente se establezcan. Para ello, la póliza deberá ser aceptada y ratificada por el promotor, permaneciendo vigente hasta que se firme el Acta de Recepción Provisional de la Obra.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Artículo 23. Seguridad e Higiene en el trabajo.

Se deberá cumplir en todo momento y desde el inicio de la obra, con lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, donde se establecen las garantías y responsabilidades en lo referido a la protección de la salud de los trabajadores y más específicamente a Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, de disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Cada contratista deberá realizar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se tendrán en cuenta las previsiones contenidas en el estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. Incluyendo, valoración económica de las mismas y aplicando los principios de la acción preventiva recogidos en el art. 15 de la LPRL.

El plan de seguridad y salud tendrá que ser aprobado previamente por el coordinador en materia de seguridad y salud durante el desarrollo de la obra, pudiendo ser modificado por el contratista a la luz de la evolución de los trabajos, incidencias o modificaciones que puedan surgir. Debiendo siempre, estar a disposición de la dirección facultativa.

Además, el contratista será el responsable de cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud, así como informar y dar las instrucciones adecuadas a los trabajadores sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que a seguridad y salud se refiere.

El contratista responderá solidariamente de las consecuencias que se deriven por el incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Artículo 24. Daños a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

Artículo 25. Impuestos.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

Artículo 26. Causas de la rescisión del contrato.

Serán causas legítimas para la rescisión del contrato:

- Fallecimiento o incapacidad del contratista
- Quiebra del contratista
- Las alteraciones del contrato por una de las siguientes causas:

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.

b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

#### **CAPÍTULO IV. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

##### Artículo 27. Prescripciones sobre los materiales y ejecución de la obra.

Con el fin de facilitar la labor del director de ejecución de obra, el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que suministren a la obra se realizará de acuerdo con lo especificado en el “Real Decreto 314/2006. Código Técnico de Edificación (CTE)”.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el presente Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas publicadas sobre ellos y tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Por otro lado, las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados.

- Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de la obra.
- La unidad de la obra: se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades tanto físicas como químicas entre los diversos componentes que componen la unidad de la obra, o entre el soporte y los componentes.
- Características técnicas: se describe la unidad de la obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca propia normativa.
- Normativa de aplicación: se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.
- Criterio de medición del proyecto: indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en la obra.
- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra.
- Proceso de ejecución: se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.
- Condiciones de terminación: hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.
- Pruebas de servicio: hace referencia a las pruebas a realizar por el contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.
- Conservación y mantenimiento: establece las condiciones en que deben protegerse algunas unidades de obra para la correcta conservación y mantenimiento en obra hasta su recepción final.

### Artículo 27.1. Accesos y vallados.

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento y el vallado de esta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

### Artículo 27.2. Replanteo.

El contratista iniciará “in situ” el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se consideran a cargo del contratista, debiendo someterse a la aprobación del director de ejecución de obra. Una vez haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Sera responsabilidad del contratista la deficiencia u omisión de este trámite.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

### Artículo 27.3. Acondicionamiento del terreno.

Hace referencia al conjunto de actuaciones que deben realizarse en el terreno para completar la ejecución de la obra. En el caso del presente proyecto, se incluirían la excavación de tierras a cielo abierto para la formación de zanjas y pozos realizada con medios mecánicos y/o manuales hasta alcanzar la profundidad indicada en el Proyecto, y los desmontes y terraplenes necesarios para permitir dicha actuación, junto con la posterior retirada de los materiales sobrantes excavados.

Serán de aplicación al proyecto de obra las siguientes legislaciones relativas a los ámbitos de aplicación, criterios de diseño, condiciones generales de ejecución, condiciones de seguridad en el trabajo, materiales, controles de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

- CTE. DB-SE “Seguridad estructural”.
- CTE. DB-HS “Salubridad”.
- NTE-ADE: “Explicaciones”.
- NTE-ADZ: “Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos”.

### Artículo 27.4. Cimentaciones.

El Director de Obra será el encargado de determinar las secciones y cotas de profundidad necesarias llevar a cabo la cimentación de las diversas instalaciones, con independencia de lo expuesto en el presente Proyecto ya que únicamente presenta carácter informativo.

Las modificaciones o cimentaciones de régimen especial serán a cargo del Director de Obra, siendo realizadas cuando lo considere oportuno conforme se encuentre la situación del terreno en el que se llevan a cabo las obras.

Serán de aplicación al proyecto de obra las siguientes legislaciones relativas a materiales, características técnicas, condiciones de ejecución y seguridad, conservación y mantenimiento.

- CTE. DB-SE-C “Seguridad estructural: Cimientos”.
- NTE-CSZ: “Cimentaciones superficiales: Zapatas”.
- NTE-CSL: “Cimentaciones superficiales: Losas”.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

### Artículo 27.5. Cubiertas y coberturas.

Hace referencia a la cobertura de las instalaciones mediante diversos materiales como son tejas curvas, mixtas o planas, piezas de pizarra, placas y perfiles de cinc, fibrocemento, materiales sintéticos, galvanizados o aleaciones ligeras.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Asimismo, los materiales, características funcionales y de calidad, condiciones de ejecución y seguridad, criterios de valoración y conservación vienen dictaminados en las siguientes legislaciones.

- CTE. DB-HS “Salubridad”.
- NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".
- NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados".
- NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras".
- NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra".
- NTE-QTS: "Cubiertas tejados sintéticos".
- NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas".
- NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de zinc".

### Artículo 27.6. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares.

El presente artículo hace referencia al suministro, ejecución, montaje y colocación de puertas, ventanas y demás componentes empleados en acceso a interiores, separaciones, distribución de espacios, et.

Asimismo, vendrán incluidos en este artículo los materiales empleados para el aislamiento térmico de las instalaciones recogidos en la norma CTE. DB-HE de ahorro de energía, en el que se determinan las características técnicas exigidas en este ámbito.

Las características técnicas, criterios de medición, condiciones de calidad, proceso de ejecución y criterios de conservación y mantenimiento vienen recogidos en las siguientes legislaciones.

- CTE. DB-SH “Salubridad”.
- CTE. DB-HE “Ahorro de energía”.
- NTE-FCL: “Fachadas: Carpintería de aleaciones ligeras”.
- NTE-PPA: “Puertas de acero”.
- NTE-PPM: “Puertas de madera”.
- NTE-PPV: “Puertas de vidrio”.

### Artículo 27.7. Albañilería.

Hace referencia a la fabricación de bloques de hormigón, ladrillo o piedra, tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos.

Serán de aplicación al proyecto las siguientes legislaciones relativas a las características técnicas, criterios de medición, condiciones previas que se han de cumplir, proceso de ejecución, conservación y mantenimiento.

- CTE. SE-F “Fábrica”.
- NTE-FFB: "Fachadas de bloque".
- NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".
- NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".
- NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".
- NTE-RPA: "Revestimiento de paramentos. Alicatados".
- NTE-RPE: "Revestimiento de paramentos. Enfoscado".
- NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarneidos y enlucidos".
- NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pinturas".
- NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos".
- NTE-RSC: "Revestimiento de suelos continuos".
- NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles".
- NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras".
- NTE-RST: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazas".
- NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas".
- NTE-RTC: "Revestimiento de techos continuos".
- NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo".
- NTE-PTP: "Tabiques prefabricados".

Artículo 27.8. Red horizontal de saneamiento.

Hace referencia en el presente artículo a los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para la protección contra la humedad de edificios, viales, obras de contención de tierras, depósitos, etc.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE-ASD "Saneamientos, Drenajes y Arenamientos", así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial o, en su defecto, las normas UNE establecidas para ello.

Asimismo, deberán seguir los criterios de diseño, control de ejecución, pruebas de servicio, criterios de medición, valoración y mantenimiento pertinentes, recogidos en la norma mencionada.

Artículo 27.9. Red vertical de saneamiento.

Hace referencia en el presente artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Los ámbitos de aplicación, criterios de diseño, elección del sistema, control de ejecución y pruebas, y criterios de valoración y mantenimiento se adoptan en las siguientes legislaciones.

- CTE DB-HS "Salubridad".
- NTE-ISS: "Instalaciones de salubridad y saneamiento".
- NTE-ISD: "Depuración y vertido".
- NTE-ISA: "Alcantarillado".

Artículo 27.10. Instalaciones de climatización.

Pese a no estar contempladas en el Proyecto, se incluye este artículo por si el promotor considerase conveniente su inclusión a lo largo del desarrollo de la obra.

Hace referencia a las instalaciones de ventilación, refrigeración y calefacción.

Se adoptan las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, ejecución, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, establecidas en las siguientes normas.

- Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas e Instrucciones MIIF complementarias.
- Reglamentos vigentes sobre recipientes a presión y aparatos a presión.
- NTE-ICI: "Instalaciones de climatización industrial".
- NTE-ICT: "Instalaciones de climatización-torres de refrigeración".
- NTE-ID: "Instalaciones de depósitos".
- Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (R.D. 1618/198 de 4 de julio).
- NTE-ISV: "Ventilación".

Artículo 27.11. Instalaciones eléctricas.

Hace referencia a los materiales necesarios para llevar a cabo las instalaciones eléctricas necesarias para la realización del Proyecto.

Las características técnicas de los materiales, así como los criterios de montaje, explotación y mantenimiento de la instalación vienen recogidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Normas MIBT complementarias.

Las siguientes normas regulan las actuaciones de diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento de las instalaciones.

- NTE-IEB: "Instalación eléctrica de baja tensión".
- NTE-IEE: "Alumbrado exterior".
- NTE-IEI: "Alumbrado interior".
- NTE-IEP: "Puesta a tierra".
- NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

Artículo 27.12. Instalaciones de fontanería.

Hace referencia en el presente artículo a las instalaciones para el suministro y distribución de agua desde la toma de un depósito o conducción hasta las acometidas o aparatos de consumo.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Las diferentes características técnicas como caudal, presión, continuidad y potabilidad del agua suministrada., junto con los materiales y equipos industriales, controles de seguridad, mediciones y valoraciones vienen regulados en las siguientes legislaciones.

- CTE DB-HS “Salubridad”
- NTE-IFA: "Instalaciones de fontanería".
- NTE-IFC: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente".
- NTE-IFF: "Instalaciones de fontanería. Agua fría".

### Artículo 27.13. Instalaciones de protección.

Hace referencia a las condiciones de ejecución, condiciones de seguridad en el trabajo, criterios de medición, valoración y conservación relativas a las instalaciones de protección contra el fuego.

La legislación de referencia es el Documento Básico “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación, en el que se establecen las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

Por otro lado, se tienen en cuenta las normas relativas a la protección contra el fuego y pararrayos, así como de seguridad de utilización.

- CTE DB-SUA “Seguridad en caso de Incendio”.
- NTE-IPF: “Protección contra el fuego”.
- NTE-IPP: “Pararrayos”.

### Artículo 27.14. Otras obras e instalaciones.

Hace referencia a las unidades de obra no consideradas en los artículos anteriores como pinturas, señalizaciones o cualquier otra partida de presupuesto, no complementada anteriormente.

### Artículo 27.15. Obras o instalaciones no especificadas.

Hace referencia a los trabajos a ejecutar en el caso de que fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no definida en el presente Pliego de Condiciones. El contratista quedará obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Director de Obra quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación ninguna.

### Artículo 27.16. Hormigones.

Hace referencia a las condiciones relativas de los materiales empleados para la ejecución de las obras de hormigón en masa, armado, pretensado fabricado en obra o prefabricado, así como los criterios de calidad, condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento que deben seguir.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), la cual es aplicable a estructura y elementos de hormigón estructural, incluyendo en esta definición el hormigón en masa, armado o pretensado.

Asimismo, se adopta a lo establecido en las siguientes normas:

- NTE-EH; “Estructuras de hormigón”.
- NTE-EME: “Estructuras de madera: Encofrados”.

### Artículo 27.17. Acero en perfiles laminados.

Este artículo hace referencia a las condiciones relativas de los materiales y equipos industriales empleados en la fabricación de aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en los elementos estructurales como en los elementos de unión.

Los criterios de calidad, condiciones de ejecución, seguridad en el trabajo, valoración y mantenimiento se adoptan de lo establecido en el Documento Básico “Seguridad Estructural: Acero” del Código Técnico de Edificación.

### Artículo 27.18. Embalses.

En las siguientes normas y legislaciones se detallan las condiciones relativas a los materiales, planificación, criterios de seguridad y conservación que rigen sobre la balsa de almacenamiento de agua.

- “Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio” de la “Ley de Aguas”, sobre los usos y regulación del agua.
- “Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000” que establece el marco comunitario de actuación en la política de aguas.
- “Real Decreto 927/1988, de 29 de julio”, que aprueba el “Reglamento de Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica”.
- “Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses”, aprobado por “Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996”.
- “Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones”, publicada en el BOE de 14 de febrero de 1995 según resolución de 31 de enero de la Secretaria de Estado de Interior.
- “Guía técnica para la clasificación de presas en función del riesgo potencial” publicada en noviembre de 1996 y redactada por el área de tecnología y control de estructuras de la “Dirección General de Obras Hidráulicas”.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (“Clasificación de presas y embalses”).

Artículo 27.19. - Impermeabilización de embalses.

El siguiente conjunto de normas hacen referencia a las limitaciones y directrices que conciernen los materiales empleados en la impermeabilización de balsas de almacenamiento de aguas.

- Norma UNE 104.303 “Plásticos. Láminas de poli (cloruro de vinilo) plastificado, con o sin armadura, no resistentes al betún, para la impermeabilización de embalses, depósitos, piscinas, presas y canales para agua. Características y métodos de ensayo”
- Norma UNE 104.423 “Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de poli (cloruro de vinilo) plastificado (PVC-P) no resistentes al betún).
- Norma UNE 104.421 “Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de PEAD.

Artículo 27.20. - Tuberías.

A continuación, se recoge la normativa vigente acerca de la implantación de la red de tuberías que se emplean en la instalación del riego por aspersión:

- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de aguas. Dirección General de Obras Hidráulicas
- Norma UNE 127.010. “Tuberías de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero, para conducciones sin presión”.
- Norma UNE 127.011. “Pozos prefabricados de hormigón en masa para conducciones sin presión”.
- Norma UNE-en 681-1. “Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: caucho vulcanizado”.
- Otras Normas UNE-EN (476, 752-3, 1295-1).
- Norma ASTM c-76m. “Standard specification for reinforced concrete culvert, storm drain, and sewer pipe”.
- Norma ASTM C-443m. “Standard specification for joints for circular concrete sewer and culvert pipe, using rubber gaskets”.
- Otras Normas ASTM (c 497m, c655m, c361m, c 923m, c 478m).
- Norma UNE-EN 639:1.995: “Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón, incluyendo juntas y accesorios”.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- Norma DIN – 16869. “Tubos de resina de poliéster no saturada reforzados con fibra de vidrio llenos y vaciado centrífugamente.”
- Norma AWWA C950 – 88. “Design requirements and criteria for fiberglass pressure pipe for water service”.
- Norma UNE-EN 1796:2006. Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio. Suministro.
- UNE EN 14364. Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoendurecibles reforzados con vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturado (UP). Especificaciones para tuberías, accesorios y uniones.
- UNE-EN-545 - "Tubos, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para las canalizaciones de agua".
- Norma DIN 2605.n-5d, DIN 2605.n-3d y DIN 2448.
- Norma AWWA c208-83. “Dimensions for fabricated steel water pipe fitting”.
- Norma CEN TC165/WG10 N21E. “Directriz para análisis estático de las canalizaciones de aguas residuales y de conducciones tubulares”
- Norma UNE – 53331 in. “Criterio para comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con o sin presión sometidos a cargas externas. Tuberías de PVC y PE de alta y media densidad.”
- Norma UNE-EN 1295-1. “Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1: Requisitos generales”.
- Norma AWWA C950 – 88. “Design requirements and criteria for fiberglass pressure pipe for water service”.

### **CAPÍTULO V. CONDICIONES ECONÓMICAS**

A continuación, se documentan las condiciones económicas por las que previo acuerdo entre las partes se va a regir el proceso de obra. Determinándose también el trato que se va hacer de los recursos económicos, su utilización, medición y control del gasto que llevará a cabo la Dirección Ejecutiva.

Toda la información necesaria para que la Dirección Ejecutiva este capacitada para llevar a cabo las funciones que en el párrafo anterior se le asignan estará recogida en el contrato de obra firmado previamente por las partes. Incluyendo, en cuanto información económica al menos los siguientes puntos:

- Presupuesto aportado por el contratista
- Previsiones de gasto



## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

- Plazos para la realización de pagos
- Método de pago
- Garantías, fianzas y sus condiciones
- Modo de revisión de precios

### Artículo 28. Garantías y Fianzas.

Serán exigidos al contratista una serie de conceptos en calidad de garantías o fianzas, entre las que se incluyen, documentos bancarios o referencias de otras obras anteriores para poder garantizar la veracidad de todos los datos aportados por este, debiendo ser aportados por el contratista con anterioridad a la firma de cualquier documento que suponga un compromiso entre las partes como es el contrato u cualquier otro de misma índole.

Se exigirá también una cantidad económica en concepto de fianza al contratista, la cual ascenderá a un porcentaje del presupuesto total de la obra, que será acordado entre las partes previamente y que será retenido en caso de demora en la entrega de la obra final, modificaciones y reparaciones que hayan tenido su origen en errores del contratista o para cubrir los costes en caso de cese del contrato antes de la finalización de la obra por cualquiera de los motivos señalados como causa de rescisión del contrato anteriormente.

Cuando se dé por finalizada la obra y entregada por completo al receptor, firmada la correspondiente Acta de Entrega de Obra, el depósito de la fianza se liberará y devolverá en todo o solo en parte en caso de las circunstancias antes mencionadas, al contratista.

### Artículo 29. Penalizaciones.

El contratista estará sujeto a soportar una serie de penalizaciones en caso de que incumpla con los términos y condiciones que le hayan sido fijadas en el contrato de obra para la realización de la misma, estas penalizaciones pueden ir desde retenciones en la fianza, hasta pago de indemnizaciones en caso de errores de mayor gravedad. Las penalizaciones se dividirán en las siguiente:

- Por retraso en los plazos de realización de las obras: cada día de retraso por causas distintas a aquellas de fuerza mayor serán penalizados con un importe por día en función de la gravedad con la que se catalogue el retraso y la causa del mismo.
- Por incumplir los términos del contrato, bien por incumplimiento de responsabilidades u obligaciones del contratista, por la mala calidad o realización de los trabajos o por omisión de alguno de los requisitos legales o administrativos, así como laborales y de los fijados en el propio contrato y los demás pliegos.

### Artículo 30. Presupuestos.

El contratista, una vez conocidos los términos y dimensiones de la obra, elaborará un presupuesto que se ajuste a las exigencias del proyecto. Dicho presupuesto, una vez aceptado por ambas partes, se incluirá en el contrato de obra, de modo que, una vez firmado este, el contratista no podrá exigir el aumento de los precios inicialmente recogidos dada la naturaleza del contrato de obra fijado.

## TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

Los errores en los que haya podido incurrirse a la hora de determinar el presupuesto de la obra, podrán ser corregidos con posterioridad a la firma del contrato, en cualquier momento que resulte necesario por causa de fuerza mayor, fijándose una partida extraordinaria en los presupuestos, donde quedará constancia de los cambios y las cantidades monetarias en las que se va a ver incrementado el presupuesto.

### Artículo 31. Precios por unidad.

En este artículo, se fijarán los precios unitarios de las distintas partidas de materiales, trabajo, etc. que van a intervenir en la obra y que van a seguir de guía para comprender el coste al que asciende la obra y para entender cómo se han fijado los presupuestos. Diferenciando:

- Costes directos: de aquellas cantidades mesurables como mano de obra, herramientas, materiales, etc. que se multiplicaran por el coste de estos elementos.
- Costes de materiales no mesurables: elementos que, aun teniendo un coste, es difícil de determinar dado que no se trata de unidades cuantificables, sino que se deben calcular como porcentajes.
- Costes indirectos: serán aquellos que vengan generados por el cálculo de un porcentaje de la suma de los dos costes anteriores, siendo el mismo el coste a aplicar a cada unidad y entre los que se encuentran comunicación, limpieza y retirada de desechos, etc.

### Artículo 32. Revisiones de precios y Sobrecostes.

Las revisiones de precios en caso de ser necesarias, se realizarán atendiendo a la fórmula establecida para ello en la ley de Contratos del Estado, para ello, se deberán tener como referencia los precios inicialmente fijados y los precios que en el momento de la revisión constan.

En caso de que, tras la revisión de precios, si estos dan como resultado un incremento de los mismos, será necesario que, a través del director de obra, el promotor de la misma de su aprobación y decida incrementar los mismos. Así como será necesaria también su aprobación para el incremento del número de las unidades de cualquiera de los elementos presentes en la obra.

El cambio de precios, deberá ser comunicado al contratista de la obra por el director de obra, con la antelación fijada en el contrato, quien deberá estar de acuerdo del mismo modo que el promotor para que se pueda incluir en los presupuestos una nueva partida con los sobrecostes que se hayan podido generar.

En cuanto al aumento de precios incentivado por el contratista, salvo que con anterioridad a la firma del contrato de obra este no hubiera realizado las especificaciones oportunas para este escenario, no podrá reclamar ninguna cantidad que incremente el presupuesto final de la obra, a no ser que cuente con el correspondiente acuerdo previo con el restante de las partes.

Del mismo modo, las modificaciones que puedan ser surgir, se catalogarán en función del incremento de costes que supongan en el presupuesto final, debiendo hacerse cargo de estos sobrecostes el contratista en caso de que estos hayan venido provocados por errores u omisiones

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN

del mismo durante la realización de la obra, o por retrasos en los plazos indicados que no estén justificados por motivos de fuerza mayor.

Artículo 33. Tasación, Medición y Pago de trabajos .

Al momento de tasar el valor de cada partida, la cifra final incluirá el conjunto de materiales, horas de trabajo, maquinaria, elementos auxiliares y todos aquellos costes indirectos que se imputen a esa partida.

Para medir la fase en la que se encuentra la obra, se realizará por certificación, quedando definido de antemano en el contrato por acuerdo de las partes, en qué términos se van a realizar los pagos.

Será el promotor quien lleve a cabo los pagos dentro de los plazos establecidos coincidiendo el importe con el reflejado en las certificaciones de la obra aportadas por el director de ejecución de la obra, en las cuales quedan reflejados los trabajos realizados.

Debiendo previamente, el director de ejecución de obra, haber realizado las mediciones correspondientes en la obra, previo aviso del contratista, para aquellas situaciones en las que la obra vaya a quedar oculta, el contratista informará con antelación al director de obra para que este pueda realizar las mediciones oportunas y emitir la certificación a partir de la cual se dará paso al pago.

En cuanto al pago de trabajos especiales, los cuales no sean realizados por el contratista, sino por un tercero, estos pagos se realizarán por el contratista una vez finalizados, reintegrándole el promotor de la obra el importe íntegro de los mismos una vez finalizada la obra.

El pago final al contratista, será emitido por el promotor una vez culminada la recepción definitiva al propietario, descontando las cantidades que se consideren oportunas por sobrecostes, mejoras durante el periodo transcurrido entre la recepción provisional y la recepción final o cualquier otro motivo que se considere oportuno siempre que previamente se hubiera fijado en el contrato.

Artículo 34. Pago de Seguros.

Será el contratista quien deba adquirir los seguros legalmente necesarios para hacer frente a los posibles robos, daños en maquinaria, instalaciones o cualquier otro elemento de la obra en el transcurso de la misma. Además, deberá contar con los seguros correspondientes que cubran los daños que puedan sufrir cualquiera de las personas relacionadas con la obra o terceros. Todo ello, será cubierto mediante la contratación de un Seguro de Responsabilidad Civil en los términos legalmente establecidos.

TRANSFORMACIÓN A REGADÍO POR ASPERSIÓN  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAZÁN



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y  
BIOCIENCIAS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO  
ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO  
ESKOLA TEKNIKOA**

**DOCUMENTO 5. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

Presentado por

**CARLOS CABETAS BORJABAD**

Agosto, 2022 / 2022, Abuztu



**Presupuesto parcial nº 2 INSTALACIÓN DE RIEGO**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
<b>2.1.- ZANJAS TUBERÍAS</b>							
<b>2.1.1</b>	<b>M3</b>	<b>Excavación en zanja y/o pozos en tierra y carga de los productos resultantes de la excavación.</b>					
		Uds.	Largo	Sección	Parcial	Subtotal	
		1	3.683,160	1,030	3.793,650		
					3.793,650	3.793,650	
		<b>Total m3 .....</b>		<b>3.793,65</b>	<b>2,07</b>	<b>7.852,86</b>	
<b>2.1.2</b>	<b>M3</b>	<b>Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 15 cm. de espesor</b>					
		Uds.	Largo	Sección	Alto	Parcial	Subtotal
		1	3.683,160	0,075		160,815	
						160,815	160,815
		<b>Total m3 .....</b>		<b>160,815</b>	<b>10,25</b>	<b>1.648,35</b>	
<b>2.1.3</b>	<b>M3</b>	<b>Relleno localizado en zanjas con productos seleccionados procedentes de la excavación y/o de préstamos, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor.</b>					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3.683,160		1,030	3.793,650	
						3.793,650	3.793,650
		<b>Total m3 .....</b>		<b>3.793,65</b>	<b>2,34</b>	<b>8.877,14</b>	
		<b>Total subcapítulo 2.1.- ZANJAS TUBERÍAS:</b>				<b>18.378,35</b>	

**2.2.- TUBERIA SECUNDARIA**

<b>2.2.1</b>	<b>M</b>	<b>Tubería de PVC de 50 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.</b>					
		Uds.	Largo	Ancho		Parcial	Subtotal
		1	338,950			338,950	
						338,950	338,950
		<b>Total m .....</b>		<b>338,950</b>	<b>3,54</b>	<b>1.201,78</b>	
<b>2.2.2</b>	<b>M.</b>	<b>Tubería de PVC de 63 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.</b>					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			375,000			375,000	
						375,000	375,000
		<b>Total m. ....</b>		<b>375,000</b>	<b>4,75</b>	<b>1.781,25</b>	
<b>2.2.3</b>	<b>M.</b>	<b>Tubería de PVC de 75 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.</b>					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			817,500			817,500	
						817,500	817,500
		<b>Total m. ....</b>		<b>817,500</b>	<b>5,44</b>	<b>4.447,20</b>	

2.2.4	M.	Tubería de PVC de 90 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				547,500			547,500	
							547,500	547,500
						<b>Total m. ....:</b>	<b>547,500</b>	<b>6,78</b>
								<b>3.712,05</b>
2.2.5	M.	Tubería de PVC de 110 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				727,500			727,500	
							727,500	727,500
						<b>Total m. ....:</b>	<b>727,500</b>	<b>7,57</b>
								<b>5.507,17</b>
2.2.6	M.	Tubería de PVC de 125 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				390,000			390,000	
							390,000	390,000
						<b>Total m. ....:</b>	<b>390,000</b>	<b>9,13</b>
								<b>3.560,70</b>
								<b>Total subcapítulo 2.2.- TUBERIA SECUNDARIA: 16.210,15</b>

### 2.3.- TUBERÍA PRIMARIA

2.3.1	M.	Tubería de PVC de 180 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				486,710			486,710	
							486,710	486,710
						<b>Total m. ....:</b>	<b>486,710</b>	<b>13,65</b>
								<b>6.643,59</b>
2.3.2	Ud	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 4" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.						
						<b>Total ud ....:</b>	<b>11,000</b>	<b>257,81</b>
								<b>2.835,91</b>
2.3.3	Ud	Arqueta de plástico de planta rectangular para la instalación de 1 electroválvula y/o accesorios de riego, i/arreglo de las tierras, totalmente instalada.						
						<b>Total ud ....:</b>	<b>11,000</b>	<b>11,16</b>
								<b>122,76</b>
2.3.4	Ud	Válvula de compuerta de fundición de 170 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.						
						<b>Total ud ....:</b>	<b>1,000</b>	<b>370,46</b>
								<b>370,46</b>
								<b>Total subcapítulo 2.3.- TUBERÍA PRIMARIA: 9.972,72</b>



**2.4.- RAMALES PORTA-ASPERSORES**

2.4.1	Ud	<b>Aspersor aéreo de latón, giro por brazo de impacto, tobera intercambiable, sector y alcance regulables, i/conexión a 1/2" mediante bobina metálica, totalmente instalado.</b>					
		<b>Total ud .....</b>	<b>681,000</b>		<b>32,07</b>	<b>21.839,67</b>	
2.4.2	M	<b>TUBERIA PVC D= 32 mm, P= 10atm</b>					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Medición según plano	7.969,320			7.969,320	
						7.969,320	7.969,3
				<b>Total m...:</b>	<b>7.969,320</b>	<b>2,04</b>	<b>16.257,41</b>
				<b>Total Subcapítulo 2.4.- RAMALES PORTA-ASPERSORES:</b>			<b>38.097,08</b>

**TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL nº 2 INSTALACION DE RIEGO: 82.658,30**

**Presupuesto parcial nº 3 Balsa y Estación de Bombeo**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
<b>3.1.- CAPTACIÓN Y ALIVIADERO</b>							
3.1.1	M3	Excavación arqueta de 0,80x0,70x0,75 m, de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/b/16/IIa, de central, i/invertido, colocación y armado con #15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas.					
		Total m3 .....	0,42	148,59	70,81		
3.1.2	M3	Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/invertido, colocación y armado con #15x15/18, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.					
		Total m3 .....	5,6200	72,14	405,43		
3.1.3	Ud	Marco prefabricado de hormigón armado, fabricado mediante vibración, se sección rectangular y dimensiones interiores de 0,35x0,2m, con punta machihembrada. Totalmente colocado en obra con p.p. de medios auxiliares					
		Total Ud .....	1,000	72,14	72,14		
3.1.4	M.	Tubería de PVC de 200 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Medición según plano	146,240			146,240	
						146,240	146,240
		Total m. ....:	146,240			27,56	4.030,37
<b>3.1.5.- MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
3.1.5.1	M2	Perfilado y refino de taludes en terraplén, con medios mecánicos, según planos, totalmente terminado, y con p.p. de medios auxiliares, medida la superficie ejecutada en obra.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		2	62,580	3,000		375,480	
		2	29,650	3,000		177,900	
						553,380	630,960
		Total m2 .....	553,380			0,29	160,48
3.1.5.2	M3	EXCV. Mototraila 7m3					
		Total m3 .....	6.901,000			0,61	4.205,47
		<b>Total subcapítulo 3.1.5.- MOVIMIENTO DE TIERRAS:</b>					<b>4.365,95</b>
		<b>Total subcapítulo 3.1.- CAPTACIÓN Y ALIVIADERO:</b>					<b>8.944,70</b>
<b>3.2.- IMPERMEABILIZADO</b>							
3.2.1	M2	Suministro y colocación de geotextil tejido para drenaje, fabricado en Poliéster, con una densidad de 260 g/m2., unido por agujeteado, tratado para resistir las radiaciones UV y resistente al envejecimiento, agua de mar, ácidos y álcalis, colocado con un solape del 10 % en suelo previamente acondicionado, sin incluir éste ni el tapado.					
		Total m2 .....	2.776,010			1,62	4.521,45
3.2.2	M2	Suministro y colocación de lámina PEAD, de 1mm de espesor, sobre geotextil, incluyendo sus soldaduras correspondientes, solapes y soldaduras de láminas entre sí y aperfiles de polietileno. Así como su fijación a obras singulares mediante pletina.					
		Total m2 .....	2.776,010			2,98	8.272,51
		<b>Total subcapítulo 3.2.- IMPERMEABILIZADO:</b>					<b>12.793,96</b>
<b>3.3.- VARIOS</b>							
3.3.1	M3	Zahorra natural (husos S-1/S-6) en camino de coronación, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/25 cm. de espesor y con índice de plasticidad <6, medido sobre perfil.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1	220,880	3,000	0,200	132,528	
						132,528	132,528
		Total m3 .....	132,528			10,23	1.355,76
3.3.2	Ud	FLOTADORES DE SEGURIDAD CON BOYAS Y CUERDA DE NYLON DE 0,15 cm					

			<b>Total Ud .....</b>	<b>2,000</b>	<b>69,81</b>	<b>139,61</b>
<b>3.3.3</b>	<b>M</b>	<b>Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,5 m de altura, empotrados en dados de hormigón, en pozos excavados en el terreno. Incluso accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.</b>				
			<b>Total m .....</b>	<b>346,000</b>	<b>13,57</b>	<b>4.672,03</b>
			<b>Total subcapítulo 3.3.- VARIOS:</b>			<b>6.027,80</b>

#### **3.4.- EST. BOMBEO**

<b>3.4.1</b>	<b>M2</b>	<b>Losa de cimentación armada con un espesor de 60+10 cm., realizada con hormigón elaborado en central HA-30/B/20/IIa y hormigón de limpieza HM-5/B/40, incluso armadura (30 kg/m2), encofrado y desencofrado, vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE.</b>					
		<b>Uds.</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>	<b>Parcial</b>	<b>Subtotal</b>
			3,750	5,000		18,750	
						18,750	18,750
			<b>Total m2 .....</b>	<b>18,750</b>	<b>118,47</b>	<b>2.221,31</b>	
<b>3.4.2</b>	<b>Ud</b>	<b>Caseta prefabricada de hormigón con dimensiones exteriores 5,00 x 3,75 x 3,25 m, totalmente colocada en obra sobre losa de hormigón de 25 cm de espesor.</b>					
			<b>Total Ud .....</b>	<b>1,000</b>	<b>2.139,00</b>	<b>2.139,00</b>	
<b>3.4.3</b>	<b>Ud</b>	<b>Válvula de compuerta de fundición de 170 mm. de diámetro interior, cierre elástico, para una presión de trabajo de 16 kg/cm2., colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.</b>					
			<b>Total ud .....</b>	<b>2,000</b>	<b>340,97</b>	<b>681,94</b>	
<b>3.4.4</b>	<b>M.</b>	<b>Tubería de PVC de 180 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.</b>					
			<b>Total m. ....</b>	<b>46,650</b>	<b>13,66</b>	<b>637,24</b>	
<b>3.4.5</b>	<b>Ud</b>	<b>Depósito abono c/agitación 2000 L</b>					
			<b>Total Ud .....</b>	<b>1,000</b>	<b>1.371,54</b>	<b>1.371,54</b>	
<b>3.4.6</b>	<b>Ud</b>	<b>Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 4" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.</b>					
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,000</b>	<b>263,81</b>	<b>263,81</b>	
<b>3.4.7</b>	<b>Ud</b>	<b>Programador electrónico de 2 programas y 7 estaciones, para explotaciones de regadío, incluida colocación mural en interior, medida la unidad instalada en obra en funcionamiento.</b>					
			<b>Total Ud .....</b>	<b>1,000</b>	<b>346,39</b>	<b>346,39</b>	
<b>3.4.8</b>	<b>Ud</b>	<b>Electrobomba centrífuga monocelular de eje horizontal con bridas, montada en bancada con acoplamiento elástico entre el motor y la bomba, cuerpo de bomba de fundición, de 25 CV de potencia, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.</b>					
			<b>Total Ud .....</b>	<b>1,000</b>	<b>6.600,25</b>	<b>6.600,25</b>	
			<b>Total subcapítulo 3.4.- EST. BOMBEO:</b>			<b>14.261,48</b>	
<b>Total presupuesto parcial nº 3 Balsa y Estación de Bombeo :</b>						<b>42.027,94</b>	

**Presupuesto parcial nº 4 CONTROL DE CALIDAD**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>				<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
4.1	Ud	Ensayo para determinar la calidad y emisión de informe ( para determinar el C.B.R. compactación Proctor modificado, incluso emisión del informe.)						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	
			<b>Total ud .....:</b>			<b>2,000</b>	<b>86,98</b>	<b>173,96</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 4 CONTROL DE CALIDAD :</b>								<b>173,96</b>

**Presupuesto parcial nº 5 GESTIÓN DE RESIDUOS**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
5.1		Conjunto de gastos por la gestión de los residuos de construcción y demolición, generados durante la obra.			
			Total .....:	1,000	400,00
			Total presupuesto parcial nº 5 GESTION DE RESIDUOS :		<u>400,00</u>

## Presupuesto parcial nº 6 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	Ud	Conjunto de Equipos tanto individuales como colectivos destinados a garantizar la seguridad y la salud de la obra, acorde con la normativa			
		Total Ud .....:	1,000	550,00	550,00
		<b>Total presupuesto parcial nº 6 SEGURIDAD Y SALUD :</b>			<b>550,00</b>

## Presupuesto de ejecución material

---

<b>2 INSTALACIÓN DE RIEGO</b>	<b>82.658,30</b>
2.1.- ZANJAS TUBERÍAS	18.378,75
2.2.- TUBERIA SECUNDARIA	16.210,15
2.3.- TUBERÍA PRIMARIA	9.972,72
2.4.- RAMALES PORTA-ASPERSORES	38.097,08
<b>3 Balsa y Estación de Bombeo</b>	<b>42.027,94</b>
3.1.- CAPTACIÓN Y ALIVIADERO	8.944,70
3.1.5.- MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.365,95
3.2.- IMPERMEABILIZADO	12.793,96
3.3.- VARIOS	6.027,80
3.4.- EST. BOMBEO	14.261,48
<b>4 CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>173,96</b>
<b>5 GESTION DE RESIDUOS</b>	<b>400,00</b>
<b>6 SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>550,00</b>
<b>Total .....</b>	<b>125.810,20</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO VEINTICINCO MIL OCHOCIENTOS DIEZ EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

---

# Resumen de presupuesto

Proyecto: Transformación regadío por aspersión

Capítulo	Importe	%
Capítulo 2 INSTALACIÓN DE RIEGO.....	82.658,30	53,75
Capítulo 2.1 ZANJAS TUBERÍAS.....	18.378,75	10,80
Capítulo 2.2 TUBERÍA SECUNDARIA.....	16.210,15	8,88
Capítulo 2.3 TUBERÍA PRIMARIA.....	9.972,72	9,73
Capítulo 2.4 RAMALES PORTA-ASPERSORES.....	38.097,08	24,34
Capítulo 3 Balsa Y ESTACIÓN DE BOMBEO.....	42.027,94	36,48
Capítulo 3.1 CAPTACIÓN Y ALIVIADERO.....	8.944,70	7,40
Capítulo 3.1.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	4.365,95	4,57
Capítulo 3.2 IMPERMEABILIZADO.....	12.793,96	11,15
Capítulo 3.3 VARIOS.....	6.027,80	5,14
Capítulo 3.4 EST. BOMBEO.....	14.261,47	12,79
Capítulo 4 CONTROL DE CALIDAD.....	173,96	0,16
Capítulo 5 GESTION DE RESIDUOS.....	400,00	0,31
Capítulo 6 SEGURIDAD Y SALUD.....	550,00	0,52
<b>Presupuesto de ejecución material .....</b>	<b>125.810,20</b>	
5% de gastos generales.....	6.290,51	
5% de beneficio industrial.....	6.290,51	
Suma .....	138.391,22	
21% IVA.....	29.062,16	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata .....</b>	<b>167.453,38</b>	
<b>Honorarios de Ingeniero Agrónomo</b>		
Proyecto	5,00% sobre PEM .....	6.290,51
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .....	1.321,01
	<b>Total honorarios de Proyecto .....</b>	<b>7.611,52</b>
Dirección de obra	6,00% sobre PEM .....	7.548,61
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .....	1.585,21
	<b>Total honorarios de Dirección de obra .....</b>	<b>9.133,82</b>
	<b>Total honorarios de Ingeniero Agrónomo .....</b>	<b>16.745,34</b>
	<b>Total honorarios .....</b>	<b>16.745,34</b>
	<b>Total presupuesto general .....</b>	<b>184.198,72</b>

El presupuesto final al que asciende la realización de la obra es de CIENTO OCHENTA Y CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS