



**Universidad
Zaragoza**

Proyecto Fin de Carrera

Puesta en riego por aspersión en cobertura total enterrada de una parcela de 74 Ha. en el término municipal de Grañén (Huesca)

Autor

Polux Belío Calvo

Director

José Antonio Cuchí Oterino

Escuela Politécnica Superior / Huesca
2015

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS**



**INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA:
POLUX BELÍO CALVO**

TOMO I

ÍNDICE

(TOMO I)

1/ MEMORIA

2/ PLANOS

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA:
POLUX BELÍO CALVO

MEMORIA

ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	4
3. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO.....	5
4. ESTUDIO EDAFOLÓGICO.....	10
5. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.....	15
6. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	19
7. JUSTIFICACIÓN DE OPCIONES.....	21
8. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.....	22
9. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS.....	25
10. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE RIEGO.....	32
11. CÁLCULO Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS SINGULARES.....	37
12. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

Se redacta el presente proyecto de transformación a regadío de una finca de 74 ha en el término municipal de Grañén, por encargo D. Joaquín Aniés Omiste, gerente de la finca, de tal forma que los documentos que integran el proyecto sirvan de base para la ejecución de la instalación proyectada.

La finca denominada “La Rambla”, pertenece al sector VII del Flumen, parcelas 13, 140, 141, 142 y 143 del polígono 9 y la 1, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 del polígono 10, todas ellas en el mencionado término municipal. Limita al Norte con un camino de la finca “la Rambla”; al Oeste con el río Flumen; al Sur con un desagüe, y al Este con otra parcela de la finca “la Rambla”.

La finca tiene en la actualidad colocados los hidrantes de la Comunidad de Riegos del sector VII del canal del Flumen, pero no se han utilizado por lo que se ha ido cultivando durante estos años cereal de invierno con unos rendimientos bajos, por ello, en vista de no obtener suficiente beneficio, se decide modernizar el regadío y de esta manera poder implantar otros cultivos que hagan más rentable la explotación. Así pues, el encargado desea conocer la opción que resulte más favorable para la transformación a regadío y el desarrollo de la opción que corresponda. Sus coordenadas UTM30 son: X: 720899, Y: 4641760. La altura media está cerca de 330 msnm.

Actualmente se cuenta con una dotación de 130 l/sg (11232 m³/día) que se encuentran repartidos a lo largo de la finca en 2 tomas. Una con un caudal de 60 l/sg y otra con 70 l/sg.

- Condiciones impuestas por el promotor

El encargado de la finca, antes de realizar el desarrollo de las posibles opciones que se puedan llevar a cabo en la finca, impone las siguientes condiciones:

Que el sistema de riego a colocar en la finca se dedique a la producción de cultivos herbáceos extensivos propios de la zona que tengan fácil comercialización y rentabilidad.

No se plantea ningún problema a la hora del coste de alquiler de la maquinaria dado que posee todo tipo de herramienta necesaria, para los cultivos extensivos, eso sí, a excepción de las máquinas para la recolección que deberán ser alquiladas. La mano de obra se estima en 1 UTH cualificada.

La comercialización de los cultivos extensivos está garantizada, ya que la empresa tiene ya garantizados una serie de acuerdos con diversas transformadoras como de modo que la venta está asegurada y así como el posterior cobro.

- Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la transformación a regadío de la parcela desarrollando la opción más favorable para la instalación del riego en la finca, así como la realización de un estudio de viabilidad económica del mismo.

Para el desarrollo del presente proyecto se hacen necesarios las siguientes tareas:

Un estudio de la climatología para poder determinar los periodos de sequía y pluviometría de la zona para poder determinar la evapotranspiración, así como los periodos de heladas, los regímenes de temperaturas, etc.

Un estudio del suelo, para determinar sus características más importantes, niveles de fertilidad, y estado del suelo, así como la infiltración característica del mismo.

Análisis del agua de riego, en este caso del Canal del Flumen, para cuantificar si es óptima o no para el riego.

Cálculo de las dosis de agua de riego necesarias para los cultivos a implantar en la parcela.

Diseño y distribución de la red de riego.

Posibles distribuciones con el consiguiente desarrollo de la opción más favorable.

Cálculo de las tuberías a instalar en la finca así como los elementos singulares.

Estudio de rentabilidad técnico económica.

Todos estos apartados serán analizados y calculados en los anejos correspondientes.

Con la realización de este proyecto se pretende la puesta en riego de la finca, como ya se ha dicho anteriormente, que ayude a transformar una agricultura tradicional de secano con bajos rendimientos en una agricultura moderna de regadío, basada en la producción de cultivos como pueden ser hortícolas, extensivos, etc., aumentando de esta forma la competitividad de las explotaciones agrícolas.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La zona de estudio que nos ocupa, se enclava dentro de la Comarca de Monegros, a la cual pertenece la finca; se extiende a caballo sobre las provincias de Zaragoza y Huesca, en torno a la sierra de Alcubierre, desde las riberas del Ebro hasta el Somontano oscense, y desde la ribera del Gállego a la del Cinca.

Desde el punto de vista geomorfológico, el rasgo que más sobresale es el modelado en glacis y terrazas fluviales, dando origen ambas formas a plataformas detríticas ligeramente inclinadas hacia los ejes fluviales de los ríos Alcanadre y Flumen, que tras dirigir el drenaje de la depresión, convergen hacia el Cinca en el extremo oriental de ésta. A estas plataformas detríticas se les denomina sasos.

- Situación

El Término municipal de Grañén está situado en la comarca de los Monegros. La localidad de Grañén está rodeado por los municipios de:

- Al norte linda con la localidad de Albero Bajo.
- Al sur linda con Poleñino
- Al oeste con las localidades de Almuniente y Barbues.
- Al este con Tramaced, Piracés y Marcén.

Las más cercanas son: Tramaced, a 6.5 km; Callén, 5.5 km; Curve. 6 km y Almuniente a 4 km.

Las carreteras más importantes de acceso a Grañén son:

- A-1213: Huesca-Grañén.
- A-1210: Tardienta-Sariñena.

- Descripción edafológica

Se ha utilizado la información del mapa de clases agrológicas, que utiliza la *Soil Taxonomy* del Departamento de Agricultura de USA. Este sistema trabaja con “horizontes diagnóstico” para diferenciar los órdenes.

En el caso de nuestra zona el horizonte de diagnóstico superficial es el *Ochrico*, y los horizontes de diagnóstico subsuperficiales o pediones más comunes en los suelos son: *cámbico*, *cálcico* y *argílico*

La mayoría de los suelos de la zona pertenecen al Orden INCEPTISOLES, que está formado por los suelos medianamente evolucionados con un perfil tipo A/(B)/C en el que hay un horizonte *cámbico*. Las texturas más comunes de este horizonte son las franco-arcillo-arenosas. Son los típicos suelos pardo calizos, que sostienen gran parte de la agricultura de secano de la zona. A nivel de grupo se incluye dentro de los XEROCHREPTS. Ocupan la mayoría de la superficie de la finca.

La propiedad no ha observado que existan problemas de salinidad, sodicidad o encharcamiento en la zona que se va a modernizar.

- Descripción clases agrológicas

En toda la superficie de la finca se encuentran las siguientes unidades:

→ CLASE II_s: Son aquellos terrenos en los que actualmente se están realizando trabajos para su puesta en riego, así como los situados en terrazas fluviales que se encuentran en regadío y otros de secano cuya única limitación es el agua.

→ CLASE III_s: Comprende los suelos que, aun siendo capaces de soportar un laboreo intensivo, presentan limitaciones que obligan a tomar ciertas medidas para evitar la pérdida de su capacidad productiva, estas características no perjudican en gran medida las labores y la rentabilidad de los cultivos. En esta clase están incluidas las tierras de saso. Ocupa la mayor superficie de la zona de estudio.

3.- ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

La puesta en riego de una zona depende del clima y del cultivo a instalar, ya que en función de estos se diseñará la instalación. El desarrollo o crecimiento de las plantas y las dosis de riego dependen del clima y del cultivo, por esto es necesario realizar un estudio climático de la zona.

Los datos climáticos para la realización del estudio climatológico se han tomado de la estación agrometeorológica de Grañén, dado que es la más cercana a la parcela objeto de la transformación y cuyas coordenadas 0° 22 minutos de Longitud Oeste y 41°

56 minutos de Latitud Norte; a una altura de 332 metros sobre el nivel del mar. La serie de datos termopluviométricos corresponde a un periodo de 15 años, de 1997 a 2011.

- Descripción hidrológica

La zona a transformar se encuentra en el sector VII del canal del Flumen dentro de la Comunidad de Regantes de Curbe. El agua proviene a su vez del canal del Cinca que se abastece del embalse del Grado.

-Temperaturas

El clima es mediterráneo continental, con temperaturas medias anuales de unos 14 a 16°C, con unas temperaturas medias del mes más frío superiores a los 4°C y con unas temperaturas medias en los meses más cálidos de unos 23 a 25 °C. El periodo de frío es de larga duración, alrededor de 5 a 7 meses, pero es poco intenso. Enero es el mes más frío y Agosto el más cálido.

- Periodo de heladas

En esta serie, el periodo de heladas queda comprendido entre principios de Noviembre para la primera helada y finales de Abril para la última helada. Por lo tanto, en un año hay 184 días libres de heladas y 181 con riesgo de heladas.

- Régimen de heladas

Según Emberger el período con heladas muy poco frecuentes comprende los meses de Mayo a Octubre (184 días).

Según Papadakis el periodo totalmente libre de heladas incluye los meses de Junio a Septiembre (122 días).

- Cálculo del número de horas frío

Para su determinación se toman como referencia varios criterios:

- Según Weimberg el número de horas frío 1350 horas.

- Según Mota, el número de horas frío es de 1534 horas.
- Según Tabuenca, el número de horas frío es de 1605 horas.

- Precipitaciones

La finca se encuentra en una zona donde las precipitaciones se producen normalmente en otoño y en primavera, siendo algunas veces el invierno lluvioso y el verano por lo general seco, aunque las medias pluviométricas en este caso dan valores muy próximos entre las precipitaciones que se producen en verano, primavera e invierno. Debe tenerse en cuenta que las precipitaciones en verano suelen ser normalmente de carácter tormentoso y por lo tanto la intensidad de lluvia es mayor y por consiguiente los días de lluvia menores que en otras estaciones.

El mes que presenta una mayor pluviometría es el mes de Octubre con una media de 62,1 mm. En cambio el mes menos lluvioso es Julio con una precipitación media de 20,6 mm. Sigue el mes de Junio con 21,7 de media.

El año de mayor pluviometría de la serie estudiada es 2001 con un total de 503,6 mm totales, y el año menos lluvioso fue 2010 con 194,41 mm totales.

El mes con el mayor número de días de lluvia es Mayo con una media de 7,4 días y el mes que presenta un menor número de días de lluvia es Julio con 2,8 días.

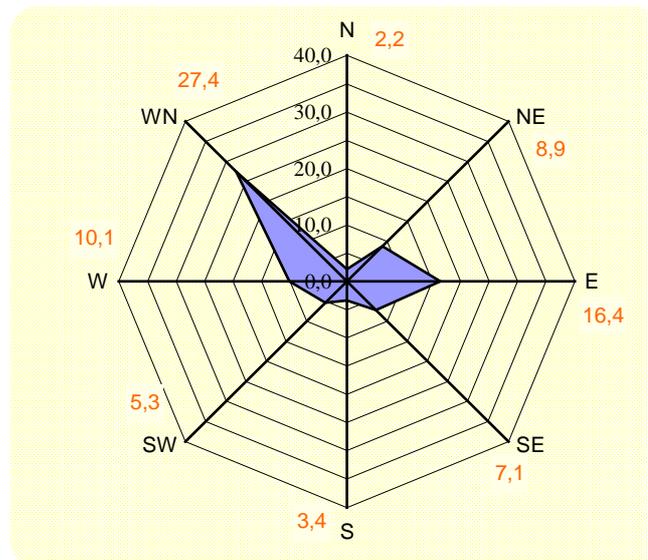
- Humedad relativa

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ET_0 . Se observa que la humedad relativa media anual está por encima del 51%; los meses de mayor y menor humedad relativa media son diciembre (79.2%) y julio (51.9%) respectivamente.

- Viento

El viento es un meteroro significativo en el valle del Ebro. El mes más ventoso es Marzo, sin calmas y con la velocidad media más alta. La figura 1 muestra la rosa de los vientos, en la estación disponible más cercana, representando en % las frecuencias medias mensuales del viento.

Figura 1. Rosa de los vientos, en Monflorite, Huesca



CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS (INDICES CLIMÁTICOS)

- Índice de Lang

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang indica que se trata de una **zona árida**.

- Índice de Martonne

La caracterización climática, según el índice de Martonne, señala que el clima es característico de **estepas y países secos mediterráneos**.

- Índice de Dantin Cereceda y Revenga

Según este índice se trata de una **zona semiárida**.

- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

Clasificación agroecológica de Papadakis

Este autor, agrónomo griego emigrado a Argentina, considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del invierno.
- Calor del verano.

A cada una de las características anteriores se le asigna una sigla representativa y, con ellas, se compone la fórmula climática de Papadakis. Para Grañén se han obtenido los siguientes resultados:

Rigor del invierno

Según el rigor del invierno es de **tipo Avena (av) subtipo fresco**, ya que la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío (Diciembre) es de -3.5°C , que es mayor a -10°C , y la temperatura media de las máximas absolutas del mes más frío se encuentra entre 5°C a 10°C (t^{a} media = $9,0^{\circ}\text{C}$).

Calor del verano

Según el calor del verano, corresponde al **tipo Maíz (M)**, ya que la estación libre de heladas dura más de 4 meses y medio y la temperatura media de las máximas de semestre más cálido (de mayo a octubre) es de $26,26^{\circ}\text{C}$ que es superior a 21°C .

Combinando los tipos correspondientes al rigor del invierno y calor del verano, puede decirse que la clase térmica de la zona es **avM, clima templado**.

- Clasificación climática de Köppen

Clasificación climática basada en el crecimiento de la vegetación. En consecuencia, su criterio se basa en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores representativos de la temperatura y precipitación de una región, independientemente de su situación geográfica. Así pues, según la clasificación de Köppen, nos encontramos en una **zona húmeda**.

- Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

Temperatura

Como la temperatura media del mes más frío (Enero) es de 5,4°C (> 0°C) se encontrara dentro del **Grupo 1 (climas templados, templado-cálidos y cálidos)**.

Atendiendo al tipo de invierno lo clasificaremos como **invierno moderado**, debido a que la temperatura media de las mínimas del mes más frío se encuentra entre 3 y -1°C (1,9°C).

Aridez

El clima de la zona se define como **monoxérico**.

Índice xerotérmico

Por pertenecer al intervalo $40 < IP_x \leq 75$ corresponde a un clima **mesomediterráneo atenuado**.

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los **cálido, templado-cálido y templado**; es **monoxérico** y se clasifica como **mesomediterráneo atenuado**.

- Clasificación climática de Thornthwaite

Cálculo de la ETP: El total de la ETP anual es 780,77 mm / año.

Clasifica el clima según una fórmula compuesta de cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, corresponden al índice de humedad y a la eficacia térmica de la zona. La letra tercera y cuarta, minúscula corresponde a la variación estacional de la humedad y a la concentración térmica en verano.

Así pues obtenemos un clima: $DB'_{2db'_1}$ o lo que es lo mismo “clima semiárido, segundo mesotérmico, con nulo exceso de humedad en el invierno y moderada concentración térmica en el verano”.

- Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) por el método de Blanney-Criddle-FAO

Este método se basa en la ecuación formulada por Blanney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO. Por este procedimiento se obtiene una **E_{to} anual de 1207,47mm.**

- Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ET_c)

Para el cálculo de la ET_c de cada cultivo se utiliza la ET_0 que se ha calculado por el método de Facci.

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Dónde:

ET_0 = Evapotranspiración de referencia, media de los métodos utilizados.

K_c = coeficiente del cultivo. Depende del cultivo y la fase de desarrollo.

Los cultivos considerados a implantar en la zona se recogen en el anejo 6 (Rotación de cultivos)

Tabla 1. Etc de los cultivos utilizados en la rotación.

	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Total</i>
Cebada	18,54	36,19	68	90	106,6	44,4				21,51	20,5	10,44	459,37
Trigo	9,3	27,4	66,7	89,3	118,8	84,3						8,6	510,52
Maíz					73,06	116,4	247,19	229,39	104,9	48,5			868,47
Alfalfa			54,4	72	97,7	134,8	164,5	145,8	96,2	56,4			1028,55
Girasol					56,6	108,8	186,9	162,4	71				722,90
Veza	12,3	30	63	83,5						40,4	21,7	11,6	406,18

4.- ESTUDIO EDAFOLÓGICO

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta. Por esto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

El estudio realizado a continuación está basado en el análisis de suelo de la finca a transformar llevado a cabo por el Laboratorio Agroambiental del Servicio de Investigación Agraria del Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón.

- CARACTERES FÍSICOS DEL PERFIL EDÁFICO

Tabla 2. Granulometría del suelo de la finca

Granulometría	Porcentaje (%)
Elementos gruesos	8 %
Arena	39,10 % (sobre textura menor de 2 mm)
Limo grueso	27,8 %
Limo fino	14,7 %
Arcilla	18,20 %

Con los datos anteriores y usando el triángulo de texturas se obtiene una textura tipo **FRANCO**.

Tabla 3. Estructura del suelo de la finca

Profundidad (cm)	80
Densidad aparente (T/m ³)	1,27
Densidad real (T/m ³)	2,6
Porosidad (% Volumen)	51 %

Tabla 4. Caracteres hídricos del suelo de la finca.

Capacidad de campo (CC)	15,4 %
-------------------------	--------

Punto de marchitez (PM)	7,9%
Agua útil	7,5 %
Índice de infiltración (mm/min)	0,60
Velocidad de infiltración estable (mm/h)	40

- CARACTERES QUÍMICOS

Tabla 5. Fertilidad del suelo de la finca.

pH	8,22
Materia orgánica	0,87 %
Nitrógeno total	0,098 %
Fósforo Olsen (ppm)	15,33
Relación C/N	6,31
Salinidad CE (ds/m)	0,25
Carbonatos totales %	19,84

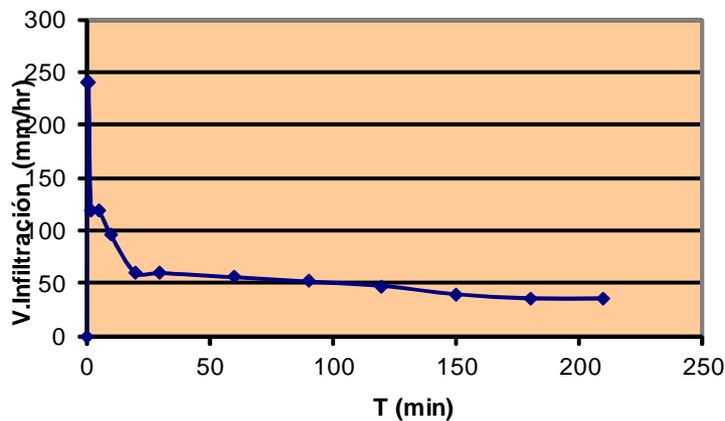
Tabla 6. Cationes solubles más intercambiables del suelo de la finca.

Magnesio (meq/100gr.)	0,8
Sodio (meq/100gr.)	0,4
Potasio (meq/100gr.)	71

- ESTUDIO DE INFILTRACIÓN

Se basa en la medida de la velocidad de infiltración del agua en el suelo, necesaria para el posterior dimensionado de los distintos sistemas de riego a implantar en la finca. Las medidas se realizan por el método de los dos anillos o de Müntz,

Figura 2. Velocidad de infiltración frente a tiempo.



La infiltración se ralentiza a una velocidad aproximada de **40 mm/hora.**-
CONCLUSIONES

- De tipo físico

La profundidad del suelo permite el desarrollo de cualquier tipo de raíz y no se encuentra ningún factor limitante en este apartado.

- De tipo hídrico:

En el estudio realizado sobre la velocidad de infiltración, el valor obtenido se encuentra en un intervalo de infiltración moderada, lo que hace al suelo adecuado para el riego. Así que no va a limitar de algún modo el dimensionado del riego.

- De tipo químico:

El pH obtenido es ligeramente básico, debido a la presencia de carbonato cálcico que da al suelo un carácter alcalino, que se considera aceptable.

La materia orgánica es del orden del 0.87%, es un nivel ligeramente bajo por lo que será necesaria una enmienda húmica a partir de estiércol animal y que se calculará más adelante.

El Nitrógeno total es del orden de un 0.08% por lo que se encuentra en un nivel adecuado y no será necesario realizar aportes extras.

El Fósforo ha sido obtenido por el método Olsen y se encuentra en un nivel de 15 ppm. No será necesario aportar fósforo por encontrarse en cantidad suficiente.

La relación C/N se encuentra en torno a 6,31, es un nivel bajo, debido al porcentaje bajo de materia orgánica

La salinidad media en extracto de pasta saturada se calcula midiendo la conductividad eléctrica (ds/m). Dando esta un valor de 0,25 ds/m. Como este valor es inferior a 0,30, no se deberá tomar ninguna medida al respecto, no causará ningún problema al cultivo, incluso esta cantidad se verá reducida con la frecuencia de riego.

Tanto los niveles de **Magnesio** como los de **Sodio** y **Potasio** dan valores medios para el desarrollo óptimo de las plantas.

- CÁLCULO DE LA ENMIENDA ORGANICA

El contenido que se pretende alcanzar debe ser superior al 2%, por ello se aumentará desde el 0,87% de materia orgánica que tenemos, hasta el 2.1%. En este sentido se quiere aumentar en un 1,23% el contenido actual de materia orgánica.

. La cantidad de humus a aplicar será:

$$C = 104 * 0.2m * 1.27 T/m^3 * (2.1 - 0.87) / 100 = 31,24 Tn/ha.$$

Para realizar dicha corrección húmica se utiliza estiércol de vacuno y se hace necesaria una cantidad a aplicar de 271.67 Tm/ha, obtenido de granjas próximas a la finca.

- MANTENIMIENTO DEL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

Se recomienda, antes de sembrar algún cultivo, aportar las cantidades de materia orgánica calculadas y a su vez realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo. Y después de cada campaña, hacer un aporte de materia orgánica por medio de compost, en relación con los análisis que se hagan del suelo para aportar las cantidades necesarias.

También es interesante incluir en la rotación de cultivos ciertas leguminosas (veza), que aportarán una importante cantidad de nitrógeno al suelo; e incluso se puede dejar sin cosechar, e incorporarla al suelo como enmienda húmica en verde.

5.- CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

El agua es elemento principal para la nutrición de las plantas, como en ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de estas concentraciones depende la calidad de la misma para su uso.

Para la parcela en la cual se va a instalar el regadío, se usarán aguas procedentes del canal del Flumen, procedentes del embalse del Grado.

- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Tabla 7. Concentración iónica del agua de riego

CATIONES	Meq/l	ANIONES	Meq/l
Calcio	1,78	Cloruro	0,47
Magnesio	1,39	Sulfato	1,66
Sodio	0,65	Bicarbonato	1,47
TOTAL	3,82	TOTAL	3,6

- **pH** = 7,5

- **Conductividad** = 0,350 mmhos/cm

-Residuo seco (110°) = 400mg/l

- ÍNDICES DE PRIMER GRADO

EL pH que tenemos es de 7,5, un poco más alto de lo normal.

El contenido en sales es de 0,22g/l < 1 g/l, por lo que el agua puede ser utilizada sin problemas para el riego.

La cantidad de iones está por debajo de los límites a los que puede llegar el agua de riego y por tanto cumple los requisitos exigidos.

- ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

- SAR (relación de absorción de sodio)

Se obtiene un valor del SAR de 0,73 meq/l < 10 meq/l. Por lo tanto es óptima para el riego.

- Relación de Calcio

Esta relación muestra la proporción del contenido de calcio respecto a los restantes cationes. Se obtiene un **valor de la relación de calcio de 0,46**.

- Relación de Sodio

Esta relación muestra el contenido del ion Sodio que hay en un agua respecto a los restantes cationes. Se obtiene un valor numérico de la **relación de Sodio de 0,17 meq/l**.

- Carbonato de Sodio residual (C.S.R) o índice de Eaton

Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes de Calcio, Magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. En este caso **CSR = -1,7 meq/l**. Por lo tanto **el agua es buena y utilizable para el riego**.

- Dureza del agua

Está referido al contenido de calcio y se expresa en grados franceses y se obtiene un valor de **16,09**, por lo que se entiende que es un agua **medianamente dulce**.

- Coeficiente de Alkali (K1) o índice de Scout.

Este índice define *“la altura de agua, expresada en pulgadas, que, al evaporarse, dejaría en el suelo en un espesor de cuatro pies, una cantidad de sales suficiente para convertirlo en un medio perjudicial”*.

Se obtiene que es un **agua buena, por lo que es utilizable y apta para el riego, si no hay problemas de sodicidad**.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

- CRITERIO DE SALINIDAD

- Clasificación de Richards

Se basa en la conductividad eléctrica (CE), que en nuestro caso es de 350 micromhos/cm. El riesgo de salinidad será **medio**.

- Clasificación del comité de consultores U.C

Se basa en la conductividad eléctrica (CE), que en nuestro caso es de 350 micromhos/cm, el riesgo de salinidad será **bajo**.

-Clasificación de la FAO

Como en los dos casos anteriores se basa en la CE para clasificar el agua según el riesgo de salinización. La CE es de 0,350 milimhos/cm, por lo tanto según la clasificación de la FAO el riesgo de salinidad es **sin problemas**.

- CRITERIOS DE SODICIDAD

- Clasificación de Richards

Con un SAR de 0,73, y una CE de 350 micromhos/cm, según esta clasificación el **riesgo de sodicidad es bajo**.

- CRITERIOS DE TOXICIDAD

- Clasificación de la FAO (Ayers y Wescot 1976)

En los análisis se han obtenido los siguientes resultados: $\text{Na}^+ = 0,65$ meq/l, $\text{Cl}^- = 0,47$ meq/l y **B** = inapreciable. Por tanto según esta clasificación, **no tenemos ningún problema de toxicidad**, si se usa esta agua para riego.

- EFECTOS DIVERSOS

La concentración de bicarbonatos es de 1,47 meq/l. Por lo tanto nos encontramos en unos niveles en los que **no hay problemas**.

- NORMAS COMBINADAS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS EN EL RIEGO

-Normas de Riverside

Relacionan la conductividad eléctrica y el SAR. Entrando en el ábaco con los valores de SAR = 0,73 y CE = 350 micromhos/cm a 25 °C, se obtiene una clase de agua C2-S1, que indica un **riesgo medio de salinización del suelo pero muy bajo de alcalinización**.

-Normas de H. Greene - FAO

Estas normas toman como datos de partida la concentración total de las aguas expresadas en meq/l con relación al porcentaje de sodio, expresado respecto al contenido total de cationes en meq/l. Con un % de Sodio sobre cationes del 17,02% y una concentración total (cationes + aniones) de 7,42 meq/l se obtiene como resultado un agua de **buena calidad para el riego**.

- Normas de L. V. Wilcox

Considera el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica en micromhos/cm como los índices para clasificar las aguas de riego. El porcentaje de sodio (% Na) es de 17,02% y la conductividad eléctrica a 25°C es de 350 micromhos/cm. Por lo tanto, entrando en la gráfica correspondiente se obtiene un tipo de agua de **“Excelente a buena para el riego”**.

-Recomendaciones de Tamés

Propone un sistema de clasificación en el que los diferentes riesgos quedan definidos por las relaciones siguientes: Riesgo de salinización, de alcalinización y de fitotoxicidad. Según los resultados obtenidos, el agua se considera como **“positivamente buena y apta para el riego”**.

- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Se llega a la conclusión de que esta agua no causará ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos ni sobre el suelo de la parcela, ya que reúne todos los requisitos mínimos de calidad.

Por lo tanto se puede decir, que el agua del Canal del Flumen es óptima para el riego, sin ningún tipo de limitación; con lo cual se aconseja el desarrollo del presente proyecto.

6.- ROTACIÓN DE CULTIVOS

La alternativa ha de presentar un carácter elástico, para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se produzcan en el mercado en años venideros. Además ha de ser programada a largo plazo, no en cuanto al número de años, sino a la importancia de los cultivos.

- Cultivos propuestos para la rotación

Los cultivos propuestos son aquellos que, por su gran extensión cultivada o que por su importancia económica, son cultivos de relevancia en la zona o que pueden llegar a adquirirla en breve tiempo.

Estos cultivos son: Cebada, trigo, maíz, alfalfa, girasol y veza. Las necesidades de riego y sus fechas de siembra y recolección se recogen en el anejo N° 3.

El hecho de que se reflejen estos cultivos en la rotación, no quiere decir que el propietario de la finca deba cumplir dicha rotación, sólo se propone una rotación que se aproxime lo más posible a lo que pueda realizar el propietario una vez comience a cultivar la finca.

- Parámetros de rotación y de la alternativa

Con los datos de permanencia de cada cultivo en campo, y teniendo en cuenta los requerimientos de cada cultivo y las condiciones nutricionales del suelo, se puede realizar una distribución de los cultivos a través de los años (alternativa).

Hay que combinar aquellos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes esenciales, como es el caso de las leguminosas (alfalfa y veza).

La superficie a cultivar se ha dividido en tres hojas, debido a las particulares características de la finca:

HOJA A: formada por el hidrante A (70 l/seg) en cobertura total enterrada; con una superficie de 32,8 Ha.

HOJA B: formada por el hidrante B (60 l/seg) con una superficie de 30,77 Ha.

HOJA C: formada por el hidrante A (70 l/seg) en cobertura total enterrada; con una superficie de 10,98 Ha.

La duración de cada hoja será de 10 años y los cultivos que formarán parte de las hojas están detallados en la siguiente tabla de forma esquemática:

Tabla 8. Rotación propuesta por años y hojas.

	Año1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año8	Año 9	Año10
A	Maíz	Maíz	Veza/Maíz	Girasol	Trigo	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa
B	Trigo	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Maíz	Maíz	Veza/Maíz	Girasol
C	Maíz	Maíz	Trigo	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Alfalfa	Maíz	Veza/Maíz

7.- JUSTIFICACIÓN DE OPCIONES

La transformación a regadío de una parcela de secano, con posibilidades de desarrollo, queda siempre justificada; siempre y cuando se puedan obtener de ella una rentabilidad acorde con la inversión que se ha de efectuar; y que estará condicionada por los siguientes factores:

- Climatología

La precipitación media anual es bastante escasa para el sustento de los cultivos (367,5 mm/año). Este hecho, justifica por sí solo, la necesidad de implantar un sistema de riego para poder cultivar una amplia gama de cultivos, ya que el resto de los factores climatológicos son óptimos para el desarrollo y crecimiento de todo tipo de cultivos.

- Rendimiento de la cosecha

Para obtener un máximo rendimiento de cosecha es fundamental un buen aporte hídrico, tanto en cantidad como en homogeneidad. Entre los diversos sistemas de riego, se ha decidido utilizar el riego por aspersión mediante cobertura total enterrada. Este es el sistema tradicional empleado en la zona.

- Edafología

Se trata de un suelo en general fértil, con una profundidad suficiente para los cultivos a implantar. Y sin problemas de drenaje ni de salinidad.

El valor de la velocidad de infiltración obtenido se encuentra en un intervalo de infiltración moderada, lo que hace a este suelo adecuado para el riego.

- Agua de riego

El agua de riego es del Canal del Flumen. Tras el estudio realizado en el anejo correspondiente, no se observan problemas de ningún tipo y el agua es de buena calidad, apta para el riego.

- Factores que condicionan el sistema de riego elegido

Nos encontramos ante una parcela con un contorno bastante irregular. Las pendientes no son muy elevadas, ya que están en torno al 1% por lo que puede considerarse la parcela prácticamente llana en su extensión.

A la hora de realizar la elección del sistema de riego a implantar en la parcela descartaremos la máquina de pivot ya que con la forma de las parcelas no nos encaja ninguna maquina circular grande. En todo caso entraría una sectorial pero no se plantea como opción, porque no tienen la rentabilidad que da una circular como las que ya poseen en la finca. También se descarta la opción de la colocación de rangers, debido a la mayor necesidad de mano de obra empleado para realizar los cambios.

Comenta el encargado de la finca la posibilidad de realizar un riego mediante goteo enterrado ya que es un sistema que se está comenzando a implantar en nuestro país, con un ahorro de agua y la eliminación de elementos interiores en la finca, que permiten la mejor realización de los trabajos, como importantes factores a su favor. Pero además de la poca experiencia de este tipo de riego, hay una serie de factores que nos obligan a rechazar esta alternativa, como son su alto coste, problemas de nascencia, escasa garantía de los fabricantes sobre el polietileno enterrado, etc.

Por lo que tras comentar los pros y contras nos decantaremos por la instalación de cobertura enterrada, tipo de riego que ya posee la finca y que se nos adapta mejor a la parcela en estudio.

8.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

Las principales características que definen el riego por aspersión son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.

- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar solo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios, y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo esta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades de viento elevadas.
- Coste energético del proceso, salvo en aquellas zonas dónde se consiga la suficiente presión de forma natural.
- El coste elevado de implantación, que se ve compensado con un aumento de producción considerable.

- COBERTURA TOTAL ENTERRADA

Se caracteriza por constar de:

- Un elemento filtrante que se instalará en el edificio de control de mandos y estará compuesto por filtros de mallas automáticos.
- Una válvula hidráulica en la entrada de cada módulo (conjunto de emisores de riego que funcionan al mismo tiempo) comandada por una llave de tres vías, la cual puede ser accionada manualmente con tres posiciones (open, close, auto), la tercera se corresponde al modo automático.

- Una red de tuberías de distintos diámetros que variarán en función del caudal que transporten. Esta se encuentra totalmente enterrada a mayor profundidad que la de labor de los aperos, saliendo solo a superficie el porta-emisor, que puede ser de diferentes medidas, y el emisor o aspersor que también puede ser de diversos tipos.

- Un programador de riego que controlará el conjunto del equipo de riego y estará instalado en el edificio de mandos.

- Elección del marco de colocación de los aspersores

Se opta por la distribución que tiene una distribución del marco en forma triangular, la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la separación entre dos laterales contiguos será igualmente de 18 metros, en donde los aspersores ocupan los vértices de una red de triángulos.

Este tipo de disposición es el que mejor aprovecha el agua, pues la uniformidad de distribución del agua es mucho mejor cuando hay vientos dominantes. Y por la adaptabilidad a la gran mayoría de aperos, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de tres metros.

- Elección del aspersor

Teniendo en cuenta una serie de factores descritos en el anejo y en función de las características técnicas del aspersor, además de considerar el aspecto económico se eligieron los aspersores a colocar en la parcela.

- Características de los aspersores

- Aspersor circular:

- Caudal emitido por el aspersor: **1920 L/h.**
- Presión nominal: **3 Kg/cm².**
- Boquilla aspersor: **3/16'' (4,76mm)**
- Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32'' (2,38 mm).**

- Alcance: **14,5 m.**
- Velocidad rotación: **0,910 rpm.**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **89,53%**
- Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4,36\text{mm}/ 30 \text{ mca} = \mathbf{0,145.}$
- Índice de Poggi: $14 \text{ m}/ 30 \text{ mca} = \mathbf{0,466.}$
- Densidad de aspersion: $1920 \text{ (L/h)}/ 324 \text{ m}^2 = \mathbf{5,92 \text{ mm/ h}}$
- Conexión del aspersor $\frac{3}{4}$ ".

- **Aspersor sectorial:**
 - Caudal emitido por el aspersor: **1470 L/h.**
 - Presión nominal: **3 Kg/cm².**
 - Boquilla aspersor: **5/32" (3,96 mm).**
 - Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32" (2,38 mm).**
 - Alcance: **14 m.**
 - Velocidad rotación: **1,34 rpm.**
 - Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **79,8%**
 - Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4.76 \text{ mm}/ 30 \text{ mca} = \mathbf{0,16.}$
 - Índice de Poggi: $14.6 \text{ m}/ 30 \text{ mca} = \mathbf{0,49.}$
 - Densidad de aspersion: $1470 \text{ (L/h)}/ 324 \text{ m}^2 = \mathbf{4,53 \text{ mm/ h.}}$
 - Conexión del aspersor $\frac{3}{4}$ "
 - Ángulo de cobertura de 35° a 310°

- **Porta-aspersores:**
 - Los porta-aspersores circulares tendrán una altura máxima de 3 metros.

- Los porta-aspersores sectoriales tendrán una altura máxima de 3 metros y estarán dotados de un deflector, que consiste en una chapa atornillada en cabeza del porta-aspersor para evitar que vaya el agua a carreteras o caminos.
- Se dotarán de válvulas de bola o grifos a aquellos porta-aspersores que los necesiten para cortar el caudal y realizar las reparaciones u operaciones que sean oportunas.
- Los porta-aspersores serán de acero galvanizado de 3/4".

9.- CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS

- Necesidades de agua de riego

Para conocer las cantidades de agua que hay que aportar, es necesario conocer las necesidades de la planta para que su desarrollo tenga lugar, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento.

La diferencia entre las necesidades del cultivo y la cantidad de agua aportada por la lluvia es la que ha de ser cubierta por el riego. Los datos han sido calculados en el anejo del estudio climático, obteniéndose las siguientes necesidades:

CULTIVO	Mes máxima necesidad	Necesidades mensuales (mm)	Necesidades anuales (mm)
Cebada	Mayo	119	459,37
Trigo	Mayo	142	510,52
Maíz	Julio	247	868,47
Alfalfa	Julio	203,70	1028,55
Veza	Abril	100,79	406,18
Girasol	Julio	228,88	722,90

Para el cálculo de las necesidades de riego, necesitamos los valores de la ETC, los cuales los tomamos para aquel cultivo que sea más exigente, en este caso tomamos el cultivo del maíz, ya que es el que cultivo (de los que se instalarán en la finca), que más necesidades hídricas tiene en un mes, y por tanto, en base a esta cantidad máxima, habrá que dimensionar las instalaciones.

Las necesidades máximas son en el mes de julio con **247,85 mm/mes**, lo que traducido a necesidades diarias es:

$$247,19 \text{ (mm/mes)} / 31 \text{ (días/mes)} = \mathbf{7.97 \text{ mm/día}}$$

- Necesidades netas

Las necesidades netas de agua de riego pueden calcularse con la expresión siguiente:

$$\mathbf{N_n = ET_c - P_e}$$

Dónde:

- N_n = Necesidades netas mensuales (mm/día).

- P_e = Precipitación efectiva (mm).

- ET_c = Evapotranspiración del cultivo en el mes más crítico (mm/día).

La precipitación efectiva para los cálculos de dimensionado de la red de riego se considerará nula.

$$\mathbf{N_n = 7,97 - 0 = 7.97 \text{ mm/día}}$$

-Necesidades reales

Las necesidades reales se calculan mediante la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{N_n}{E_a}$$

Donde:

- N_r = Necesidades reales (mm/día).

- N_n = Necesidades netas (mm/día).

- E_a = Eficiencia de aplicación.

-Para cobertura total enterrada: $N_r = 7,97 / 0,75 = 10.6 \text{ mm/día}$

- DIMENSIONADO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

-Dosis máxima de riego

La expresión para calcular la dosis máxima es:

$$D_m = 10000 \left(\frac{m^2}{ha} \right) \cdot h (m) \cdot \left(\frac{CC - PM}{100} \right) \cdot D_a$$

Dónde:

- D_m = Dosis máxima (m^3/ha y riego).

- h = Profundidad efectiva de la zona radicular del cultivo (m).

- CC = Capacidad de campo (% en volumen).

- PM = Punto de marchitez (% en volumen).

- D_a = Densidad aparente del suelo (Tm/m^3).

$$D_m = 10000 * 0,6 * ((21 - 11) / 100) * 1,27 = 762 \text{ m}^3/\text{ha y riego}$$

- Dosis útil de riego

Se calcula como:

$$D_u = a \times D_m$$

Dónde:

- D_u : Dosis útil de riego (m^3/Ha y riego)

- a : Factor reductor en riegos por aspersión, que toma valores más próximos a 0.3 cuanto más fijo es el sistema y valores de 0.1 cuanto más móvil es éste (según J.L. De Paco).

- D_m : Dosis máxima de riego (m^3/Ha y riego).

Por lo tanto, se toma un valor de 0.3 para la cobertura total enterrada y 0,2 para la máquina pívot.

-Para cobertura total enterrada: $D_u = 0.3 \times 762 = 228,6 \text{ m}^3/\text{Ha}$ y riego = **22,86 mm/ riego**

-Dosis real de riego

Se calcula mediante la siguiente expresión:

Dónde:

- D_r = Dosis real de riego (mm/riego).

- D_u = Dosis útil de riego (mm/riego).

- E_a = Eficiencia de aplicación (en tanto por uno).

En este caso se toma un valor de $E_a = 0,75$ para riego por aspersión en cobertura total enterrada. Y para la máquina pívot $E_a = 0,85$.

-Para cobertura total enterrada:

$$D_r = 22,86 / 0,75 = \mathbf{30,48 \text{ mm/riego.}}$$

- Cálculo del riego.

-Espaciamiento entre riegos

Viene dado por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D_u}{N_n}$$

Dónde:

- T = espaciamiento entre riegos (días).

- D_u = Dosis útil (mm/riego).

- N_n = Necesidades netas (mm/día) para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

-Para la cobertura total enterrada: $T = 22,86 / 7,99 = 2,86$ días/riego.

- *Número de riegos por mes.*

Se calcula con la siguiente expresión:

$$n = \frac{N}{T}$$

Dónde:

- n = Número de riegos por mes.

- N = Número de días del mes de máximas necesidades.

- T = Espaciamiento entre riegos.

- Cobertura total enterrada: $n = 31 / 2,86 = 8,83 = 9$ riegos/mes

- *Duración del riego para la cobertura total enterrada.*

El cálculo se hace mediante la siguiente fórmula:

$$t_r = \frac{D_r}{i}$$

Dónde:

- t_r = Duración del riego (horas/riego).

- D_r = Dosis de riego (mm/riego).

- i = Densidad de aspersion (mm/hora).

$$i = \frac{q}{S_a}$$

Siendo:

- q = Caudal nominal del aspersor (l/hr).

- S_a = Superficie asignada a cada aspersor (m^2). Se opta por un marco de plantación de los aspersores de 18 x 18T, y se obtiene una superficie regada del aspersor: $S_a = 18 \times 18 = 324 m^2$.

$$i = \frac{1920}{324} = 5,32 \text{ mm/h}$$

El resultado obtenido se encuentra dentro del intervalo recomendado para que no cause escorrentía ($i < V_{\text{infiltración}} = 40 \text{ mm/h}$).

Una vez calculada la densidad de aspersión, se puede calcular la duración del riego. Así pues, la duración del riego para cada cultivo, se recoge en la siguiente fórmula: $t_r = 30,48 / 5,32 = 5,73 \text{ h/riego}$

Este valor de duración de riego obtenido se podrá ajustar en función de las necesidades del operador de riego, de forma que le sea más sencillo el usar los programadores de riego.

-Caudal ficticio continuo para la cobertura total enterrada.

Al caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades se le va a llamar caudal característico, y se calcula de la siguiente manera:

$$q_c = \frac{N_n}{E_a} \cdot \frac{1}{8,64 \cdot N}$$

Donde:

- q_c = Caudal característico (L/ sg y ha).
- N_n = Necesidades netas del cultivo más exigente en el mes crítico, (mm/mes).
- E_a = Eficiencia de aplicación del sistema de riego (en tanto por uno).
- N = Número de días del mes crítico.

$$q_c = \frac{247,85}{0,75 \cdot 31 \cdot 8,64} = 1,2305 \text{ l/ sg y ha.}$$

Como se suponen 4 días hábiles de riego por cada 5 días del mes, el caudal ficticio calculado no se podrá aplicar, ya que para ello se suponen hábiles todos los días del mes, así pues, este valor deberá aumentarse, se obtiene un coeficiente de corrección del 80% de días. De esta forma el caudal ficticio continuo es de **1,5381 l/sg y ha.**

- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

La red de parcela se inicia en el hidrante, mediante la unión del mismo con la tubería primaria. Esta tubería primaria de PVC enterrada transporta el agua hasta los distintos sectores de riego. Dentro de ellos una conducción secundaria de PVC y otra terciaria, de polietileno de alta densidad, distribuyen el agua hasta los aspersores.

- AUTOMATIZACIÓN

Consiste en la apertura y cierre automático de los sectores de riego en los momentos y con la duración determinados previamente en un programador de riego.

Los elementos responsables de la automatización son las válvulas hidráulicas de sector, el programador de riego y los solenoides, actuando de la siguiente manera:

Los datos de inicio y duración del riego en cada sector se introducen en el programador. Este actúa sobre las válvulas hidráulicas a través de los solenoides, que reciben las señales eléctricas del primero y las transforman en órdenes hidráulicas a las válvulas, conectando para ello el hidrante con la cámara superior de la válvula de sector (cierre), o ésta con el drenaje del solenoide (apertura), mediante microtubos de 8*5,5 mm.

El programador y los solenoides se colocarán en edificio de control de mandos.

- DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES DE LA RED DE RIEGO

Las tomas de las que se dispone en la finca para realizar el riego mediante cobertura total enterrada son de 70 l/sg y 60 l/sg. Como el caudal de los aspersores circulares elegidos para dicha transformación es de 1920 l/hr o lo que es lo mismo 0,533 l/sg, lo máximo serán 130 aspersores circulares por módulo, pero por cuestiones técnicas la mayoría de los módulos tendrán unos 50 aspersores.

Según los cálculos de las necesidades de agua de riego realizados en el anejo 9. El tiempo que tiene que regar un módulo en el mes de máximas necesidades hídricas es de 5,73 horas. Y como el máximo tiempo que puede transcurrir entre riegos de ese mismo mes es de 3,51 días. El máximo de módulos que pertenecerán a cada hidrante serán 36 con lo que se estará regando 68,76 horas, ininterrumpidamente y se descansará 15,48 horas hasta el próximo riego. Lo que quiere decir que como tenemos que dar 9 riegos en ese mes podremos descansar 139,32 horas, o lo que es lo mismo 5,8 días de descanso para posibles imprevistos de la red (averías, por motivos de la comunidad).

Los 56 módulos de los cuales consta la parcela se repartirán entre los 2 hidrantes disponibles como detalla la correspondiente tabla y se representa en los planos correspondientes. La denominación de los módulos A.1 representa el hidrante al que pertenece el módulo en este caso el hidrante A, y el 1 es el número de módulo dentro del hidrante.

- TIMBRADO DE LAS TUBERÍAS

Se colocarán tuberías de presión nominal 6 atm (0,6 MPa) para el funcionamiento adecuado de la red de riego

10- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO

Una vez determinados los caudales de diseño de la red de riego se procede al cálculo hidráulico de la misma.

- MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO

Pérdidas de carga por rozamiento continuo

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías por rozamiento continuo se utiliza la fórmula general propuesta por Darcy-Weisbach:

$$h_r = J * L = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- h_r : pérdidas de carga por rozamiento continuo (m).

- J : pérdida de carga unitaria (m/m).

- L : longitud de la conducción (m).

- v : velocidad del fluido dentro de la tubería (m/s).

- D : diámetro interior de la conducción (m).

-g: aceleración de la gravedad (m/s²).

-f: factor de fricción.

El factor de fricción “f” se ha calculado con la fórmula logarítmica de Jain para régimen turbulento en zona de transición:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log \left[\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 * D} \right]$$

Dónde:

-Re: número de Reynolds.

-K: rugosidad absoluta de la conducción que depende del tipo de material de que se trate en mm. 0,002 para PE y 0,02 para PVC

-D: diámetro de la conducción (mm).

A su vez el número de Reynolds se calcula como:

$$Re = D * V / \mu.$$

Siendo:

D: diámetro de la conducción (m).

V: velocidad del fluido al atravesar la sección determinada por el anterior diámetro (m/sg).

μ : viscosidad del agua a 15°C, $\mu = 1,14 \times 10^{-6}$ m²/sg

Según los valores adoptados por el número de Reynolds, el régimen de agua podrá clasificarse como laminar (valores de Re < 2000), intermedio (2000 < Re < 4000), y turbulento (valores de Re > 4000). En nuestro caso los valores de Reynolds superan a 4000 y por lo tanto, se considerará régimen turbulento.

- Pérdidas de carga accidentales o singulares

Los elementos singulares dispuestos a lo largo de la red de distribución de agua provocan también una pérdida de carga en la conducción.

Esta se denomina pérdida de carga singular (hs), para su cálculo se ha mayorado la pérdida de carga por rozamiento continuo en un 20%.

- MÓDULOS DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

Los módulos pertenecen a un sistema fijo de cobertura total enterrada, y su dimensionado debe hacerse aplicando la regla de Christiansen a todo el conjunto de tuberías que funcionan simultáneamente, y dice que: “la máxima variación de presión entre dos aspersores de la Unidad de Riego no debe ser superior al 20% de la presión nominal del aspersor”.

Están constituidos por una tubería central (tubería secundaria) que será de PVC, con tramos telescópicos en función del caudal a transportar, de distancia variable según caso, llevando a ambos lados laterales de riego de PE AD en los cuales se insertan los porta aspersores 1 o 2 en cada extremo, pudiendo ser en el caso más desfavorable 5 en total contando el central.

Para calcular la presión necesaria a la entrada de cualquiera de los módulos, se debe calcular en primer lugar la pérdida de carga de los distintos casos de ramales, que sumada a la pérdida de carga en el porta-aspersor y a la presión necesaria en el aspersor junto con la pérdida en la secundaria, se obtendrá la presión necesaria.

SECTOR	ASPERSORES		CAUDAL l/sg	PRESIÓN NECESARIA
	SECT.	CIRC.		
A.1	35	14	23,8	40,09
A.2	36	5	21,2	40,11
A.3	36	4	20,8	39,34
A.4	36	4	20,8	39,97
A.5	36	4	20,8	40,19
A.6	36	4	20,8	39,84
A.7	36	5	21,2	40,19
A.8	40	4	22,9	39,86
A.9	40	4	22,9	40,19
A.10	40	4	22,9	40,02

A.11	40	4	22,9	40,26
A.12	40	5	23,3	39,71
A.13	37	15	25,8	39,61
A.14	27	14	20,1	40,12
A.15	40	3	22,5	39,97
A.16	38	5	22,3	39,72
A.17	36	4	20,8	39,98
A.18	36	4	20,8	39,60
A.19	36	4	20,8	39,90
A.20	36	4	20,8	39,82
A.21	36	4	20,8	39,90
A.22	36	4	20,8	39,82
A.23	36	4	20,8	39,90
A.24	36	4	20,8	39,82
A.25	36	4	20,8	39,56
A.26	22	3	12,9	39,77
B.1	24	20	20,9	39,78
B.2	44	4	25,1	40,10
B.3	48	4	27,2	38,94
B.4	48	4	27,2	39,54
B.5	48	4	27,2	39,67
B.6	48	4	27,2	39,77
B.7	48	4	27,2	39,55
B.8	48	4	27,2	39,86
B.9	48	4	27,2	39,77
B.10	48	4	27,2	39,06

B.11	47	5	27,1	39,77
B.12	33	19	25,3	40,10
B.13	46	16	31,1	39,77
B.14	45	6	26,4	40,08
B.15	43	4	24,5	39,93
B.16	45	5	26,1	40,20
B.17	46	5	26,5	39,87
B.18	43	7	25,7	39,92
B.19	43	6	25,3	39,51
B.20	34	11	22,6	40,28
C.1	31	14	22,2	39,82
C.2	38	5	22,3	39,90
C.3	36	4	20,8	39,82
C.4	38	7	23,1	39,11
C.5	29	9	19,1	39,77
C.6	25	15	19,4	39,27
C.7	26	13	19,6	39,62
C.8	36	4	20,8	38,85
C.9	31	3	17,7	38,26
C.10	19	12	15,1	39,85

- CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS PRIMARIAS

El cálculo de las tuberías primaria se realiza a partir del dato conocido de presión necesaria a la entrada de un sector o módulo de riego.

Además de esto, se debe de tener en cuenta la presión disponible en cada toma, ya que aun siendo este dato conocido (41 m.c.a.), debemos tener en cuenta que una parte de esta presión se perderá por rozamiento con elementos singulares.

Los elementos con los que se encontrará el agua serán principalmente dos; válvula y filtros, que irán colocados inmediatamente después de las tomas de riego, se ha elegido una válvula hidráulica de 6" como se especifica en el anejo de cálculo y descripción de elementos singulares, que produce una pérdida de carga de 1,67 m.c.a., dicha pérdida de carga hay que sumarla a los 0,9 m.c.a que nos produce el filtro automático de 6" especificado también en dicho anejo; además de estas pérdidas de carga se deben de considerar las debidas a otros elementos singulares como son las derivaciones o los cambios de sección, para estas pérdidas de carga se ha decidido adoptar un valor igual al 20% de las pérdidas disponibles en las tuberías primaria.

Por lo tanto, a la hora de hacer los cálculos de las perdidas de carga por rozamiento continuo, se debe de tener en cuenta que la presión inicial con la que contamos en la toma es de $41 - 2,53 = 38,43$ m.c.a. A partir de esta y por diferencia con las presiones necesarias en los módulos, se calculan las pérdidas de carga admisibles por rozamiento continuo y singular, para cada tramo.

Para la determinación de las tuberías de PVC a utilizar en la primaria, se ha creado una hoja de cálculo (más detalle anejo 10).

- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierras. Los volúmenes de tierra a mover variarán en función de la tubería a colocar y de las longitudes de los tramos.

Los metros lineales de zanja excavada en el total de la instalación de la red de riego suman: **6540 m.**

Los metros totales de tubería de PE AD Ø 32 mm inyectados mediante oruga son: **15200 m.**

11.- CÁLCULO, DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS SINGULARES Y MONTAJE DEL RIEGO

-VÁLVULAS

- Válvulas hidráulicas

Una de las principales funciones va a ser poder abrir y cerrar el paso del agua a un módulo determinado de riego, para lo cual se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada módulo con la tubería principal.

Se presenta como ejemplo las características técnicas de la válvula de 4" elegida para la entrada de los módulos.

Válvula hidráulica de:	4"
Presión máxima de trabajo:	6 atm
Presión mínima de trabajo:	0,7 atm
Caudal máximo:	150 m ³ /h.
Caudal mínimo:	30m ³ /h.
Conexiones:	Bridas de 4" (ISO/BS-D/H)
Material del cuerpo:	Fundición.

Válvula hidráulica de 4"; Para un caudal máximo de 70 l/seg produce una pérdida de carga de 1,67 m.c.a.

- Válvulas de esfera

VÁLVULAS DE ESFERA DE PVC.

Para la instalación de fertirrigación, serán necesarias una por cada salida de los depósitos y además las necesarias para encauzar el fertilizante por las tuberías necesarias son de accionamiento manual.

VÁLVULAS DE ESFERA METÁLICA.

Se colocarán una delante de cada aspersor que por algún motivo requiera su cierre temporal, (proximidad a caminos edificaciones, etc...). Son de accionamiento manual.

- DESAGÜES. FIN DE TRAMO

Al final de la tubería secundaria de cada módulo se colocará una prolongación de la misma con salida al exterior junto a un aspersor consistente en doble codo 90° con 1 m. de tubería de 50 mm de diámetro, con tape final macho roscado, todo en PVC.

- PIEZAS ESPECIALES

Se entiende por piezas especiales aquellos elementos que establecen la continuidad y derivación en las conducciones

- Codos

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones deseadas de la tubería. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocarán codos de 45° ó 90°.

- Reducciones

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

- Piezas en derivación

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en "T", dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

- ANCLAJES

En determinados puntos de la red como son los cambios de sección, cambios de dirección y derivaciones en te se producen empujes en la tubería debido a la presión hidrostática. Para evitar el desplazamiento de la tubería en estos puntos, se han colocado macizos de hormigón HA-25 armado con acero B-500s, que sirven de anclaje a la conducción. Las dimensiones de los elementos se detallan en el anejo correspondiente.

- FILTROS

Los filtros irán instalados tras el hidrante e inmediatamente después del incorporador de fertilizante, para evitar así posibles obturaciones derivadas de dicha incorporación, al igual que posibles granos de arena. Se han elegido filtros automáticos.

El funcionamiento de estos filtros consiste en:

- El agua en los filtros automáticos, pasa a través de una malla de tamiz grueso cuya función es separar sólidos de mayor tamaño, y a continuación pasa a través de una malla fina que es la que define, propiamente, el grado de filtración.

- La limpieza de estos filtros es automática por medio de presostatos diferenciales, que conectados entre la entrada y la salida del filtro, cuando hay una diferencia de presión de 5 m.c.a. se activa el mecanismo de autolavado.

Para la elección del filtro, optaremos por una malla de 155 mesh.

Se ha elegido el siguiente filtro para todos los hidrantes que tienen las siguientes características:

- Diámetro nominal 10”.
- Rango de caudal recomendado en m³ /h: 50-300.
- Presión de trabajo: 10 Kg/cm².
- Conexiones entrada/salida: brida 6”.

Las pérdidas de carga para un caudal de 70 l/seg, con el filtro de 6” es de 0,9 m.c.a

-FILTRO DE ANILLAS

Se ha elegido un filtro de ¾” totalmente fabricado en plástico. Su elemento filtrante lo constituye un conjunto de anillas plásticas ranuradas que, montadas en una espina, forman un cuerpo cilíndrico filtrante.

- PROGRAMADOR DE RIEGO

El programador de riego debe permitir el control de los 56 módulos de riego, los 2 hidrantes y las dos bombas de fertilizantes (actuación por tiempo, volumen y mixtas), además de un ilimitado número de filtros, limpieza de inyectores y salidas de alarma.

La fuente de abastecimiento del programador será una batería de corriente continua de 12 voltios y 45 amperios/hora sin mantenimiento alimentada por un panel solar que ira instalado en el tejado de la caseta.

-SOLENOIDES

Son válvulas que transforman la señal eléctrica de apertura o cierre emitida por el programador, en una señal hidráulica efectiva en la válvula del sector. Las principales características de los solenoides se detallan en el anejo.

- AUTOMATISMOS DE LA RED DE RIEGO

Está formado por todo el conjunto de elementos que hacen que las válvulas se abran y cierren de forma automática por medio de la orden del programador de riego, o la diferencia de presión entre dos presostatos.

Para cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

- Llave de tres vías. Conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comandado manual) o con el solenoide de control de la misma, (comandado automático).
- Solenoides. Llave de respuesta si o no, en función del impulso que le llega del ordenador, es un electroimán que actúa sobre un eje longitudinal, a la vez que este envía el paso de agua o vaciado a la llave de tres vías, la cual actúa sobre la válvula.
- Microtubos de comando. Tubos de polietileno de 8 mm que conectan las válvulas llaves y solenoides entre sí para las distintas funciones antes descritas, (llenado y vaciado del diafragma de las válvulas hidráulicas) por ellos circula agua de la misma red de riego que se capta. Estos se instalaran dobles, (aunque en el plano aparezca una sola línea por válvula), por si fuera necesario cambiar alguno en caso de avería, se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.

- MONTAJE DEL RIEGO

Los pasos que se han seguido para el montaje y colocación del riego en cobertura total enterrada han sido los siguientes:

1. Medición topográfica de la parcela a instalar mediante GPS
2. Replanteo de los aspersores mediante estaquillado
3. Labrado y desfonde del terreno para la colocación de la tubería portaaspersores
4. Inyectado de la tubería de PE con ayuda de un bulldozer
5. Apertura de hoyos para la colocación de las cañas portaaspersor
6. Replanteo mediante GPS del aspersor en el interior del hoyo
7. Reparto de caña portaaspersor y dado de hormigón
8. Colocación de la caña portaaspersor sobre la tubería de PE
9. Anclado de la caña mediante dado de hormigón
10. Reparto de tuberías principales y secundarias
11. Montaje de tubería principal sobre línea de aspersores
12. Montaje y colocación de válvulas hidráulicas sobre tubería general
13. Apertura de zanjas para tuberías secundarias
14. Conexión de tuberías secundarias con terciarias mediante collarín de toma
15. Colocación desagüe de tubería secundaria
16. Montaje de arqueta mediante válvula principal y filtro
17. Instalación de programador
18. Colocación de alargaderas con aspersores y realizar pruebas

12.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable. Así de esta forma se va a calcular el VAN o Valor Actual Neto y el TIR o Tasa Interna de Rentabilidad. Son indicadores de rentabilidad absoluta.

Para calcular los índices señalados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 20 años, sobre la cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto. La rotación de cultivos se repite cada 10 años, por lo tanto será de 2 ciclos.

- Situación actual

Actualmente la finca objeto de la transformación se viene cultivando de cereal de invierno de secano (cebada). Debido a las características de la zona los rendimientos medios de estos cultivos son bajos y esto debe sumarse el hecho de que en la actualidad se paga un canon a la comunidad de regantes de 80 €/ha, por tener instalados en la finca los hidrantes y por lo tanto, tener derecho al riego.

- Flujo destruido

Se realiza el estudio de costos e inversiones del cultivo que hasta la actualidad ha ocupado la superficie a transformar. Este cultivo es la cebada de secano.

Total de flujo destruido = 11040,8 €

- Costes de producción de los cultivos

Cuadro resumen de los costes de producción de los cultivos empleados en la rotación en regadío.

CULTIVO	COSTES €/Ha.
TRIGO	370,8
MAÍZ	851,6
ALFALFA	599,4
GIRASOL	354,0
VEZA	251,0

Cuadro resumen del consumo de agua para el riego de los cultivos antes citados.

CULTIVO	CONSUMO m ³ /Ha.
TRIGO	5392,7
MAÍZ	8894,3
ALFALFA	10957,7
GIRASOL	7809,4
VEZA	3500,2

El precio del agua será 12 €/1000 m³. Además hay que añadir el canon de la Comunidad de Riegos que es de 80 €/Ha.

- Ingresos anuales

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo y a las subvenciones de la PAC (la finca pertenece a la Hoya de Huesca IV).

Para los cultivos que se han tenido en cuenta en la rotación los ingresos que se obtienen son los siguientes:

CULTIVO	INGRESOS €/Ha.
TRIGO	958,85
MAÍZ	1791,51
ALFALFA	1577,70
GIRASOL	949,97
VEZA	405,67

- Conclusiones del estudio

El resultado del análisis (desarrollado en el anejo) indica que la realización del proyecto cuyo presupuesto general de ejecución asciende a 268.237,08 € aumentará el rendimiento de la superficie cultivada pudiendo amortizar la inversión y obteniendo mayores rendimientos que en régimen de secano.

Tras realizar los cálculos correspondientes, se obtiene un **VAN de 31947 €**. En general cuando el VAN es mayor de cero, el proyecto es viable, es decir que la inversión es rentable y se puede acometer.

El TIR obtenido es del **8,28 %**, que al ser superior al tipo de interés considerado (4,25%), nos indica que la inversión es rentable.

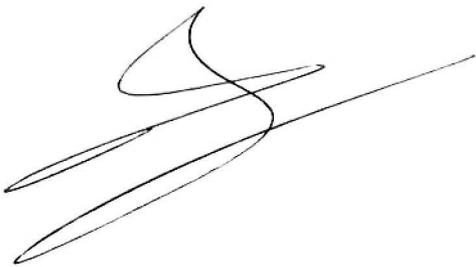
En conclusión el proyecto de **“PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 HA., EN EL TERMINO MUNICIPAL DE GRAÑÉN”** es **RENTABLE**.

BIBLIOGRAFÍA

- Evolución de Recursos Agrarios (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).
- Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón. (Antonio Martínez Cob, José María Faci González y Ángel Bercero Tercero).
- Calidad agronómica de las aguas de riego. (Juan Cánovas Cuenca).
- Sistemas agrícolas con rotaciones y alternativas de cultivos (Pedro Urbano- Rafael Moro).
- Tratado de fitotecnia general (Pedro Urbano Terrón).
- Cultivos herbáceos extensivos. (Andres Guerrero).
- Manuales técnicos. Normas para proyectos de riegos por aspersión (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).
- Manuales técnicos de fabricantes.

www.aragob.es “Gobierno de Aragón”

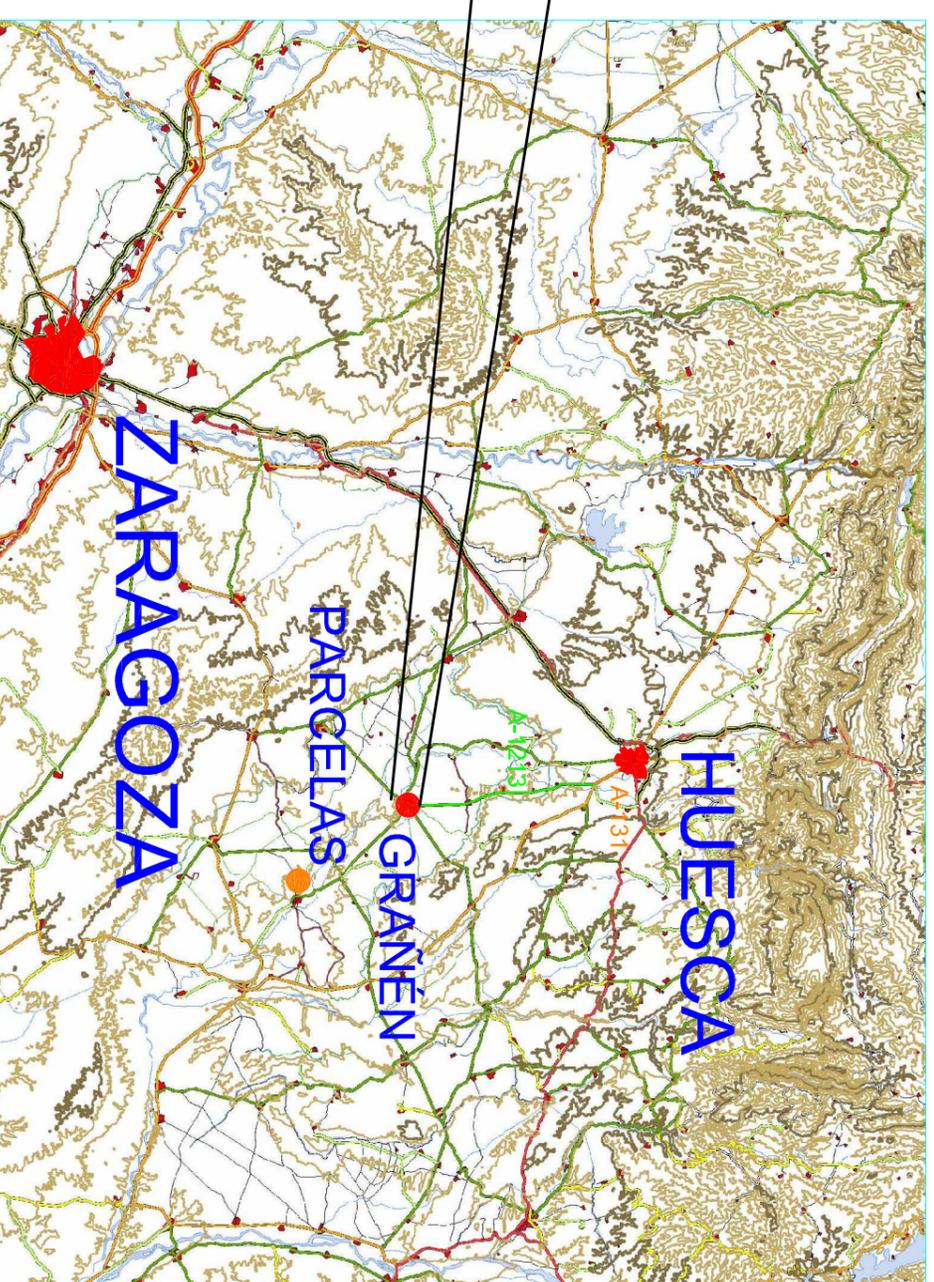
Fdo: Pólux Belio Calvo



Ingeniero Técnico en Explotaciones Agropecuarias.

Mayo de 2015

PLANOS



PROYECTO:

"PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 Ha. EN EL TÉRMINO MUNICIPAL GRANÉN (HUESCA)"

PROMOTOR:

-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA-
-INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA-
-ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS-

AUTOR:

Fdo -POLUX BELLO CALVO-
-INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA-

ESCALA:

SIN ESCALA

DESIGNACIÓN:

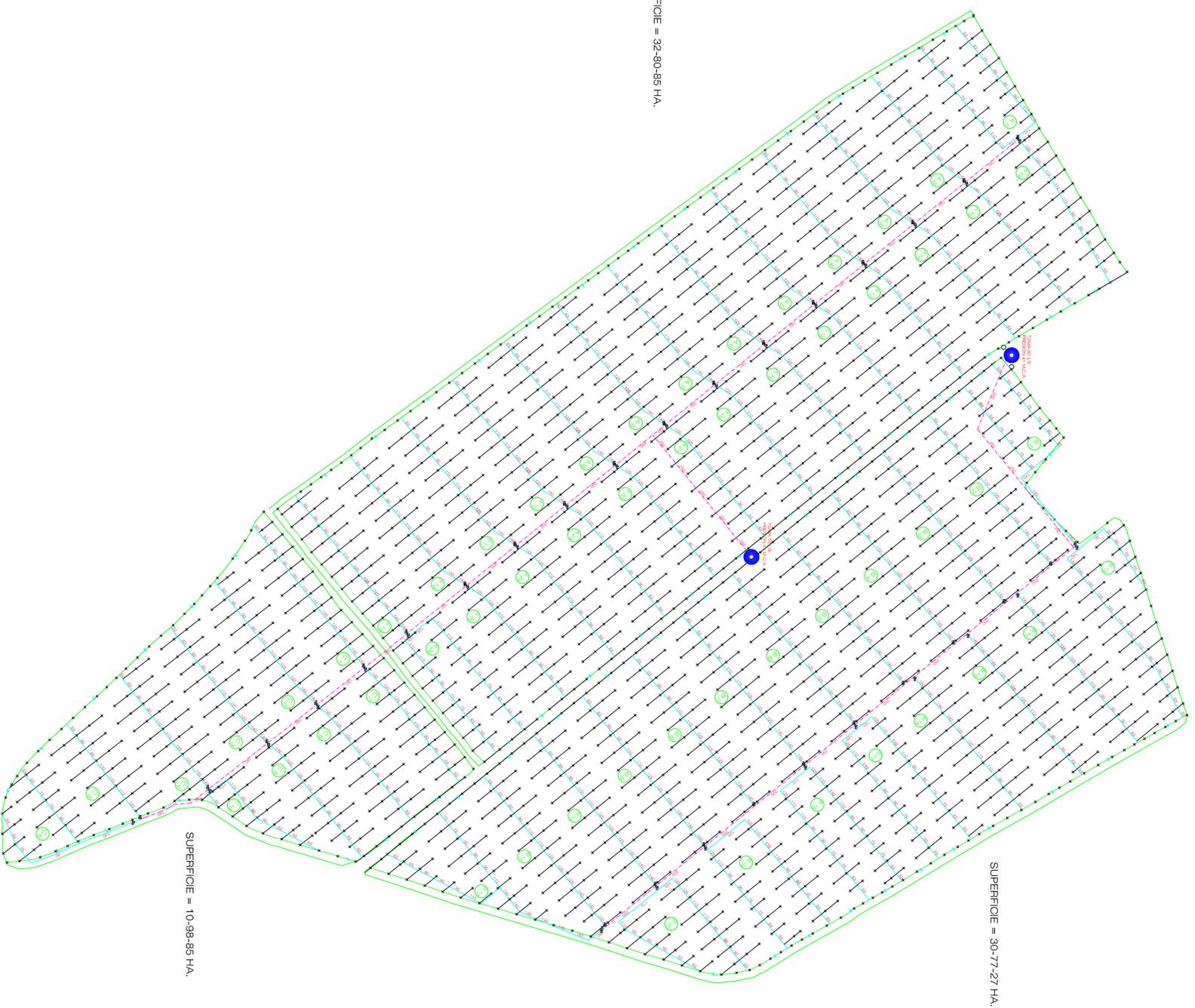
-SITUACION Y
EMPLAZAMIENTO-

PLANO

Nº: 1

FECHA:

MAYO 2015



LEYENDA.	
	Número de módulo.
	Hidrante.
	Válvula hidráulica.
140	Diametro tub. primaria.
90	Diametro tub. secundaria.
	Tubería primaria PVC.
	Tubería secundaria PVC.
	Lateral de riego PE.

PROYECTO:

" PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 HA. EN EL TERMINO MUNICIPAL DE GRANÉN (HUESCA) "

PROMOTOR:

-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA-
-INGENIERIA TÉCNICA AGRICOLA-
-ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS-

AUTOR:

Fdo. **-POLUX BELLO CALVO**
-INGENIERO TÉCNICO AGRICOLA-

ESCALA:

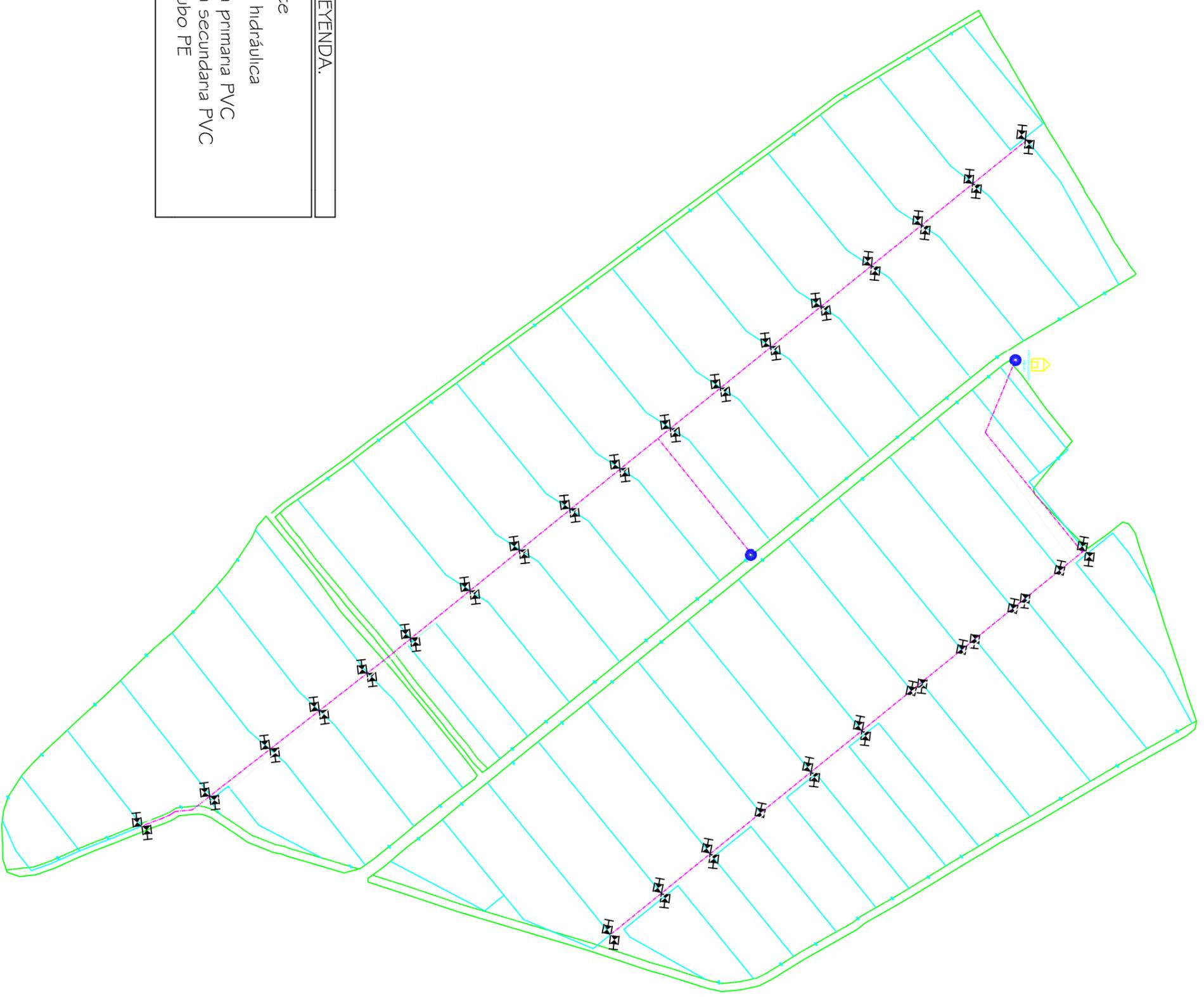
1:3000

DESIGNACION:

-PARCELA-

PLANO
Nº: 2

FECHA:
MAYO 2015



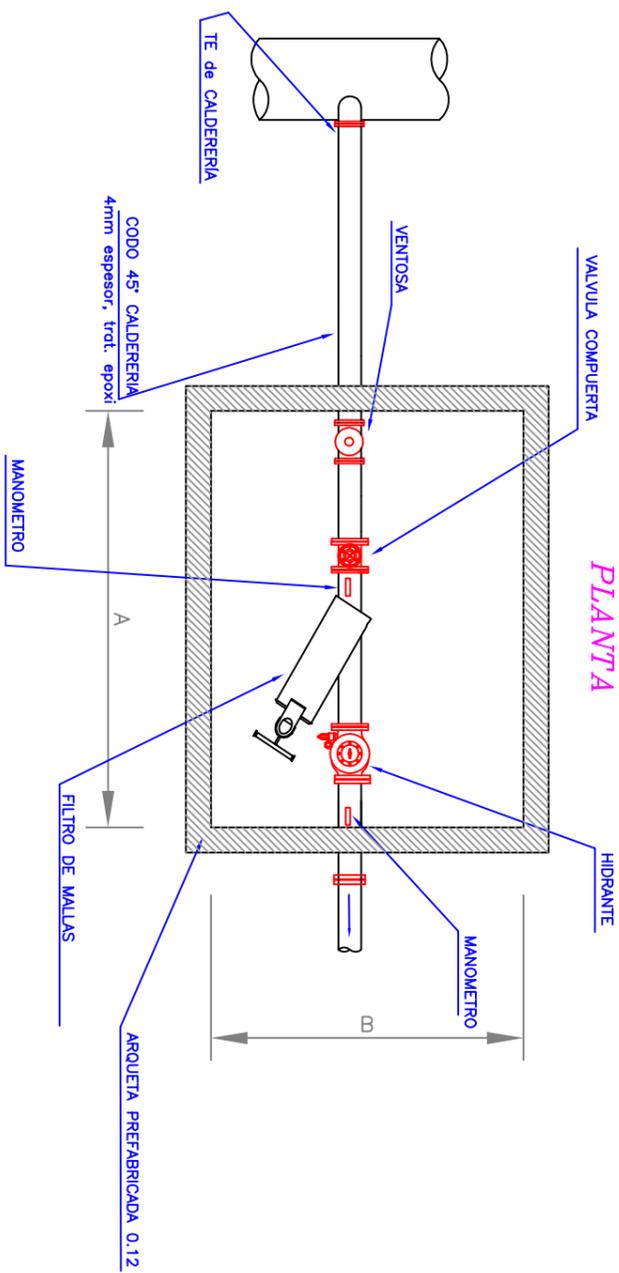
LEYENDA.	
	Hidrante
	Válvula hidráulica
	Tubería primaria PVC
	Tubería secundaria PVC
	Microtubo PE

PROYECTO: " PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 Ha. EN EL TÉRMINO MUNICIPAL GRANEN (HUESCA)"	
PROMOTOR: -ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA- -INGENIERIA TÉCNICA AGRÍCOLA- ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS	AUTOR: Fdo. -POLUX BELIO CALVO -INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA-
ESCALA: 1:5000	DESIGNACIÓN: -DETALLES TUBERÍAS Y VÁLVULAS-
PLANO N.º: 3 FECHA: MAYO 2015	

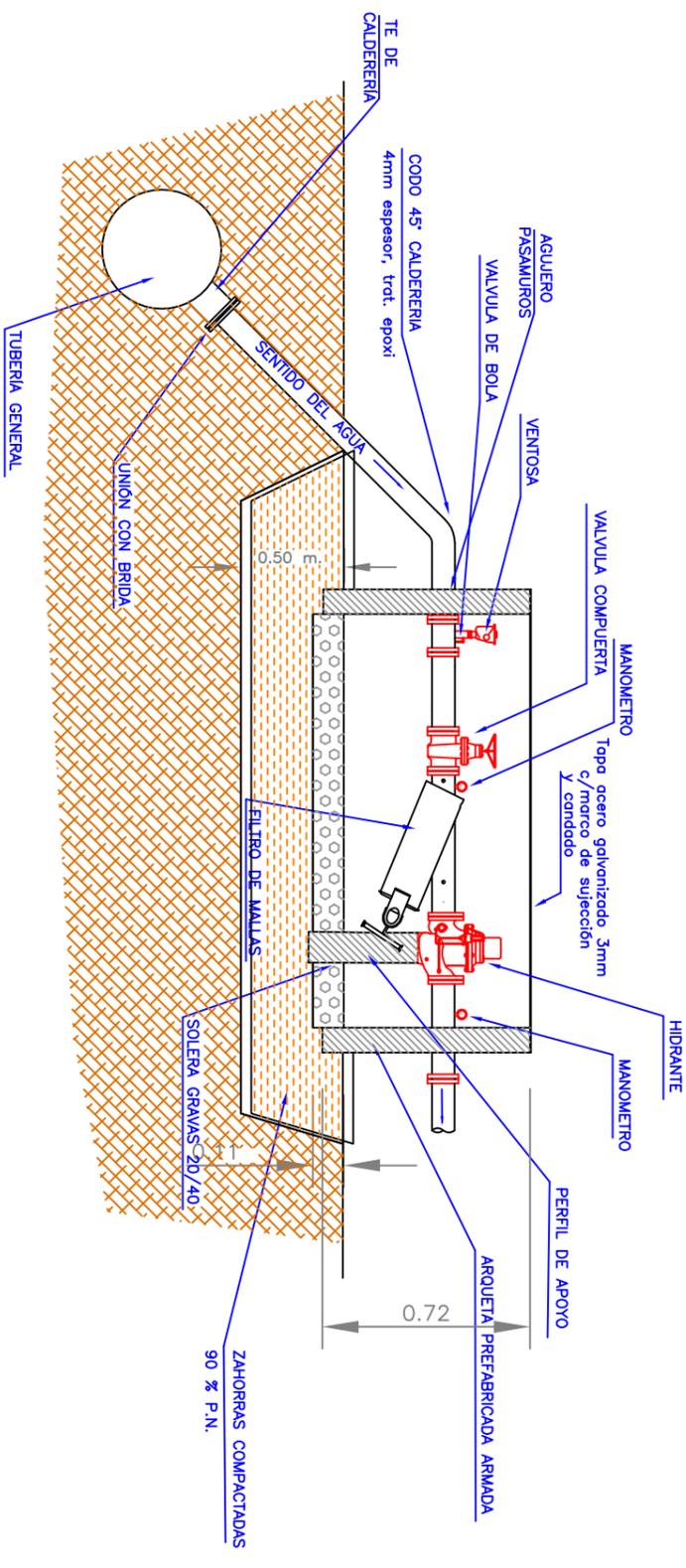
ØHIDRANTE	Nº HIDRANTE	q max (l/seg.)	A	B	V.Comp.	Tubo	Filtro	Ventosa
8"	A,B	60-70	1.50	1.50	80 mm	80 mm	8"	2"

ARQUETA PARA HIDRANTE

PLANTA



SECCION



CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN E.H.E.

ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PONDERACION		
				Yc	Ys	Yt
HORMIGON	IGUAL TODA OBRA PREFABRICADO	HA-25/B/20/l/b	NORMAL	1,5		
	CIMENTACION					
ACERO EN ARMADURAS	LOSAS Y FORRADOS					
	IGUAL TODA OBRA PREFABRICADO IN SITU	B 500 S				
EJECUCION	LOSAS Y FORRADOS					
	IGUAL TODA OBRA PREFABRICADO		NORMAL			1,6
NOTAS	IN SITU					
	LOSAS Y FORRADOS					

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES SEGUN E.H.E.98

TIPO DE HORMIGONES	ARIDO A EMPLEAR	CEMENTO	CONSISTENCIA	RESISTENCIA CARACTERISTICA ESPECIFICADA, fck en N/mm²
HA-25	TIPO DE ARIDO	DESIGNACION	ASIENTO CONO ABRAMS	A LOS 7 DMS
	RODADO	Ø	CEM II/B-SR	A LOS 28 DMS
		20		25

PROYECTO:

PUESTA EN RIEGO POR ASPERSION EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 Ha. EN EL TÉRMINO MUNICIPAL GRANEN (HUESCA)"

PROMOTOR:

-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA-
-INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA-
-ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS-

AUTOR:

Fdo -POLUX BELLO CALVO-
-INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA-

ESCALA:

SIN ESCALA

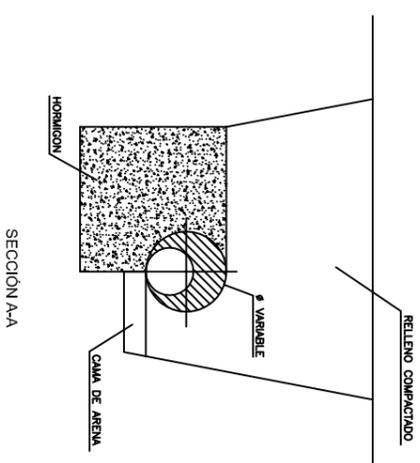
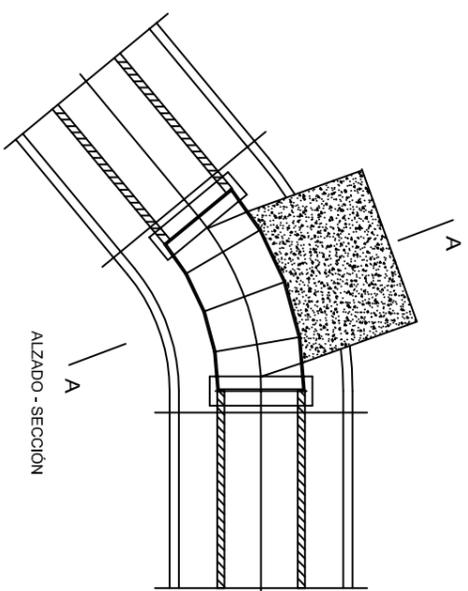
DESIGNACIÓN:

-TOMA DE RIEGO-

PLANO
Nº: 4

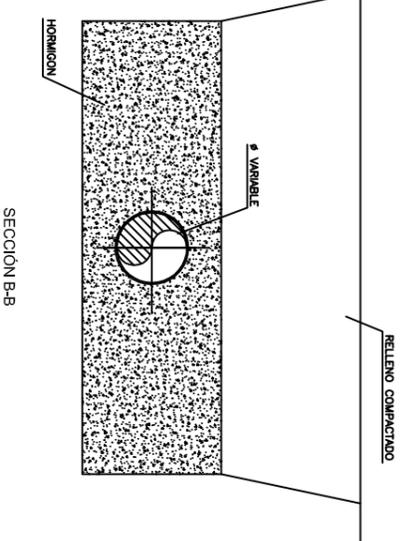
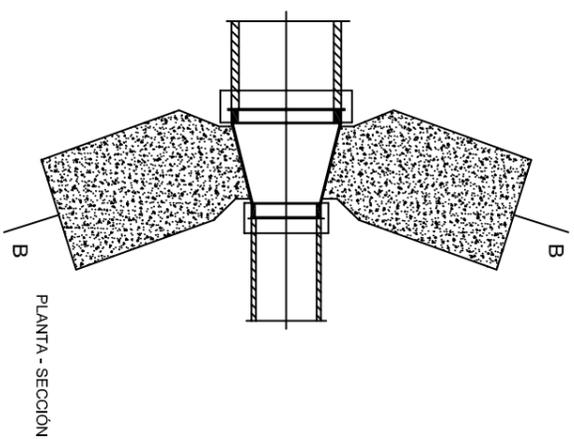
FECHA:
MAYO 2015

CÁLCULO DE ANCLAJES EN PIEZAS ESPECIALES



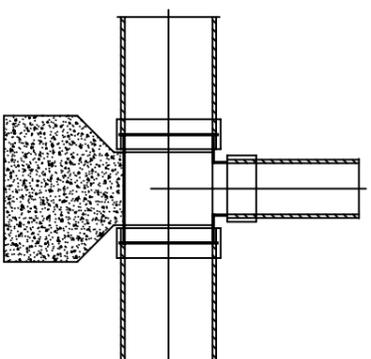
DIAM. (mm.)	ANGULO (gr)	PRESION SUPERF. (kg/cm ²)	VOLUMEN HORMIGON (cm ³)
< 200	45	6	216000
	6	0.36	216000
			0.22

CODOS

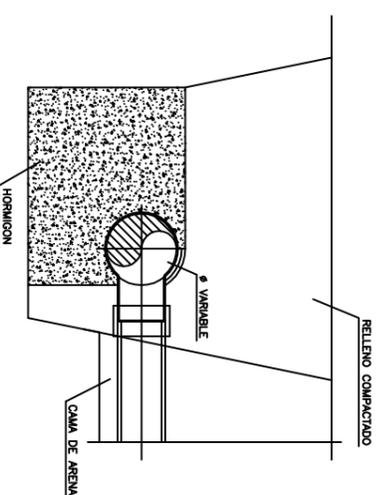


DIAM. 1 (mm.)	DIAM. 2 (mm.)	PRESION SUPERF. (kg/cm ²)	VOLUMEN HORMIGON (cm ³)
< 200	< 180	6	54000
		0.09	54000
			0.05

CAMBIOS DE SECCIÓN



PLANTA - SECCION



ALZADO - SECCION

ANCLAJES DE TUBERIAS EN CAMBIO DE DIRECCIÓN Y DIAMETRO

DERIVACIONES A 90° Y TAPONES

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN E.H.E.						
ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PONDERACION		
				Yc	Ys	Yt
HORMIGON	IGUAL TODA OBRA PREFABRICADO	HA-25/B/20/lb	NORMAL	1,5		1,1
	ORIENTACION					
	SOLELAS					
	LOSAS Y FORJADOS	B 500 S				
ACERO EN ARMADURAS	IGUAL TODA OBRA PREFABRICADO					
	EN VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					
	IGUAL TODA OBRA PREFABRICADO		NORMAL			1,6
EJECUCION	IN SITU					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					

NOTAS

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES SEGUN E.H.E.98						
TIPO DE HORMIGONES	TIPO DE ARDO A EMPLEAR	TAMANO MAX.	CEMENTO	DESIGNACION ASIENTO CONO	RESISTENCIA CARACTERISTICA REL. EN N/CM ²	RESISTENCIA REL. EN N/CM ²
HA-25	RODADO	Ø 20	CEM I/B-SR	3-5	A LOS 7 DMS	A LOS 28 DMS
						25

PROYECTO:

" PUESTA EN RIEGO POR ASPERSION EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 Ha. EN EL TÉRMINO MUNICIPAL GRAÑEN (HUESCA)"

PROMOTOR:

-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA-
-INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA-
-ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS-
AUTOR: Fdo. POLUX BELLO CALVO-
-INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA-

ESCALA: SIN

ESCALA

DESIGNACIÓN:

-DETALLE ANCLAJES-

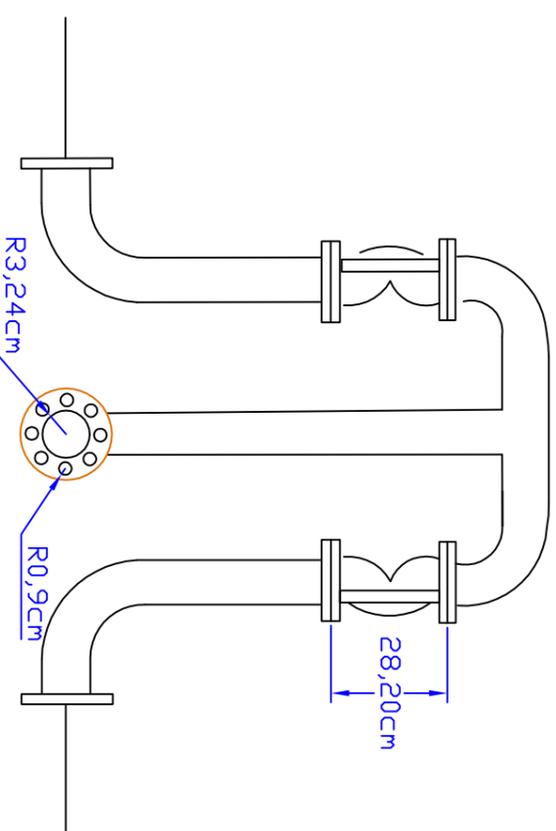
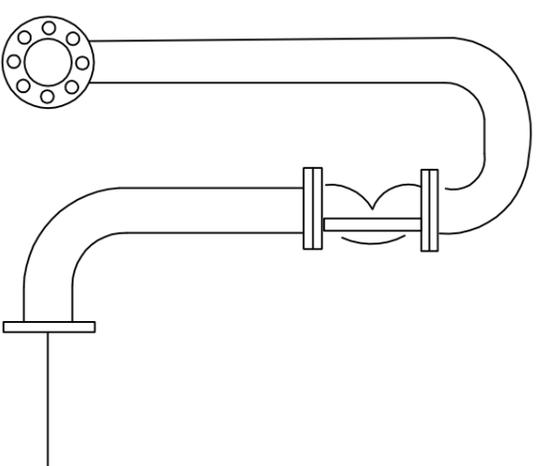
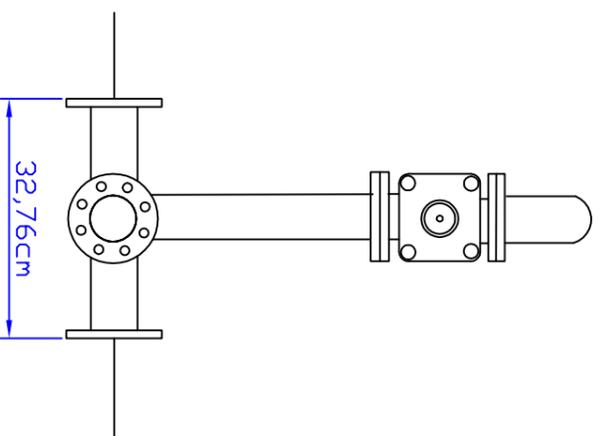
PLANO No.: 5

FECHA: MAYO 2015

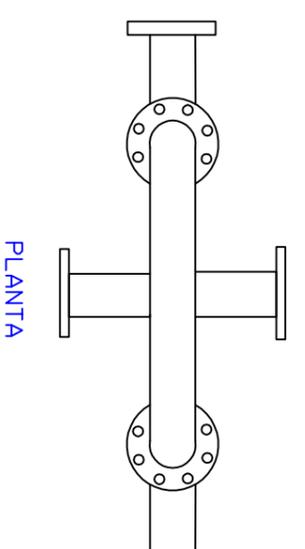
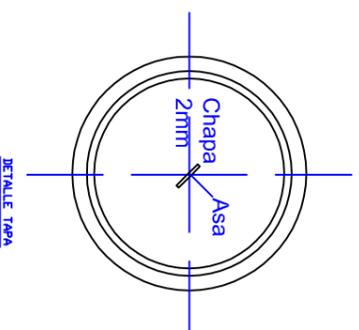
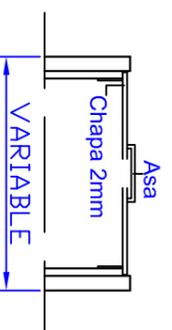
VISTA LATERAL DE LAS DERIVACIONES, ALZADO

TOMA EN DERIVACIÓN SIMPLE, ALZADO

TOMA EN DERIVACIÓN DOBLE, ALZADO



DETALLE ARQUETAS CIRCULARES
PARA VÁLVULAS



PROYECTO:

" PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN EN COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE UNA PARCELA DE 74 Ha. EN EL TÉRMINO MUNICIPAL GRANEN (HUESCA)"

PROMOTOR:

-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA-
-INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA-
-ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS-

AUTOR:

Fdo -POLUX BELLO CALVO-
-INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA-

ESCALA:

DESIGNACIÓN:

SIN ESCALA

-VÁLVULAS-

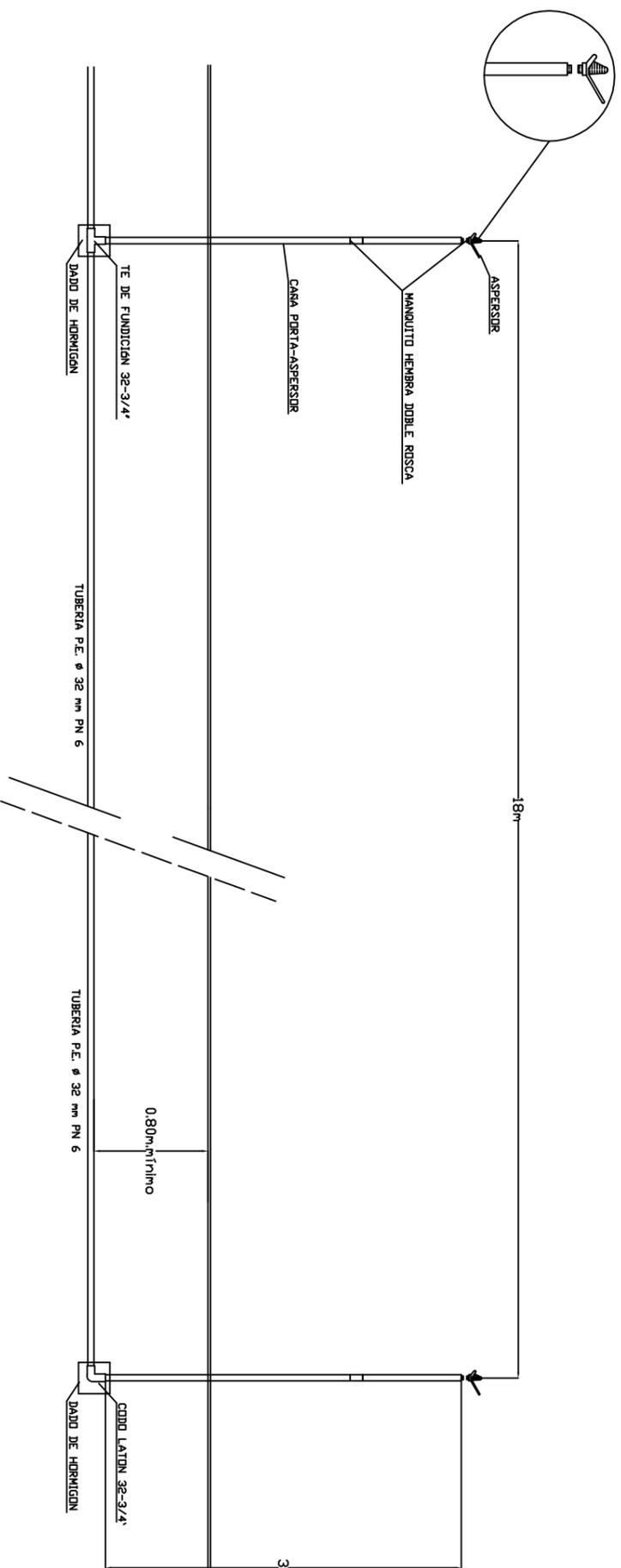
PLANO

Nº:6

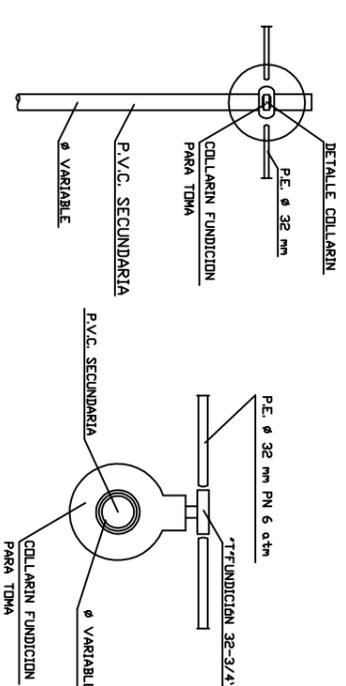
FECHA:

MAYO 2015

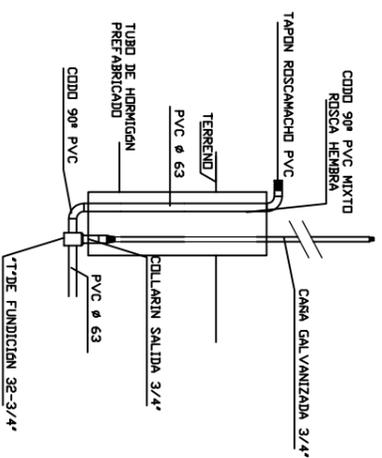
DETALLE COLLOCACION DE ASPERSORES



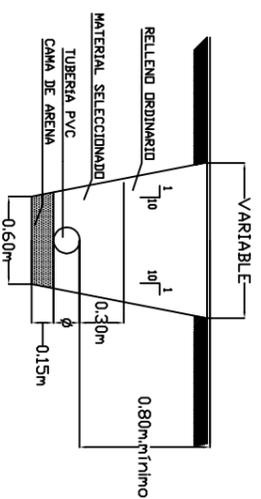
DETALLES DE SALIDA EN RAMALES TERCARIOS



DETALLE FIN DE TRAMO



SECCION TIPO ZANJA CON ASIENTO DE ARENA PARA TUBERIA DE P.V.C.



PROYECTO: " TRANSFORMACIÓN A REGADÍO MEDIANTE COBERTURA TOTAL ENTERRADA DE 74 Ha. EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANEN" (HUESCA)

PROMOTOR:

-ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA-
-INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA-
-ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS-

AUTOR:

Fdo -POLUX BELLO CALVO
-INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA-

ESCALA:

SIN ESCALA

DESIGNACIÓN:

-DETALLES ASPERSORES Y ZANJAS-

PLANO

Nº:7

FECHA:

MAYO 2015