

MEMORIA



1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1. Antecedentes

1.1.1. Motivación del proyecto

La elección del presente Proyecto Fin de Carrera es como consecuencia de mi interés personal por las instalaciones de riego por goteo como alternativa a otros sistemas de riego menos eficientes. La climatología de la zona y la sobreexplotación del acuífero 23 hacen preciso encaminar los sistemas de riego buscando la máxima eficacia con el menor gasto posible de agua.

Las razones anteriores, unidas a mi interés particular por el cultivo de maíz, han sido las que me han llevado a decantarme por este proyecto en vez de hacerlo por cualquier otro.

1.1.2. Estudios previos

Para la realización de este proyecto hemos partido de los siguientes estudios:

- Datos climáticos relativos a la Estación Meteorológica de Ciudad Real, situada a 47 km de la finca objeto del proyecto.
- Análisis de agua.
- Análisis de suelo.
- Estudio agronómico sobre el maíz.



1.2. Objetivos

Se busca como objetivo en este proyecto el facilitar y economizar el cultivo del maíz, realizando unas acciones que modernicen su explotación. Para ello, se emplearán unas determinadas técnicas de cultivo que permitan conseguir una buena producción, buscando al mismo tiempo unas características de los frutos que se ajusten suficientemente a las exigencias del mercado.

En resumen, se trata de realizar el cultivo de maíz acompañado de un sistema de riego localizado de alta frecuencia y efectuar una serie de mejoras, mediante la práctica de unas determinadas técnicas de cultivo.

En la redacción de la presente memoria se recogen de manera concisa los aspectos esenciales del proyecto. Los aspectos que se tratan con mayor profundidad se incluyen en anejos a la memoria.

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria y anejos a la memoria.
- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Mediciones y presupuesto.



2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FINCA

2.1. Situación

Latitud.....	39° 09' Norte.
Longitud.....	3° 26' Oeste.
Altitud media.....	645 metros.
Término Municipal.....	Puerto Lápice (Ciudad Real).

2.2. Parcelación

La finca se encuentra ubicada en el paraje denominado “El Silo”, perteneciente al término municipal de Puerto Lápice. La finca objeto del proyecto corresponde con la parcela 58, perteneciente al polígono 20.

2.3. Superficie

La finca tiene una superficie de 9,5 ha.

2.4. Límites del Término Municipal

Al norte limita con el término de Herencia.

Al sur limita con el término de Las Labores y Arenas de San Juan.

Al este limita con el término de Villarta de San Juan.

Al oeste limita con el término Villarrubia de los Ojos.



2.5. Vías de acceso

A la finca se accede por la carretera N - 420 (Córdoba – Tarragona), que une las poblaciones de Arenas de San Juan y Puerto Lápice, a la altura del kilómetro 255, en el cual se encuentra el llamado “Camino del Encinar” que conduce directamente a la parcela al cabo de 1200 metros.

2.6. Aprovechamientos

La finca está dedicada al cultivo de cebada de regadío. La variedad cultivada es la Beka, cebada de primavera de dos carreras y de excelente calidad maltera, habitualmente empleada en la zona.



3. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

3.1. Condicionantes internos

3.1.1. Clima

Los datos climáticos empleados han sido tomados de la Estación Meteorológica de Ciudad Real, la cual dista 47 km de la finca objeto del proyecto. Los datos abarcan una serie histórica de 12 años (1989 – 2000). Estos datos se recogen en el anejo I.

➤ *Temperatura*

La temperatura media anual es de 15,59 °C.

La temperatura media mensual más alta es la del mes de julio con 26,88 °C, mientras que la media mensual más baja es la del mes de enero con 6,15 °C.

La temperatura mínima media mensual es de 1,24 °C correspondiente al mes de enero, mientras que la temperatura máxima media mensual es de 34,87 °C y se da en el mes de julio.

➤ *Pluviometría*

La pluviometría media anual es de 394,67 mm.

➤ *Clasificaciones climáticas*

Según el índice de Lang nos encontramos ante un *clima árido*.

Según el índice de Martonne tenemos un *clima de estepas y países secos mediterráneos*.



El índice de Dantín Cereceda y Revenga nos sitúa ante un *clima semiárido*.

El criterio UNESCO – FAO nos indica que se trata de un *clima templado medio*.

Según el diagrama ombrotérmico de Gausson tenemos un clima con dos períodos de aridez, es decir, es un *clima bixérico*. Un período seco se produce durante el mes de marzo, y el otro período va desde finales de mayo hasta finales de septiembre.

Según la clasificación climática de Thornthwaite nos encontramos ante un *clima semiárido, mesotérmico, con nulo exceso de humedad durante el invierno y moderada concentración térmica durante el verano*; correspondiente a las siglas $D B_2' d b_3'$.

3.1.2. Suelo

El análisis de suelo ha sido realizado por los laboratorios Terraman de Ciudad Real. De las muestras tomadas de la finca, se han obtenido los siguientes resultados:

El pH del suelo es neutro con un valor de 6,9. Este nivel es bastante favorable para el cultivo de maíz ya que el rango óptimo es de 6 a 8. Además con este valor de pH se consigue una óptima mineralización de los distintos elementos, consiguiendo así mantener el nivel de materia orgánica entre unos niveles aceptables para este tipo de suelo.

La textura del suelo es franca, con lo cual: posee una consistencia media, no presenta problemas de asfixia radicular, con buen drenaje interno, buena capacidad de retención de agua y con buena permeabilidad.

Según la conductividad eléctrica, cuyo valor es de 0,5mmho/cm, se puede decir que es un suelo que tiene una ligera influencia sobre los cultivos, es decir, habría que tomar precauciones con cultivos sensibles.



La materia orgánica oxidable en el suelo está presente en una cantidad baja pero rozando el límite de lo normal, constituyendo el 1,9 %, resultando bastante aceptable para una zona de regadío donde los niveles óptimos para el maíz están en torno al 1,5 – 2,5 %.

El contenido en carbonatos es bajo siendo su valor de 5,78 %. Según este dato se puede decir que no se trata de un suelo calizo (se considera calizo cuando posee más de un 10-12% de carbonato cálcico).

El contenido de fósforo asimilable en el suelo es alto. Para su interpretación se ha usado el método Olsen. A la hora del cálculo del abonado únicamente habrá que aportar las extracciones (ya que no vamos a tener problemas de insolubilización del fósforo por un ph elevado).

Los contenidos de sodio, potasio y magnesio son normales (0,9 - 0,7 y 1,7 meq/100g, respectivamente).

El calcio se encuentra en el suelo en un nivel bajo, siendo su valor 5,8 meq/100g.

La capacidad de intercambio catiónico del suelo es también baja, siendo su valor 10,2 meq/100g.

3.1.3. Agua

Del análisis de agua del pozo existente en la finca se han obtenido los siguientes resultados:

La conductividad eléctrica, que refleja la concentración de sales que tiene el agua, dándonos una idea de su calidad, tiene un valor de 0,5 mmho/cm a 25 °C. Por tanto, se puede clasificar como *agua excelente*.



El índice S.A.R. (relación de absorción de sodio) tiene un valor de 1,98. Se puede decir que dicha agua es de *escaso poder de sodificación*.

El índice C.S.R. (carbonato sódico residual) nos da una idea de la acción degradante del agua. El valor del C.S.R. es de -1,05 meq/l, por tanto se puede considerar dicha agua como *recomendable*.

Evaluando el riesgo de inducir fototoxicidad mediante el agua de riego, se observa que las toxicidades que presenta el agua son *inexistentes para el boro, sodio y cloruros*.

La dureza, expresada en grados hidrométricos franceses, tiene un valor de 27,3. Por tanto, se clasifica dicha agua como *medianamente dura*.

Según el índice de Scott (coeficiente alcalimétrico), se tiene un *agua de buena calidad*.

Según las normas Riverside, podemos clasificar el agua como de *medio peligro de salinización* y de *bajo peligro de alcalinización*.

Siguiendo las normas de H. Greene, se puede considerar el agua como de *buena calidad*.

Para terminar, según las normas L.V. Wilcox se clasifica dicha agua como de *excelente a buena*.



3.2. Condicionantes externos

3.2.1. Mercado de materias primas y productos

En la comarca existen varios centros especializados que pueden poner a disposición de los agricultores todo tipo de materias primas como fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc. La comercialización de la producción se realizará a través de una cooperativa.

3.2.2. Situación actual

Actualmente, la finca objeto de este proyecto se encuentra dedicada al monocultivo de cebada en régimen de regadío. Debido a los bajos precios de venta y supuesto se dispone de agua suficiente para regar un cultivo con mayores necesidades hídricas, se decide dedicar la parcela al monocultivo de maíz con riego por goteo. Además se van a introducir otra serie de mejoras como aumentar el contenido en materia orgánica del suelo y realizar unas labores de cultivo no agresivas con el medio.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MAÍZ

4.1. Importancia económica; nacional y mundial

El maíz (*Zea mays*), al adaptarse a condiciones climáticas diversas se cultiva en todos los continentes, en todas las regiones cálidas de la zona templada y la zona húmeda subtropical. La producción mundial de maíz pasa de los 5550 millones de quintales métricos, situándolo como el tercer gran cereal mundial, después del trigo y el arroz. El maíz se cultiva en unos 130 millones de hectáreas, lo cual equivale a tres veces la superficie que ocupa el territorio español. El país donde más maíz se cultiva es Argentina; siendo junto a EE.UU., Brasil y México los grandes productores del continente americano. Domina la producción de EE.UU. con unos 30 millones de hectáreas y cosechas de rendimientos elevados (más de 80 Qm/ha en grano seco) obteniendo la mitad de la producción mundial (213 millones de toneladas) y regulando naturalmente el mercado. Le sigue China con 20 millones de hectáreas y Brasil con 12 millones de has, otros países de África y Asia cultivan también importantes superficies. Los principales exportadores son EE.UU., Argentina y Sudáfrica, por este orden, mientras que las importaciones interesan a la U.E. (excepto Francia), Canadá y Japón.

En el ámbito nacional, el cultivo de maíz está en torno a las 500000 ha, lo cual equivale a una sexta parte de la superficie dedicada al trigo o a la cebada. Los precios de garantía para el grano de maíz no han sido estipulados hasta el año 1971. El drenaje de divisas que supone la importación es gigantesco. En el decenio del 1973 al 1983 se importaron una media de 4,4 millones de toneladas. En 1984 se importaron 2,7 millones de toneladas.

Si se sigue la evolución de este cultivo se puede observar que prácticamente no ha variado la extensión de España. En 1895 se sembraron 450000 ha y en 1985 se sembraron 496000 has, pero en cambio la producción sí ha variado desde 500000 Tn en 1895 hasta 2678000 Tn en 1985 debido a los mejores rendimientos, 11,1 Qm/ha en el primer caso a 57 Qm/ha en 1985. Las especies híbridas, los criterios de selección de variedades y las mejoras culturales, han sido los factores responsables de tales incrementos.

La producción de la provincia de Ciudad Real en 1983 representó un 2,4% respecto a la nacional.



4.2. Composición del grano de maíz

La composición de un grano de maíz es la siguiente:

- 13% de humedad.
- 87% de materia seca; de la cual:
 - 11,2% de proteínas.
 - 79,6% de hidratos de carbono.
 - 5,1% de materias grasas
 - 2,6% de celulosa.
 - 1,5% de materias minerales.

4.3. Ecología

El maíz, debido a su gran diversidad, es cultivado en gran cantidad de climas. El área principal del cultivo está entre las latitudes 30 y 55°, con una superficie limitada en las latitudes superiores a 47°.

El maíz requiere una larga estación de crecimiento y clima cálido, siendo imposible su cultivo en aquellas zonas donde la temperatura de verano sea inferior a 19°C, o el promedio de las temperaturas nocturnas durante los meses de verano sea menor de 13°C. La mayor producción se da en las zonas en que la temperatura de verano varía entre 21 y 27°C y el periodo libre de heladas sea 120 - 180 días.

En relación con sus necesidades hídricas, el maíz es cultivado en áreas donde la precipitación anual varía de 250 a más de 5000 mm. La cantidad de agua que usa el maíz varía entre 410 y 640 mm. Se considera que una lluvia de verano de 150 mm es el límite aproximado más bajo para la producción de maíz sin riego, aunque la producción va a variar según la distribución de esas lluvias y de la reserva de humedad del suelo.

En definitiva, se puede decir que la temperatura determina el área de cultivo del maíz y la elección del ciclo de la variedad y el agua define su potencial de producción.



4.4. Ciclo vegetativo

El ciclo de cultivo del maíz se puede decir que está comprendido por las siguientes fases:

4.4.1. Nascencia

La nascencia es el periodo de tiempo que va desde la siembra hasta la aparición del coleoptilo. De este periodo la fase más importante es la germinación, que se debe producir en buenas condiciones.

4.4.2 Crecimiento

Después de nacer, las plantas con el paso del tiempo van formando las hojas, apareciendo una nueva hoja cada tres días.

4.4.3. Floración

La panoja aparece veinticinco días después de la siembra; a las seis semanas comienza a emitir polen y a alargar los estilos. Cuando se produce esto, la planta se encuentra en floración. El momento más crítico para el maíz corresponde a 15 días antes de la floración y 15 días después; en este momento la planta no debe carecer de agua ni de nitrógeno.

4.4.4. Maduración y secado

Después de la octava semana de la polinización el grano tiene el mayor nivel de materia seca y un 35% de humedad, es cuando llega a la madurez fisiológica. Según pierde humedad se va acercando a la madurez comercial y en esto influyen las condiciones ambientales.



5. TÉCNICAS DE CULTIVO

5.1. Conceptos previos

5.1.1. Densidad y marco de plantación

El marco de plantación que se va a emplear es de 70 x 15 cm para así obtener una densidad de unas 90.000 plantas/ha. Para conseguir esta densidad de plantas son necesarios unos 25 kg de semilla/ha.

5.1.2. Siembra y recolección

La siembra se va a realizar el día 5 de mayo con una sembradora de golpes a una profundidad de siembra de unos 5 cm. La simiente empleada es de ciclo 600 H.S. (variedad TUNDRA). La recolección se realiza el 25 de octubre con una cosechadora de cereales adaptada.

5.1.3. Preparación del suelo

Las operaciones que se van a llevar a cabo para el establecimiento del cultivo han sido descritas en el anejo VII, técnicas de cultivo, en el cual se define el objetivo de cada una de las operaciones.

Las necesidades nutritivas de la planta, crecientes en el periodo comprendido desde que la planta tiene 8 hojas hasta 15 días después de la floración, deberán ser cubiertas con el abonado de fondo y con el de cobertera (se detallará más adelante).

En el anejo XII, necesidades y costes de cultivo, se hace un estudio de las diferentes labores; es decir, la época en la cual se realizan, tiempo empleado en cada operación por hectárea y en la totalidad de la explotación.



En el anejo VII, técnicas de cultivo, se indica en qué momento se realizan los diferentes tratamientos fitosanitarios y qué cantidad de producto habría que aportar, cantidad de abono y momento de aplicación, etc.

5.2. Abonado orgánico

El contenido en materia orgánica de nuestro suelo es del 1,9 % y se va a enriquecer hasta alcanzar el 2,4 %; valor que mantendremos en el suelo.

Como el balance de materia orgánica en el suelo es negativo, se procederá a realizar un a enmienda orgánica de enriquecimiento, para alcanzar el 2,4 % en materia orgánica, y otra de mantenimiento. Anualmente se aportarán 14570 kg de estiércol vacuno por hectárea (9500 de enriquecimiento + 5070 de mantenimiento).

Para la realización de este abonado orgánico se ha tomado como referencia la tabla de *Wolff*, para así ver la cantidad de los distintos elementos que aporta el estiércol.

Hay que tener la precaución de aportar el estiércol con suficiente antelación a la siembra, ya que cuando se realiza esta aportación, aumenta considerablemente la porosidad del suelo y esto no es muy conveniente porque el maíz no requiere una porosidad muy elevada.

Los aportes de nutrientes no son constantes todos los años, sino que varían de la siguiente forma: el primer año aportan el 50%, el segundo año el 35% y el tercer año el 15% restante. Estos datos son muy importantes para el cálculo del abonado inorgánico, ya que estos aportes se restan a las necesidades que debemos cubrir.

La cantidad de estos nutrientes que se aportan por año son las siguientes:

Tabla 1

“Aportaciones de nutrientes al suelo por el estiércol dependiendo del año (aportación de 14570 kg/ha cada año de cultivo; suma de enriquecimiento + mantenimiento).”

Nutriente	1 ^{er} año(50%)	2ºaño(35%+anterior)	3 ^{er} año(15%+anterior)
N(5‰)	36,43 Kg	61,92 Kg	72,85 Kg
P(1,5‰)	10,93 Kg	18,57 Kg	21,85 Kg
K(6‰)	43,71 Kg	74,31 Kg	87,42 Kg



5.3. Abonado inorgánico

Para el cálculo del abonado inorgánico se debe tener en cuenta la producción media que se pretende obtener; siendo ésta de unos 14000 kg/ha, techo productivo en la zona, y sabiendo que las extracciones del cultivo son 22-10-18 de N-P-K por cada 1000 kg de grano, las necesidades que se deben cubrir son las siguientes (descontando los aportes de la materia orgánica):

Tabla 2
"Resumen de necesidades"

NECESIDADES	Nitrógeno(Kg/ha)	Fósforo (Kg/ha)	Potasio (Kg/ha)
1 ^{er} año	271,57	129,07	208,29
2 ^o año	246,08	121,43	177,69
3 ^{er} año y sucesivos	235,15	118,14	164,58

El fósforo y el potasio lo vamos a aplicar todo en sementera ya que son poco móviles en el suelo. El nitrógeno por el contrario, lo aplicamos mitad en sementera y la otra mitad en tres coberteras.

5.3.1. Abonado de fondo

Aportamos todo el fósforo, todo el potasio y la mitad del nitrógeno. Para cubrir las necesidades se aportan las siguientes cantidades de abonos simples:

1^{er} año:

N → 300 kg de urea(46% de N)/ha.

P → 280 kg de superfosfato(46% de P_2O_5)/ha.

K → 420 kg de sulfato potásico(50% de K_2O)/ha.

**2^{er} año:**

N → 270 kg de urea(46% de N)/ha.

P → 265 kg de superfosfato(46% de $P_2 O_5$)/ha.

K → 355 kg de sulfato potásico(50% de $K_2 O$)/ha.

3^{er} año y sucesivos:

N → 255 kg de urea(46% de N)/ha.

P → 260 kg de superfosfato(46% de $P_2 O_5$)/ha.

K → 330 kg de sulfato potásico(50% de $K_2 O$)/ha.

Tras la aplicación del abonado de fondo quedan cubiertas las necesidades de fósforo, potasio y la mitad de las de nitrógeno; por lo tanto habrá que aportar un abonado de cobertera que cubra las necesidades restantes de nitrógeno.

5.3.2. Abonado de cobertera

En el abonado de cobertera se aportan aquellos elementos que no cubran sus necesidades con el abonado de fondo; en este caso es el nitrógeno.

La aplicación de la cobertera, que se expone en el anejo VII, correspondiente a técnicas de cultivo, se va a fraccionar en tres aportaciones dependiendo de las necesidades del cultivo.

El abonado de cobertera se va a realizar empleando una solución nitrogenada con una concentración del 20% en nitrógeno.

La aportación del abonado al cultivo se realizará mediante el sistema de riego, inyectando el abono líquido, almacenado en un tanque de abonado, en la red de riego.

Según el tiempo de aplicación, se realizará una fertirrigación continua del abonado, es decir, el período de aplicación de los fertilizantes será el mismo que el del riego. La aplicación se realizará en tres fases, que es cuando no se mantiene la proporcionalidad entre el agua y el abonado, existiendo dos períodos de riego sin abonado, generalmente al principio y



al final del mismo, dándose la frecuencia: agua – agua más abonado – agua. Por tanto, no se suministrará abono antes y después de cada turno de riego, durante un mínimo de media hora.

Las fechas de aplicación del abonado de cobertera son las siguientes:

- Primera: cuando la planta alcance los 25 cm (50%).
- Segunda: después de aparecer los penachos (25%).
- Tercera: después de la fecundación (25 %).

Los aportes anuales son los siguientes:

1^{er} año: aplicación de 135,78 U.F./ha

Tabla 3
“Aportación de solución nitrogenada (N-20).”

Aportación	Solución nitrogenada (N-20)	
	U.F./ha	l/ha
1 ^a (50%)	67,89	340
2 ^a (25%)	33,94	170
3 ^a (25%)	33,94	170

2^o año: aplicación de 123,04 U.F./ha

Tabla 4
“Aportación de solución nitrogenada (N-20).”

Aportación	Solución nitrogenada (N-20)	
	U.F./ha	l/ha
1 ^a (50%)	61,52	310
2 ^a (25%)	30,76	155
3 ^a (25%)	30,76	155

**3^{er} año y sucesivos:** aplicación de 117,57 U.F./ha

Tabla 5
“Aportación de solución nitrogenada (N-20).”

Aportación	Solución nitrogenada (N-20)	
	U.F./ha	l/ha
1 ^a (50%)	58,78	300
2 ^a (25%)	29,39	150
3 ^a (25%)	29,39	150

5.4. Tratamientos herbicidas

Los tratamientos fitosanitarios se llevarán a cabo mediante pulverizaciones. Para realizar dichos tratamientos será necesario emplear el tractor y el pulverizador. Se realizarán dos tratamientos herbicidas:

- Un primer tratamiento tras la siembra (tratamiento de pre-emergencia) para evitar competencias de las malas hierbas con el cultivo.
- Un segundo tratamiento a primeros de junio (tratamiento de post-emergencia) que pretende eliminar alguna mala hierba en concreto; en esta zona suele ser contra *Chenopodium album* (cenizo).

El calendario de tratamientos, productos, y dosis son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6
“Calendario de los tratamientos herbicidas”

Fecha	Mala hierba	Materia activa	Plazo de seguridad	Dosis de producto
Tras la siembra, a primeros de mayo	monocotiledóneas	simazina 25% + atrazina 24%	30 días	3 l/ha de <i>bellater</i>
Primeros de junio	dicotiledóneas	paraquat	15 días	2,5 l/ha de <i>paraquat</i>



6. SOLUCIÓN DE RIEGO ADOPTADA

6.1. Elección del sistema de riego

Dado el tipo de explotación que se está proyectando, se ha optado por implantar un sistema de riego localizado por goteo que ofrece multitud de ventajas frente a otros sistemas de riego.

6.1.1. Justificación de la solución adoptada

Las ventajas que ofrece este sistema de riego y que justifican su implantación son las siguientes:

- Posibilidad de regar si se dispone de poca cantidad de agua (mejor aprovechamiento del agua).
- Posibilidad de regar si la topografía del terreno es irregular.
- Mayor uniformidad del riego.
- Reducción de malas hierbas, por ser mojado poco volumen y concentrarse éstas alrededor de los goteros.
- Permite la aplicación localizada de abonos a través de la fertirrigación.
- Mínimo gasto de energía de las plantas en la absorción de agua y nutrientes al mantenerse el bulbo húmedo a capacidad de campo.
- Aumento de la producción y mejor calidad de los frutos como consecuencia de tener la planta satisfechas sus necesidades de agua y de nutrientes en cada instante.
- Permite el empleo de aguas más salinas.



7. SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO: DISEÑO AGRONÓMICO

Esta parte es de fundamental importancia, debido a que en el diseño agronómico se basarán los posteriores cálculos hidráulicos.

7.1. Necesidades de agua

Se han calculado todos los parámetros que han conducido a la obtención de las necesidades de riego por meses, para así obtener el tiempo de riego por hectárea y, por lo tanto, el volumen aportado.

Como se puede observar en este diseño, la máxima evapotranspiración según Blaney y Criddle para Ciudad Real (Prontuario de Hidráulica) se da en el mes de julio (199 mm/mes), a pesar de que, cuando se aplican los distintos coeficientes (de cultivo, de localización, etc.), las mayores necesidades netas se dan en el mes de agosto (172,32 mm/mes).

Una vez calculadas las necesidades netas, se obtienen las necesidades totales mensuales y a continuación las necesidades diarias, dependiendo de los meses.

Las necesidades diarias son las siguientes:

- Mayo: 0,66 mm/día
- Junio: 2,25 mm/día
- Julio: 5,66 mm/día
- Agosto: 7,07 mm/día
- Septiembre: 3,51 mm/día

Por lo que el tiempo de riego según el mes será de:

- Mayo: 0,23 horas/día
- Junio: 0,80 horas/día
- Julio: 2,00 horas/día
- Agosto: 2,49 horas/día
- Septiembre: 1,23 horas/día



Dependiendo de la climatología con que venga el año se comenzará a regar a mediados o finales de mayo. Se regará a lo largo de todo junio, julio y agosto y se suspenderán los riegos a mediados de septiembre, para facilitar el secado del grano.

En los meses de mayo y junio el intervalo de riegos será de 4 y 2 días respectivamente, en el resto de meses se regará cada día.

7.2. Determinación del número de emisores y su disposición

Se adopta un emisor con las siguientes características:

- Presión nominal: $h_a = 1 \text{ atm} = 10 \text{ mca}$
- Caudal nominal: $q_a = 4 \text{ l/h}$
- Conexión: interlínea
- Coeficiente de variación de fabricación: $CV = 0,018$
- Exponente de descarga: $x = 0,512$

Disposición de los emisores:

- La separación entre emisores dentro de una misma línea es de 1 m.
- Se dispone una línea de goteros cada 1,4 m (una línea de goteros por cada dos líneas de plantas).
- Se dispondrán $0,71 \text{ emisores/m}^2$.
- Según la guía de estimación del porcentaje del porcentaje de suelo humedecido (P) desarrollada por Keller y Karmeli (1974), con esta separación entre laterales se conseguirá un valor de P suficiente (87 %).



8. SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO: DISEÑO HIDRÁULICO

8.1. Descripción general

La finca sobre la que se ha planificado el sistema de riego tiene una superficie de 9,5 hectáreas y está dividida en un total de 8 subunidades de riego, en función del tiempo de riego necesario para el mes de máximas necesidades, el mes de agosto.

El cálculo de la red de tuberías de la instalación se ha realizado en el anejo X, diseño hidráulico, y su distribución completa se encuentra representada en los planos correspondientes.

Tubería principal

La red de tuberías principales, compuesta por tuberías primarias y secundarias, comienza a la salida del cabezal y está formada por varios tramos, todos ellos de PVC de 6 atmósferas. Todos los tramos que componen la red principal son de $\varnothing 90$ mm.

Tubería terciaria

Las tuberías terciarias de las distintas subunidades de riego son de PVC de 6 atmósferas. Éstas alimentan a las tuberías laterales (portagoterros) por un punto intermedio, con la finalidad de optimizar el reparto de caudales.

El diámetro de esta tubería es $\varnothing 75$ mm en las subunidades 1, 2, 3, 4, 5 y 6, y $\varnothing 63$ mm en las subunidades 7 y 8.

Los diámetros y longitudes, así como los demás detalles referentes a estas tuberías se encuentran especificados en el anejo X (ver plano nº 3).

En cada tubería terciaria se colocará un regulador de presión y una electroválvula. Además, en cada unión de tubería secundaria y terciaria se colocará una arqueta para proteger los reguladores de presión y las electroválvulas.

La red de tuberías principales y las tuberías terciarias se enterrarán en una zanja de 1 metro de profundidad y 50 cm de anchura.



Tubería lateral

Las tuberías laterales de riego (ramales portagoteros) partirán de la tubería terciaria y serán de PEBD de 2,5 atmósferas y $\varnothing 16$ mm.

La longitud real de cada ramal portagoteros es de 100 m. Los goteros dentro de un mismo ramal están separados un metro y el caudal de cada uno es de 4 l/h; por lo tanto el caudal de cada lateral será de 200 l/h, ya que el lateral está alimentado por su punto medio (ver plano n° 3).

8.2. Equipo de bombeo

La captación de agua se realizará de un sondeo de 45 metros de profundidad. Se instalará un grupo electrobomba sumergida de 15 c.v. de potencia a 380v, capaz de elevar un caudal de 33000 l/h a una altura manométrica de 80 mca. La bomba se sumergirá a una profundidad de 35 m, la cual se sustentará sobre la placa de anclaje a través de espárragos.

A la salida de la columna de la electrobomba se instalará una válvula de retención, para evitar el retorno del agua en sentido contrario en paradas y durante el funcionamiento del motor.

La tubería de impulsión está compuesta por 11 tramos de acero fundido de $\varnothing 90$ mm.

8.3. Cabezal de filtrado

El cabezal de filtrado automático estará compuesto por:

- Dos filtros de arena de 3", de diámetro 700 mm, superficie de filtrado de 3000 cm² y con un caudal filtrante máximo de 20 m³/h cada uno.
- Dos filtros metálicos de mallas de 3" con un caudal filtrante de 20 m³/h.
- Programador eléctrico para automatizar su limpieza.

Los filtros de arena se colocarán en paralelo de forma que se pueda realizar su limpieza mediante un contralavado, utilizando el agua limpia de uno para el otro.



8.4. Equipo de fertirrigación y automatismos

El equipo de fertirrigación constará de un depósito de abono provisto con un pequeño filtro en la salida, para evitar posibles obturaciones, destinado a almacenar el abono líquido correspondiente para el abonado de cobertera con la solución N – 20%. La capacidad del depósito es de 1000 l.

El depósito de abono llevará incorporado una bomba dosificadora, con la función de inyectar el abono en la tubería que unirá el filtro de arena y el filtro de mallas. La bomba dosificadora instalada será eléctrica e inyectará un caudal constante de abono, solamente regulando el tiempo de inyección. El tiempo de funcionamiento de la bomba inyectora va determinado por un programador de riego conectado a la misma.

El automatismo de la instalación de riego se realizará mediante un programador electrónico de 12 estaciones, que tendrá la función de controlar la apertura y cierre de las electroválvulas que regarán cada unidad de riego. También controla la inyección de abono a cada una de estas unidades. El programador de riego efectúa los controles por tiempo, de tal forma que si se interrumpiera en algún caso el suministro de luz, al reiniciarse el mismo, el programador continuará con el programa de riegos por donde se detuvo, sin incrementar el tiempo de riego.



9. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

9.1. Vida útil del proyecto

Para la evaluación financiera del proyecto, se estimará una vida útil de la plantación de 20 años.

9.2. Evaluación financiera de la inversión

En el anejo XIII se ha realizado el estudio económico detallado de la inversión. En el supuesto de financiación propia, los indicadores de rentabilidad calculados son los siguientes:

9.2.1. Valor Actual Neto (VAN)

Este indicador mide la rentabilidad neta generada por el proyecto en función de una tasa de actualización determinada. Para distintas tasas de actualización, el VAN obtenido es el siguiente:

Tabla 7
“Valores del VAN para distintas tasas de actualización”

Tasa de actualización	VAN
0 %	104.607,88 €
5 %	52.301,76 €
10 %	27.583,83 €
15 %	14.536,63 €
20 %	6.961,04 €
25 %	2.217,15 €
30 %	-925,33 €

9.2.2. Relación beneficio – inversión (VAN / inversión)

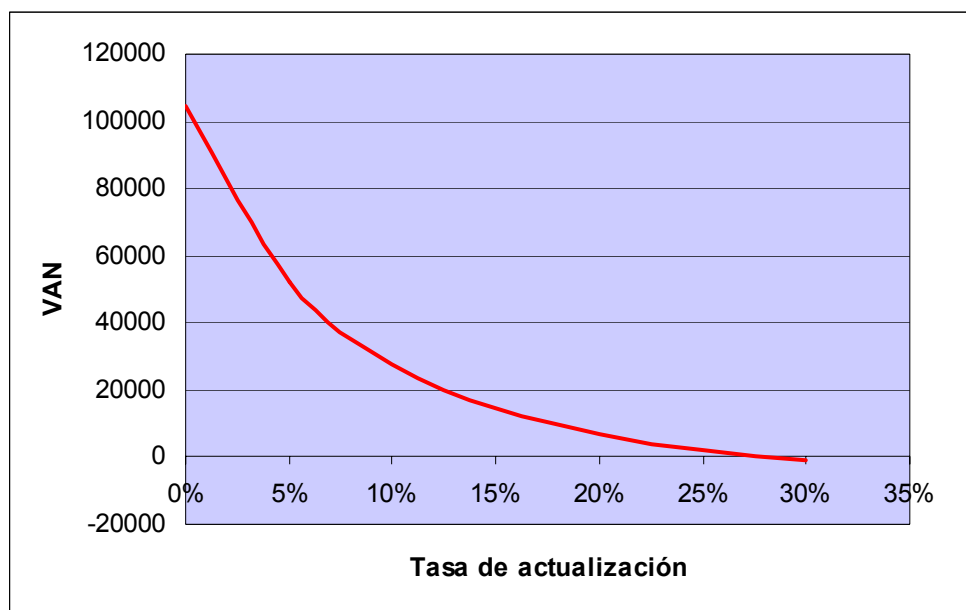
Expresa la rentabilidad de la inversión. Para distintas tasas de actualización, la relación beneficio/inversión toma los siguientes valores:

Tabla 8
“Relación VAN/inversión para distintas tasas de actualización”

Tasa de actualización	VAN / INVERSIÓN
0 %	3,69
5 %	1,84
10 %	0,97
15 %	0,51
20 %	0,24
25 %	0,07

9.2.3. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Se puede decir que una inversión es viable cuando su tasa interna de rendimiento excede al tipo de interés al cual el inversor puede conseguir recursos financieros. El valor que tome el TIR será aquel que haga que el VAN sea igual a cero. La tasa interna de rendimiento alcanza un valor del 28,32 %.



Gráfica 1
“Representación de la TIR”

**10. PRESUPUESTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO**

<i>CAPÍTULO</i>	<i>PRESUPUESTO</i>
I. EQUIPO DE BOMBEO Y ACCESORIOS	7721,66 €
II. CABEZAL DE FILTRADO Y EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN	4116,54 €
III. TUBERÍA PRINCIPAL Y ACCESORIOS	2501,30 €
IV. TUBERÍA TERCIARIA Y ACCESORIOS	3490,45 €
V. TUBERÍA LATERAL (PORTAGOTEROS) Y ACCESORIOS	7612,92 €
VI. MOVIMIENTO DE TIERRAS	604,50 €
VII. MANO DE OBRA DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO	1153,42 €
VIII. COSTES DEL PROYECTISTA (4 % sobre el importe total de la instalación de la red de riego)	1088,03 €
<i>TOTAL</i>	28288,82 €
16 % I.V.A.	4526,21 €
<i>IMPORTE TOTAL</i>	32815,03 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material del presente Proyecto a la expresada cantidad de **TREINTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS QUINCE EUROS CON TRES CÉNTIMOS DE EURO.**

Ciudad Real, Mayo de 2003

El alumno:

Antonio B. Pavón Chocano



11. CONSIDERACIONES FINALES

Del estudio técnico y económico realizado a lo largo de este trabajo, se deduce que el Proyecto de “Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz” en el Término Municipal de Puerto Lápice (Ciudad Real) es viable, lo cual induce a pronunciarse sobre la conveniencia de llevar a buen fin este proyecto.