

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL
MEDIO NATURAL



PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN EL T.M DE SAGUNTO (VALENCIA)

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutora: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

ÍNDICE

1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objeto y justificación del Proyecto	1
2. Datos generales de la explotación	3
2.1. Solicitante y promotor	3
2.2. Situación y localización	3
2.3. Topografía	3
2.4. Emplazamiento catastral	4
2.5. Superficie de cultivo.....	4
2.6. Tipo de riego a implantar en la superficie regable y procedencia de las aguas	4
3. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.....	4
3.1. Técnicos	4
3.2. Legislación.....	4
3.2.1. Del suelo	5
3.2.2. Del medio ambiente	5
3.2.3. De las instalaciones	5
3.2.4. Actividades cualificadas.....	6
3.2.5. Administrativas.....	6
4. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....	6
4.1. Evolución y situación de la citricultura	6
4.1.1. Evolución y situación de la citricultura española	6
4.1.2. Evolución y situación de la citricultura en la Comunidad Valenciana.....	6
4.2. Exigencias en clima y suelo	7
4.3. Patrones	8
4.4. Variedades	8
5. ELECCIÓN VEGETAL	9
6. NECESIDADES HÍDRICAS	10
6.1. Necesidades netas de riego	10
6.2. Necesidades totales de riego.....	10
7. PARÁMETROS DE RIEGO	11

7.1.	Número de emisores y separación entre ellos	11
7.2.	Programación del riego.....	11
8.	SECTORIZACIÓN.....	12
9.	SUBUNIDADES DE RIEGO.....	12
9.1.	Características del lateral, del emisor y de la tubería terciaria empleados	12
9.2.	Diseño de las subunidades de riego	13
9.3.	Replanteo de las subunidades de riego y de las filas de árboles.....	13
9.4.	Dimensionado de las subunidades de riego	14
10.	RED DE TRANSPORTE.....	16
10.1.	Dimensionado de la red de transporte	16
11.	SISTEMA DE BOMBEO.....	18
11.1.	Tipo de bomba	18
11.2.	Análisis de la red de riego en EPANET 2.0.....	18
12.	CABEZAL DE RIEGO	19
12.1.	Sistema de filtrado	19
12.2.	Sistema de fertirrigación	20
13.	SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	20
14.	ACTUACIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	21
14.1.	Descripción de las obras.....	21
14.2.	Necesidades de maquinaria y aperos	23
15.	COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	24
16.	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR.....	24
17.	ESTUDIO SOLAR PREVIO	25
18.	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	26
18.1.	Potencia eléctrica y energía hidráulica necesaria.....	26
18.2.	Potencia del generador fotovoltaico.....	27
18.3.	Selección de las placas solares	27
18.4.	Selección del variador de frecuencia	28
18.5.	Dimensionado del Generador Fotovoltaico	28
18.6.	Selección del inversor	29
18.7.	Distancia mínima entre captadores	30
18.8.	Estructura de los módulos.....	30

18.9.	Configuración del sistema fotovoltaico	31
18.10.	Ubicación del parque fotovoltaico	32
18.11.	Cálculo del cableado en corriente continua y corriente alterna	32
18.12.	Protecciones	32
19.	PLAZO DE EJECUCIÓN	33
20.	ESTUDIO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO	33
21.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidades de riego totales, expresadas en distintas unidades; l/día/árbol, mm/día, mm/mes para cada uno de los meses del año	10
Tabla 2. Resumen de la programación de riego, tiempo de riego diario para cada uno de los meses del año, expresado en h/día	12
Tabla 3. Valores de caudal y superficie para la nueva distribución de las subunidades de riego	14
Tabla 4. Resumen de los valores de los diámetros, longitudes y presión a la entrada de los laterales que conforman cada subunidad de riego	15
Tabla 5. Resumen de los valores de los diámetros, longitudes y presión a la entrada de las tuberías terciarias que conforman cada subunidad de riego	15
Tabla 6. Resultados obtenidos del RGwin. Valores de los diámetros interior, nominal, pérdida de carga (h_i) y pérdida de carga acumulada ($h_{acumulada}$)	17
Tabla 7. Listado de elementos de control y automatización de la instalación de riego localizado	21
Tabla 8. Necesidades de maquinaria y aperos	24
Tabla 9. Resumen de ventajas y desventajas que presenta los sistemas de bombeo solar	25
Tabla 10. Valores de las horas sol pico (HSP) en MJ/m ² ·día y las HSP expresadas en KWH/m ² ·día para cada uno de los meses, para la provincia de Castellón.....	26
Tabla 11. Valores de las HSP para la inclinación óptima de 35º para cada uno de los meses del año, expresado en WKh/m ² ·día.	26
Tabla 12. Valores de Energía solar mensual ($E_{solarmensual}$) para cada de los meses del año, expresado en KWh/m ²	26
Tabla 13. Valores de la potencia hidráulica (P_h) y de la energía hidráulica ($E_{hsector}$) para cada uno de los sectores de riego, expresadas en W y W·h respectivamente	27
Tabla 14. Características principales de los paneles ATERSA-270 P.....	28
Tabla 15. Características principales del variador de frecuencia Power Electronics SD7SP0075 5.....	28
Tabla 16. Características principales del inversor HUAWEI SUN 2000-17KTL	30

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Sagunto es un municipio perteneciente a la provincia de Valencia y está situado en la comarca del Camp de Morvedre, siendo la capital de ésta. La ciudad tiene dos núcleos principales: el casco histórico y el Puerto de Sagunto, a 5 km del casco histórico. Sagunto se encuentra a orillas del río Palancia, el río es poco sinuoso y tiene fuerte gradiente hasta las cercanías de la misma ciudad.

La actividad económica principal de este municipio es la industria siderúrgica y en la explotación de cítricos. Dentro del suelo cultivado prevalecen cultivos de secano como algarrobos, olivos y algunas vides y almendros, mientras que los cultivos de regadío se caracterizan por el naranjo y otros frutales. Hasta el siglo XIX fue una población esencialmente vinícola, siendo de gran importancia en exportación de vinos y aguardientes a Francia. Tras la destrucción de los viñedos por la filoxera en los inicios del siglo pasado y la conversión del secano en regadío, los viñedos fueron sustituidos por los agrios.

1.2. Objeto y justificación del Proyecto

El presente Proyecto tiene como objeto abordar una solución técnica, así como el cálculo y diseño de las obras necesarias para la modernización y cambio de cultivo de la parcela que conforma la explotación agrícola “El Cabeçolet” propiedad de la empresa ANTONIO LLUSAR Y CIA S.L.

ANTONIO LLUSAR Y CIA S.L desempeña su actividad profesional dentro de la rama agraria, concretamente en la comercialización y producción de cítricos. Dicha empresa, gestiona diversas explotaciones agrícolas con el fin de obtener el máximo rendimiento autosostenible. La explotación agrícola de estudio, está compuesta por una única finca rústica la cual dispone de una superficie total de 13,0951 ha situada en el término municipal de Sagunto (Valencia).

La empresa tiene previsto realizar una modernización de la explotación agrícola, para adaptarse a las nuevas tendencias y exigencias del mercado. Actualmente, sobre dicha explotación se halla implantado un cultivo de cítricos, el cual muestra un estado vegetativo muy deteriorado debido a que dicha plantación se encuentra al final de su vida productiva. También debemos indicar que las variedades de cítricos que se encuentran actualmente implantadas en dicha explotación no son económicamente viables y se encuentran obsoletas, dado que el mundo de la citricultura se encuentra en una constante reestructuración. Es por ello, que surge la necesidad de implantar nuevas variedades más competitivas y con mayor proyección de futuro. Otro aspecto de gran importancia, y en el que se debe tener especial atención, es el sistema de

producción que hay actualmente implantado en la explotación, dado que las parcelas se encuentran distribuidas en diferentes bancales debido al sistema de riego tradicional que antiguamente se efectuaba, lo que dificulta y encarece notablemente el desempeño de las labores de cultivo.

Por todo lo mencionado anteriormente y en proyección de obtener el mayor rendimiento de la explotación, se ha considerado oportuno llevar a cabo la modernización de la explotación agrícola, con la consiguiente unificación de los diferentes bancales, siempre y cuando las pendientes no sean excesivas y puedan favorecer a la erosión del terreno por escorrentía.

En este proyecto se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- La descripción general de los estudios del medio físico de la zona de estudio. Algunos de ellos son el estudio cartográfico, topográfico, climático, edafológico... (ver *Anejo 1. Caracterización del medio físico y del material vegetal*).
- El estudio de los parámetros climáticos utilizados para el estudio bioclimático y cálculo de necesidades hídricas han sido obtenidos de la página web de la Agencia Española de Meteorología y del servicio de riegos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA (ver *Anejo 1. Caracterización del medio físico y del material vegetal*).
- Estudio de los principales criterios seguidos para la elección del material vegetal. Éstos son: la evolución y situación de la citricultura (a nivel de país-España y de Comunidad Autónoma- CV), las exigencias en clima y suelo, los patrones y las variedades disponibles en el mercado actual. A partir de los criterios recopilados, se lleva a cabo la elección del material vegetal a implantar en la explotación del presente proyecto (ver *Anejo 2. Elección del material vegetal*).
- Determinación de los valores de las necesidades netas y totales de riego del cultivo para su localización (ver *Anejo 3. Diseño agronómico del riego localizado*).
- La determinación de los parámetros de riego, la sectorización de las parcelas y la programación del riego (ver *Anejo 3. Diseño agronómico del riego localizado*).
- El cálculo y dimensionado de las subunidades de riego proponiendo dos tipos de estudios diferentes para cada una de las subunidades de riego (ver *Anejo 4. Cálculo y dimensionado de las subunidades de riego*).

- El diseño y dimensionado de la red de transporte (ver *Anejo 5. Diseño de la red de transporte*).
- Estudio del sistema de bombeo actual y de una posible alternativa y de los elementos de regulación, control y distribución (ver *Anejo 5. Diseño de la red de transporte*).
- Análisis de la red de riego en el programa informático EPANET 2.0 (ver *Anejo 5. Diseño de la red de transporte*).
- Diseño y dimensionado del cabezal de riego, incluyendo en éste el sistema de bombeo, filtrado, fertirrigación, control y automatización (ver *Anejo 6. Cabezal de riego y valvulería*).
- Descripción de las actuaciones previas a la plantación (ver *Anejo 7. Actuaciones previas a la plantación*).
- Cálculo y dimensionado de una instalación fotovoltaica conectada a red con la finalidad de alimentar al grupo de bombeo seleccionado. Así como la elección de todos los componentes necesarios en la instalación fotovoltaica (ver *Anejo 8. Cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica*).

2. Datos generales de la explotación

2.1. Solicitante y promotor

El solicitante y promotor de este proyecto es la empresa ANTONIO LLUSAR Y CIA, S.L. con C.I.F ES B-12029153 y domicilio en calle Padre Roque Melchor s/n, Xilxes (Castellón).

2.2. Situación y localización

La zona objeto de actuación está localizada en su totalidad en el término municipal de Sagunto (Valencia), tal y como se puede observar en el *Plano 1. Situación y en el Plano 2. Emplazamiento*.

2.3. Topografía

La topografía de la zona de actuación puede observarse en el *Plano 3. Topográfico* donde se detallan las cotas y los niveles de los banales existentes.

2.4. Emplazamiento catastral

Las parcelas objeto de transformación y modernización se encuentran en el *Plano 4. Ortofoto del parcelario actual y en el Plano 5. Zona regable con sondeo* y son las siguientes:

- Término Municipal: Sagunto (Valencia)
- Partida: El Cabeçolet
- Polígono 21
- Parcela 47
- Uso local principal: Cultivo de naranjos y mandarinos
- Superficie afectada por el proyecto
 - Superficie total de las parcelas: 13,0951 ha
 - Superficie no afectada por ser zona improductiva-Matorral: 1,9073 ha

2.5. Superficie de cultivo

La superficie total de la finca destinada a la producción de cítricos es de 11,08 ha, lo que equivale a 134,5 hanegadas valencianas.

2.6. Tipo de riego a implantar en la superficie regable y procedencia de las aguas

Previa a la transformación de la explotación agraria, el tipo de riego de la zona era mediante sistemas de riego tradicionales por inundación.

En el presente proyecto se va a implantar un sistema de riego a presión basado en el riego localizado. La finca agraria objeto de estudio se abastecerá a partir de un sondeo en propiedad de la empresa, con un caudal máximo de 35 l/s.

3. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES

3.1. Técnicos

Serán planteados en los diferentes Anejos del presente proyecto, adoptando las soluciones más adecuadas para la resolución de los problemas.

3.2. Legislación

Son específicos del presente proyecto los condicionantes legales y normativas de aplicación expuestos en el *Documento nº3 Pliego de Condiciones*.

Son de aplicación al presente Proyecto los condicionantes legales expuestos en todos aquellos artículos que le afecten de la legislación que a continuación se citan:

3.2.1. Del suelo

- Real Decreto 1346/1976 de 9 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 2159/1978 de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen de suelo y Ordenación Urbana.
- Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje de la C.V. (LOTUP).

3.2.2. Del medio ambiente

- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio de Evaluación del Impacto Ambiental (B.O.E. nº239).
- Ley 2/1989 de 3 de marzo de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental (D.G.O.V. nº1021).
- Decreto 162/1990 de 15 octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental (D.G.O.V. nº 1412).
- Ley 6/2014 de 25 de julio de prevención, calidad y control ambiental de actividades en la C.V.
- Ley 5/2014 de 25 de Julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana.
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental

3.2.3. De las instalaciones

- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

3.2.4. Actividades cualificadas

- Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de actividades molestas, insalubres nocivas y peligrosas (RAMINP).

3.2.5. Administrativas

El ayuntamiento de Sagunto, no representa ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente Proyecto.

4. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

Con motivo de la reconversión del cultivo de cítricos que pretende llevarse a cabo en la parcela que conforma el presente proyecto, en el *Anejo II. Elección del material vegetal*, se procede a establecer las bases de la elección del material vegetal a implantar.

4.1. Evolución y situación de la citricultura

4.1.1. Evolución y situación de la citricultura española

En el apartado *2.1.1. Evolución y situación de la citricultura española del Anejo II*, se menciona la gran importancia económica que ha tenido la citricultura desde tiempo inmemoriales en multitud de países entre los que se encuentra España, mayor productor de cítricos de Europa. Actualmente, España forma parte de los 10 países con la mayor producción de cítricos por campaña, una muestra más de la elevada importancia de éstos en esta región.

Cabe destacar que los cítricos más cultivados y consumidos en la actualidad son: naranjas, limones, mandarinas y pomelos, todas ellas con sus distintas variedades. Las naranjas y mandarinas son los cítricos con mayor producción y consumo actualmente en mayor proporción al resto, seguidos de éstos se encuentran los limones y por último los pomelos.

4.1.2. Evolución y situación de la citricultura en la Comunidad Valenciana

En el apartado *2.1.2. Evolución y situación de la citricultura de la Comunidad Valenciana del Anejo II*, se recalca la importancia de realizar una mención especial al caso de la Comunidad Valenciana, ya que se trata de un gran potencial nacional en cuanto a la exportación de cítricos. Las áreas cultivadas se encuentran distribuidas de una forma uniforme a lo largo del territorio, existiendo una dominancia de cultivos en el este de la Comunidad.

Un recurso importante que convierte a la región valenciana en referente del sector, reconocida por la producción de las naranjas y mandarinas es la calidad inusual

de sus suelos y la abundancia de agua con respecto a sus competidores inmediatos como es el caso de Andalucía y Murcia.

Actualmente, el sector citrícola valenciano está dando un giro radical y ha entrado en una profunda crisis. Según algunos estudios, en un breve plazo de tiempo, las plantaciones del sur de España superarán en cantidad y rentabilidad a los tradicionales campos de toda la Comunidad Valenciana debido principalmente a diferentes problemas a los que debe de hacer frente como son el abandono de los cultivos por falta de rentabilidad, la rigidez respecto a la tendencia cambiante de los mercados, el envejecimiento de los productores y la falta de relevo generacional.

Dada la concentración geográfica de la producción de los cítricos, existieron algunos acontecimientos que llevaron a cabo una reducción importante de la producción y estimuló cambios de patrones y variedades atendiendo a las sensibilidades o tolerancias de cada uno de ellos. Uno de los acontecimientos/crisis más notorias de la citricultura a nivel mundial fue el virus de la Tristeza de los cítricos.

4.2. Exigencias en clima y suelo

Los factores climáticos y edafológicos principales que afectan al cultivo de los cítricos se ven reunidos en el apartado 2.2. *Exigencias en clima y suelo del Anejo II*. Los cítricos son una especie subtropical. El factor limitante más importante es la temperatura mínima, ya que no tolera las inferiores a -3°C. No tolera las heladas, ya que sufre tanto las flores y frutos como la vegetación, que pueden desaparecer totalmente. Presenta escasa resistencia al frío (a los 3-5°C bajo cero la planta muere). No requiere horas-frío para la floración. No presenta reposo invernal, sino una parada del crecimiento por las bajas temperaturas (quiescencia), que provocan la inducción de ramas que florecen en primavera. Necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos. Requiere importantes precipitaciones (alrededor de 1.000 mm), que cuando no son cubiertas hay que recurrir al riego. Es muy sensible al viento, sufriendo pérdidas de frutos en precosecha por transmisión de la vibración. Necesitan suelos permeables y poco calizos y un medio ambiente húmedo tanto en el suelo como en la atmósfera.

Se recomienda que el suelo sea profundo para garantizar el anclaje del árbol, una amplia exploración para una buena nutrición y un crecimiento adecuado. Los suelos deben tener una proporción equilibrada de elementos gruesos y finos (textura), para garantizar una buena aireación y facilitar el paso de agua, además de proporcionar una estructura que mantenga un buen estado de humedad y una buena capacidad de cambio catiónico. No toleran la salinidad y son sensibles a la asfixia radicular. En general la salinidad afecta al crecimiento de las plantas mediante tres mecanismos relacionados entre sí, pero distintos.

4.3. Patrones

En el apartado 2.3 *Patrones del Anejo II*, se lleva a cabo un estudio de la evolución de los patrones de cítricos a escala global, así como una recopilación de los patrones de cítricos más utilizados.

Durante los últimos años se han caracterizado por un afán investigador en busca de un patrón que reúna el mayor número posible de ventajas. Por ello se vienen desarrollando proyectos de mejora genética de patrones. El problema surge porque las investigaciones sobre patrones son muy lentas, ya que el estudio de un nuevo patrón lleva consigo el trabajo de más de veinte años y una vez obtenido ese patrón, en un país, los trabajos precisos para ver su adaptación en otro país se alargan del orden de diez años más.

La evolución de los patrones ha estado ligada a la aparición de enfermedades, siendo durante la segunda mitad del siglo XIX, tras la aparición el virus de la tristeza, que se extendió por todas las comarcas citrícolas, cuando se comenzó de forma decisiva el estudio y perfeccionamiento de las técnicas de cultivo.

Los patrones tolerantes a las enfermedades del CTV y de la podredumbre de la raíz, no presentan el buen comportamiento del naranjo amargo en cuanto a su adaptación al suelo y al clima. Esto es debido a que existen más de 20 características hortícolas que se hallan influidas por el patrón. Queda evidenciado que no existe un patrón ideal; cada uno tiene sus ventajas y desventajas, por lo que se deben tenerse en cuenta varios factores cuando se vayan a seleccionar para ser empleados.

El naranjo amargo ha sido tradicionalmente empleado como patrón de todas las especies. No obstante, desde 1968 y como consecuencia de la eclosión del virus de la tristeza, su uso ha quedado restringido, y prácticamente sólo se destina a servir como patrón de limones y en ornamentación.

Actualmente, algunos de los patrones más extendidos en España son:

- Forner-Alcaide Nº5
- Citrange Carrizo
- Mandarino Cleopatra
- Citrange Troyer

4.4. Variedades

De la misma manera, en el apartado 2.4. *Variedades del Anejo II*, se explica de forma detallada la importancia de la utilización de variedades adecuadas, así como un pequeño resumen de las principales variedades más utilizadas actualmente. Actualmente, el número de variedades que se cultivan con cierta importancia

comercial es de alrededor de 35, con una producción que se aproxima a los 6 millones de toneladas y un valor de producción de unos 2.000 millones de euros.

La diversificación de las variedades se debe entre otros factores al hecho de que los cítricos se polinizan libremente de forma cruzada casi universalmente, lo que a su vez ha producido híbridos naturales que han ido ensanchando la lista de variedades.

Sin embargo, es frecuente la utilización de nuevas variedades, a pesar de la excelente estructura varietal existente, con vistas a mejorar distintos aspectos del cultivo ampliando así el calendario y la diversidad de su oferta comercial.

Las variedades que se encuentran en los extremos del período de recolección, es decir, las variedades más tempranas y tardías, suelen ser las que menor calidad de los frutos ofrecen y las menos productivas, pero a su vez son las que mayor precio alcanzan en el mercado debido a la escasez de cítricos que aparece en los meses de marzo-septiembre y que no es capaz de satisfacer la demanda mundial. En los meses de invierno, por el contrario, la abundancia de los cítricos hace que los precios decaigan enormemente.

5. ELECCIÓN VEGETAL

Conforme a lo descrito en el apartado 3.1. *Elección del patrón* y 3.2. *Elección de la variedad del Anejo II*, se ha optado por cultivar la variedad de cítrico **Valencia-Midknight** en toda la explotación, sin embargo, el patrón elegido cambia en función de la parte de la finca. Se ha elegido esta variedad, debido a que la empresa necesita variedades tardías para poder alargar su campaña. Es por eso, que la elección varietal se centrará en variedades de naranja tardías, para poder ser independiente en ese nicho de mercado tardío. En los últimos años, la evolución de los precios para este grupo de naranjas ha sido muy positivo y por ello se ha optado la variedad comercial Valencia Midknight. Además, posee una calidad organoléptica y comercial superior a otras variedades del grupo Valencia.

En la parte baja, la variedad se injertará sobre **Citrango Carrizo**, debido a que al tener el suelo un porcentaje menor al 8,5 de caliza activa, el suelo es viable para estos parámetros, ya que es un patrón sensible a la caliza. En cambio, en la parte alta, se injertará sobre **Forner Alcaide Nº5** ya que es tolerante a la caliza (y dicha parte posee mayor porcentaje de caliza), además, tiene muy buena tolerancia a la salinidad, es resistente a la asfixia radicular, posee una elevada productividad y la calidad de la fruta es excelente.

6. NECESIDADES HÍDRICAS

6.1. Necesidades netas de riego

Para determinar las necesidades netas de riego es necesario conocer para cada mes los datos de la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar y los datos de la precipitación efectiva en la localización del proyecto, que han sido obtenidos en la página web de la Agencia Española de Meteorología y del servicio de riegos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA, para la localidad de Sagunto (Valencia). Estos datos están reflejados en el apartado 7. *Estudio climático del Anejo 1. Datos de partida y estudios previos.*

A partir de dichos datos, en el apartado 3. *Necesidades netas de riego del Anexo II* se ha desarrollado el método de cálculo tanto para sistemas de riego tradicionales como para sistemas de riego localizado.

6.2. Necesidades totales de riego

A la hora de calcular las necesidades totales de riego intervienen diversos factores tales como las pérdidas por percolación, los requerimientos de lixiviación, el coeficiente de uniformidad o la eficiencia de riego de la unidad. Estos factores se han definido y se han determinado sus valores en el apartado 4. *Necesidades totales de riego del Anexo III. Diseño agronómico del riego localizado* para, posteriormente, calcular las necesidades de riego totales de la plantación para cada mes. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Necesidades de riego totales, expresadas en distintas unidades; l/día/árbol, mm/día, mm/mes para cada uno de los meses del año

Mes	NRtot (l/día/árbol)	NRtot (mm/día)	NRtot (mm/mes)
Enero	7,43	0,31	9,61
Febrero	12,75	0,53	15,9
Marzo	15,89	0,66	20,46
Abril	30,09	1,25	37,5
Mayo	30,27	1,26	39,06
Junio	65,04	2,71	81,3
Julio	71,86	2,99	92,69
Agosto	75,31	3,14	97,34
Septiembre	23,06	0,96	28,8
Octubre	18,27	0,76	23,56
Noviembre	0	0	0
Diciembre	1,10	0,05	1,55

Los requerimientos brutos de agua estimados para el cultivo establecido, para junio, el mes de máximas necesidades será de 3,14 mm/día.

7. PARÁMETROS DE RIEGO

Para determinar los parámetros de riego se necesita previamente conocer qué emisor se va a utilizar. El propietario de la finca está interesado en colocar emisores autocompensantes integrados cuyo caudal será de 4 l/h. El coeficiente de variación (CV) del emisor será inferior al $\pm 7\%$. El marco de plantación establecido será 6x4 m.

7.1. Número de emisores y separación entre ellos

En el apartado 5.1 *El bulbo húmedo* del Anexo III se calcula la superficie mojada por cada emisor y se determina la superficie mínima mojada por planta con el fin de definir el número de emisores mínimo que puede haber. Asimismo, aplicando un solape determinado entre los bulbos húmedos para evitar la formación de barreras salinas se calcula en el apartado 5.2.1 *Separación máxima entre emisores* del Anexo III la separación máxima que puede haber entre los emisores en un mismo lateral. De este modo y de acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que la plantación dispondrá de un doble lateral por fila de plantas con una separación de 1 m entre laterales y de 4 emisores a cada lado del árbol con una separación de 1 m entre emisores (8 emisores/árbol), tal y como se indica en el *Plano 8. Detalle de la disposición del lateral y del emisor*.

7.2. Programación del riego

El tiempo de riego depende tanto del cultivo como del caudal por planta y de las necesidades totales de riego. Es por ello que, a partir del apartado 6. *Tiempo de riego e intervalo entre riegos consecutivos* del Anexo III, se ha calculado el tiempo de riego diario para cada mes (apartado 9. *Programación de riego* del Anexo III). La programación del riego se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de la programación de riego, tiempo de riego diario para cada uno de los meses del año, expresado en h/día

Mes	Tr (h/día)
Enero	0,8
Febrero	0,55
Marzo	0,68
Abril	1,1
Mayo	1,32
Junio	2,04
Julio	2,23
Agosto	2,36
Septiembre	1
Octubre	1,35
Noviembre	0
Diciembre	0,25

8. SECTORIZACIÓN

Una vez conocido el caudal máximo requerido para el abastecimiento de toda la plantación y el caudal proporcionado por el grupo de bombeo, puede determinarse el número de sectores que son necesarios como mínimo y máximo. A partir de los apartados *8.1. Caudal máximo requerido* y *8.2. Sectorización de riego del Anejo III*, el número mínimo de sectores requeridos en la plantación será de 2, y el número máximo de sectores será de 3. En el apartado *8.2.* se realiza un pequeño estudio de los caudales y del rendimiento proporcionados por el grupo de bombeo con el fin de seleccionar el número de sectores más apropiado para obtener un buen rendimiento de la bomba disponible en el sondeo. En el presente caso, se ha decidido sectorizar la instalación en 2 sectores de riego. Además, en el *Plano 6. Distribución de los sectores de riego*, se puede observar los diferentes sectores diseñados y los caudales necesarios para cada uno.

9. SUBUNIDADES DE RIEGO

9.1. Características del lateral, del emisor y de la tubería terciaria empleados

En los apartados *2.1. Elección del lateral y del emisor* y *2.2 Elección de las tuberías terciarias del Anexo IV. Cálculo y dimensionado de las subunidades* se desarrollan que tipo de laterales, emisores y terciarias se emplearán en este proyecto.

Los laterales serán de polietileno de baja densidad (PE 32 UNE 53367) con un diámetro nominal de 16 mm, un espesor de 0,9 mm, un diámetro interior de 14,2 mm y una presión máxima de trabajo de 4,0 bares. Asimismo, en los laterales se insertarán emisores integrados, autocompensantes, con un caudal nominal de 4 l/h, un coeficiente de variación inferior al 7% y un rango efectivo de compensación a presiones de 1.0-4.0 bares. En cuanto a las tuberías terciarias, éstas serán de PVC UNE EN 1452 PN6 bares y se enterrarán en zanjas de 1 m de profundidad y 0,60 m de anchura sobre una cama de arena de 0,10 m.

9.2. Diseño de las subunidades de riego

Acorde con lo explicado en el apartado 2.3.1. *Máxima variación de caudales admisibles en la subunidad del Anejo IV*, la máxima variación relativa de caudales en la subunidad será del 7%, el mismo porcentaje que del CV.

Todos los emisores autocompensantes lo son dentro de un rango efectivo de presiones o rango de compensación, este valor se obtiene del apartado 2.3.2. *Máxima variación de presión admisible en la subunidad del Anejo IV*.

Las pérdidas de carga localizadas son aquellas causadas por la conexión de los emisores en los laterales y aquellas producidas por la conexión de los laterales a las tuberías terciarias. Esto se determina en el apartado 2.4. *Pérdidas de carga localizadas del Anejo IV*. En dicho cálculo se aplica el método de las longitudes equivalentes, aceptando para este tipo de emisor una longitud equivalente de 0,3 m. Sin embargo, para determinar las pérdidas de carga localizadas causadas por la conexión de los laterales a las tuberías terciarias, se ha aplicado el método del coeficiente mayorante, aceptando un valor igual a 1,1.

En los apartados 2.5 *Cálculo de los parámetros del lateral* y 2.6. *Cálculo de los parámetros de la terciaria del Anejo IV*, se muestran las expresiones necesarias para el cálculo de las variables siguientes (necesarias para el dimensionado de la subunidad de riego): la pérdida de carga total del lateral, variación máxima de presión en el lateral y la terciaria, presión necesaria al inicio del lateral y de la terciaria, así como el dimensionado del diámetro de la terciaria.

9.3. Replanteo de las subunidades de riego y de las filas de árboles

Debido al apartado 2.7. *Replanteo de las subunidades y de las filas de árboles del Anejo IV*, y que se trata de una finca de gran extensión, es conveniente replantear su superficie y diseñar una serie de subunidades que posteriormente sean agrupadas en diversos sectores. El replanteo de subunidades se ve reflejado en el *Plano 7. Distribución de las subunidades* y en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores de caudal y superficie para la nueva distribución de las subunidades de riego

DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES Y DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO				
Sector	Caudal (m ³ /h)	Subunidad	Superficie (m ²)	Caudal (l/h)
1	68,9	1	13225,57	17.480
		2	10073,97	13.200
		3	5198,59	6.496
		4	7700,23	9.880
		5	8567,13	10.752
		12	3018,4	6.496
		13	12029,7	4.630
2	60,02	6	8287,5	10.656
		7	10781,21	13.824
		8	5994,13	7.920
		9	7748,29	10.080
		10	6675,67	8.704
		11	7049,19	8.840

9.4. Dimensionado de las subunidades de riego

El dimensionado se ha llevado a cabo en el apartado 3. *Dimensionado de las subunidades de riego del Anejo IV*, en él se han planteado el desarrollo de dos estudios, en ambos la alimentación de los laterales y de la tubería terciaria es por el punto extremo y desde el punto de mayor cota. El primer estudio, utiliza un único diámetro en el dimensionado de la terciaria, en cambio, para el segundo estudio, se analizarán mediante el uso de tuberías telescópicas (la terciaria se divide en dos tuberías de distinto diámetro), con el fin de diseñar tuberías con menor coste. Se toma como criterio que únicamente se procederá a la realización del segundo estudio, siempre y cuando la longitud de la terciaria sea mayor o igual a 120 metros.

La metodología empleada para llevar a cabo los dos estudios, ha sido el programa informático *DimSub* (Arviza, 2016). Gracias a esta herramienta, se han determinado las secciones necesarias, las longitudes de los tramos, los puntos de alimentación y la presión requerida a la entrada de cada subunidad, desarrollado en el apartado 3.3. *Dimensionado de cada una de las subunidades de la finca del Anejo IV*.

Una vez se tienen los resultados finales para cada estudio de cada subunidad de riego, se determina la propuesta más adecuada para llevar a cabo en cada subunidad. La reflexión para la selección final se realiza en el apartado 3.5. *Elección del estudio más adecuada para cada subunidad del Anejo IV* y los resultados obtenidos para cada subunidad se observan en la Tabla 4 y 5.

Tabla 4. Resumen de los valores de los diámetros, longitudes y presión a la entrada de los laterales que conforman cada subunidad de riego

LATERAL MÁS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)					
SUBUNIDAD	∅ Interior (mm)	∅ nominal (mm)	Alimentación	Longitud (m)	Presión entrada (m.c.a)
1	14,2	16	Punto extremo	106	13,26
2				88,5	11,62
3				60,18	10,3
4				95	12,17
5				105	13,13
6				97	14,75
7				133	20,32
8				89	13,9
9				110	17,02
10				119	16,63
11				128	20
12				61	14,12
13				113	15,1

Tabla 5. Resumen de los valores de los diámetros, longitudes y presión a la entrada de las tuberías terciarias que conforman cada subunidad de riego

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)						
SUBUNIDAD	∅ Interior (mm)	∅ nominal (mm)	Alimentación	Longitud (m)	Presión entrada (m.c.a)	Caudal (l/h)
1	59	63	Punto extremo	133	18,2	17.480
2	59	63		145	15,7	13.200
3	37	40		79	14,3	6.496
4	46,8	50		109	14,3	9.880
5	46,8	50		79	16,6	10.752
6	59	63		103	15,1	10.656
7	59	63		91	20,2	13.824
8	59	63		85	16	7.920
9	59	63		85	19,9	10.080
10	59	63		95	17,4	8.704
11	84,4	90		73	20,2	8.840
12	59	63		73	18,1	6.496
13	59	63		180	16,4	4.630

De la misma manera, en el *Plano 9. Diseño de las subunidades de riego* se definen las terciarias y laterales de cada subunidad de riego.

10. RED DE TRANSPORTE

Acorde con la descripción realizada en el apartado *1. Diseño hidráulico de la red de transporte del Anejo V. Diseño de la red de transporte*, en esta finca, la red principal de distribución está alimentada por el sistema de bombeo propio que posee la explotación, cuyo caudal y presión son conocidos. El proyectista de este proyecto ha considerado oportuno utilizar tuberías enterradas a la hora de diseñar la red de transporte. Se ha optado por utilizar tuberías de las mismas características que las tuberías terciarias, es decir, de PVC UNE EN 1.452 PN6 que serán enterradas en una zanja de 1 m de profundidad y 0,60 m de anchura, sobre una cama de arena de 0,10 m de espesor.

En el apartado *1.1. Trazado de la red de tuberías del Anejo V*, se determina el trazado de la red de tuberías. Las tuberías de la red de distribución van a seguir en la medida de lo posible los márgenes de los caminos o los lindes de las parcelas, y aprovecharán las zanjas de los tramos comunes de la red. Se considerará una precisión de ± 1 m para las longitudes de las tuberías y las cotas de los puntos de abastecimiento.

10.1. Dimensionado de la red de transporte

El dimensionado de la red de transporte se ha desarrollado en el apartado *1.2. Dimensionado de la red de tuberías del Anejo V*.

Para el cálculo de las dimensiones de las tuberías se ha empleado el criterio de optimización técnico-económica. En la fase de dimensionado es necesario llevar a cabo cálculos con el fin de obtener los diámetros y timbrajes de la red, así como la presión requerida en origen. Dichos cálculos se han obtenido a partir del programa informático RGwin (Arviza, 2016).

De este modo, se han calculado las presiones necesarias con las que debe abastecer la bomba a cada sector, las pérdidas de carga producidas en cada línea y la velocidad final del agua de riego a través de cada línea. Así pues, tal y como aparece en el apartado *1.2.4. Dimensionado del diámetro óptimo-económico del Anejo V*, las dimensiones obtenidas para cada línea de la red de transporte y las presiones necesarias que debe suministrar el sistema de bombeo para cada subunidad son las siguientes (Tabla 6):

Tabla 6. Resultados obtenidos del RGwin. Valores de los diámetros interior, nominal, pérdida de carga (h_i) y pérdida de carga acumulada ($h_{acumulada}$)

Línea	Diámetro interior teórico (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Velocidad (m/s)	h_i (m.c.a)	$h_{acumulada}$ (m.c.a)
2	110,4	115,4	125	1,83	0,33	0,33
4	110,4	118,6	125	1,73	1,79	12,12
5	55,6	59,0	63	1,78	0,29	12,41
6	33,9	36,2	40	1,75	16,47	28,59
7	89,2	104,6	110	1,45	0,56	12,68
8	44,4	59,0	63	1,13	3,31	15,99
9	28,6	37,0	40	1,20	4,57	20,57
10	33,9	37,0	40	1,68	2,60	18,59
11	77,3	84,8	90	1,66	2,26	14,94
12	48,3	59,0	63	1,34	0,17	15,12
13	60,4	67,8	75	1,59	5,02	19,97
14	41,8	45,2	50	1,71	0,38	20,35
15	43,6	45,2	50	1,86	7,35	27,32
16	103,0	115,4	125	1,59	9,14	19,47
17	43,4	46,8	50	1,72	1,91	21,38
18	54,2	59,0	63	1,69	3,40	22,87
19	39,2	46,8	50	1,40	3,15	26,02
20	37,4	46,8	50	1,28	0,21	23,08
21	76,1	81,4	90	1,75	3,32	22,79
22	49,4	59,0	63	1,40	0,19	22,98
23	57,8	67,8	75	1,46	2,63	25,42
24	57,8	67,8	75	1,46	3,12	28,54
25	42,2	46,8	50	1,63	0,33	28,87

Del mismo modo, en el *Plano 11. Trazado y dimensionado de la red de riego*, se detallan los trazados, las longitudes y las dimensiones de las diferentes redes de riego para cada sector y subunidad de riego.

11. SISTEMA DE BOMBEO

De acuerdo con lo desarrollado en el apartado 2. *Sistema de bombeo del Anejo V*, en el presente proyecto se utilizará un grupo de bombeo eléctrico en propiedad de la empresa, el cual se utilizaba para el riego a manta de la antigua plantación de cítricos.

Está situada junto al cabezal en la caseta de riego. El suministro de electricidad para la bomba lo generará una instalación fotovoltaica desarrollada, además de disponer la red eléctrica de apoyo para ciertos momentos de mayor necesidad.

11.1. Tipo de bomba

En el apartado 2.1. *Estudio del sistema de bombeo actual del Anejo V*, se describen las características principales y los cálculos para la elección final de la bomba. En cuanto a la bomba disponible, la cual se aprovechará para el presente proyecto, se trata de una bomba sumergida de eje vertical, centrífuga, de flujo mixta y con una potencia de 22 KW. Tiene la capacidad de suministrar una presión y un caudal máximo de 80 m.c.a. y de 35 l/s respectivamente. En su rango de trabajo la bomba dispone de un rango de rendimientos que va desde el 65 al 77%.

En los apartados 2.2. *Justificación del uso de la bomba actualmente existente* y en 2.3. *Estudio de alternativa a la elección de la bomba del Anejo 5*, se desarrolla la justificación de la adecuación de la bomba actualmente existente, además de proponer una bomba alternativa que se ajuste más a las necesidades de la red.

11.2. Análisis de la red de riego en EPANET 2.0

Una vez seleccionado y estudiado el grupo de bombeo más adecuado, se procede a conocer las características de funcionamiento del grupo. Para ello, se ha utilizado el programa EPANET 2.0. a partir de los datos generados anteriormente con el programa RGWIN. Dicha metodología se ha desarrollado en el apartado 3. *Análisis de la red de riego en EPANET 2.0 del Anejo V*.

Mediante el análisis de estudio de funcionamiento de la bomba desarrollado en el apartado 3.1. *Estudio de funcionamiento de la bomba del Anejo V*, se puede observar que existe una sobrepresión en varios puntos de la red, tanto en el sector 1 como en el sector 2. En el apartado 3.2. *Estudio de funcionamiento del variador de frecuencia del Anejo V*, se propone la solución a dicho problema, y es aprovechar el variador de frecuencia de la instalación fotovoltaica para disminuir la velocidad de giro de la bomba, y de ese modo poder ajustar los valores de presión obtenidos con los

requeridos para cada uno de los nudos de consumo de cada sector. Se ha establecido una relación de velocidades α del 0,89 para el sector 1, y una del 0,91 para el sector 2.

Disponer de presiones menores, significa disminuir el trabajo que realiza la bomba para poder obtener dichas presiones, por lo tanto, la potencia consumida por la bomba también será menor. Esto se puede traducir, a una reducción de la potencia media utilizada, un menor consumo energético y por lo tanto una reducción del coste energético.

12.CABEZAL DE RIEGO

En el *Anejo VI. Cabezal de riego y valvulería* se lleva a cabo la selección del sistema de filtrado, el sistema de fertiirrigación y los sistemas de control y automatización de la instalación. El agua de riego que abastece la finca proviene únicamente de un pozo localizado en la propia explotación, propiedad de la empresa Antonio Llusar y CIA desde 2018.

El cabezal de riego del proyecto se va a situar en la segunda vivienda que posee la explotación. Dicho cabezal se diseñará para que sea capaz de suministrar el agua de riego a los diferentes sectores con las necesidades de riego para las que está diseñado. Las pérdidas de carga consideradas como máximas para el cabezal de riego serán de 1.0 m.c.a.

Las uniones entre elementos de filtrado, las numerosas válvulas y el resto de los dispositivos en el cabezal de riego, serán mediante tubería PVC de tipo para conducciones a presión. La presión nominal de los tubos será de 1.0 MPa, con el fin de prevenir las posibles maniobras de arranque y parada en cabeza.

El número de elementos que producen pérdidas singulares en el cabezal es elevado, es conveniente dimensionar las tuberías de forma que las velocidades sean discretas (del orden de 1 m/s).

En el *plano 16. Distribución del cabezal de riego* y en el *plano 17. Cabezal de riego* se detallan los elementos que conforman el cabezal de riego de la instalación.

12.1. Sistema de filtrado

Todo el sistema de riego localizado exige la instalación de elementos de filtrado que retengan toda la posible materia que lleve el agua en suspensión de naturaleza orgánica o inorgánica y que pueda llegar a obturar los emisores, los comandos hidráulicos o cualquier otro elemento de la red de riego a largo tiempo. El cabezal de filtrado está localizado como es natural después del grupo de bombeo, es decir, al inicio de la red de riego.

Conforme al apartado 3.1. *Grado de filtración del Anejo V*, se considerará un grado de filtración 125 µm, con el fin de alcanzar una filtración satisfactoria.

A partir del apartado 3.2. *Equipo de filtración del Anejo V*, se deduce que se empleará un único filtro de malla de limpieza automática, el cual posee una capacidad máxima de filtrado de 68,98 m³/h, con una pérdida de carga con filtro limpio de 0,1 m.c.a.

Para acabar el apartado de filtrado, se describen las tareas así como los períodos de realización en el apartado 3.2.4. *Mantenimiento del equipo, del Anejo V*.

12.2. Sistema de fertirrigación

En el apartado 4. *Sistema de fertirrigación del Anejo V*, se describen los diferentes abonos utilizados, así como los sistemas de inyección utilizados para inyectarlos a la red.

En el epígrafe 4.1. *Depósitos de fertilizantes del Anejo V*, se instalarán en el cabezal de riego los siguientes depósitos:

- Tres depósitos de 2.000 l cada uno para la disolución de abonos minerales NPK, con unas dimensiones de 0,7 m de radio y 1,5 m de altura.
- Un depósito de abonos quelatados y microelementos con una capacidad de 1.000 l, con unas dimensiones de 0,5 m de radio y 1,3 m de altura.
- Un único depósito de 200 l para el suministro de ácido al sistema con el fin de limpiar las posibles obturaciones de los emisores. Tiene unas dimensiones de 0,3 m de radio y 0,8 m de altura.

Los depósitos contarán con agitadores mecánicos de accionamiento eléctrico, con el fin de evitar los posibles precipitados minerales.

Según el apartado 4.2. *Sistemas de inyección de fertilizantes del Anejo V*, se empleará una bomba dosificadora de pistón de accionamiento eléctrico con un caudal máximo de 240 l/h con el fin de suministrar la solución de los fertilizantes al sistema de riego.

13. SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Con el fin de llevar a cabo un buen control y regulación de la red de distribución es necesario disponer de una serie de elementos hidráulicos como son: válvulas de mariposa, válvulas de espera, válvulas reguladoras de presión y antirretorno, electroválvulas y ventosas.

Dichos elementos hidráulicos vienen definidos en el apartado 5. *Sistemas de control y automatización del Anejo V* y los elementos de control, regulación y automatización empleados serán los siguientes (Tabla 7):

Tabla 7. Listado de elementos de control y automatización de la instalación de riego localizado

Elemento	Componente
CONTROL	Contador volumétrico
	Manómetros
	Válvula de mariposa
	Válvula de esfera
	Electroválvula
PROTECCIÓN	Ventosa
	Válvula antirretorno
REGULACIÓN	Regulación de presión
AUTOMATIZACIÓN	Programador del riego y de la fertilización

14. ACTUACIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

14.1. Descripción de las obras

En el apartado 2.1. *Descripción de la obra y situación del Anejo VII*. Actuaciones previas a la plantación se justifica por qué la necesidad de llevar a cabo una modernización de la plantación con el fin de obtener un mayor rendimiento de la plantación, las cuales son:

- La finca se encuentra conformada en diversos bancales, los cuales dificultan notablemente el desempeño de las labores de cultivo.
- El cultivo actual, cítricos, se encuentran al final de su vida productiva
- Marcos de plantación muy intensivos que dificultan las labores de cultivo de forma mecanizada.

Además, se lleva a cabo una recopilación de todas las obras que compone el proyecto:

- Limpieza, desbroce del terreno y arranque del arbolado
- Eliminación de los muretes de obra
- Conformación, nivelación y adecuación del terreno
- Desfonde y conformación de las mesetas donde se ubicará el nuevo cultivo y posterior plantación
- Instalación de riego localizado
- Plantación de cítricos
- Vallado perimetral de la finca

Conforme a lo desarrollado en apartado *2.1.1 Limpieza, desbroce del terreno y arranque del arbolado, del Anejo VII*, el talado de los árboles se realizará mediante el empleo de un trabajador con motosierra. Una vez realizado el talado, se procederá al destocoado de dichas especies mediante la utilización de una retroexcavadora.

En el apartado *2.1.2. Eliminación de los muretes de obra del Anejo VII*, se eliminarán los muretes de 25 cm que conforman las dos hileras que separan los tres bancales que conforman la finca. Para la eliminación de estos, se utilizará una retroexcavadora capaz de romper y extraer los materiales del murete.

Una vez eliminados los muretes de obra, se lleva a cabo un desfonde de la parcela por medios mecánicos, tal y como se desarrolla en el apartado *2.1.3. Conformación, nivelación y adecuación del terreno del Anejo VII*. Además, se procederá al planeamiento y mitigación del desnivel por la presencia de bancales. Se utilizará un tractor con traílla. Se necesitará un movimiento de tierras de 27.500 m³ aproximado.

Previo a la instalación del sistema de riego, se conformarán las mesetas, dicho método se ha mostrado en el *apartado 2.1.4. Conformación de mesetas para el nuevo cultivo del Anejo VII*. Las dimensiones de la meseta son de 3 m de base y 0,5 m de altura. Se realizará mediante un tractor con acaballadora. El sistema de drenaje de la plantación consistirá en realizar la plantación con las filas lo más paralelas posibles a las curvas de nivel, de manera que las mismas mesetas sirvan de sistema de corte a la esorrentía, y se recoja el agua en los diferentes puntos que forman los caminos. Éstos se aprovecharán como vías de conducción del agua, y dirigirán el agua hacia las vías de drenaje (colectores) situadas en la parte baja de la finca.

En el apartado *2.1.5. Instalación de riego localizado del Anejo VII*, se detalla el procedimiento de instalar las tuberías que conforman el riego, para ello es necesaria la

apertura de zanjas, mediante la utilización de una retro excavadora. Para la correcta formación de las zanjas, en el, se apartado 2.1.5.1. *Características de las zanjas* y 2.1.5.2. *Dimensiones de la zanja del Anejo VII* se detallan las variables más importantes que les afectan. Las cuales son:

- Ancho de zanja
- Profundidad de zanja
- Tipo de suelo de la cama de asiento
- Tipo de suelo del relleno de contención
- Tipo de suelo del relleno principal
- Forma de la zanja

De acuerdo al apartado 2.1.6. *Plantación del cultivo del Anejo VII*, los plántones utilizados procederán de un vivero autorizado que garantice la sanidad del material vegetal y el desarrollo vegetativo de la plantación. Los árboles se deberán de plantar de tal forma que una vez asentados en el suelo queden a la misma profundidad que tenían en el vivero. Los plántones se colocarán centrados en el medio de la meseta y a 4 metros de distancia del siguiente.

Por petición de los técnicos de campo de la empresa, se llevará a cabo un cerramiento perimetral de la explotación agrícola. Esto se detalla en el apartado 2.1.7. *Cercado perimetral del Anejo VII*. La tipología de valla utilizada en el cerramiento es de tipo malla electrosoldada, de una altura de 2,03 m y una anchura de 3 m. Los postes seleccionados son de sección cuadrada complementarios a los paneles de malla seleccionados. Tienen una altura de 2,05 m, con un diámetro de 60 mm. Y, por último, las puertas son metálicas de doble hoja, galvanizadas, con una altura de 2 m y una anchura de 5 m.

14.2. Necesidades de maquinaria y aperos

De acuerdo al apartado 3. *Necesidades de maquinaria y aperos del Anejo VII*, la mayor parte de las labores que se van a realizar para la nueva implantación y puesta en marcha de la explotación, se realizarán con maquinaria y aperos de alquiler. Es por eso que la Tabla 8 recapitula las principales labores y maquinaria utilizada para ello.

Tabla 8. Necesidades de maquinaria y aperos

Labor	Maquinaria	Tipo de Contrato
Eliminación muretes de obra	Retroexcavadora	Alquilada
	Tractor con remolque	
Subsolado del terreno	Tractor con subsolador	
Planeamiento	Tractor con traílla	
Acondicionado del terreno	Tractor con arado cincel	
Conformación de las mesetas	Tractor con acaballonado	
Instalación de la red de riego – Creación de zanjas	Retroexcavadora	

15.COMONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Un sistema de bombeo fotovoltaico está compuesto por un generador fotovoltaico que alimenta a un motor/bomba, un sistema de almacenamiento (en caso de que lo haya), un pozo o balsa de donde extraer el agua, un sistema de tuberías y un sistema de acondicionamiento de potencia. Estos elementos vienen definidos y explicados en el apartado 1. *Elementos que componen un sistema de bombeo del Anejo VIII.*

16. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR

Conforme a lo desarrollado en el apartado 3. *Ventajas e inconvenientes de los sistemas de bombeo solar del Anejo VIII*, se observa que el bombeo de agua mediante energía fotovoltaica resulta ser una alternativa muy interesante, por las siguientes razones (Tabla 9):

Tabla 9. Resumen de ventajas y desventajas que presenta los sistemas de bombeo solar

Ventajas	Desventajas
No es necesario una red distribuidora de energía eléctrica para funcionar	El volumen extraído es menor que el de una bomba de varios CV que trabaja conectada a red o mediante grupos electrógenos
No es necesario de generadores eléctricos portátiles No requiere de un banco de baterías (se puede almacenar energía en forma de agua en depósitos)	Necesita de un depósito de agua o estar conectado a red para almacenar para los días de baja o nula radiación solar
Las bombas modernas trabajan a grandes profundidades y tienen una gran eficiencia	Alto costo inicial del sistema
En épocas de sequía, que es necesario más bombeo de agua, es cuanto más radiación se obtiene.	Baja eficiencia de paneles fotovoltaicos

17. ESTUDIO SOLAR PREVIO

La obtención de energía solar será máxima cuando los rayos provenientes del Sol sean perpendiculares a la superficie de captación, por lo que la orientación y la inclinación de los módulos van a ser un factor vital para la instalación solar.

Conforme a lo desarrollado en los apartados 4.1. *Evaluación de la energía solar disponible y orientación del módulo fotovoltaico* y 4.2. *Selección y justificación de la inclinación de los módulos del Anejo VIII*, se muestra que la orientación mejor para los módulos tiene que ser hacia el Sur, ya que nos encontramos en el hemisferio norte. En cambio, la inclinación óptima, depende de la latitud del lugar y del tipo de periodo de diseño que se vaya a emplear. Para un período de diseño anual se recomienda que sea del valor de la latitud (40º para nuestro caso) – 10º.

Es necesario el cálculo de las horas solar pico y de la energía solar mensual (Tabla 10), conforme se desarrolla en el apartado 4.3. *Cálculo de las horas solar pico y de la energía solar mensual del Anejo VIII*. Para ello, se necesita el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura para la provincia de Castellón y buscar los valores de las HSP para los diferentes meses del año.

Tabla 10. Valores de las horas sol pico (HSP) en MJ/m²·día y las HSP expresadas en KWh/m²·día para cada uno de los meses, para la provincia de Castellón

	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
HSP (MJ/m²·día)	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
HSP (KWh/m²·día)	2,22	3,39	4,31	4,83	5,72	5,94	6,64	5,42	4,61	3,64	2,39	2,03	4,25

Mediante la aplicación de un coeficiente que depende de la latitud de óptima para el diseño de la instalación, se obtienen los valores energéticos durante un mes. Para conocer cuál es realmente la inclinación óptima para nuestra localización, se realizan los cálculos para cada una de las inclinaciones a estudiar. La inclinación óptima resultará aquella que el valor de la HSP anual sea la superior de los casos estudiados. Para este proyecto, se escoge una inclinación óptima del 35º (Tabla 11).

Tabla 11. Valores de las HSP para la inclinación óptima de 35º para cada uno de los meses del año, expresado en WKh/m²·día.

	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
HSP (35º) (KWh/m²·día)	3,04	4,34	5,04	5,12	5,61	5,65	6,51	5,80	5,58	4,99	3,51	2,94	58,12

Los valores obtenidos hasta ahora son valores energéticos durante un día medio de cada mes y en la Tabla 12, se muestran los valores energéticos mensuales.

Tabla 12. Valores de Energía solar mensual ($E_{\text{solar mensual}}$) para cada de los meses del año, expresado en KWh/m²

	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
$E_{\text{solar mensual}}$ (KWh/m²)	94,4	121,5	156,2	153,7	173,8	169,4	201,7	179,7	167,4	154,5	105,4	91,1	1.768,7

18.DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

18.1. Potencia eléctrica y energía hidráulica necesaria

Conforme a lo desarrollado en el apartado 5.1. *Cálculo de la potencia eléctrica y energía hidráulica necesaria* del Anejo VIII, el cálculo de la energía hidráulica es la energía que se debe aportar al sistema de bombeo para impulsar un caudal de agua a

una altura h . Se deberá calcular la Energía hidráulica para cada uno de los sectores y a partir de ésta calcular la total (Tabla 13).

Tabla 13. Valores de la potencia hidráulica (P_h) y de la energía hidráulica ($E_{hsector}$) para cada uno de los sectores de riego, expresadas en W y W·h respectivamente.

Mes	$P_{h\text{ sector 1}}$ (W)	$P_{h\text{ sector 2}}$ (W)	$T_{\text{riegomensual}}$ (h)	$E_{h\text{ sector 1}}$ (W·h)	$E_{h\text{ sector 2}}$ (W·h)	$E_{h\text{ TOTAL}}$ (W·h)
Enero	12.205,36	10.626,14	7,03	85.754,01	74.658,49	160.412,50
Febrero	12.205,36	10.626,14	11,03	134.664,04	117.240,14	251.904,18
Marzo	12.205,36	10.626,14	15,08	184.030,98	160.219,60	344.250,58
Abril	12.205,36	10.626,14	28,3	345.448,10	300.751,30	646.199,40
Mayo	12.205,36	10.626,14	29,23	356.807,96	310.641,34	667.449,30
Junio	12.205,36	10.626,14	61,11	745.926,90	649.413,00	1395.339,90
Julio	12.205,36	10.626,14	69,04	842.600,71	733.578,40	1576.179,11
Agosto	12.205,36	10.626,14	73,07	891.896,62	776.496,01	1668.392,62
Septiembre	12.205,36	10.626,14	21,39	261.023,41	227.250,14	488.273,55
Octubre	12.205,36	10.626,14	17,87	218.157,60	189.930,65	408.088,26
Noviembre	12.205,36	10.626,14	0	0	0	0
Diciembre	12.205,36	10.626,14	1,1	13.411,97	11.676,63	25.088,60
TOTAL ANUAL						7.631.578,01

18.2. Potencia del generador fotovoltaico

Se necesitará la energía o potencia necesaria para proceder al dimensionado del generador (cantidad de módulos fotovoltaicos que se necesitarán para la instalación), para ello se tendrá en cuenta la energía hidráulica y dos coeficientes (rendimiento de la bomba y el performance ratio). Por lo tanto, se deberá realizar el cociente entre la E_h y los dos coeficientes acabados de mencionar. Los cálculos acabados de mencionar se encuentran detallados en el apartado 5.2.2 *Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico del Anejo VIII*.

18.3. Selección de las placas solares

A partir de las consideraciones anteriores, se seleccionan las placas solares adecuadas, así como el número de paneles solares necesarios para satisfacer la demanda eléctrica del grupo de bombeo. En el proyecto se utilizará el modelo de placas solares de Si policristalino ATERSA-270P (Tabla 14), con una potencia nominal

de 270 W, un voltaje de 24 V y una eficiencia del módulo de 16,56%. Se estima 32 paneles necesarios para poder abastecer toda la potencia demandada por el grupo de bombeo. La metodología empleada para la selección del modelo y del número de placas solares se detalla en el apartado 5.3. *Selección de las placas solares del Anejo VIII.*

Tabla 14. Características principales de los paneles ATERSA-270 P

Marca/Modelo	ATERSA-270P
Potencia nominal	270 W
Voltaje	24
Eficiencia del módulo	16,56 %
Tipo	Monofásica

18.4. Selección del variador de frecuencia

Una vez seleccionado el módulo fotovoltaico, se procede a escoger el variador de frecuencia más adecuado. En el apartado 5.4. *Selección del variador de frecuencia del Anejo VIII*, se busca un variador de frecuencia que sea capaz de soportar todo el suministro eléctrico que proviene del parque fotovoltaico dimensionado. El variador de frecuencia se seleccionará en función de la potencia del motor que se le asignará, en este caso el grupo motobomba. Se ha seleccionado el variador de frecuencia de la casa Power Electronics, modelo SD700SP0075 5, con una potencia motor de 37 KW, una tensión de funcionamiento de 400 VAC (Tabla 15). Este variador permite usar como fuente de energía únicamente los paneles solares, o los paneles y la red/generador simultáneamente (sistema híbrido).

Tabla 15. Características principales del variador de frecuencia Power Electronics SD7SP0075 5

Marca	Power Electronics
Modelo y código	SD7SP0075 5
Tensión funcionamiento	400 VAC
Potencia motor	37 kW
Frecuencia	50 Hz

18.5. Dimensionado del Generador Fotovoltaico

Para llevar el dimensionado del generador fotovoltaico, es necesario realizar una serie de cálculos a partir de las características técnicas principales tanto de los

módulos fotovoltaicos como del variador de frecuencia. Para la selección del número de módulos en serie que deben instalarse, lo principal que hay que tener en consideración son las limitaciones técnicas del propio variador en dos aspectos fundamentales. Hay que dimensionar el generador de tal forma que la tensión de trabajo del mismo en todas las condiciones de funcionamiento esté dentro del rango de trabajo del seguidor del punto de máxima potencia del variador. Para llevar a cabo dicha comprobación hay que tener presente las temperaturas máximas y mínimas a las que pueden estar sometidas las placas. Además, la intensidad de cortocircuito de las placas en serie no debe poner en peligro el correcto funcionamiento del variador.

Los paneles pueden conectarse en serie o en paralelo. Si los conectamos en serie lo que variará será la tensión, el voltaje de salida será la suma de los voltajes de los paneles conectados en serie. Si se conectan en paralelo, variará la corriente, la corriente de salida será la suma de la corriente de cada una de las ramas conectadas en paralelo. La potencia del sistema será aproximadamente la suma de la potencia de cada uno de los paneles del generador.

La distribución de los módulos, dependerá del número de paneles en serie y en paralelo que se instalen. Para saber dichos valores se realizan los cálculos, en los que se muestran en primer lugar el cálculo del número de módulos en serie y posteriormente el número de módulos en paralelo.

Dichos cálculos se muestran en el apartado 5.5. *Distribución de módulos en la instalación del Anejo VIII.*

En definitiva, la configuración del generador fotovoltaico será la siguiente:

- N.º de placas en serie: 20
- N.º de placas en paralelo: 2
- Módulos totales: 40
- Potencia total producida: 10,80 KW

18.6. Selección del inversor

Una vez realizada la distribución de los módulos fotovoltaicos, se procede a escoger el inversor más adecuado. En el apartado 5.6. *Selección del inversor del Anejo VIII*, se busca un inversor que sea capaz de trabajar en todo el rango previsto de suministro eléctrico que el parque fotovoltaico dimensionado provee. El inversor se seleccionará en función de la potencia máxima que puede llegar del campo fotovoltaico, siendo en este caso de 10,8 KW. El inversor tendrá que tener la capacidad de soportar una potencia nominal superior a 10,8 KW de este caso.

Se ha seleccionado el inversor de la casa comercial Huawei, el modelo SUN 2000-17KTL cuyas características se muestran en la Tabla 16:

Tabla 16. Características principales del inversor HUAWEI SUN 2000-17KTL

Marca	HUAWEI
Modelo y código	SUN2000-17KTL
Potencia nominal activa de CA	17 KW
Máxima intensidad por MPPT	18 A
Máxima intensidad de cortocircuito por MPPT	25 A
Rango MPPT	200 – 950 V
Frecuencia nominal de red	50 Hz
Eficiencia máxima	98,6%

18.7. Distancia mínima entre captadores

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión que se muestra en el *apartado 5.7. Distancia mínima entre captadores del Anejo VIII*. Para nuestro proyecto se aplica una distancia entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente será de 5,3 m.

18.8. Estructura de los módulos

De acuerdo con el *apartado 5.8. Diseño y justificación de la estructura para los módulos del Anejo VIII* y al *Plano 20. Estructura Sunfer FV825*, para el soporte de nuestras placas solares, se ha seleccionado la estructura de soportes inclinados dobles FV-825/FV-925XL de la casa comercial SUNFER. Se trata de un soporte con una instalación al suelo y con una inclinación fija, la cual debe de ser la óptima para el aprovechamiento solar máximo anual. La estructura permanece sujeta mediante dos postes de aluminio, la cual permite disponer los módulos en vertical.

Se distribuirá la estructura en dos filas de 5 placas cada una, con un total de 10 placas por estructura. El número total de estructuras es de 4, con el fin de obtener las

40 placas que necesita la instalación fotovoltaica. Las dimensiones de las estructuras son 3 m de alto y 5 m de ancho.

Además, se añade en el *Plano 22. Cimentaciones de las estructuras para módulos fotovoltaicos* el diseño y emplazamiento de dichas cimentaciones para el soporte de las estructuras.

Las zapatas que conformarán la base de la estructura de los módulos, se conformarán de hormigón en masa-20 (HM20). Tendrán unas dimensiones de 0,5 m de largo, 0,4 m de ancho y 0,4 m de alto. Cada estructura dispondrá de tres zapatas con el fin de soportar el peso de los paneles fotovoltaicos. Las zapatas estarán separadas entre ellas 1,75 m (*Plano 20. Estructura SUNFER FV-925/XL y Plano 22. Cimentación de las estructuras de los módulos fotovoltaicos*).

18.9. Configuración del sistema fotovoltaico

La configuración del sistema fotovoltaico queda reflejada en el *Plano 19. Esquema eléctrico de la instalación fotovoltaica* y en el *Plano 23. Esquema eléctrico* y está compuesto por los siguientes elementos:

- 40 paneles ATERSA (A-270P), con una disposición de los paneles de 20 x 2 (20 paneles en serie y 2 ramas en paralelo), cada rama se recoge en su determinado borne de la caja de conexiones, según sea positivo o negativo.
- Variador de frecuencia Power Electronics SD700SP de 37 kW, que se encarga de convertir la corriente continua que circula por la instalación fotovoltaica, en corriente alterna utilizada por el grupo de bombeo desde el cuadro general de mando y protección.
- 1 PLC (Controlador lógico programable), capaz de gestionar el arranque y paro del variador de frecuencia y del inversor, además de gestionar la potencia consumida por cada uno de ellos. Es decir, activará el variador de frecuencia, en aquellos momentos en los que se de riego, para que la energía producida por el campo fotovoltaico se destine al grupo motobomba. En cambio, en los momentos que no se de riego, arrancará el inversor con la finalidad de inyectar la energía producida a la red.
- 1 inversor modelo HUAWEI SUN2000-17KTL. Éste permite poder verter la energía producida por el campo fotovoltaica a la red en aquellos momentos en los que no haya demanda de riego, o en los que la energía producida por el campo fotovoltaico sea superior a la consumida por el grupo motobomba.
- 1 Contador bidireccional, capaz de medir tanto el consumo de energía eléctrica proveniente de la red, como el aporte de energía a red (proveniente de las placas solares, en los momentos que no hay demanda).

18.10. Ubicación del parque fotovoltaico

En el apartado 5.10. *Ubicación del parque fotovoltaico del Anejo VIII*, se describe la ubicación del parque fotovoltaico en el presente proyecto, la cual será en la explanada situada al nordeste de la vivienda principal de la finca. Se trata de una zona con suficiente superficie para la implantación de las cuatro estructuras de módulos fotovoltaicos, además de carecer de zonas de producción de sombras, debido a que se encuentra en un lugar abierto sin obstáculos a su alrededor. Para evitar posibles robos, se planteará en un futuro dotar de un sistema de seguridad el recinto de las placas solares, conformado por un sistema de vallado perimetral además de un sistema de alarma sonorizada. En el *plano 18. Ubicación del parque fotovoltaico* y en el *Plano 21. Distribución en planta de las estructuras fotovoltaicas* se puede observar la zona concreta y las distancias de la instalación del parque fotovoltaico respecto a la vivienda principal.

18.11. Cálculo del cableado en corriente continua y corriente alterna

Para calcular el conexionado de todos los elementos seleccionados anteriormente se ha tenido en cuenta tanto el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, como lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones aisladas de la red.

El cálculo de la sección del cableado se ha calculado de tal forma que satisface las tres condiciones siguientes: criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento, criterio de la caída de tensión, criterio de la intensidad de cortocircuito.

El cálculo del cableado se desarrolla en el *apartado 5.11.2 del Anejo VIII*. Para el cableado de corriente continua (Tramo I) se ha empleado el cable TOPSOLAR PV DUAL apto para instalaciones fotovoltaicas. Para instalaciones fotovoltaicas con conexión mixta a red, la máxima caída de tensión admisible es de 3%. La sección resultante para este tramo es de 35 mm², con una sección de neutro de 16mm², con una caída de tensión de 2,65% y una tensión máxima admisible de 173,4 A.

Para el tramo de corriente alterna compuesta por el tramo II, III y IV, se sigue la ITC-BT-19 (Instalaciones interiores receptoras). Para este tipo de tramos se ha utilizado el cable TOPFLEX MS TRI-RATED de la casa TOP CABLE. La sección resultante para estos tramos es de 6 mm², con una sección de neutro de 6mm².

18.12. Protecciones

Los elementos de protección que tendrá el sistema serán los fusibles, magneto térmicos y toma de tierra. Tomando como referencia el Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red, editado por el Departamento de Energía Solar del

IDEA, el Instituto de Energía Solar de la UPM y el Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, indica que:

- Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 V contarán con una toma de tierra a la que estará conectado la estructura de soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.
- El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa, no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.
- La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

19. PLAZO DE EJECUCIÓN

Con el *Anejo IX. Plazo de ejecución* se tiene por objetivo la planificación de la ejecución del presente proyecto y el cálculo temporal de la misma. Con esto se pretende evitar posibles desajustes e irregularidades a la hora de hacer la instalación, y el seguir un orden lógico de las obras de manera que no se interrumpan entre ellas.

Para el cálculo del plazo de ejecución del proyecto, se ha optado por el método más sencillo, que es la realización de un diagrama de Gantt. Para ello veremos las distintas unidades constructivas con que cuenta el proyecto y se reflejará el espacio temporal gráficamente a través de un diagrama de barras. En el apartado 2.1. *Definición de actividades* del *Anejo 9*, se muestran las actividades a realizar en el proyecto junto con su duración. Y en el apartado 2.2. *Diagrama de Gantt* del *Anejo 9*, se muestra la duración del proyecto junto con el diagrama de Gantt correspondiente.

20. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

En el *Anejo 10. Estudio de la viabilidad económica del proyecto* se realiza la valoración económica de la inversión, utilizando para ello, un análisis estático y dinámico.

En el apartado 2.1. *Inversión a realizar* del *Anejo 10*, se detalla la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto, la cual es 199.735,46 € y se desembolsa en el año cero. Para llevar a cabo la inversión, la empresa solo ha utilizado fondos propios.

Los cobros son los derivados de la venta, teniendo en cuenta la evolución durante la vida del proyecto, estos están detallados en el apartado 2.2. *Descomposición de los cobros* del *Anejo 10*. Se ha considerado el precio de venta de la variedad Valencia Midnight de 0,255 €/Kg y un precio de 0,195 €/Kg para la mezcla del resto de variedades. En la situación sin proyecto, los ingresos totales derivados de la producción de cítricos aumentarían a 1.190.475 €, sin embargo, en la situación con

proyecto, los ingresos durante toda la vida útil ascienden a 2.874.075 €. Esto es debido, a que en este último caso la producción de cada año va aumentando hasta estabilizarse en los 50.000 Kg/ha.

En cambio, en el apartado 2.3. *Descomposición de los pagos del Anejo 10*, se obtienen los pagos que se derivarán de la producción tanto en la situación de con proyecto como sin él. Algunos de ellos son: fertilizantes, herbicidas, tratamientos fitosanitarios, poda de los árboles, mantenimiento de las instalaciones, personal, seguros... En la situación sin proyecto, se aprecia una disminución de los gastos anuales debido al descenso de la producción estimada, y los gastos totales ascienden a 799.989 €. Sin embargo, en la situación con proyecto, los gastos totales del proyecto son de 731.280 €, al contrario del caso anterior, los gastos son crecientes durante la vida útil.

Se lleva a cabo un análisis estático de la inversión, en el apartado 3. *Análisis estático de la inversión del Anejo 10*. Este, se realiza a través de la diferencia entre los cobros y los pagos de cada año del proyecto, no teniendo en cuenta para ello el valor del dinero en el tiempo. Si no se llevase a cabo el proyecto, todos los años se obtendría un beneficio, sin embargo, conforme avanzarían los años, la disminución de los ingresos es mucho mayor a la disminución de los gastos como consecuencia de la menor producción, por lo que el beneficio se vería reducido. Con la situación con proyecto, a partir del año 3 el momento en que los ingresos son mayores a los pagos, obteniendo así un beneficio positivo que asciende a 105.622 euros cuando la producción es máxima.

Los criterios que nos permiten evaluar positivamente la realización del proyecto son el Valor Actual Neto (VAN), que, al ser superior a cero, concretamente 878.620,39 €, nos indica que el proyecto es viable por generar más entradas que salidas de efectivo. Y, complementariamente se utiliza la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) que al ser de 13,98%, y por tanto superior al 2,7% nos indica que la rentabilidad del proyecto es mayor a aquella que obtendríamos si invirtiésemos cantidad correspondiente a la inversión inicial en deuda emitida por el Estado a 30 años. Además, en el año 10,3 seríamos capaces de cubrir toda la inversión mediante los flujos de caja generados por el proyecto.

21. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El resumen del presupuesto del proyecto a desarrollar desglosado por importe de cada uno de los capítulos es el siguiente:

CAPÍTULO	IMPORTE (€)
Capítulo 1. Movimiento de tierras	31.087,89
Capítulo 2. Canalización	17.116,18
Capítulo 3. Valvulería	2.994,03
Capítulo 4. Cabezal de riego	2.813,66
Capítulo 5. Preparación del terreno de cultivo	8.632,06
Capítulo 6. Material vegetal	18.790,30
Capítulo 7. Cimentación	4.930,02
Capítulo 8. Instalación fotovoltaica	21.198,20
Capítulo 9. Elementos auxiliares	25.055,93
Capítulo 10. Gestión de residuos	618,80
Capítulo 11. Seguridad y Salud	2.571,76
Capítulo 12. Control de Calidad	613,19
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	136.422,01
15% de Gastos Generales	20.463,30
6% de Beneficio Industrial	8.185,32
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC) (PEC = PEM + GG + BI)	165.070,63
21% IVA	34.664,83
PRESUPUESTO GLOBAL DE LICITACIÓN	199.735,46

Asciende el presupuesto global de licitación a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Fdo. Marcel Pitarch Marín



Graduado en el Máster en Ingeniería Agronómica

VALENCIA, JUNIO 2019

