

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA 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)***

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutora: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SAGUNTO (VALENCIA)

En inglés: Project of agrarian transformation to drip irrigation with photovoltaic pumping in a plantation of citrus in the municipality of Sagunto (Valencia)

En valenciano: Projecte de transformació agraria a reg localitzat amb instalació de bombeig fotovoltaic en plantació de cítrics en el terme municipal de Sagunt (València)

RESUMEN DEL PROYECTO:

En castellano:

El objetivo del presente proyecto consiste en la sustitución del sistema de riego tradicional por gravedad, por un sistema de riego localizado automatizado y con una instalación de bombeo fotovoltaico en una finca destinada a la producción de cítricos en el término municipal de Sagunto (Valencia). Para ello, disponemos de una única parcela propiedad de la empresa ANTONIO LLUSAR y C.I.A, cuya superficie es de aproximadamente de 13 hectáreas.

Actualmente, la explotación agrícola implantada muestra un estado vegetativo muy deteriorado, ya que se encuentra al final de su vida productiva. Además, de estar distribuida en diferentes bancales, lo que dificulta y encarece el desempeño de las labores de cultivo. Por esos motivos, además de por el ahorro hídrico y energético que puede representar este tipo de instalaciones, se ha planteado diseñar un sistema de riego localizado abastecido por energía renovable.

De esta forma, el proyecto albergará un estudio del cultivo con sus condiciones de implantación. Asimismo, se estimarán las necesidades hídricas de la especie de acuerdo con la climatología de la zona y las características de la propia especie. Para abastecer estas necesidades de riego del cultivo, la empresa tiene un pozo propio, por lo que se tendrá que estudiar si el sistema de bombeo que existe actualmente es suficiente para este abastecimiento. Se propone la instalación de un nuevo sistema de bombeo, con capacidad para el abastecimiento correcto. Para el sistema de bombeo, se dimensionará una instalación fotovoltaica que sea capaz de suministrar la energía necesaria para el bombeo.

Además, la plantación de cítricos posee un pequeño almacén, en el cual se situará el sistema de bombeo, el sistema de fertirrigación, los depósitos de fertilizantes y los productos fitosanitarios. También dispone de una pequeña masía, con espacio suficiente para poder almacenar temporalmente maquinaria agrícola, cajas o pallets listos para la recolección, en momentos puntuales.

En ingles:

The purpose of the present project consists in the substitution of the traditional irrigation system by gravity, by an automatic localized irrigation system with a photovoltaic pumping installation in a farm holding dedicated to the production of citrus fruits in the municipal term of Sagunto (Valencia). For this, we have a single farm holding owned by the company ANTONIO LLUSAR and C.I.A, whose dimensions are approximately 13 hectares.

Currently, the implanted agricultural exploitation shows a very deteriorated vegetative state, since it is at the end of its productive life. In addition, to be distributed in different terraces, which makes difficult and expensive the performance of the work of cultivation. For these reasons, and due to lack water, which has become more and more acute, it has decided to adopt a system capable of optimizing the available water resources.

The project will house a study of the crop with its conditions of implementation and the tasks that must be carried out. Likewise, the water needs of the species will be estimated according to the climatology of the area and the characteristics of the species itself. To supply these crop irrigation needs, the company has its own well, so it will be necessary to study whether the pumping system that currently exists is sufficient for this supply. Otherwise, it will be proposed the installation of a new pumping system, with capacity for the correct supply. For the pumping system, a photovoltaic installation capable of supplying the energy needed for pumping will be sized and installed.

In addition, the citrus plantation has a small warehouse, which will house the pumping system, the fertirrigation system, the fertilizer tanks and the phytosanitary products. It also has a small farmhouse, with enough space to temporarily store agricultural machinery, boxes or pallets ready for collection, at specific times.

PALABRAS CLAVE DEL PROYECTO:

En castellano:

Cultivo, cítricos, necesidades hídricas, riego localizado, subunidad, red, bombeo fotovoltaico, almacén, cabezal de riego.

En inglés:

Crop, citrus, water requirements, localized irrigation, subunit, network, photovoltaic pumping, shed, irrigation head.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mis agradecimientos a todas las personas que han hecho posible o que han colaborado de alguna forma para que este Proyecto llegará a buen puerto.

En primer lugar, agradecer a mi tutora Virginia Palau Estevan y mi co-tutor Pablo González Altozano por su trabajo y esfuerzo en la dirección y supervisión de este proyecto. También a todos mis compañeros y técnicos de ANTONIO LLUSAR Y CIA por ayudarme en la elaboración de planos y cálculos necesarios para el proyecto.

Dedicárselo a mis padres, Asun y Ricard, a mi hermana Violeta y en especial a Blanca, por estar siempre ahí y apoyarme en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

DOCUMENTO Nº1.ANEJOS A LA MEMORIA

- Anejo 1. Datos de partida y estudio previos
- Anejo 2. Caracterización agronómica del cultivo a implantar
- Anejo 3. Diseño agronómico del riego localizado
- Anejo 4. Cálculo y dimensionado de las subunidades
- Anejo 5. Diseño de la red de transporte
- Anejo 6. Cabezal de riego y valvulería
- Anejo 7. Actuaciones previas a la plantación
- Anejo 8. Cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica
- Anejo 9. Plazo de ejecución
- Anejo 10. Estudio de viabilidad económica

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

- Plano 1. Situación
- Plano 2. Emplazamiento
- Plano 3. Topográfico
- Plano 4. Ortofoto parcelario actual
- Plano 5. Zona regable con sondeo
- Plano 6. Distribución de los sectores de riego
- Plano 7. Distribución de las subunidades de riego
- Plano 8. Detalle de la disposición del lateral y de los emisores
- Plano 9. Diseño de las subunidades de riego
- Plano 10. Esquema de la topología de la red
- Plano 11. Trazado y dimensionado de la red de riego
- Plano 12. Marco y meseta de plantación
- Plano 13. Topología de los caminos

Plano 14. Caminos y drenaje

Plano 15. Plantación y cerramientos

Plano 16. Distribución del cabezal de riego

Plano 17. Cabezal de riego

Plano 18. Ubicación de la instalación fotovoltaica

Plano 19. Esquema eléctrico de la instalación fotovoltaica

Plano 20. Estructura SUNFER FV-925/XL

Plano 21. Distribución en planta de los módulos fotovoltaicos

Plano 22. Cimentación de las estructuras de los módulos fotovoltaicos

Plano 23. Esquema eléctrico

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE CONDICIONES

Título I: Objeto y alcance del pliego de condiciones

Título II: Descripción de las obras

Título III: Pliego de condiciones generales

Título IV: Pliego de condiciones particulares

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

1. Mediciones y presupuesto

2. Cuadro de mano de obra

3. Cuadro de materiales

4. Cuadro de maquinaria

5. Cuadro de precios Nº1

6. Cuadro de precios Nº2

7. Cuadro de precios descompuestos

8. Presupuesto

9. Presupuesto general

DOCUMENTO Nº5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

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 fertirrigación 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 m^3/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 destoconado 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 acaballonadora. 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 plantones 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 plantones 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. COMPONENTES 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_{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_{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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL
MEDI NATURAL



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

DOCUMENTO Nº1. ANEJOS A LA MEMORIA

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutora: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

ÍNDICE

- Anejo 1. Datos de partida y estudios previos
- Anejo 2. Caracterización agronómica del cultivo a implantar
- Anejo 3. Diseño agronómico del riego localizado
- Anejo 4. Cálculo y dimensionado de las subunidades
- Anejo 5. Diseño de la red de transporte
- Anejo 6. Cabezal de riego y valvulería
- Anejo 7. Actuaciones previas a la plantación
- Anejo 8. Cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica
- Anejo 9. Plazo de ejecución
- Anejo 10. Estudio de viabilidad económica

ANEJO 1:

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y DEL MATERIAL VEGETAL

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES Y OBJETO	1
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PRESENTE	2
2.1.1.	Descripción de las obras en la red de captación	2
2.1.2.	Descripción de las construcciones de la explotación	3
3.	CULTIVOS EXISTENTES.....	5
3.1.	Navelina	5
3.2.	Clemenules.....	6
3.3.	Oronules.....	6
4.	CARTOGRAFÍA BÁSICA.....	7
5.	TOPOGRAFÍA	7
6.	ESTUDIO CLIMÁTICO	8
6.1.	Introducción.....	8
6.2.	Datos climáticos.....	8
6.3.	Cálculo de la Evapotranspiración.....	10
6.4.	Cálculo de la Precipitación Efectiva (Pe).....	11
6.5.	La clasificación agroecológica Papadakis.....	13
7.	ANÁLISIS DEL SUELO.....	14
7.1.	Interpretación del análisis	16
7.1.1.	Textura.....	16
8.	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	18
9.	ESTUDIO AGRONÓMICO	19
10.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	20
11.	SITUACIÓN GEOLÓGICA.....	21
12.	HIDROGEOLOGÍA	22
13.	NORMATIVA A EMPLEAR EN EL PROYECTO	22
14.	ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO	26
15.	ANÁLISIS DEL SUELO DE LA PARTE ALTA	27
16.	ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARTE BAJA	29
17.	FICHA TÉCNICA DEL GRUPO DE BOMBEO	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la madurez del fruto de la naranja Navelina.....	5
Figura 2. Características del fruto de la mandarina Clemenules.....	6
Figura 3. Características del fruto de la mandarina Oronules.....	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales de la explotación.....	1
Tabla 2. Características específicas de la parcela objeto de estudio	1
Tabla 3. Especificaciones técnicas de la bomba sumergida.	3
Tabla 4. Características del fruto de la naranja Navelina	5
Tabla 5. Características del fruto de la mandarina Clemenules.....	6
Tabla 6. Características del fruto de la mandarina Oronules	7
Tabla 7. Características estación agroclimática.....	8
Tabla 8. Termometría	9
Tabla 9. Radiación y Horas de sol	10
Tabla 10. Evapotranspiración de referencia.....	11
Tabla 11. Valores de la Precipitación Efectiva (mm/mes).....	12
Tabla 12. Valores de la Precipitación Efectiva (mm/mes) proporcionada por el SIAR ..	13
Tabla 13. Datos del suelo de la zona alta de la finca.....	15
Tabla 14. Datos del suelo de la zona baja de la finca	16
Tabla 15. Análisis del agua de riego	18
Tabla 16. Resultados parámetros del agua de riego	19

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se recoge tanto la información como los estudios previos necesarios para acometer este proyecto. Partiendo de los datos obtenidos se pretende facilitar el seguimiento del correcto desarrollo de los cálculos para dar una solución técnico-económica adecuada al proyecto planteado.

2. ANTECEDENTES Y OBJETO

La explotación citrícola “Cabeçolet”, propiedad de la empresa ANTONIO LLUSAR Y CIA, S.L, se compone de una única parcela, localizada en el término municipal de Sagunto (Valencia). Las características generales y específicas de la explotación se indican en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Características generales de la explotación; polígono, parcela y superficie de la explotación

Localización	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
Cabeçolet (Sagunto)	21	47	13,0951

Tabla 2. Características específicas de la parcela objeto de estudio; recintos que componen la parcela, superficie, pendiente, uso, variedad y marco de plantación de cada uno

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Variedad	Marco de Plantación (m)
1	2,2183	1,70	Cítricos	Navelina, Clemenules y Oronules	5 x 4
2	8,8332	5,40	Cítricos		
3	0,9365	2,90	Pasto Arbustivo	-	-
4	1,0561	8,30	Viales	-	-
5	0,0510	2,30	Zona Urbana	-	-

Actualmente, sobre la explotación agrícola se encuentra implantado un cultivo de cítricos, cuyo estado vegetativo está muy deteriorado debido a que los árboles se encuentran al final de su vida productiva.

La parcela se encuentra distribuida en diferentes bancales, debido al sistema de riego en superficie que antiguamente se efectuaba, por ello, se dificulta y se encarece notablemente el desempeño de las labores de cultivo.

Actualmente, el sistema de riego empleado consiste en un riego a manta por gravedad. La eficiencia de riego es baja, ya que hay pérdidas por evaporación e

infiltración en zonas que no son de interés para el cultivo. A esto, deben de añadirse los elevados gastos de mantenimiento derivados de la erosión y la exigente nivelación que se requiere.

Por estos motivos, y por la escasez hídrica, cada vez más acusada, se ha planteado adoptar un sistema capaz de optimizar los recursos hídricos disponibles. Es por eso, que se decide optar por un sistema de riego a presión, particularmente riego localizado.

El riego localizado supone un importante ahorro de mano de obra, además de posibilitar la incorporación de abono al agua de riego (fertirrigación). El problema de las malas hierbas se reduce, y se obtiene un incremento notable en la precocidad, productividad y calidad de la fruta comercial.

El abastecimiento de agua procede de pozo propio localizado en la explotación citrícola de estudio.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PRESENTE

2.1.1. Descripción de las obras en la red de captación

Actualmente, la explotación citrícola solo dispone de la infraestructura necesaria para la extracción del agua del pozo.

2.1.1.1. Sondeo

Características del Pozo

Las características del pozo se muestran a continuación:

- Cota terreno: 22 m.s.m
- Nivel dinámico: 16,5 m.s.m
- Cota grupo de bombeo: 10 m.s.m

2.1.1.2. Grupo motobomba

Actualmente, la empresa tiene en propiedad un grupo motobomba instalado en la edificación secundaria. La bomba disponible consiste en una bomba sumergida de eje vertical, centrífuga, de flujo mixto, de un solo paso, con succión simple, de acero y con una potencia de 22 KW.

Las características principales del grupo de bombeo se adjuntan en la Tabla 3.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de la bomba sumergida. Fuente: Caprari – Pumping power

Modelo	<i>Caprari E9S50/4L + MAC630</i>
Potencia motor (KW)	22
Presión (m.c.a)	30-80
Caudal (l/s)	16-35
Velocidad nominal (rpm)	1.450
Nº de rodetes	4
Rendimiento (%)	65-77
Peso bomba (kg)	181

Las características del grupo motobomba son suficientes para satisfacer las necesidades hídricas para riego localizado de la explotación. Al final del anejo, se adjunta la ficha técnica, con las especificaciones técnicas (características de funcionamiento, curva de funcionamiento, características técnicas...) de la bomba sumergida mencionada.

2.1.2. Descripción de las construcciones de la explotación

2.1.2.1. Caseta

La explotación de estudio dispone de dos edificaciones. Una de ellas, la de mayor dimensión, se encuentra ubicada en el centro de la finca (Ilustración 1). La edificación posee dos alturas, además dispone de un pequeño porche en la parte delantera y de un almacén situado en la parte trasera de la vivienda. La vivienda está rodeada con un pequeño cerco de valla que delimita el perímetro de toda la vivienda. Posee una superficie total de 523 m², de las cuales la primera planta de la casa ocupa la mitad, es decir, 211,125 m² (12,5 largo x 18,5 ancho). Actualmente, se encuentra en un estado avanzado de ruinas, y necesita una reforma importante para poder ser habitada o utilizada como resguardo de maquinaria o tareas afines al cultivo de cítricos.



Ilustración 1. Edificación principal de la explotación. Fuente: Propia

La otra edificación presente en la finca es una pequeña caseta situada en la parte Nord-Este de la explotación. Es de menor dimensión que la anterior, con una superficie total de 148,5 m² (16,5 m de largo y 9 m de ancho). Destaca porque tiene una pequeña torreta en la parte delantera, que le permite conectarse a la red eléctrica. La caseta, por dentro se encuentra en perfectas condiciones, debido a que fue construida en 1994. Actualmente, en el interior se encuentra el equipo de bombeo utilizado para el riego por superficie que se llevaba a cabo.



Ilustración 2. Edificación secundaria de la explotación. Fuente: Propia

3. CULTIVOS EXISTENTES

Los cultivos que se encuentran actualmente en la explotación son cítricos, concretamente naranjos de la variedad Navelina y mandarinos de la variedad Clemenules y Oronules.

3.1. Navelina

Las características morfológicas de la fruta y los principales parámetros de calidad se indican en la Tabla 4; y la evolución del índice de madurez, acidez y porcentaje de azúcares se muestra en la Figura 1.

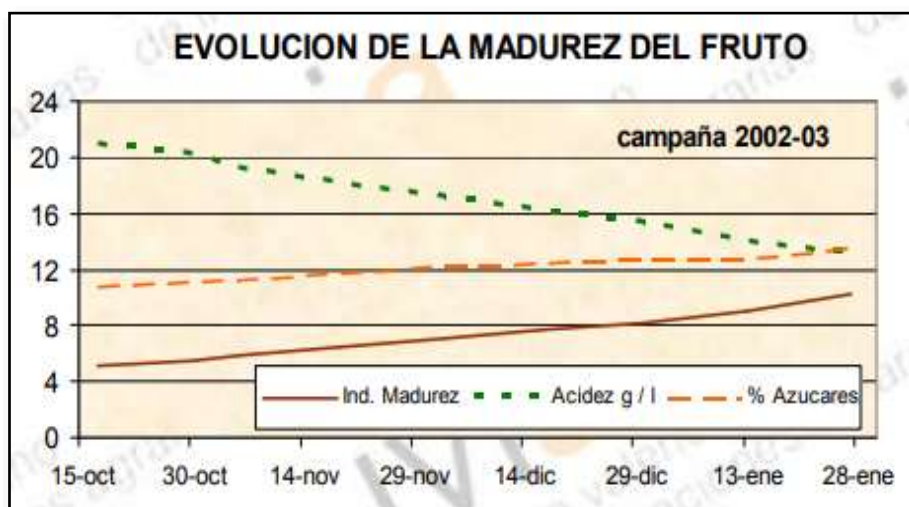


Figura 1. Evolución de la madurez del fruto de la naranja Navelina. Fuente: IVIA

Tabla 4. Características del fruto de la naranja Navelina. Fuente: IVIA

Características del fruto	
Peso (g)	200-220
Diámetro (mm)	73-78
Forma	Redonda diámetro/altura=0,98
Corteza (mm)	3,5-4,5
Zumo (%)	50-54
Semillas	No
Fructificación	Alta
Recolección	20 octubre – 31 enero

3.2. Clemenules

Las características morfológicas de la fruta y los principales parámetros de calidad se indican en la Tabla 5; y la evolución del índice de madurez, acidez y porcentaje de azúcares se muestra en la Figura 2.

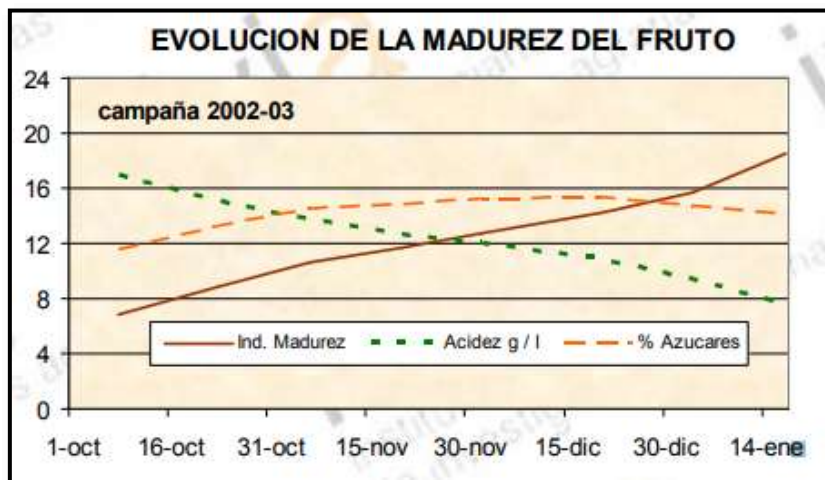


Figura 2. Características del fruto de la mandarina Clemenules. Fuente: IVIA

Tabla 5. Características del fruto de la mandarina Clemenules Fuente: IVIA

Características del fruto	
Peso (g)	95-105
Diámetro (mm)	67-65
Forma	Oblata diámetro/altura=1,20
Corteza (mm)	2-2,5
Color	Naranja intenso índice color=18
Zumo (%)	47-55
Semillas	No, aunque con polinización cruzada puede presentarlas
Fructificación	Alta, si bien puede ser recomendable tratamientos para el cuajado
Recolección	20 octubre – 31 enero

3.3. Oronules

Las características morfológicas de la fruta y los principales parámetros de calidad se indican en la Tabla 6; y la evolución del índice de madurez, acidez y porcentaje de azúcares se muestra en la Figura 3.

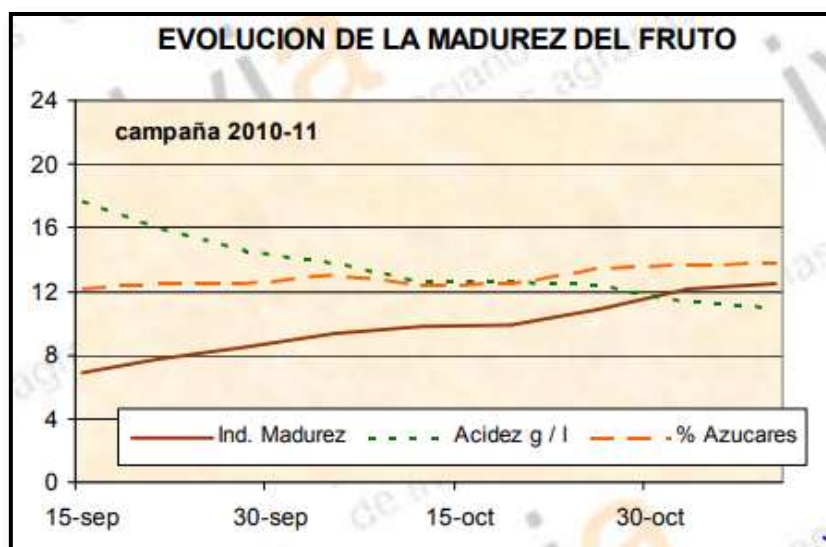


Figura 3. Características del fruto de la mandarina Oronules. Fuente: IVIA

Tabla 6. Características del fruto de la mandarina Oronules. Fuente: IVIA

Características del fruto	
Peso (g)	80-90
Diámetro (mm)	55-60
Forma	Oblata diámetro/altura=1,10
Corteza (mm)	1,8-2,4
Color	Naranja intenso índice color=24
Zumo (%)	50-55
Semillas	No, aunque con polinización cruzada puede presentarlas
Fructificación	Alta. Es necesaria el aclareo de frutos
Recolección	15 septiembre – 30 octubre

4. CARTOGRAFÍA BÁSICA

La cartografía necesaria para la preparación del presente proyecto ha sido obtenida del servicio web del Terrasit (<https://visor.gva.es/visor/>) dependiente del Instituto Cartográfico Valenciano y del Centro de Descargas perteneciente al Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfica Nacional.

5. TOPOGRAFÍA

Para la localización de las distintas obras que componen el Proyecto, se realizan diversos levantamientos topográficos. Las zonas a levantar se definen en gabinete

confirmando in situ la viabilidad de trazado o emplazamiento de las infraestructuras proyectadas y procediendo a realizar las correspondientes mediciones topográficas.

La geomorfología facilitará una correcta interpretación de la textura y composición de los suelos.

En base a la Cartografía temática de la fisiografía de la Comunidad Valenciana elaborada por la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana, se observa que la zona estudiada no presenta grandes desniveles, al tratarse de una zona predominantemente llana.

6. ESTUDIO CLIMÁTICO

6.1. Introducción

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, a partir de la estación agroclimática indicada en la Tabla 7. Los datos han sido recopilados desde el año 2001 hasta el año 2018 por la estación meteorológica de Sagunto.

Tabla 7. Características de la estación agroclimática situada en Sagunto (Valencia)

Provincia	Valencia
Término	Sagunto
UTM X	732200.000
UTM Y	4392210.000
Huso	30
Altura (m)	25
Fecha de la Instalación	01/01/2001

6.2. Datos climáticos

A continuación, se muestran las temperaturas medias, así como la precipitación media desde el año 2001, hasta el año 2018, en valores mensuales (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de precipitación media mensual y de termometría, expresados en mm/mes y en °C respectivamente para la estación agroclimática de Sagunto (Valencia)

Estación	Mes	Precipitación media (mm/mes)	T.M.M (°C)	T.M.Mx (°C)	T.M.Mn (°C)
Sagunto	Enero	29,6	11,4	16,3	6,5
	Febrero	32,5	11,4	16,2	6,6
	Marzo	48,4	13,7	18,8	8,6
	Abril	37,3	15,8	20,7	10,8
	Mayo	45,0	18,9	23,6	13,9
	Junio	13,8	23,1	27,6	18,1
	Julio	8,3	25,6	29,7	21,1
	Agosto	16,9	25,3	30,0	21,0
	Septiembre	58,3	22,9	27,3	18,7
	Octubre	57,8	19,5	24,1	15,1
	Noviembre	53,7	14,7	19,3	10,0
	Diciembre	33,1	11,7	16,6	7,0

- T.M.M: Temperatura media de las medias. T.M.Mx: Temperatura media de las máximas.
T.M.Mn: Temperatura media de las mínimas.

La temperatura media presenta a lo largo del año pequeñas oscilaciones, destacando la temperatura mínima obtenida en el mes de enero con 6,5°C, aumentando gradualmente la temperatura hasta los 21,1°C del mes de agosto. En cuanto a las temperaturas más altas las encontramos en el mes de julio, con una media de 25,6 °C. Las temperaturas máximas, se registran en agosto, con una media de 30°C.

En cuanto a la precipitación, se puede observar que nos situamos en una región con precipitación entorno a los 39 mm al mes, salvo los meses de verano (junio, julio y agosto) que descienden hasta los 13 mm.

El mes de máximas precipitaciones es septiembre con 58,3 mm de precipitación media. La precipitación media anual es de 434,7 mm, por lo que el lugar se puede clasificar como una zona semiárida.

Es necesario tener en cuenta la radiación y el número de horas de sol que existe en la zona de cultivo, con la finalidad del diseño y planificación de la instalación fotovoltaica necesaria para el bombeo solar. A continuación, se muestran los valores obtenidos en Tabla 9:

Tabla 9. Valores de radiación solar expresados en MJ/m²-día y horas de sol mensuales para la estación agroclimática de Sagunto (Valencia)

Estación	Mes	Radiación (MJ/m ² día)	Horas de sol
Sagunto	Enero	9,57	7,82
	Febrero	13,22	9,135
	Marzo	16,065	10,04
	Abril	21,6	11,285
	Mayo	23,415	12,08
	Junio	27,095	13,105
	Julio	25,64	12,78
	Agosto	20,655	11,495
	Septiembre	16,765	10,195
	Octubre	13,72	9,395
	Noviembre	8,96	7,65
	Diciembre	6,975	6,5

6.3. Cálculo de la Evapotranspiración

El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET₀) se ha obtenido directamente del Servicio de Tecnología del Riego del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) y los resultados se detallan en la Tabla 10.

Los meses que experimentan una evapotranspiración más acusada, son los meses que corresponden, con las temperaturas más elevadas, y, por lo tanto, donde el aporte hídrico será esencial para el correcto desarrollo de los cítricos. Del mismo modo, los meses de temperaturas más bajas tienen unos niveles de evapotranspiración mínimos.

Tabla 10. Valores de los diferentes tipos de evapotranspiración de referencia mensuales, expresados en mm/mes, para la estación agroclimática de Sagunto (Valencia)

Estación	Meses	ET _o . T (mm/mes)	ET _o . M (mm/mes)	ET _o . M.Mx (mm/mes)	ET _o . M.Mn (mm/mes)
Sagunto	Enero	46,69	1,6	3,4	0,8
	Febrero	58,81	2,1	3,7	0,9
	Marzo	89,27	2,9	4,9	1,2
	Abril	109,44	3,7	5,5	1,4
	Mayor	138,68	4,5	6,3	2,0
	Junio	159,14	5,3	6,9	3,1
	Julio	159,11	5,2	6,9	3,3
	Agosto	148,03	4,7	6,4	2,9
	Septiembre	107,21	3,6	5,5	1,8
	Octubre	76,65	2,5	4,1	1,3
	Noviembre	51,61	1,7	3,3	0,9
	Diciembre	40,96	1,3	2,8	0,6
Anual		434,7	39	59,7	20,2

- ET_o.T: Evapotranspiración total, ET_o.M: Evapotranspiración media, ET_o.M.Mx: Evapotranspiración media máxima, ET_o.M.Mn: Evapotranspiración media mínima

6.4. Cálculo de la Precipitación Efectiva (Pe)

El cálculo de la Precipitación Efectiva se ha realizado de dos formas distintas con el fin de compararlas y obtener unos resultados finales más específicos y reales.

Se muestra a continuación, el primer método de cálculo de la precipitación efectiva propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 1993), así como las fórmulas utilizadas para ello, indicándose los datos en la Tabla 11.

- Si $P > 75$ mm/mes

$$Pe = 0,8 \cdot Pm - 25$$

- Si $P < 75$ mm/mes

$$Pe = 0,6 \cdot Pm - 10$$

- En ambos casos si:

$$Pe < 0 \rightarrow Pe = 0$$

Tabla 11. Valores de la Precipitación media y efectiva mensual, expresado en mm/mes, para la estación agroclimática de Sagunto (Valencia)

Estación	Meses	Precipitación Media (mm/mes)	Precipitación efectiva (mm/mes)
Sagunto	Enero	29,6	7,77
	Febrero	32,5	9,51
	Marzo	48,4	19,07
	Abril	37,3	12,35
	Mayo	45,0	17,02
	Junio	13,8	0
	Julio	8,3	0
	Agosto	16,9	0,11
	Septiembre	58,3	24,97
	Octubre	57,8	24,67
	Noviembre	53,7	22,21
	Diciembre	33,1	9,87
Anual		434,7	147,55

En segundo lugar, se muestra en la Tabla 12 de precipitación efectiva obtenida directamente a partir de los datos proporcionados por el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) en la estación climática de Sagunto (Valencia).

De acuerdo con las observaciones en campo, los datos obtenidos por el SIAR se consideran más ajustados a la realidad; y por tanto serán los utilizados en este proyecto.

Tabla 12. Valores de la Precipitación media y efectiva mensual, expresado en mm/mes, proporcionados por la red SIAR.

Meses	Precipitación Media (mm/mes)	Precipitación efectiva (mm/mes)
Enero	29,12	14,64
Febrero	31,75	15,71
Marzo	50,16	26,22
Abril	38,45	18,56
Mayo	46,76	23,8
Junio	13,6	5,44
Julio	9,22	3,74
Agosto	16,97	5,29
Septiembre	66,94	34,12
Octubre	52,44	26,88
Noviembre	52,49	27,61
Diciembre	36,52	17,53
Anual	415,3	219,54

6.5. La clasificación agroecológica Papadakis.

Papadakis permite una clasificación climática ajustada a un punto de vista de la ecología de los cultivos. El tipo climático quedará determinado por un régimen térmico y el régimen de humedad.

Según la clasificación de Papadakis, el término Municipal de Sagunto se caracteriza por presentar un régimen térmico *MARÍTIMO CÁLIDO*, un régimen de humedad *MEDITERRÁNEO HÚMEDO* y un tipo de clima *MEDITERRÁNEO MARÍTIMO*.

INVIERNO:

- Mes más frío: ENERO
- Temperatura mínima absoluta en el mes más frío: -2,9 °C
- Temperatura media de las mínimas en el mes más frío: 6,5 °C
- Temperatura media de las máximas en el mes más frío: 16,2 °C

- Clasificación bioclimática según PAPADAKIS: **Avena (Av)**

VERANO:

Clasificación bioclimática según PAPADAKIS: **Algodón (g)**

RÉGIMEN TÉRMICO:

- *MARÍTIMO CÁLIDO (MA)*

RÉGIMEN DE HUMEDAD:

- *MEDITERRÁNEO HÚMEDO (ME)*

TIPO DE CLIMA:

- *MEDITERRÁNEO MARÍTIMO*

Según la clasificación climática de Papadakis, el término municipal de Sagunto, se caracteriza por presentar un régimen térmico MARÍTIMO CÁLIDO, un régimen de humedad MEDITERRÁNEO HÚMEDO y un tipo de clima MEDITERRÁNEO MARÍTIMO.

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que la mayor parte de cultivos típicos de la región mediterránea templada, se pueden llevar a cabo y desarrollar con normalidad en el término municipal de Sagunto. Siempre y cuando, el resto de condiciones agronómicas (calidad del agua, calidad del suelo...) sean las adecuadas.

De esta forma se puede asegurar sin temor alguno que el clima existente es excelente de forma general para el cultivo de cítricos.

Aunque el régimen térmico es adecuado para los cultivos existentes (cítricos), presenta en algunos meses del año, un balance hídrico deficitario. Es por eso, que es necesario el aporte de agua mediante el riego para alcanzar rendimientos aceptables del cultivo.

7. ANÁLISIS DEL SUELO

Las características del suelo son determinantes en la definición de las estrategias de riego de fertilización de los cultivos. Para ello, se ha realizado un análisis de suelos de muestras procedentes de la parcela que pertenece a la explotación de cítricos a estudiar.

Se han llevado a cabo dos análisis de suelo, correspondientes a dos zonas diferentes de la explotación: zona alta y zona baja (Tabla 13 y 14). Al final del anejo se adjuntan los documentos de los dos análisis de suelo.

Tabla 13. Resultados obtenidos del análisis de suelo de la zona alta de la finca

Parámetro	Resultado	Ud.
Color	5YR 5/4 Reddish	-
Textura		
- Arcilla	29	%
- Arena	46	%
- Limo	25	%
Clasificación textura (U.S.D.A)	Franco	-
pH (25°C)	8,1	-
Materia orgánica oxidable	2	%
Nitrógeno total	1188	mg/Kg
Relación C/N	9,74	-
Fósforo (Olsen)	52,1	mg/Kg
Calcio extraíble con (NH ₄ Ac)	24,3	meq/100g
Magnesio extraíble con (NH ₄ Ac)	8,97	meq/100g
Potasio extraíble con (NH ₄ Ac)	1,74	meq/100g
Sodio extraíble con (NH ₄ Ac)	1,65	meq/100g
Carbonatos totales (CaCO ₃)	29,3	% CaCO ₃
Caliza activa	11,6	%
Conductividad eléctrica (25°C)	<50	μS/cm

Tabla 14. Resultados obtenidos del análisis del suelo de la zona baja de la finca

Parámetro	Resultado	Ud.
Color	5YR 4/4 Reddish brown	-
Textura		
- Arcilla	24	%
- Arena	46	%
- Limo	30	%
Clasificación textura (U.S.D.A)	Franco	-
pH (25°C)	8	-
Materia orgánica oxidable	1,98	%
Nitrógeno total	1261	mg/Kg
Relación C/N	9,13	-
Fósforo (Olsen)	85,5	mg/Kg
Calcio extraíble con (NH ₄ Ac)	20,5	meq/100g
Magnesio extraíble con (NH ₄ Ac)	4,09	meq/100g
Potasio extraíble con (NH ₄ Ac)	1,10	meq/100g
Sodio extraíble con (NH ₄ Ac)	0,28	meq/100g
Carbonatos totales (CaCO ₃)	17,8	% CaCO ₃
Caliza activa	6,83	%
Conductividad eléctrica (25°C)	570	μS/cm

7.1. Interpretación del análisis

7.1.1. Textura

Los resultados del análisis de la parte alta de la finca, en cuanto a textura son:

Arena: 46%

Limo: 25%

Arcilla: 29%

Según la clasificación internacional de los suelos, el suelo de la zona alta se clasifica según una textura Franco-arcillo-arenoso. Se considera un suelo medio caliente, de buen drenaje interno y con capacidad media para retención de agua y elementos minerales.

Los resultados del análisis de la parte baja de la finca, en cuanto a textura son:

Arena: 46 %

Limo: 30 %

Arcilla: 24 %

Según la clasificación internacional de los suelos, el suelo se clasifica según una textura Franca. Se considera un suelo con características muy similares a las que se han descrito para el suelo Franco-arcillo-arenoso.

7.1.2. pH

Los valores de pH en suspensión acuosa 1:5 son muy similares en las dos partes de la finca. En la parte alta, da un valor de 8,1 y de 8 en la parte baja. Se puede considerar un valor de pH alto para el suelo. El valor del pH nos indica que se trata de un suelo básico, pero al tratarse de un suelo calcáreo, el pH está dentro de la normalidad en estos tipos de suelo.

La asimilabilidad de los nutrientes a este pH es buena, excepto para el hierro, manganeso, boro, cobre, cinc y fósforo que disminuyen su asimilabilidad con este tipo de suelos.

7.1.3. Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica del suelo es prácticamente idéntico para ambas partes de la finca, ya que está alrededor del 2%. El suelo tiene un contenido medio de materia orgánica. Para textura media, como en este caso, el valor de la materia orgánica es adecuada.

7.1.4. Carbonatos totales

Existe una pequeña diferencia en cuanto a los valores obtenidos de carbonatos en las dos partes de la finca. En la parte alta se obtiene un valor alto, del 29,3 % de CaCO_3 y un valor medio de 17,8 % de CaCO_3 en la parte baja. El tipo de suelo en ambas partes se puede considerar calizo, esto podría explicar el pH básico que se obtiene.

7.1.5. Caliza activa

Los valores de caliza activa en ambas partes de la finca son muy diferentes, ya que en la parte alta obtenemos un 11,6 %; sin embargo, en la parte baja, se obtiene un valor inferior al anterior, 6,83 %.

Este valor, es de elevada importancia en la elección del patrón, por la diferente susceptibilidad que muestran los patrones de cítricos a la cantidad de caliza activa en el suelo.

8. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Se dispone de un análisis físico químico completo del agua del sondeo (Tabla 15 y 16). El contenido en sólidos en suspensión y su naturaleza, tienen una influencia directa en el filtrado, mientras que el pH, conductividad y sales en disolución están vinculados con el riesgo de precipitación de las mismas, y con problemas de salinización del terreno si el manejo no es adecuado.

Además, hay que tener en cuenta el contenido en micro y macronutrientes, ya que el hecho de no considerarlos podría suponer un sobrecoste en abonos además de ocasionar fitotoxicidad en el cultivo en situaciones de presentarse concentraciones elevadas.

Al final del anejo se adjunta el documento del análisis de agua.

Tabla 15. Resultados de los macronutrientes obtenidos del análisis del agua de riego

Macronutrientes	Resultado	Ud.
Cloruros	78	mg/L
Sulfatos	548	mg/L
Bicarbonatos	222,65	mg/L
Carbonatos	<4,00	mg/L
Sodio disuelto	41,1	mg/L
Magnesio	99	mg/L
Calcio disuelto	251	mg/L
Potasio disuelto	4,28	mg/L

Tabla 16. Resultados de los parámetros de riego procedentes del análisis del agua de riego

Parámetros	Resultado	Ud.
Conductividad a 20°C	1832	μS/cm
pH a 21°C	8	-
S.A.R	0,56	-
Parámetros	Resultado	Ud.
NO ₃	186	mg/L
SO ₄	584	mg/L
B	0,086	mg/L
Fe	< 0,0400	mg/L
S.A.R	0,56	-

La calidad del agua de los aprovechamientos disponibles para el riego de la totalidad de la superficie, es apta para su utilización en el riego de los cultivos implantados, pudiendo ser clasificada, según D.W. Thorne y H.B. Peterson, en clase C2-S1, presentando un riesgo de salinización medio y un riesgo de alcalinización bajo.

- Agua de salinidad media (C2). Agua de salinidad media, apta para el riego. Puede usarse en condición de que exista un grado moderado de lavado. Se pueden cultivar en la mayoría de los casos, las plantas moderadamente tolerantes a las sales sin prácticas especiales de control de la salinidad.
- Agua baja en sodio (S1). Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con pocas probabilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, tales como los frutales de hueso, aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

9. ESTUDIO AGRONÓMICO

En referencia al estudio agronómico realizado, el presente trabajo, evalúa la superficie regable considerando el mapa de cultivos correspondiente a la superficie de la explotación. Se calculan las necesidades hídricas de cada cultivo considerando la adopción de un sistema de riego localizado y determinando la superficie regable según estas necesidades.

10. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El entorno de estudio se localiza en el término municipal Sagunto. Sagunto es un municipio de la Comunidad Valenciana, España. Perteneciente a la provincia de Valencia, ubicado en la comarca del Camp de Morvedre (*Plano 1. Situación y Plano 2. Emplazamiento*).

La zona de estudio, limita con los siguientes términos municipales: Algar del Palancia, Alfara de la Baronia, Segorbe, Soneja, Petrés, Gilet, Estivella, Torres Torres, Algimia de Alfara, Albalat dels Tarongers, Faura, Benavites, Benifario de los Valles, Cuart de les Valls, Cuartell, Alfondeguilla, Puzol, Almenara, Vall de Uxó, Canet de Berenguer.

La finca se encuentra situada en la parte norte de la localidad de Sagunto, a escasos 5 kilómetros de la propia localidad. Actualmente, existen dos vías principales para el acceso a la finca desde dicho municipio. La primera de ellas es necesario coger la avenida de Montiber de Sagunto dirección norte hasta salir a la autovía del mediterráneo (A-7) y seguir en ella durante 5 kilómetros aproximadamente, desviándose a la salida 297, tal y como muestra la Ilustración 3.

La segunda vía de acceso, es necesario dirigirte por la avenida de Motiber de Sagunto dirección sur, hasta coger la nacional N-340 dirección Almenara y Castellón. Sigues en ella aproximadamente 3,5 km, hasta que acudes de nuevo a la autovía del Mediterráneo (A-7), y coges el mismo desvío que anteriormente (Salida 297). Esta ruta se ve mostrada en la Ilustración 4.



Ilustración 3. Acceso por la vía 1 a la finca de estudio "El Cabeçolet" desde el municipio de Sagunto.

Fuente: Google maps



Ilustración 4. Acceso por la vía 2 a la finca de estudio "El Cabeçolet" desde el municipio de Sagunto.
Fuente: Google maps

11. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Para el estudio de la geología en este capítulo se ha dividido en tres apartados:

1. La orografía, donde se presentan los principales relieves constituidos a partir de los procesos geológicos que han tenido lugar sobre las rocas y la estructura donde se asienta el Municipio de Sagunto. Situado dentro de la denominación del Bajo Palancia, unidad histórica, conocida por haber sido siempre la vía de comunicación que enlaza la costa de Valencia con Aragón.
2. La litoestratigrafía, se pretende indicar la naturaleza, composición, textura y propiedades de las rocas que constituyen el Término Municipal.
3. La tectónica, donde se exponen el conjunto de formaciones resultantes de las fuerzas internas de la Tierra sobre el componente Litológico. A nivel comarcal la orografía reproduce en lo extremo la complejidad de la estructura geológica. Los montes van disminuyendo en altitud a medida que se aproximan al mar hasta llegar a una línea, que va desde los seis a los ocho kilómetros de la costa, en que cerros de 200 a 300 metros dan paso en busca de transición a un llano que termina en las playas de Sagunto y Canet d'En Berenguer.

12. HIDROGEOLOGÍA

El término municipal de Sagunto se encuentra integrado dentro del Sistema Acuífero nº 56 Sierra de Espadán - Plana de Castellón- Plana de Sagunto. Concretamente, la U.H. 21 Plana de Sagunto está incluida dentro del Subsistema acuífero de la Plana de Sagunto 56.02, y la U.H. 20 Medio Palancia está constituida por sector suroriental del subsistema acuífero del Medio Palancia 56.06, y por los sectores occidental y septentrional de los subsistemas de la Plana de Sagunto 56.02.

La Red Hidrográfica está compuesta por el río Palancia, con una longitud de 85 Km. y una cuenca drenante de 911,2 Km². Está regulado por el embalse del Regajo (6 Hm³) y por la presa de Algar. El régimen del río es muy irregular, viéndose muy influenciado por las lluvias, presentando un estiaje muy importante y aumentos del caudal después de fuertes lluvias.

En cuanto a las Aguas Subterráneas, el término municipal se divide en base a los materiales acuíferos, funcionamiento hidráulico, recursos, reservas, etc., en dos subsistemas hidrogeológicos, correspondientes a los dos dominios sedimentarios existentes:

1. **Subsistema de la Plana de Sagunto**, cuyas entradas de agua se estima que ascienden a 104 Hm³/año, de las cuales 13,6 Hm³ corresponden a la infiltración de la lluvia; 16 Hm³ a la infiltración de regadíos con aguas superficiales, y 27,5 Hm³ al retorno de regadíos dotados con aguas subterráneas.
2. **Subsistema del Medio Palancia** que se sitúa en el curso medio del río Palancia, entre las poblaciones de Segorbe y Sagunto, donde ocupa una superficie de 748 Km², a grandes rasgos coincidente con el sector interior de la comarca del Camp de Morvedre, al noroeste de la provincia de Valencia y Suroeste de la de Castellón.

13. NORMATIVA A EMPLEAR EN EL PROYECTO

En todo proyecto se deben de cumplir, además de unos requisitos básicos, otras condiciones necesarias para un buen diseño, formulación y posterior ejecución del proyecto.

La legislación es de obligado cumplimiento y se debe de tener presente que “el desconocimiento de una legislación, no exime de su cumplimiento”.

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:

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).

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.

De las instalaciones

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

Actividades cualificadas

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

Administrativas

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

Ordenación territoriales y ambientales

Se ha procedido a realizar la consulta de las distintas posibles afecciones de ámbito medio ambiental a través de la consulta gratuita disponible en el visor web de la Generalitat Valenciana (Cartografía temática del territorio de la C.V. (<http://visor.gva.es/visor/>)).

La explotación agrícola está compuesta por la parcela 47 del polígono 21 del T.M. de Sagunto (Valencia):

- NO ESTÁ AFECTADA por Suelo Forestal Estratégico según PATFOR.
- NO ESTÁ AFECTADA por Espacios Naturales Protegidos.
- NO ESTÁ AFECTADA por Red Natura 2000
 - NO está incluida en de Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPA), Zonas Especiales de Conservación (ZEC) o Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)
- NO ESTÁ AFECTADA por Zonas Húmedas.
- NO ESTÁ AFECTADA por la Red de la C.V.
- NO ESTÁ AFECTADA por el PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la C. V.).
 - NO existe Riesgo de Inundación.
- NO ESTÁ AFECTADA por Vías Pecuarias.
- ESTÁ AFECTADA por Suelo Forestal según PATFOR (Plan de Acción Territorial Forestal). No obstante, debemos remarcar que la zona sobre la que se pretende actuar no se encuentra afectada por esta catalogación de suelo.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Según el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación de Impacto Ambiental, los proyectos que, según el artículo 1 del presente Real Decreto legislativo, hayan de someterse a evaluación de impacto ambiental deberán incluir un estudio de impacto ambiental, siendo los incluidos en el citado artículo:

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería.




ANEJO 1. Caracterización del medio físico y el material vegetal

- a) Las primeras repoblaciones forestales de más de 50 hectáreas, cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas.
- b) Corta de arbolado con propósito de cambiar a otro tipo de uso del suelo, cuando no esté sometida a planes de ordenación y afecte a una superficie mayor de 20 hectáreas. No se incluye en este apartado la corta de cultivos arbóreos explotados a turno inferior a 50 años.
- c) Proyectos para destinar terrenos incultos o áreas seminaturales a la explotación agrícola intensiva, que impliquen la ocupación de una superficie mayor de 100 hectáreas o mayor de 50 hectáreas en el caso de terrenos en los que la pendiente media sea igual o superior a 20 por 100.
- d) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamientos de terrenos, cuando afecten a una superficie mayor de 100 hectáreas. No se incluyen los proyectos de consolidación y mejora de regadíos.

Por consiguiente, el Presente Proyecto NO está sujeto a Evaluación Ni Estimación de Impacto Ambiental.

15. ANÁLISIS DEL SUELO DE LA PARTE ALTA

Se adjunta análisis de suelo de la parte alta de la finca.

							
INFORME ANALITICO Nº		000247896-A01-001					
CLIENTE: ANTONIO LLUSAR Y CIA SL		DIRECCIÓN: C/ Padre Roque Melchor, s/n 12592 Chiches Castellón España					
Nº DE MUESTRA: 000247896		MATERIAL: Suelo agrícola					
REFERENCIA: FINCA EL CABEÇOLET (SAGUNTO) MUESTRA 2: SUELO PARTE ALTA		INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:					
OBSERVACIONES:		DESCRIPCIÓN: Muestra en envase cerrado, no precintado, en buen estado y en cantidad suficiente.					
CANTIDAD APROX.: >1KG		ENVASE: Plástico					
MUESTREO: Cliente		FECHA/HORA MUESTREO: 26/07/2018		No aportada por el cliente			
FECHA/HORA RECEPCIÓN: 30/07/2018 11:27		FECHA INICIO: 30/07/2018		FECHA FIN: 06/08/2018			
Listado de parámetros analizados							
Análisis de suelo: normal							
Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnicas
Cationes asimilables							
* Calcio extraíble con NH ₄ Ac	24,3		meq/100 g			Interno	ICP OES
* Magnesio extraíble con NH ₄ Ac	8,87		meq/100 g			Interno	ICP OES
* Potasio extraíble con NH ₄ Ac	1,74		meq/100 g		0,26	Interno	ICP OES
* Sodio extraíble con NH ₄ Ac	1,85		meq/100 g		0,020	Interno	ICP OES
Micronutrientes							
* Boro extraíble	0,88		mg/Kg		0,10	Interno	ICP OES
Propiedades físicas							
* Color	6YR 6/4 Reddish brown					Interno	Munsell Soil Color Charts
Propiedades sobre la fertilidad							
* Caliza activa	11,8		%		0,10	PEE46	Calimetría
* Carbonatos	28,3		% CaCO ₃		0,10	PEE46	Calimetría
Conductividad eléctrica a 25°C 1:5	< 50,0		µS/cm		50,0	PEE50/02	Conductimetría
* Fósforo Olsen	62,1		mg/Kg		0,80	PEE79	Espectrofotometría UV Vis
* Materia orgánica oxidable	2,00		%			Interno	Espectrofotometría UV Vis
Nitrógeno Total	1188		mg/Kg			PEE57	DUMAS
pH a 25° C 1:5	8,1				2,0	PEE50/01	Potenciometría
* Relación C/N	8,74					PEE84	Cálculo
Relaciones							
* Relación Ca/Mg	2,71					PEE84	Cálculo
Página 1 de 4							
<small> Laboratorio autorizado por la Consejería de Agricultura y Pesca con el nº A-95-AU (análisis sin validez oficial). Junta de Andalucía P.I. MACOISA C/ Carmen Martín, 15-11. 41309 - La Rinconada (Sevilla). Tel: +34 954.906.043 / +34 954.307.025 www.laboratoriograma.com - agrama@laboratoriograma.com </small>							



Las actividades marcadas con un * no están amparadas por la acreditación de ENAC Nº 423/LE838 Nº 423/LE1170.

INFORME ANALÍTICO Nº 000247896-A01-001

* Relación K/Mg	0.19		PEE64	Cálculo
Textura				
* Arcilla según clasificación USDA	29	%	PEE47	Densimetría
* Arena según clasificación USDA	46	%	PEE47	Gravimetría
* Limo según clasificación USDA	25	%	PEE47	Cálculo
* Textura según normas USDA	Franco-arcillo-arenoso		PEE47	Cálculo

Observaciones: los resultados obtenidos se refieren únicamente a las muestras analizadas. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. La Incertidumbre calculada (U), en parámetros fisicoquímicos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En parámetros microbiológicos, la Incertidumbre calculada, en métodos cuantitativos, se encuentra a disposición del cliente. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.
 LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.
 La información de la toma de muestras ha sido aportada por quien la realiza.

La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC Nº 423/LE838 Nº 423/LE1170.




Jefe Area Inorgánica
 Elisa Ridaio Ridaio



Sevilla, 6 de agosto de 2018
 Director Técnico
 Francisco Hierro del Castillo

16. ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARTE BAJA

Se adjunta el análisis del suelo de la parte baja de la finca.



agrama
SCIENCE & LIFE

ENAC
ENSAYOS
Nº 42311 FA38 Nº 42311 E1170

Las actividades marcadas con un * no están amparadas por la acreditación de ENAC Nº 42311/2006 Nº 42311/E1170.

INFORME ANALÍTICO Nº 000247895-A01-001

CLIENTE: ANTONIO LLUSAR Y CIA SL	
DIRECCIÓN: C/ Padre Roque Melchor, s/n 12592 Chliches Castellón España	

Nº DE MUESTRA: 000247895	MATERIAL: Suelo agrícola
REFERENCIA: FINCA EL CABEÇOLET (SAGUNTO) MUESTRA 1: SUELO PARTE BAJA	
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:	
OBSERVACIONES:	
DESCRIPCIÓN: Muestra en envase cerrado, no precintado, en buen estado y en cantidad suficiente.	
CANTIDAD APROX.: >1KG	ENVASE: Plástico
MUESTREO: Cliente	FECHA/HORA MUESTREO: 26/07/2018 No aportada por el cliente
FECHA/HORA RECEPCIÓN: 30/07/2018 11:27	FECHA INICIO: 30/07/2018 FECHA FIN: 06/08/2018

Listado de parámetros analizados

Análisis de suelo: normal

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Cationes asimilables							
* Calcio extraíble con NHAAc	20.6		meq/100 g			Interno	ICP OES
* Magnesio extraíble con NHAAc	4.08		meq/100 g			Interno	ICP OES
* Potasio extraíble con NHAAc	1.10		meq/100 g		0.26	Interno	ICP OES
* Sodio extraíble con NHAAc	0.28		meq/100 g		0.020	Interno	ICP OES
Micro nutrientes							
* Boro extraíble	0.62		mg/Kg		0.10	Interno	ICP OES
Propiedades físicas							
* Color	5YR 4/4 Reddish brown					Interno	Munsell Soil Color Charts
Propiedades sobre la fertilidad							
* Caliza activa	8.83		%		0.10	PEE46	Calimetría
* Carbonatos	17.8		% CaCO3		0.10	PEE46	Calimetría
Conductividad eléctrica a 25°C 1:5	670		µS/cm		50.0	PEE50/02	Conductimetría
* Fósforo Olsen	86.8		mg/Kg		0.80	PEE79	Espectrofotometría UV Vis
* Materia orgánica oxidable	1.88		%			Interno	Espectrofotometría UV Vis
Nitrógeno Total	1281		mg/Kg			PEE57	DUMAS
pH a 25°C 1:5	8.0				2.0	PEE50/01	Potenciometría
* Relación C/N	9.18					PEE84	Cálculo
Relaciones							
* Relación Ca/Mg	6.00					PEE84	Cálculo

Página 1 de 4

Laboratorio autorizado por la Consejería de Agricultura y Pesca con el nº A-95-AJ (análisis sin validez oficial). Junta de Andalucía
P.I. NACOISA C/ Carmen Martín, 10-11. 41009 - La Rinconada (Sevilla). Tel.: +34 954.906.043 / +34 954.307.025 www.laboratorioagrama.com - agrama@laboratorioagrama.com



INFORME ANALÍTICO Nº 000247895-A01-001

* Relación K/Mg	0.27		FEE84	Cálculo
Textura				
* Arcilla según clasificación USDA	24	%	FEE47	Densimetría
* Arena según clasificación USDA	48	%	FEE47	Gravimetría
* Limo según clasificación USDA	30	%	FEE47	Cálculo
* Textura según normas USDA	Franeo		FEE47	Cálculo

Observaciones: los resultados obtenidos se refieren únicamente a las muestras analizadas. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre calculada (U), en parámetros fisicoquímicos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En parámetros microbiológicos, la incertidumbre calculada, en métodos cuantitativos, se encuentra a disposición del cliente. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados no han sido corregidos con factores de recuperación. LC: límite de cuantificación. FEE: procedimiento específico de ensayo. La información de la toma de muestras ha sido aportada por quien la realiza.

La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC Nº 423/LE838 Nº 423/LE1170.



Jefe Área Inorgánica
Elsa Ridaó Ridaó

Sevilla, 6 de agosto de 2018
Director Técnico
Francisco Hierro del Castillo

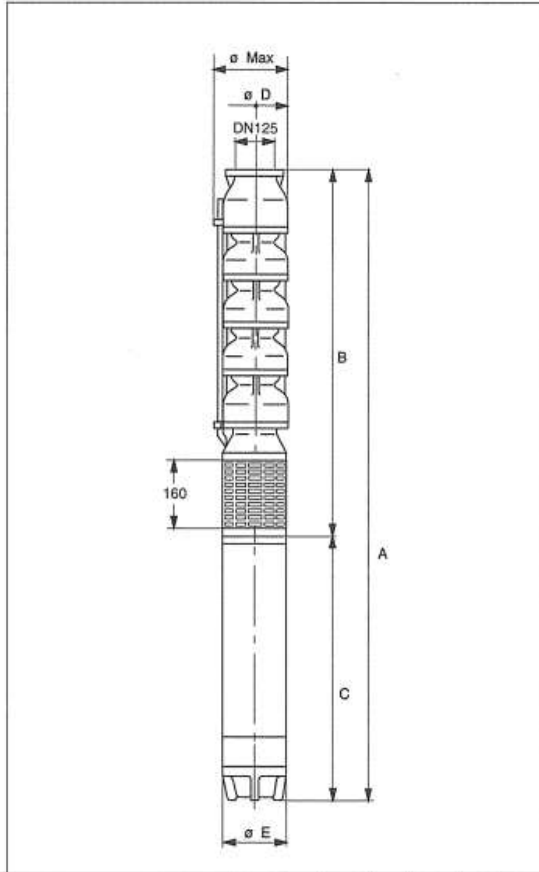
caprari

ELETTROPOMPA SOMMERSA
ELECTROPOMPE IMMERGEE
ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP

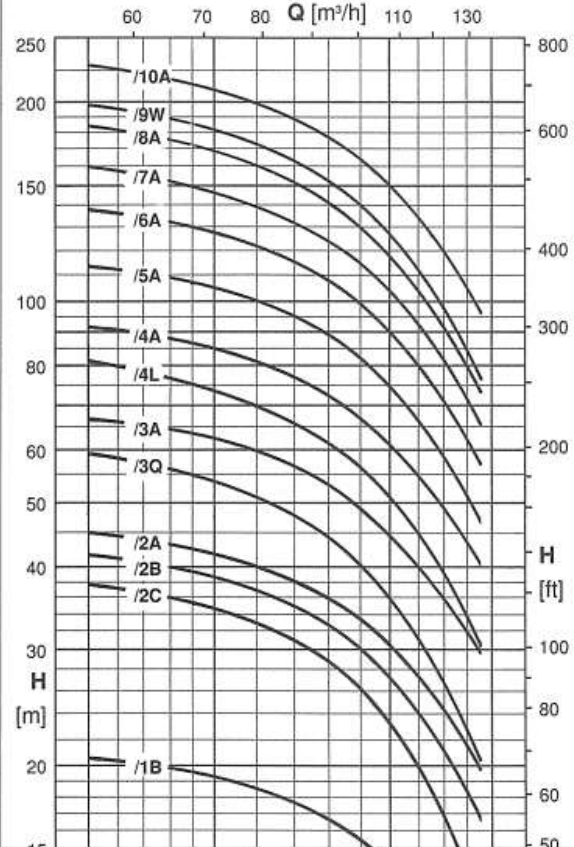
SEMIASSIALE
DEMI-AXIAL
MIXED FLOW

E9S50

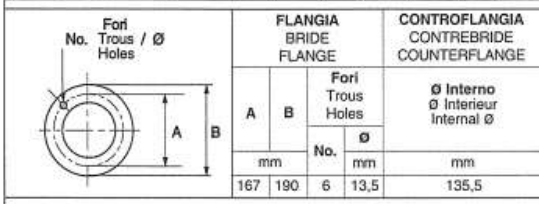
Dimensioni di ingombro e pesi
Dimensions d'encombrement et poids
Overall dimensions and weight



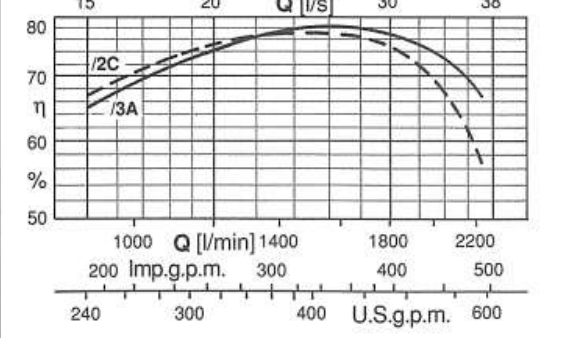
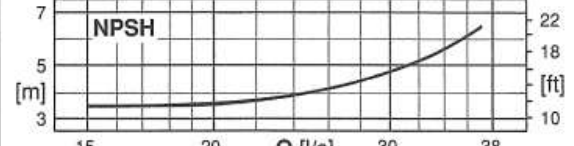
Caratteristiche di funzionamento 2 Poli/50Hz
Caractéristiques de fonctionnement 2 Pôles/50Hz
Performances curves 2 Pole/50Hz



TIPO TYPE TYPE	Ø Max	A	B	C	D	E	Peso Poids Weight
							kg
mm							
E9S50/1B + M5/67	200	1231	548	683	140	84	84
E9S50/2C + M612		1427	688	739			110
E9S50/2B + M615		1467	688	779			116
E9S50/2A + M617	202	1497	688	809	143	118	118
E9S50/3Q + M620		1667	828	839			132
E9S50/3A + M625		1737	828	909			140
E9S50/4L + MH630	202	2203	968	1235	188	181	181
E9S50-6/4A + MH635		2333	968	1365			195
E9S50/5A + M840		2128	1108	1020			222
E9S50/6A + M850	203	2408	1248	1160	188	254	254
E9S50/7A + M860		2628	1388	1240			279
E9S50/8A + MH870		2880	1528	1352			340
E9S50/9W + MH870	207	3020	1668	1352	194	351	351
E9S50/10A + MH880		3230	1808	1422			378



La pompa è corredata di guarnizione, controflangia e bulloni.
La pompe est équipée avec guarniture, contrebride et boulons.
Pump is equipped with gasket, counterflange and bolts.



ANEJO 2:

ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....	1
2.1. Evolución y situación de la citricultura	1
2.1.1. Evolución y situación de la citricultura española	1
2.1.2. Evolución y situación de la citricultura en la Comunidad Valenciana.....	3
2.2. Exigencias en clima y suelo	6
2.3. Patrones	7
2.3.1. Evolución de los patrones de cítricos a escala global.....	7
2.3.2. Listado de patrones más utilizados	9
2.4. Variedades comerciales	11
2.4.1. Introducción	11
2.4.2. Listado de variedades más utilizadas	12
3. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL	15
3.1. Elección del patrón	15
3.2. Elección de la variedad	15
4. BIBLIOGRAFÍA	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las principales zonas productoras de cítricos en el mundo	1
Figura 2. Producción de los cítricos más comunes para las sucesivas campañas en España (2008-2015), expresado en toneladas.....	3
Figura 3. Principales zonas productoras de cítricos dentro de la Comunidad Valenciana, predominantemente cultivos de naranja.....	4
Figura 4. Síntomas característicos del virus de la tristeza en árboles adultos. Marchitez, clorosis y frutos pequeños pero numerosos	8
Figura 5. Proporción de los principales patrones de cítricos en España.....	9
Figura 6. Características e interacción patrón-variedad	11
Figura 7. Calendario de maduración de variedades de cítricos	14
Figura 8. Evolución del precio medio de las variedades de Valencia Late y Valencia Midnight en el mes de abril para las últimas campañas de cítricos.....	16
Figura 9. Evolución del precio medio de las variedades: Valencia Late y Valencia Midnight en el mes de mayo para las últimas campañas de cítricos	17
Figura 10. Evolución de la madurez del fruto de la naranja Valencia Midnight.....	17
Figura 12. Aspecto de la variedad de naranja Valencia-Midnight.....	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producciones totales de cítricos para los diez países con mayor producción de cítricos en total, expresados en toneladas.....	2
Tabla 2. Comparativa de producción entre las comunidades de Andalucía y Valenciana con respecto al total de España para los distintos cítricos en la campaña de 2016/2017, expresado en toneladas.	3
Tabla 3. Características del fruto de la naranja Valencia Midnight.....	18

1. INTRODUCCIÓN

Con motivo de la reconversión del cultivo de cítricos que pretende llevarse a cabo en la parcela que se sitúa en el término municipal de Sagunt (Valencia), se procede a continuación a establecer las bases de la elección del material vegetal a implantar. En él, se realizará un pequeño estudio de la evolución y situación actual de la citricultura española, las necesidades de clima y de suelo de los cítricos y un pequeño estudio de los patrones y de las variedades existentes actualmente en el mercado, así como la elección final de ambos para su cultivo.

2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

2.1. Evolución y situación de la citricultura

2.1.1. Evolución y situación de la citricultura española

La citricultura es una práctica muy extendida desde tiempos inmemoriales y que ha adquirido una gran importancia económica en multitud de países entre los que encontramos a España, mayor productor de cítricos de Europa.

La importancia económica de los cítricos en España se puede observar reflejada en la Figura 1. en la que se observa la distribución de las principales zonas productoras de cítricos en el mundo y el intervalo de producción entre el que se encuentra cada uno. Los países con mayor producción aparecen en la figura coloreados más oscuros, en cambio, los países con una producción más reducida aparecen de un color más claro.

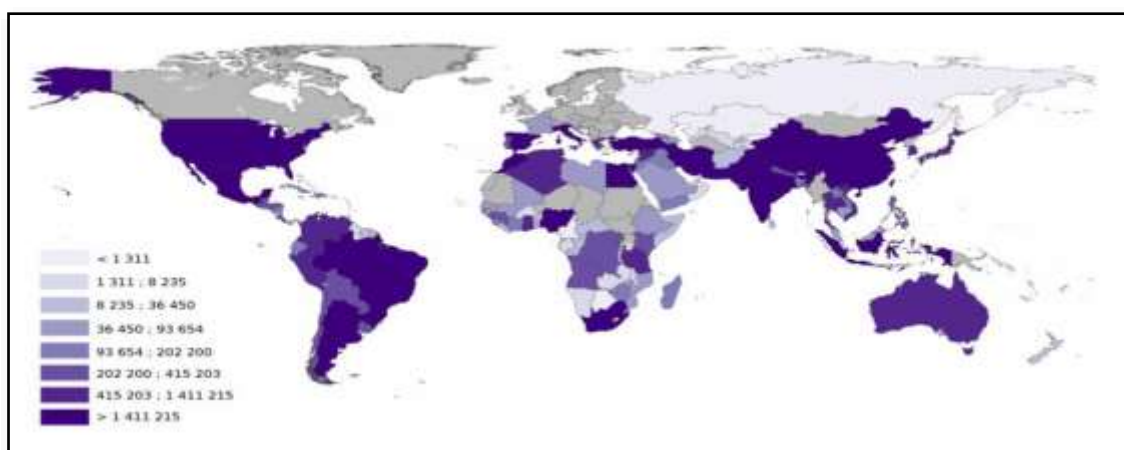


Figura 1. Distribución de las principales zonas productoras de cítricos en el mundo. Fuente: FAO.

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. La Tabla 1 muestra la producción de cítricos en diferentes campañas sucesivas para los diez primeros países con mayor producción de cítricos en total. De ahí se

observa, que España, ocupa el número seis dentro del ranking mundial de producción. China destaca en cuanto a producción respecto al resto de países, ya que está rondando las 30.000 toneladas anuales.

Tabla 1. Producciones totales de cítricos para los diez países con mayor producción de cítricos en total, expresados en toneladas. Fuente: FAO.

PRINCIPALES PRODUCTORES DE CÍTRICOS EN EL MUNDO								
Campaña	2015/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
China	15.845	18.877	21.395	23.627	23.026	26.450	27.770	29.567
Brasil	20.778	18.966	19.679	18.040	24.806	22.725	18.477	18.966
EE.UU	9.497	11.646	10.740	10.959	11.746	11.629	11.069	9.394
México	6.686	7.401	7.033	6.752	7.016	6.587	7.375	7.503
España	7.036	5.579	6.370	5.268	6.076	5.720	5.531	6.513
Egipto	3.024	3.165	3.520	3.576	3.783	4.032	4.151	4.452
Turquia	3.163	2.640	3.026	3.571	3.611	3.473	3.678	3.782
Italia	3.278	3.241	3.456	3.800	3.794	3.408	3.598	3.250

Con el finde de entrar en contexto, en primer lugar, 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.

En la Gráfica 1, se representan los cítricos más cultivados en España, así como la tendencia de crecimiento desde la campaña 2008 hasta la campaña de 2015. A la vez, se presenta una comparación entre las comunidades de Andalucía y Valencia con respecto a la producción total de cítricos en España, ya que estas son las dos comunidades que poseen mayores valores de producción de la Península Ibérica, tal y como se aprecia en la Tabla 2.

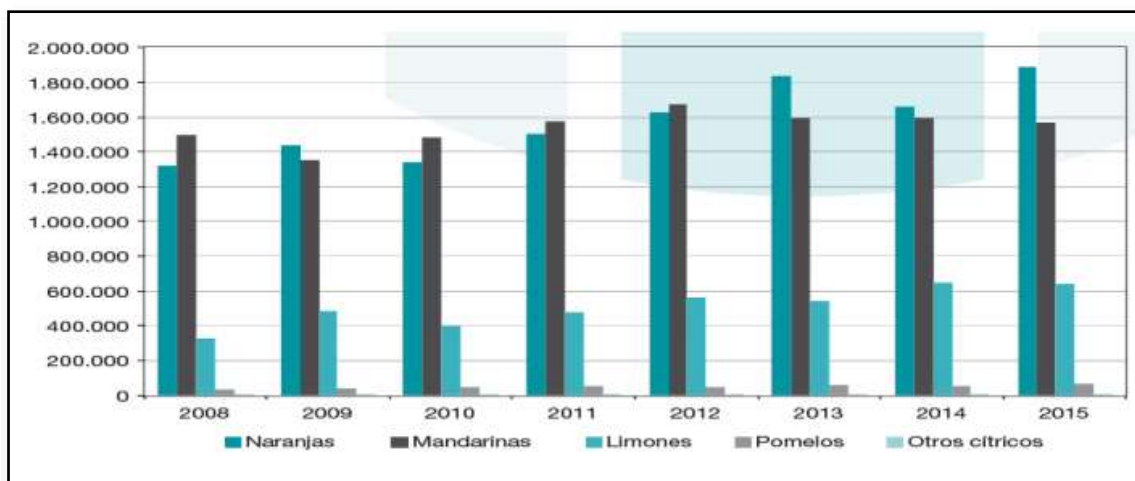


Figura 2. Producción de los cítricos más comunes para las sucesivas campañas en España (2008-2015), expresado en toneladas. Fuente: FAO.

Tabla 2. Comparativa de producción entre las comunidades de Andalucía y Valenciana con respecto al total de España para los distintos cítricos en la campaña de 2016/2017, expresado en toneladas. Fuente: FAO.

AFORO 2016/2017	ANDALUCÍA	C.VALENCIANA	ESPAÑA
Naranja	1.560.351	1.850.478	3.641.254
Mandarina	356.838	1.792.407	2.458.286
Limón	103.285	288.080	905.582
Pomelo	19.177	22.261	80.368
TOTAL	2.059.883	3.953.226	7.106.823

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

Es importante, 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, tal y como se aprecia en la Figura 2. 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 (Bou, 2010).

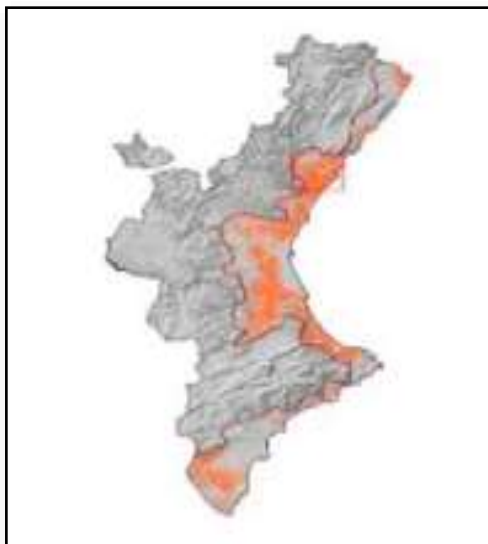


Figura 3. Principales zonas productoras de cítricos dentro de la Comunidad Valenciana, predominantemente cultivos de naranja. Fuente: IVIA.

A mitad del siglo XIX la crisis vinícola dejó camino libre a la naranja, convirtiéndose en el cultivo más rentable del territorio valenciano. La principal clave de esta rentabilidad estuvo en la demanda de frutas frescas por parte de los países industrializados de Europa ya que pudo ser atendido gracias al desarrollo de las vías de transporte (Bou, 2010).

Dicho desarrollo logró convertir el comercio citrícola en el motor de la economía valenciana que pasó de ser una agricultura tradicional de autoabastecimiento de un mercado reducido a una agricultura con un aumento enorme en la cantidad de los campos de cultivo que permitía satisfacer parte de las demandas europeas (Bou, 2010).

Una vez consolidado como uno de los cultivos principales de la Comunidad Valenciana, existió principalmente un hito en la citricultura en los años 70 que permitió a la Comunidad Valenciana convertirse en referente mundial y fue básicamente la rápida adopción de las normativas de calidad y programas de saneamiento vegetal, que permitía garantizar fruta de mejor calidad que la de otras regiones y países (Dalmau, 2017).

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 no superior a diez años, 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 (sólo el 6% de los titulares de explotaciones agrarias valencianas son menores de 35 años,

frente al 50% que tiene más de 65 años) así como la falta de evolución tecnológica (Gotteris, 2017; Boix 2017).

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 una serie de cambios en patrones y variedades atendiendo a las sensibilidades o tolerancias de cada uno de ellos (Forner & Forner, 2002). Uno de los acontecimientos/crisis más notorias de la citricultura a nivel mundial fue el Virus de la Tristeza de los cítricos.

El CTV (Citrus tristeza virus) causa una de las enfermedades más dañinas de este cultivo, con epidemias devastadoras que han cambiado el curso de la industria de los cítricos (FAO, 2016). El virus se transmite a través de diferentes especies de pulgones, destacando los pulgones marrones de los cítricos: *Toxoptera citricola*, *Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii* y *Aphis spiraecola* (Gil & Llorens, 2016).

El CTV se originó probablemente en Malasia y en otros países de Asia sudoriental, y se ha dispersada a casi todos los países productores de cítricos mediante el movimiento de material vegetal, lo que ha ocasionado la muerte de más e 100 millones de árboles en todo el planeta, además, de promover el cambio de naranjo agrio (patrón por excelencia a nivel mundial hasta la fecha), hacia otros patrones tolerantes como es el caso de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf (Ruiz et al, 2013).

Las cuantiosas pérdidas económicas que se extendieron en el sector citrícola han repercutido durante mucho tiempo en toda clase de actividades relacionadas con el cultivo y la exportación, precisamente por la tardanza en detectar claramente el problema y adoptar medidas.

Un ejemplo de problema mencionado en el párrafo anterior lo encontramos en el caso de España, donde se empezaron a registrar casos de cítricos con síntomas de esta enfermedad a partir de 1957 (sobre todo en la variedad Navel) aunque no sería hasta 1979 en que se consiguieron en España las primeras variedades saneadas de naranjos (Lladró, 2015).

Otras crisis también destacables fueron por ejemplo la gomosis (*Phytophthora sp.*), Exocortis (*Pospiviroid*) y el enverdecimiento de los cítricos o Huanglongbing (HLB) causado por las bacterias del género *Candidatus liberibacter spp.*

2.2. Exigencias en clima y suelo

Los cítricos son una especie subtropical. El factor limitante más importante es la temperatura mínima, ya que no tolera las temperaturas inferiores a -3°C . Tampoco tolera las heladas, ya que sufren tanto las flores y frutos como la vegetación, incluso llegar al punto que pueden desaparecer totalmente. Presenta escasa resistencia al frío (a los $3-5^{\circ}\text{C}$ 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 1.200 mm), que cuando no son cubiertas hay que recurrir al riego. Necesitan un medio ambiente húmedo tanto en el suelo como en la atmósfera. Es una especie ávida de luz para los procesos de floración y fructificación, que tienen lugar preferentemente en la parte exterior de la copa y faldas del árbol. Por tanto, la fructificación se produce en copa hueca, lo cual constituye un inconveniente a la hora de la poda. 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 (MAPAMA, 2015).

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 (MAPAMA, 2015):

Alteraciones hídricas producidas por sus efectos osmóticos sobre la disponibilidad de agua:

- Acumulación de iones tóxicos.
- Interferencias con la absorción de elementos nutritivos esenciales, que provocan desequilibrios en el balance de elementos minerales.

En los cítricos los efectos dañinos de las sales se combaten con:

- Estrategias de riego.
- Uso de material vegetal tolerante.
- Utilización de sales de calcio.

2.3. Patrones

2.3.1. Evolución de los patrones de cítricos a escala global

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 (Bou, 2010).

En el siglo XVII la mayoría de las plantaciones de cítricos en el mundo se establecían sobre pie franco (plantas originadas de semilla). Sin embargo, la aparición de la podredumbre de la raíz y la gomosis del tronco, causadas por el hongo *Phytophthora spp*, obligaron a los productores a injertar sobre patrones resistentes y el más adecuado resultó ser el naranjo agrio o amargo (*Citrus aurantium L.*) (Eugenia & Camacho, 2010). Este patrón, por poseer un buen comportamiento ante los diferentes factores abióticos y bióticos, se generalizó a escala mundial con mucho éxito entre los países citricultores.

La aparición de la tristeza, a la cual el naranjo amargo es susceptible, cambió por completo el uso de éste como patrón a nivel mundial (Figura 3). Por este motivo, se comenzó el estudio de patrones que resultaran tolerantes a esta enfermedad como *Poncirus trifoliata (L.) Raf* y todos sus híbridos y la lima “Rangpur” o limón “Cravo” (*Citrus limonia Osb.*) (MAPAMA, 2015).



Figura 4. Síntomas característicos del virus de la tristeza en árboles adultos. Marchitez, clorosis y frutos pequeños pero numerosos. Fuente: Moreno et al (2015).

Los patrones tolerantes a las enfermedades anteriormente mencionadas 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 influenciadas por el patrón: vigor, tamaño del árbol, desarrollo y profundidad de raíces, cosecha, tamaño, textura, calidad y época de maduración del fruto... 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 (Agustí, 2012).

En la actualidad, ninguna citricultura del mundo puede trabajar con un único patrón ya que, como podremos comprobar en los apartados posteriores, no hay uno que reúna las características deseadas por un comportamiento favorable ante todas las adversidades tanto abióticas como bióticas, por lo que es necesaria la diversificación de los patrones. De este modo, si se produce una afección grave a uno de los patrones seleccionados, no afectará a todo el sistema de cultivo y podrá ser recuperada la citricultura de la región (Jiménez & Zamora, 2010).

La utilización de patrones para el cultivo de los agrios se remonta en nuestro país, al menos, a la segunda mitad del siglo XVIII. En aquel tiempo, los patrones utilizados eran el cidro y el limonero, y se multiplicaban mediante enraizamiento de estacas. También se cultivaban naranjos procedentes de semilla sin injertar. Este tipo de árboles resultan muy sensibles a *Phytophthora*, que provoca la podredumbre de la corteza.

Las excelentes cualidades del naranjo amargo *Citrus aurantium* L. solucionaron los problemas planteados y puede explicar la difusión masiva que llegó a adquirir, tanto en nuestro país como en otras zonas productoras, llegando a alcanzar al 95% de la cuenca mediterránea (MAPAMA, 2015).

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. En la actualidad, se estima que un 10% de la superficie cultivada está sobre naranjo amargo y que las nuevas plantaciones de naranjos, mandarinos y pomelos están aproximadamente distribuidas de la siguiente forma: un 4% sobre citrange Troyer (*C. sinensis* (L.) Osb x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), un 75% sobre citrange Carrizo y un 8% sobre mandarina Cleopatra (*C. reshni* Hort. ex Tan.). El *C. macrophylla* Wester y el *C. volkameriana* Ten. & Pasc., son los más utilizados para los limoneros tal y como se muestra en la Figura 4 (Zaragoza et al, 2011).

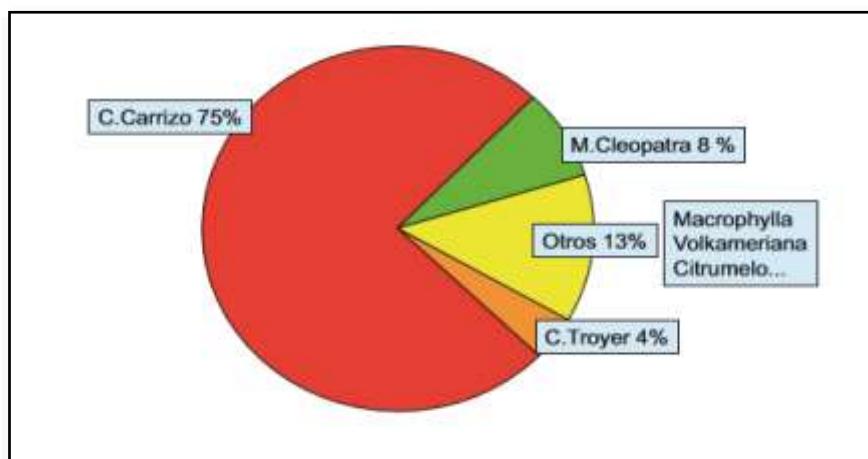


Figura 5. Proporción de los principales patrones de cítricos en España. Fuente: Zaragoza et al (2011).

2.3.2. Listado de patrones más utilizados

A continuación, se mencionan algunos de los patrones más extendidos en España:

- *Citrango Carrizo*
- *Mandarino Cleopatra*
- *Naranjo Amargo (Uso bastante reducido)*
- *Citrango Troyer*
- *Citrus Macrophylla*
- *Citrus Volkameriana*
- *Citrumelo CPB 4475*

Así como de otros patrones obtenidos recientemente en:

España:

- Forner-Alcaide Nº5
- Forner-Alcaide Nº13

- Forner-Alcaide N°418

Estados Unidos

- C22

- C54

- C57

Cada uno de los patrones utilizados en mayor o menor medida en la citricultura actual, poseen unas características únicas que los hacen más o menos interesantes dependiendo del tipo de suelo en el que se quieran utilizar, las enfermedades más comunes en cada región y, sobre todo, atendiendo a la variedad que queremos injertar sobre éste. En la Figura 6, se muestra la sensibilidad y tolerancia de los patrones más utilizados en la citricultura a diferentes condiciones del medio o enfermedades. Además, también indica la influencia sobre la variedad para cada uno de los patrones y cómo afecta a las diferentes características del árbol y de la producción

	Naranja amargo	Citrus macrophylla	Citrus volkameriana	Citrange Carrizo	Citrange Troyer	Mandarino Cleopatra	Citrumelo CPB-4475	Forner Alcaide Nº5	Forner Alcaide Nº418
Influencia sobre la variedad									
Vigor	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Media	Alto	Semienanz.	Enanizante
Entrada en producción	Media	Rápida	Rápida	Media	Media	Media	Media	-	-
Producción	media	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Media
Calidad fruto	Media	Media	Baja	Alta	Alta	Media	Media	Alta	Alta
Tamaño fruto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	-	-	-
Maduración	Media	Media	Adelanta	Adelanta	Adelanta	Media	Retrasa	Adelanta	Media
Tolerancia a condiciones del medio									
Salinidad	Media	Alta	Media	Baja	Baja	Alta	Media	Media	Media
Caliza	Alta	Media	Alta	Baja	Baja	Alta	Baja	Media	Baja
Heladas	Alta	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Media	-	-
Sequía	Media	-	-	Baja	Baja	Media	Alta	-	-
Encharcamiento	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Media	-
Enfermedades									
Tristeza	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Phytophthora	Resistente	Resistente	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Resistente	Resistente	Sensible
Exocortis	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	-	-
Psoriasis	Tolerante	-	-	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	-	-
Xyloporosis	Tolerante	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	-	-
Armillaria	Resistente	-	-	Sensible	Sensible	Sensible	-	-	-
Nematodos	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Resistente	Resistente	Sensible

Figura 6. Características e interacción patrón-variedad. Fuente: IVIA.

2.4. Variedades comerciales

2.4.1. Introducción

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 (Montalt, 2009).

“Algunos estudios demuestran que la implantación de las nuevas variedades es progresiva e inexorable. Aunque algunas variedades tradicionales como Clemenules, Oronules, Navelina, LaneLate siguen y seguirán manteniéndose, otras muchas desaparecerán por su escasa rentabilidad como Clementina Fina, Ortanique, Fortune, Hernandina, Marisol u Oroval” (López, 2016).

2.4.2. Listado de variedades más utilizadas

Variedades de naranja

A continuación, se mencionan algunos de las variedades de naranja más extendidas en España:

- Navelate
- Chislett_Summer
- Glenora Late
- Valencia_Late
- Valencia_Midknight
- Late_Late
- M7
- Navelina
- Powell_Summer
- Salustiana
- Fukumoto
- Valencia_Delta_Seedless
- Witkransk Lane Navel

Variedades de clementina y híbridos de mandarina

A continuación, se mencionan algunos de las variedades clementinas y híbridos de mandarina más extendidos en España:

Clementinas:

- Oro Gros
- Arrufatina
- Oro Grande
- Clemerval

Anejo 2. Elección del material vegetal

- Marisol
- Clemenules
- Clemenverd
- Oroval
- Hernandina
- Clemenrubi
- Clementina_Fina

Híbridos de mandarina:

- Garbi
- Murcott
- Ortanique
- Safor
- Tango
- Nova
- Fortune
- Nadorcott
- Orri
- Queen

Tras haber realizado el listado bibliográfico de las distintas variedades, se puede comprobar que 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, lo que sumando a la exigencia de calidad en dichas fechas hace que el margen de beneficio sea muy reducido (Figura 6.).

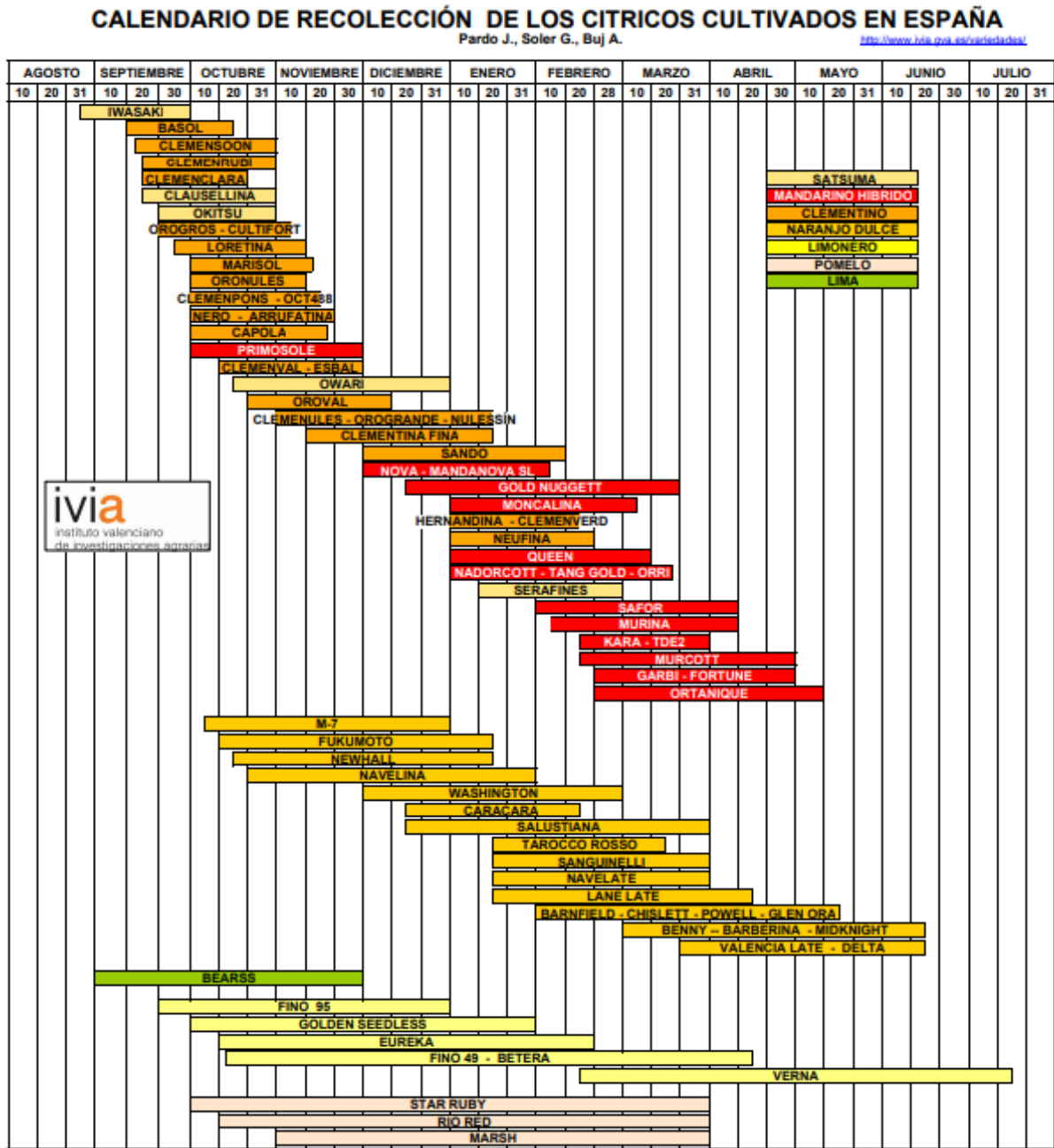


Figura 7. Calendario de maduración de variedades de cítricos. Fuente: IVIA.

3. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

3.1. Elección del patrón

Para la selección del patrón ideal en las condiciones de nuestra explotación se ha tenido en cuenta los análisis de suelo realizados con el finde ajustar al máximo la elección del patrón a las condiciones edáficas.

Como se ha mencionado en el apartado de *Análisis de suelo* en el *Anejo 1*, existen dos partes de la finca con diferencia en alguno de los parámetros principales analizados; es por ello que se deberán estudiar la implantación de dos patrones distintos, ya que cuadrar un patrón únicamente para las dos partes será complicado y puede provocar ciertos problemas en el desarrollo y producción del árbol.

Las principales diferencias que se encontraban en los dos análisis era el porcentaje de caliza activa y la cantidad de sodio extraíble. Una vez se han estudiado estos parámetros, se adoptarán las siguientes soluciones.

- 1) En la parte alta de la finca, se tiene un 11,6 % de caliza activa en el suelo, es decir, se trata de un suelo muy calizo; además de tener una elevada cantidad de sodio extraíble con NH_4Ac (1,65 meq/100g). Analizando estos dos parámetros, el patrón que más se ajusta a estas condiciones es el **Fornier Alcaide Nº5**, ya que es tolerante a la caliza; tiene muy buena tolerancia a la salinidad; es resistente a la asfixia radicular; tiene una muy elevada productividad; y la calidad de la fruta es excelente. Se ha descartado utilizar cualquier otro tipo de Fornier Alcaide, como puede ser el nº13 o Nº 418 debido a que son sensibles a la caliza.
- 2) En cambio, en la parte baja de la finca, se tiene un 6,83 % de caliza activa, un suelo poco calizo, además de poseer poca cantidad de sodio extraíble con NH_4Ac (0,28 meq/100g). Analizando estos dos parámetros, el patrón que mas se ajusta para dicha parte es el **Citrango Carrizo** (*W.Navel (C.sinensis) x P.Trifoliata*), debido a que al tener el suelo un portencaje menor al 8,5 de caliza activa, el suelo es viable para estos parámetros, ya que es un patrón sensible a la caliza. Es un patrón sensible a la salinidad, pero en este caso no tenemos problemas elevados de salinidad.

3.2. Elección de la variedad

La empresa Antonio Llusar, dispone de fincas de propiedad privada distribuidas por toda España. La gran mayoría de ellas son fincas de Clemenules, Orri, Tango, Nadorcott, si hablamos de fruta pequeña, y de Navelinas, Lane-Late, Navel-Late refiriéndonos a fruta gruesa. Es por eso, que la última parte de la campaña, no dispone de fruta propia para trabajar, con lo que le obliga a comprar fruta a terceros para poder cubrir la demanda de fruta durante ese período de tiempo. La elección varietal se centrará en variedades de naranja tardías, para poder ser independiente en ese nicho

de mercado tardío. El actual proyecto, es la primera finca dentro de su proyecto global a implantar en varios años por la empresa.

Analizando el abanico de variedades tardías de naranjo dulce disponible en el mercado (Glenora, Valencia-Midknight y Valencia-Late), se ha elegido finalmente la **Valencia-Midknight**.

En los últimos años, la evolución de los precios para este grupo de naranjas ha sido muy positivo (Figura 2 y 3) y por ello se ha optado la variedad comercial Valencia Midknight.

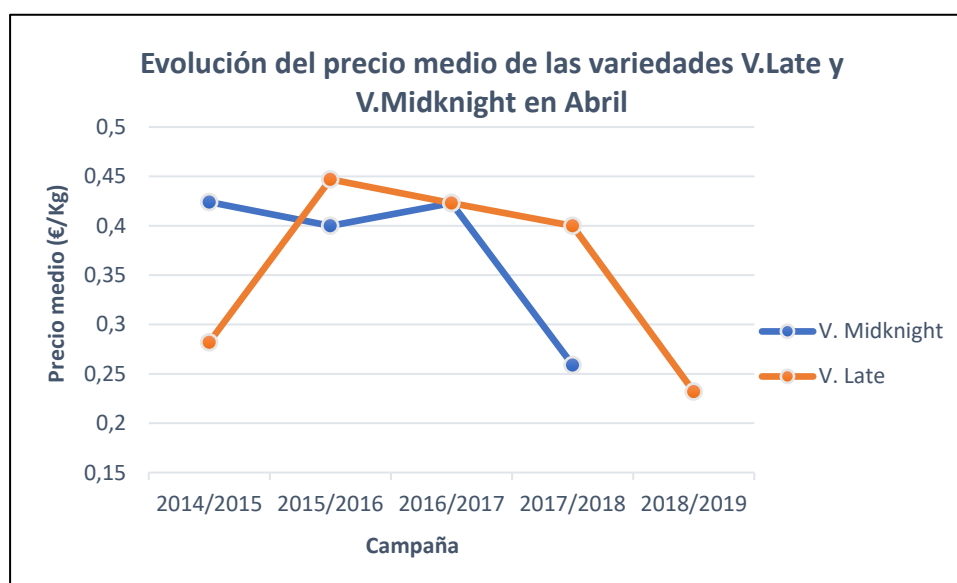


Figura 8. Evolución del precio medio de las variedades de Valencia Late y Valencia Midknight en el mes de abril para las últimas campañas de cítricos. Fuente: Precios Llotja Valencia

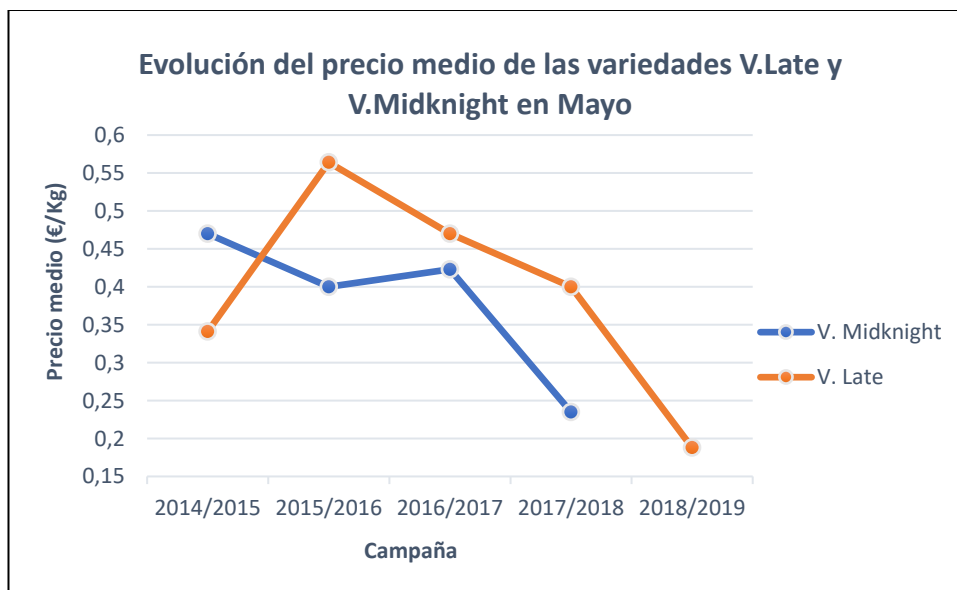


Figura 9. Evolución del precio medio de las variedades: Valencia Late y Valencia Midnight en el mes de mayo para las últimas campañas de cítricos. Fuente: Precios Llotja Valencia

La decisión final es la Valencia Midnight porque la calidad organoléptica y comercial es superior a otras variedades del grupo Valencia.

Además, dicha variedad comercial es una variedad de tamaño de fruto mediano o grande, con elevado contenido en zumo, con buen aroma y ligeramente ácido, con buenas condiciones para conservación a largo tiempo y transporte, es decir, es buena para la exportación. Además, se nos ajusta perfecto a nuestras necesidades, debido a que es la variedad más tardía de todas las variedades de naranjo dulce. Su recolección se inicia a partir de marzo, pudiendo mantenerse el fruto varios meses en el árbol con buenas condiciones. Las desventajas que posee es que en algunos campos aparecen frutos afectados por clareta, y aunque sea una variedad productiva puede tender a la vecería.

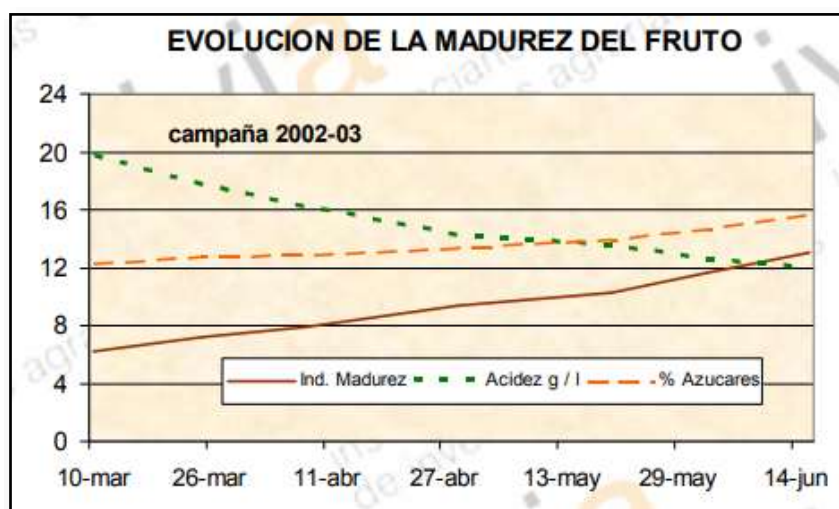


Figura 10. Evolución de la madurez del fruto de la naranja Valencia Midnight. Fuente: IVIA

Tabla 3. Características del fruto de la naranja Valencia Midnight. Fuente: IVIA

Características del fruto	
Peso (g)	170-200
Diámetro (mm)	67-72
Forma	Redonda diámetro/altura=1,01
Corteza (mm)	2,7-3,7
Color	Naranja índice color=10
Zumo (%)	53-58
Semillas	1-4
Fructificación	Alta.
Recolección	20 marzo – 15 junio



Figura 11. Aspecto de la variedad de naranja Valencia-Midnight. Fuente: IVIA

4. BIBLIOGRAFÍA

- **Agustí, F.** 2012. Citricultura. Madrid: Mundi-Prensa.
- **Boix, V.** 2015. Resumen de la tragedia de los campos valencianos y de la crisis de precios en los alimentos: El agricultor en peligro de extinción. *Revista ALAI. Vol:2. Pp:32-39.*
- **Bou, A.** 2010. Los agrios de la Comunidad Valenciana (Trabajo fin de grado). Universidad Jaume I. Castellón.

- **Dalmau, V.** 2017. Gestión Integrada de Plagas y Enfermedades en Cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).
- **Eugenia, M & Camacho, O.** 2010. Viveros de cítricos en el contexto fitosanitario actual. Instituto de Investigación en Fruticultura Tropical.
- **FAO.** 2016. Protocolo de diagnóstico para plagas reglamentadas. Virus de la tristeza de los cítricos. Roma.
- **FAO.** 2017. Producción de cítricos (toneladas), 2016. Disponible en: <https://es.actualitix.com/pais/wld/produccion-de-citricos.php> (Accedido el 10 de abril de 2019).
- **Forner, J & Forner-Giner, M.A.** 2002. Comportamiento de nuevos patrones frente a enfermedades y fisiopatías. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).
- **Gil, M & Llorens, J.** 2014. Guía de gestión integrada de plagas. Cítricos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- **Goterris, G.** 2017. La citricultura valenciana. Disponible en: http://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/opinion/citricultura-valenciana_205323.html (Accedido el 10 de abril de 2019).
- **Jiménez, J & Zamora, V.** 2010. Principales cultivares y patrones utilizados en la citricultura. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT).
- **Lladró, V.** 2015. La nueva variedad australiana “M7” ofrece en España una maduración más temprana. Disponible en: <http://www.lasprovincias.es/economia/201610/14/nueva-naranja-australiana-ofrece-20161014000717-v.html> (Accedido el 14 de abril de 2019).
- **López, A.** 2016. Nuevas variedades de cítricos. VII Congreso de cítricos y cultivos alternativos. Valencia.
- **MAPAMA.** 2015. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- **Montalt, R.** 2009. Partenocarpia en cítricos. Estudio preliminar para la caracterización del banco de germoplasma de cítricos del IVIA (Tesis de Máster). Universitat Politècnica de Valencia.

- **Moreno, P.** 2015. La interacción entre los cítricos y el virus de la tristeza será clave para evitar los daños de este patógeno. Disponible en: <http://www.agenciasinc.es/42319> (Accedido el 11 de abril de 2019).
- **Ruíz, A. Bravo, E. Ramirez, G. Delia, A.** 2013. Plagas de Importancia Económica en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- **Zaragoza, S. Pina, J. Forner, M. Navarro, L. Medina.** 2011. Las variedades de cítricos. El material vegetal y registro de variedades comerciales en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

ANEJO 3:

DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO LOCALIZADO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DATOS DE PARTIDA	1
3.	NECESIDADES DE RIEGO NETAS	1
3.1.	Necesidades de riego netas para sistemas de riego tradicionales	1
3.2.	Cálculo de las necesidades netas para sistemas de riego localizado	3
4.	NECESIDADES TOTALES DE RIEGO.....	4
4.1.	Influencia del uso de aguas salinas	4
4.2.	Pérdidas por percolación profunda	5
4.3.	Coeficiente de Uniformidad.....	5
4.4.	Cálculo de las necesidades totales	6
4.4.1.	Cálculo de las necesidades de riego totales	6
5.	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RIEGO	7
5.1.	El bulbo húmedo	7
5.1.1.	Superficie mojada por el emisor	8
5.1.2.	Superficie mínima mojada por la planta	9
5.1.3.	Separación máxima entre emisores	10
5.1.4.	Número de emisores reales por planta.....	10
5.2.	Cálculo de los parámetros de riego	11
6.	TIEMPO DE RIEGO E INTERVALO ENTRE RIEGOS CONSECUTIVOS.....	12
6.1.	Tiempo de riego e intervalo entre riegos	13
7.	VOLUMEN ANUAL REQUERIDO	14
8.	SECTORIZACIÓN.....	15
8.1.	Caudal máximo requerido	15
8.2.	Sectorización de riego.....	15
9.	PROGRAMACIÓN DE RIEGO	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de cultivo establecido y marco de plantación utilizado para el presente proyecto.....	1
Tabla 2. Valores de la Evapotranspiración de Referencia Totales (EToT), de la Precipitación efectiva (Pe), de la Evapotranspiración de Cultivo (Etc) y valores de las Necesidades Netas de Riego (NRn), todas ellas expresadas en mm/mes y para cada uno de los meses del año. Además, se obtienen los valores de las Necesidades Netas de Riego (NRn) diarias, expresadas en mm/día.	2
Tabla 3. Valores del diámetro aéreo de la proyección horizontal de la copa del árbol (Da) y del marco de plantación establecido (MP), formado por la distancia entre filas (a) y la distancia entre árboles de una misma fila (b), todo ello expresado en metros	3
Tabla 4. Valores de los factores de cultivo (Kc) y de localización (K1). Además, de los valores de Necesidades netas en riego localizado, expresadas en diferentes unidades; mm/mes, mm/día y l/día/árbol para cada uno de los meses del año	4
Tabla 5. Valores de los coeficientes de uniformidad (CU) recomendados para los diferentes tipos de emisores y pendientes del terreno en los que se esté trabajando ..	5
Tabla 6. Valores de las Necesidades de Riego netas (NRn), expresadas en l/día/árbol y de las Necesidades totales de riego (NRT), expresadas en l/día/árbol y mm/día para cada uno de los meses del año	7
Tabla 7. Valores para un conjunto de parámetros de riego estudiados para varios caudales de emisores (3,5; 3,8; 4; 4,1), expresados en l/h.	11
Tabla 8. Valores de las Necesidades Totales de riego (NTr), expresados en l/día/árbol, valores de los números de riego semanales (NRS), el intervalo entre riego y los tiempos de riego para los distintos caudales de los emisores, expresados en h.....	14
Tabla 9. Valores de rendimiento y caudal, expresados en % y en m ³ /h respectivamente para cada uno de los puntos de funcionamiento.....	16
Tabla 10. Programación de riego definitivo, expresado en h/día. Además, le acompañan los valores de las Necesidades Totales de riego (NTr), expresadas tanto en mm/mes como en mm/día	17

1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se pretende calcular, tomando como referencia los parámetros climáticos definidos en el anejo 1: el sistema de riego en parcela, los cultivos existentes y los factores edáficos; así como la definición de los parámetros de riego necesarios para el diseño de las obras de infraestructura proyectadas.

El objetivo consiste en cubrir el déficit hídrico de las plantas a través de los parámetros anteriores, y así conseguir una correcta adecuación de las dotaciones a las necesidades, consiguiendo de este modo un uso racional de los recursos hídricos.

2. DATOS DE PARTIDA

Los cultivos existentes en la superficie objeto de las obras se reducen a árboles de hoja caducifolia Cítricos (naranjos).

El 100% de la superficie de la explotación, se dedicará a la implantación del Naranja, concretamente de la variedad Valencia Late.

Para el cultivo, se ha considerado el marco de plantación que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Cultivo establecido y marco de plantación utilizado para el presente proyecto

Cultivo	Marco de Plantación
Valencia Late	6 m x 4 m

3. NECESIDADES DE RIEGO NETAS

3.1. Necesidades de riego netas para sistemas de riego tradicionales

Para el cálculo de las necesidades netas de riego utilizaremos el método del balance hídrico a través de la herramienta informática Disagro que permite estimar las necesidades y parámetros de riego:

$$NR_n = ET_c - P_e - \Delta G - \Delta W$$

Siendo:

- NR_n : Necesidades netas de riego, en mm/día
- ET_c : Evapotranspiración de cultivo, en mm/día
- P_e : Precipitación efectiva, en mm/día
- ΔG : Aporte capilar, en mm/día
- ΔW : Variación de humedad entre riego consecutivos, en mm/día

Anejo 3. Diseño Agronómico del Riego Localizado

El aporte capilar (ΔG), así como la variación de humedad (ΔW) entre dos riegos consecutivos se considera despreciable, ya que uno de los objetivos del riego localizado es mantener la zona radicular próxima a la capacidad de campo, por lo tanto, las necesidades netas de riego se ven reducidas a:

$$NR_n = ET_c - P_e$$

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

Siendo:

- ET_0 : Evapotranspiración de referencia, en mm/día

- K_c : Coeficiente de cultivo para los meses que componen la temperatura anual de riego obtenido a estudios realizados por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

La tabla 2 muestra los valores necesarios para el cálculo de las necesidades netas de riego.

Tabla 2. Valores de la Evapotranspiración de Referencia Totales (ET_0T), de la Precipitación efectiva (P_e), de la Evapotranspiración de Cultivo (ET_c) y valores de las Necesidades Netas de Riego (NR_n), todas ellas expresadas en mm/mes y para cada uno de los meses del año. Además, se obtienen los valores de las Necesidades Netas de Riego (NR_n) diarias, expresadas en mm/día.

Mes	$ET_0 T$ (mm/mes)	K_c	ET_c (mm/mes)	P_e (mm/mes)	NR_n (mm/día)	Días/mes	NR_n (mm/mes)
Enero	46,69	0,6	28,01	14,64	0,43	31	13,37
Febrero	58,81	0,59	34,70	15,71	0,68	28	18,99
Marzo	89,27	0,6	53,56	26,22	0,88	31	27,34
Abril	109,44	0,56	61,29	18,56	1,42	30	42,73
Mayo	138,68	0,5	69,34	23,8	1,47	31	45,54
Junio	159,14	0,56	89,12	5,44	2,79	30	83,68
Julio	159,11	0,62	98,65	3,74	3,06	31	94,91
Agosto	148,03	0,71	105,10	5,29	3,22	31	99,81
Septiembre	107,21	0,67	71,83	34,12	1,26	30	37,71
Octubre	76,65	0,75	57,49	26,88	0,99	31	30,61
Noviembre	51,61	0,66	34,06	27,61	0,22	30	6,45
Diciembre	40,96	0,57	23,35	17,53	0,19	31	5,82

3.2. Cálculo de las necesidades netas para sistemas de riego localizado

En los sistemas de riego localizado hay dos variables que afectan a las relaciones suelo-agua-planta. La alta frecuencia de riego, por la cual despreciamos la variación de humedad (ΔW) de la ecuación, así como el efecto de localización.

La localización, al mojar toda la superficie ocupada por la planta disminuye la evaporación, aumentando la transpiración. De este modo, la corrección del efecto de la localización, dependerá del marco de plantación y del área sombreada por la planta (Tabla 3), para ello empleamos la siguiente ecuación:

$$PAS = \frac{\pi \cdot D_a^2}{4 \cdot a \cdot b} \cdot 100$$

Siendo:

- PAS: Porcentaje de área sombreado, en %.
- D_a : Diámetro aéreo de la proyección horizontal de la copa de la planta, supuesta circular, en m.
- $a \cdot b$: Marco de plantación, en m.

Tabla 3. Valores del diámetro aéreo de la proyección horizontal de la copa del árbol (D_a) y del marco de plantación establecido (MP), formado por la distancia entre filas (a) y la distancia entre árboles de una misma fila (b), todo ello expresado en metros

D_a		4	m
MP	a	6	m
	b	4	m

Para el cálculo de las necesidades netas, falta obtener el valor del factor de localización (K_1). Actualmente, el IVIA recomienda un coeficiente de localización de 0,8 para el caso de cultivo de cítricos. El valor del factor de cultivo viene proporcionado por el IVIA, y será diferente para cada mes (Tabla 4).

De este modo el cálculo de las necesidades netas (Tabla 4) queda:

$$NR_n = K_1 \cdot K_c \cdot ET_c - P_e$$

Tabla 4. Valores de los factores de cultivo (Kc) y de localización (K1). Además, de los valores de Necesidades netas en riego localizado, expresadas en diferentes unidades; mm/mes, mm/día y l/día/árbol para cada uno de los meses del año

Mes	Kc	K1	NRn (mm/mes)	Día/mes	NRn (mm/día)	NRn (l/día/árbol)
Enero	0,6	0,8	7,59	31	0,24	5,9
Febrero	0,59	0,8	11,92	28	0,43	10,2
Marzo	0,6	0,8	16,28	31	0,53	12,6
Abril	0,56	0,8	30,57	30	1,02	24,5
Mayo	0,5	0,8	31,57	31	1,02	24,4
Junio	0,56	0,8	66,0	30	2,2	52,8
Julio	0,62	0,8	74,56	31	2,41	57,7
Agosto	0,71	0,8	78,92	31	2,55	61,1
Septiembre	0,67	0,8	23,1	30	0,77	18,5
Octubre	0,75	0,8	19,3	31	0,62	14,9
Noviembre	0,66	0,8	0	30	0	0
Diciembre	0,57	0,8	1,19	31	0,04	0,9

Para el presente proyecto, se utilizarán los últimos datos obtenidos de las NRn, ya que son específicos para un riego localizado, por lo que los valores se ajustarán más a la realidad.

4. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Para el cálculo de las necesidades totales, se ha de tener en cuenta una serie de pérdidas, la eficiencia del sistema de riego adoptado y la influencia del uso de aguas salinas.

4.1. Influencia del uso de aguas salinas

La fracción de lavado que es necesario aplicar, para evitar la acción de las sales sobre la zona radicular, está definida por la siguiente expresión:

$$LR = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_s}$$

Siendo:

- CE_w: Conductividad del agua de riego, en dS/m

- CE_s: Conductividad del extracto de saturación del suelo que produce una merma en la producción del 100%, en dS/m

Mediante el análisis de agua que disponemos, se puede determinar la conductividad del agua de riego, que en este caso es de 1 dS m^{-1} y, consultando en tablas, sabemos que la conductividad eléctrica del extracto de saturación que provoca en la planta en cuestión una pérdida del 100% del rendimiento en el cultivo del cítrico es de 9 dS m^{-1} . Por tanto, el requerimiento de lixiviación será de:

$$LR = \frac{1}{2 \cdot 9} = 0,0556$$

4.2. Pérdidas por percolación profunda

Las pérdidas por percolación profunda afectaran a la eficiencia de riego, es decir, a la eficiencia de aplicación (EA). Para cultivos leñosos suelen adoptarse valores de la EA cercanos al 90%.

4.3. Coeficiente de Uniformidad

Dado que se ha asumido que las plantas que reciban menos agua deben recibir la suficiente, a medida que sea menor la uniformidad de riego habrá que aumentar la cantidad de agua a aplicar. A modo de recomendación se presenta la Tabla 5 con algunos valores muy próximos a los recomendados por Montalvo, 2007:

Tabla 5. Valores de los coeficientes de uniformidad (CU) recomendados para los diferentes tipos de emisores y pendientes del terreno en los que se esté trabajando

Tipo de emisión	Pendiente del terreno (i)	CU para zonas áridas*
Emisores espaciados más de 4 m, en cultivos permanentes	Uniforme ($i < 2\%$)	0,90-0,95
	Uniforme ($i > 2\%$) u ondulada	0,85-0,901
Emisores espaciados menos de 2,5 m, en cultivos permanentes o semipermanentes	Uniforme ($i < 2\%$)	0,85-0,90
	Uniforme ($i > 2\%$) u ondulada	0,80-0,90
Tubos emisores en cultivos anuales	Uniforme ($i < 2\%$)	0,80-0,90
	Uniforme ($i > 2\%$) u ondulada	0,70-0,85

La zona climática de la localización del proyecto es árida, los emisores están espaciados menos de 2,5 m y la pendiente es uniforme superior al 2%. Por tanto, el valor del coeficiente de uniformidad estará en torno a 0,80-0,90. La instalación se considerará con un coeficiente de uniformidad (CU) igual a 0,90 (90%).

4.4. Cálculo de las necesidades totales

Las necesidades totales de riego se estiman considerando el mayor volumen obtenido, del siguiente modo:

$$NR_{tot} = \frac{\max \{V_1 \text{ y } V_2\}}{CU}$$

Siendo:

- NR_{tot} : Necesidades totales de riego, en l/día y planta
- CU : Coeficiente de Uniformidad (90%)

$$V_1 = \frac{NRn}{1 - LR}$$

Siendo:

- V_1 : Volumen de agua necesario para satisfacer las necesidades del cultivo y efectuar el lavado de sales, en l/día y planta
- NRn : Necesidades de riego netas, en l/día y planta
- LR : Fracción de lavado

$$V_2 = \frac{NRn}{EA}$$

Siendo:

- V_2 : Volumen de agua necesario para satisfacer las necesidades del cultivo teniendo en cuenta la eficiencia de aplicación, en l/día y planta
- EA : Eficiencia de aplicación (85%)

4.4.1. Cálculo de las necesidades de riego totales

Para el cálculo de las necesidades totales, analizando la formula anterior, se ha utilizado el valor de la V_2 , debido a que este valor es superior en todos los meses al valor de la V_1 (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de las Necesidades de Riego netas (NRn), expresadas en l/día/árbol y de las Necesidades totales de riego (NRt), expresadas en l/día/árbol y mm/día para cada uno de los meses del año

Mes	NRn (l/día/árbol)	V1	V2	Volumen aportado (l/h/planta)	NRt (l/día/árbol)	NRt (mm/día)
Enero	5,9	6,40	6,68	6,68	7,43	0,31
Febrero	10,2	10,99	11,47	11,47	12,75	0,53
Marzo	12,6	13,70	14,31	14,31	15,89	0,66
Abril	24,5	25,93	27,08	27,08	30,09	1,25
Mayo	24,4	26,09	27,24	27,24	30,27	1,26
Junio	52,8	56,05	58,54	58,54	65,04	2,71
Julio	57,7	61,92	64,67	64,67	71,86	2,99
Agosto	61,1	64,89	67,78	67,78	75,31	3,14
Septiembre	18,5	19,87	20,75	20,75	23,06	0,96
Octubre	14,9	15,74	16,44	16,44	18,27	0,76
Noviembre	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0,9	0,95	1	1	1,10	0,05

Los requerimientos brutos de agua estimados para el cultivo establecido, para junio, el mes de máximas necesidades será:

$$NR_{tot} = 3,14 \text{ mm/día} = 3,14 \text{ l/m}^2/\text{día}$$

5. DETERMINACIÓN DE LOS 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.

5.1. El bulbo húmedo

El bulbo húmedo es el volumen de suelo mojado por emisor, una vez se ha establecido la humedad correspondiente a la capacidad de campo. La forma y

dimensiones del bulbo húmedo dependen tanto de la textura como estructura del suelo, caudal del emisor, tiempo de riego e intervalo entre riego.

5.1.1. Superficie mojada por el emisor

La superficie mojada por el emisor corresponde a la proyección horizontal del bulbo húmedo a la profundidad correspondiente a la máxima densidad radicular. Esto influirá en el número de emisores a colocar por planta.

Para un suelo tipo de suelo como el del proyecto, es decir, de textura media, el diámetro mojado se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_m = 0,7 + 0,11 \cdot q_{emisor}$$

Siendo:

- D_m : Diámetro mojado estimado del emisor, en m.
- q_{emisor} : Caudal del emisor, en l/h.

De acuerdo con la ecuación expuesta, el resultado obtenido es el siguiente:

$$D_m = 0,7 + 0,11 \cdot 4 \frac{l}{h} = 1,14 \text{ m}$$

Una vez se calculado el diámetro mojado, se calcula el área mojada, suponiendo que la proyección horizontal del bulbo se pueda asimilar a una superficie circular. La ecuación para el cálculo del área mojada del emisor es el siguiente:

$$A_m = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4}$$

Siendo:

- A_m : Área mojada, en m^2 .

De acuerdo con la ecuación expuesta, el resultado obtenido es el siguiente:

$$A_m = \frac{\pi \cdot 1,14^2}{4} = 1,02 \text{ m}^2$$

5.1.2. Superficie mínima mojada por la planta

Para cultivos leñosos, como es el caso de los cítricos, la superficie mojada por planta debe ser superior al 30-33%, por lo tanto, se adopta un porcentaje mínimo de superficie mojada del 30%.

Conocida la superficie mojada por emisor, así como el cultivo y el marco de plantación, puede calcularse el mínimo número de emisores a instalar por planta. Para cultivos leñosos, el número de emisores por planta vendrá dado por la siguiente expresión:

$$n_e = \frac{a \cdot b \cdot P}{100 \cdot A_m}$$

Siendo:

- n_e : Número de emisores.
- P: Porcentaje mínimo de superficie mojada (%).
- $a \cdot b$: Marco de plantación, en m.
- A_m : Área mojada, en m^2 .

De acuerdo con la ecuación expuesta, el resultado obtenido es el siguiente:

$$n_{e\text{ minimo}} > \frac{6 \cdot 4 \cdot 31}{100 \cdot 1,02} = 7.06 \text{ emisores}$$

Calculado el número de emisores por planta, la separación máxima entre estos en el mismo lateral, suponiendo una disposición uniforme será función del número de laterales por planta:

$$S_{e\text{ maxima}} = \frac{b \cdot NLP}{n_e} = \frac{4 \cdot 2}{7.06} = 1.13 \text{ m}$$

Siendo:

- S_e : Separación entre emisores, en m.
- NLP: Número de laterales por planta.
- n_e : Número de emisores

En nuestro caso adoptamos un valor de NLP de 2, es el valor más utilizado para el caso de los cítricos.

5.1.3. Separación máxima entre emisores

Para evitar la formación de barreras salinas es necesario un solape entre los bulbos húmedos, además una separación excesiva puede ocasionar un déficit hídrico.

Teniendo en cuenta el solape mínimo deseado, la separación entre emisores se calculará a partir de:

$$S_{e\ max} = \frac{D_m}{2} \cdot \left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

Siendo:

- S_e : Separación máximo entre emisores
- D_m : Diámetro mojado del emisor (m)
- a : Solape a adoptar

En nuestro caso, se adopta un valor de solape del 15%.

De acuerdo con la ecuación expuesta, el resultado obtenido es el siguiente:

$$S_e = \frac{1,14}{2} \cdot \left(2 - \frac{15}{100}\right) = 1,05\ m$$

Luego viendo los catálogos comerciales comprobamos que la separación conveniente es la de 1 m.

5.1.4. Número de emisores reales por planta

Una vez conocidos los parámetros de riego anteriores, se determinarán el número de emisores por planta aplicando la siguiente expresión.

$$n_{e\ real} = \frac{b \cdot NLP}{S_{comercial}} = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8\ emisores$$

Siendo:

- $n_{e\ real}$: número de emisores reales por planta.
- b : ancho del marco de plantación, en m.
- NLP : número de laterales por planta.
- $S_{comercial}$: separación comercial de catálogo, en m.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene:

$$n_{e\text{real}} = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8 \text{ emisores}$$

En este caso, de acuerdo a los resultados obtenidos, se va colocará doble lateral por fila de plantas, con 8 emisores por planta y separados cada uno 1 m.

5.2. Cálculo de los parámetros de riego

A continuación, se muestran los resultados de los diferentes parámetros de riego arriba mencionados para cada uno de los emisores propuestos para el análisis. Se ha estudiado goteros para varios caudales (3,5 – 3,8 – 4 – 4,1 l/h) (Tabla 8).

Tabla 7. Valores para un conjunto de parámetros de riego estudiados para varios caudales de emisores (3,5; 3,8; 4; 4,1), expresados en l/h. Dichos valores se han obtenido con el programa DISAGRO.

	Caudal del emisor (l/h)			
	3,5	3,8	4	4,1
Diámetro mojado (m)	1,09	1,12	1,14	1,15
Área mojada (m²)	0,92	0,98	1,02	1,04
Número mín. emisores	7,79	7,33	7,05	6,92
Separación mín. (m)	1,54	1,64	1,7	1,73
Separación solape	1,00	1,03	1,05	1,06
Separación adoptada (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
Número emisores por planta	8,00	8,00	8,00	8,00
Caudal unitario (l/h/m²)	1,17	1,27	1,33	1,37
Caudal por planta (l/h)	28,00	30,40	32,00	32,80

La separación entre emisores normalizada tiene los siguientes valores:

$$0,25 - 0,5 - 0,75 - 1 - 1,25 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 3,5 - 4$$

Tras analizar la tabla anterior, se puede observar que los valores de la separación entre emisores y el número de emisores por planta son muy similares en todos los casos. Ya que en todos da un número de emisores y una separación entre ellos parecida.

Es por eso, que se adopta una separación entre emisores de 1 metros, teniendo estos un solape del 15%, resultando un total de 8 emisores por planta. Siendo por lo

tanto el emisor de 4/h, el caudal nominal elegido para el diseño de la instalación de riego y cálculo de los caudales y tiempo de riego.



Al ser un gotero autocompensante mantiene el caudal emitido constante en un rango de presiones. En este caso el rango de presiones es de 0,5 a 4 bar.

Se escoge el gotero de color de base negro, que es el correspondiente a un caudal de 4 l/h.

Caudal (l/h)	Color base	Presión (bar)	Dimensiones paso del laberinto an-profund-larg (mm)	Const. K	Exp. X (*)
2	Rojo	0,5 - 4,0	1,17 x 1,07 x 61	2,0	0
4	Negro	0,5 - 4,0	1,32 x 1,40 x 60	4,0	0
8,5	Verde	0,5 - 4,0	1,60 x 1,60 x 17	8,5	0
25	Naranja	0,5 - 4,0	1,55 x 1,05 x 17 (*)	25	0

* El exponente es válido dentro del rango de presión de trabajo.

* 3 laberintos paralelos.

6. TIEMPO DE RIEGO E INTERVALO ENTRE RIEGOS CONSECUTIVOS

Como se ha mencionado anteriormente, el tiempo de riego, conocidas las características del cultivo, así como el tipo de suelo que posee la explotación conviene que esté por debajo de las 3 horas de riego.

De esta forma, el intervalo entre riegos, se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{7}{NRS}$$

Siendo:

- I: Intervalo entre riegos.
- NRS: Número de riego por semana.

Para el mes de máximas necesidades (mes de agosto), se ha establecido un riego al día (I=1 día).

Por lo tanto, el tiempo de riego para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo será:

$$T = \frac{NT_r}{Q_{planta}} \cdot I$$

Siendo:

- NTr: Necesidades totales de riego (l/día).
- T: Tiempo de riego, en h.
- Q_{planta}: Caudal por planta, en l/h.

6.1. Tiempo de riego e intervalo entre riegos

En la Tabla 9, se muestran los tiempos de riego para cada uno de los emisores en cada mes del año, utilizando las expresiones del apartado anterior. Se resalta el resultado final escogido, junto con sus tiempos de riego correspondientes.

Para el diseño de la instalación fotovoltaica es importante tener en cuenta el tiempo total anual de funcionamiento del grupo de bombeo, es por eso, que se obtiene dichos valores (Tabla 9).

Para un emisor de 4l/h, siendo el mes de agosto el más desfavorable, con un tiempo de riego de 2,36 horas, el tiempo de funcionamiento anual para toda la superficie es de 1.187 horas. Este valor se obtiene sumando el valor de los tiempos mensuales que se muestra en la tabla anterior.

$$T_{\text{riegoanual}} = 1.187 \text{ horas}$$

Tabla 8. Valores de las Necesidades Totales de riego (NTr), expresados en l/día/árbol, valores de los números de riego semanales (NRS), el intervalo entre riego y los tiempos de riego para los distintos caudales de los emisores, expresados en h.

Mes	NTr (l/día/árbol)	NRS	Intervalo	Caudal del emisor (l/h)				Tiempo mensual de riego para toda superficie (h)
				3,5	3,8	4	4,1	
				Tiempo de riego (h)				
Enero	7,3	2,0	3,5	0,9	0,83	0,8	0,77	41,0
Febrero	12,6	5,0	1,4	0,63	0,57	0,55	0,54	51,6
Marzo	15,6	5,0	1,4	0,78	0,71	0,68	0,66	62,2
Abril	30,2	6,0	1,17	1,25	1,16	1,1	1,07	100,2
Mayo	30,2	5,0	1,4	1,5	1,39	1,32	1,28	103,7
Junio	65,2	7,0	1,0	2,32	2,14	2,04	1,98	198,4
Julio	71,3	7,0	1,0	2,54	2,34	2,23	2,17	217,5
Agosto	75,4	7,0	1,0	2,69	2,47	2,36	2,29	233,4
Septiembre	22,8	5,0	1,4	1,14	1,058	1	0,97	75,1
Octubre	18,5	3,0	2,33	1,53	1,41	1,35	1,31	68,7
Noviembre	0,0	1,0	7,0	0	0	0	0	15,9
Diciembre	1,1	1,0	7,0	0,28	0,26	0,25	0,24	18,9

7. VOLUMEN ANUAL REQUERIDO

A partir de las necesidades totales mensuales se cuantifica el volumen de agua anual requerido para cubrir el riego de la superficie cubierta en el Proyecto.

Aceptando un 10% de pérdidas debidas a la evaporación, posibles fugas en la red, roturas accidentales, etc. El volumen anual requerido vendrá dado por:

$$V_{anual} = \frac{1,1 \cdot (\sum_1^{12} NT_r \cdot S)}{1.000} = \frac{1,1 \cdot (446,93 \cdot 110000)}{1.000} = 58.994,76 \frac{m^3}{año}$$

Siendo:

- NTr: Necesidades totales de riego durante el mes i, en l/m²
- S: Superficie de la zona regable en metros cuadrados.

La superficie de riego en el proyecto de la explotación de cítricos, viene dada por la suma de toda la zona regable (11 ha).

El volumen requerido por hectárea y año será:

$$V_h = \frac{V_{anual}}{S_h} = \frac{58.994,7 \text{ m}^3}{11 \text{ ha}} = 5.363,15 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}$$

Siendo:

- S_h : Superficie de la zona regable en ha.

8. SECTORIZACIÓN

8.1. Caudal máximo requerido

El caudal máximo requerido en la instalación de riego localizado vendrá dado por la siguiente ecuación:

$$Q_{req} = \frac{Q_{planta} \cdot Superficie \text{ total}}{a \cdot b} = q_u \cdot Superficie \text{ total}$$

Siendo:

- Q_{req} : Caudal requerido en l/h.
- Q_{planta} : Caudal por planta en l/h.
- $a \cdot b$: Marco de plantación, en m.
- Superficie total: Superficie de la finca, en m^2 .

De acuerdo con la ecuación expuesta, el resultado obtenido es el siguiente:

$$Q_{req} = \frac{32 \cdot 11000}{6 \cdot 4} = 148.000 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 148 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

8.2. Sectorización de riego

El número mínimo de sectores por cuestiones de disponibilidad de recursos vendrá dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Número de sectores} \geq \frac{Q_{requerido}}{Q_{disponible}}$$

En el presente proyecto, el sistema de bombeo está disponible en la instalación y se pretende aprovechar. Las características técnicas de la bomba se describen en el *Anejo 1. Caracterización del medio físico y el material vegetal.*

El caudal disponible ($Q_{\text{disponible}}$) es el valor del caudal, expresado en m^3/h , que nos proporciona este sistema de bombeo. Analizando las características técnicas, se observa que la franja de mayor rendimiento de la bomba se encuentra entre los valores del 70-80%. A estos valores le corresponde un caudal de 65-100 m^3/h , respectivamente.

Tabla 9. Valores de rendimiento y caudal, expresados en % y en m^3/h respectivamente para cada uno de los puntos de funcionamiento.

	Punto de funcionamiento	
	1	2
Rendimiento (%)	70	80
Caudal (m^3/h)	65	100

Es importante, dimensionar el sistema de riego, en el cual el grupo de bombeo trabaje al máximo rendimiento posible, para obtener un sistema lo más eficiente posible. Es por eso, que el número de sectores se elegirá en función de los dos caudales que permitan que el rendimiento sea el máximo posible.

De acuerdo con la ecuación expuesta, se aplica la ecuación siguiente:

$$\text{Número mínimo de sectores} \geq \frac{148 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1,48 = \mathbf{2 \text{ sectores}}$$

$$\text{Número máximo de sectores} \geq \frac{148 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{65 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 2,26 = \mathbf{3 \text{ sectores}}$$

Tras realizar los cálculos, se decide sectorizar la instalación en 2 sectores de riego. Debido a que, si nos decidimos por sectorizar en 3 sectores, el valor de caudal obtenido, es de 49 m^3/h , se encuentra fuera de la curva motriz de la bomba. Es por eso, que nos obliga a dimensionar la instalación utilizando 2 sectores de riego, de este modo obtenemos un valor de caudal que se encuentra dentro de la curva motriz de la bomba, además de tener un buen rendimiento.

$$Q_{\text{sector}} = \frac{Q_{\text{req.max.}}}{N^{\circ}\text{sectores}} = \frac{148 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{3} = 49 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \text{Fuera de rango}$$

$$Q_{\text{sector}} = \frac{Q_{\text{req.max.}}}{N^{\circ}\text{sectores}} = \frac{148 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{2} = 74 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \text{Rendimiento aprox. del 73\%}$$

9. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

Se ha procedido a calcular la programación de riego cuando los árboles son adultos con la finalidad de conocer el tiempo de riego máximo por día y para cada mes que debe trabajar la bomba del sistema de bombeo hidráulico. La programación del riego se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Programación de riego definitivo, expresado en h/día. Además, le acompañan los valores de las Necesidades Totales de riego (NTr), expresadas tanto en mm/mes como en mm/día

Mes	NTr (mm/mes)	NTr (mm/día)	Tr (h/día)
Enero	9,61	0,31	0,8
Febrero	14,84	0,53	0,55
Marzo	20,46	0,66	0,68
Abril	37,5	1,25	1,1
Mayo	39,06	1,26	1,32
Junio	81,3	2,71	2,04
Julio	93	2,99	2,23
Agosto	97,34	3,14	2,36
Septiembre	28,8	0,96	1
Octubre	23,56	0,76	1,35
Noviembre	0	0	0
Diciembre	1,55	0,05	0,25

ANEJO 4:

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO	1
2.1.	Elección del lateral y del emisor	1
2.1.1.	Características del lateral	1
2.1.2.	Características del emisor	2
2.1.3.	Curva característica del emisor	2
2.2.	Elección de las tuberías terciarias.....	3
2.3.	Cálculo de los parámetros de la subunidad.....	3
2.3.1.	Máxima variación de caudales admisibles en la subunidad.....	3
2.3.2.	Máxima variación de presión admisible en la subunidad	3
2.3.3.	Pérdida de carga total de la subunidad.....	3
2.4.	Pérdidas de carga localizadas	4
2.4.1.	Método de las longitudes equivalentes	4
2.4.2.	Método del coeficiente mayorante (K_m)	4
2.5.	Cálculo de los parámetros de los laterales	5
2.5.1.	Pérdida de carga total del lateral	5
2.5.2.	Variación de presión máxima en el lateral	6
2.5.3.	Presión necesaria al inicio del lateral	6
2.6.	Cálculo de los parámetros de la terciaria	7
2.6.1.	Máxima variación de presión de la terciaria	7
2.6.2.	Pérdida de carga admisible para la terciaria	7
2.6.3.	Dimensionado del diámetro de la terciaria.....	8
2.6.4.	Pérdida de carga total de la terciaria	8
2.6.5.	Presión necesaria en la cabeza de la subunidad	9
2.7.	Replanteo de las subunidades, de los sectores y de las filas de árboles.....	9
2.8.	Esquema de la sectorización.....	11
2.9.	Esquema de las subunidades de riego.....	12
3.	DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO.....	13
3.1.	Datos de partida.....	13
3.2.	Estudios propuestos.....	13

3.3.	Dimensionado de cada una de las subunidades de la finca	15
3.3.1.	Subunidad 1	15
3.3.2.	Subunidad 2	16
3.3.3.	Subunidad 3	17
3.3.4.	Subunidad 4	18
3.3.5.	Subunidad 5	19
3.3.6.	Subunidad 6	20
3.3.7.	Subunidad 7	21
3.3.8.	Subunidad 8	22
3.3.9.	Subunidad 9	23
3.3.10.	Subunidad 10	24
3.3.11.	Subunidad 11	25
3.3.12.	Subunidad 12	26
3.3.13.	Subunidad 13	27
3.4.	Estudio económico para los dos estudios de cada subunidad	28
3.4.1.	Subunidad 1	28
3.4.2.	Subunidad 2	28
3.4.3.	Subunidad 13	28
3.5.	Elección del estudio más adecuado para cada subunidad	29
3.5.1.	Resumen final del dimensionado de las subunidades de riego	29
3.6.	Esquema final.....	31
4.	DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONADO DE LA SUBUNIDAD REGULAR DE RIEGO 3	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una subunidad alimentada en el punto extremo	14
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente C para la fórmula de Blasius, para distintos valores de T^a	5
Tabla 2. Coeficiente de Christiansen para $m=1,75$, en función del número de derivaciones de la subunidad (n).....	6
Tabla 3. Valores de caudal y superficie para cada uno de los sectores y de las subunidades de riego	10
Tabla 4. Coeficiente C para la fórmula de Blasius, para las diferentes T^a	33
Tabla 5. Coeficiente de Christiansen, para $m=1,75$, en función del número de derivaciones de la subunidad (n).....	34

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto desarrollar el diseño de las subunidades de riego localizado. En él, se realizará el cálculo y dimensionado de los laterales y de las tuberías terciarias de cada subunidad, con el fin de satisfacer las necesidades de riego estimados en el *Anejo 3. Diseño agronómico del riego localizado*.

2. DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

2.1. Elección del lateral y del emisor

Un lateral se define como una tubería donde se conectan los emisores de riego. Asimismo, un emisor se define como un dispositivo capaz de suministrar un volumen determinado de agua por unidad de tiempo desde los laterales al exterior. Actualmente existe gran variedad de laterales y emisores adaptados a distintas condiciones y requerimientos de funcionamiento.

Los emisores se clasifican según su comportamiento hidráulico en autocompensantes y no compensantes. En los primeros, el caudal proporcionado por el emisor es constante dentro de un amplio rango de presiones, mientras que en los segundos el caudal varía al variar la presión de funcionamiento. Asimismo, los emisores autocompensantes pueden clasificarse según el mecanismo de cierre en antidrenantes o no antidrenantes, mientras que los emisores no compensantes pueden clasificarse según su geometría interna en emisores de laberinto, de usillo o de tobera u orificio. Así pues, los emisores también se pueden clasificar según su conexión al lateral en emisores interlínea, pinchados o integrados.

2.1.1. Características del lateral

Las características de los laterales escogidos son las siguientes:

- Material: Polietileno de baja densidad (PE 32 para microirrigación, UNE 53367-2005)
- Diámetro nominal: 16 mm
- Espesor: 0,9 mm
- Diámetro interior: 14,2 mm
- Presión máxima de trabajo: 4.0 bar

2.1.2. Características del emisor

Las características de los emisores escogidos son las siguientes:

- Comportamiento hidráulico: Autocompensante
- Mecanismo de cierre: Antidrenante
- Caudal nominal: 4 l/h
- Coefficiente de variación del emisor: < al 7%
- Rango efectivo de presiones de compensación: 1.0-4.0 bar
- Tipo de conexión al lateral: Integrado

2.1.3. Curva característica del emisor

El caudal que descarga un emisor está relacionado con la presión hidráulica existente a su entrada mediante la siguiente ecuación:

$$q = K \cdot h^X$$

Siendo:

- q: Caudal del emisor (l/h)
- K: Coeficiente de descarga del emisor
- h: Presión de funcionamiento (KPa)
- X: Exponente de descarga del emisor

Caudal (l/h)	Color base	Presión (bar)	Dimensiones paso del laberinto an-profund-larg (mm)	Const. K	Exp. X (°)
2	Rojo	0,5 - 4,0	1,17 x 1,07 x 61	2,0	0
4	Negro	0,5 - 4,0	1,32 x 1,40 x 60	4,0	0
8,5	Verde	0,5 - 4,0	1,60 x 1,60 x 17	8,5	0
25	Naranja	0,5 - 4,0	1,55 x 1,05 x 17 (°)	25	0

* El exponente es válido dentro del rango de presión de trabajo.

* 3 laberintos paralelos.

La ficha técnica del emisor nos proporciona los valores del coeficiente de descarga del emisor y el exponente de descarga del emisor, se puede obtener el caudal del emisor. Al valor el exponente 0, el valor de caudal es el mismo para el rango de presiones de funcionamiento. Una vez aplicada la fórmula obtenemos un caudal del emisor de 4 l/h.

$$q = 4 \cdot h^0 = 4 \frac{l}{h}$$

2.2. Elección de las tuberías terciarias

Una terciaria se define como una tubería donde se conectan los laterales de riego y en cuyo extremo aguas arriba dispone de un elemento para regular la presión, ya sea manual o automático.

Así pues, y a petición técnico de campo, las tuberías terciarias serán enterradas, para evitar así posibles roturas a causa de la maquinaria propia del operario que realice las labores de cultivo de la finca, y será la más económica posible. Es por ello que las tuberías terciarias escogidas para las subunidades serán de PVC UNE EN 1452 PN6, y se enterrarán 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.

2.3. Cálculo de los parámetros de la subunidad

2.3.1. Máxima variación de caudales admisibles en la subunidad

Dado que se desconoce el valor del coeficiente de variación (CV) del emisor, pero se acepta la utilización de emisores de buena calidad con un CV inferior al 7%, se establece ésta como la condición de máxima variación relativa de caudales en la subunidad.

2.3.2. Máxima variación de presión admisible en la subunidad

Todos los emisores autocompensantes lo son dentro de un rango efectivo de presiones o rango de compensación. Por tanto, teóricamente, la máxima diferencia de presión admisible en la subunidad vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\Delta H_S = H_{max} - H_{min}$$

Siendo:

- ΔH_S : Máxima variación de presión admisible en la subunidad.
- $H_{m\acute{a}x}$: Máxima presión de funcionamiento del emisor.
- $H_{m\acute{i}n}$: Mínima presión de funcionamiento del emisor.

2.3.3. Pérdida de carga total de la subunidad

La pérdida de carga total de la subunidad es la pérdida de carga del lateral y de la terciaria y viene dada por la siguiente expresión:

$$H_{sub} = \frac{\Delta P_{lat}}{\gamma} + \frac{\Delta P_{ter}}{\gamma} = \Delta Z_{lat} + h_{lat} + \Delta Z_{ter} + h_{ter}$$

Siendo:

- H_{sub} : Pérdida de carga total de la subunidad, en m.c.a.
- ΔZ_{lat} : Desnivel del lateral, en m.
- h_{lat} : Pérdida de carga total del lateral, en m.c.a.
- ΔZ_{ter} : Desnivel de la terciaria, en m.
- h_{ter} : Pérdida de carga total de la terciaria, en m.c.a.

El resultado obtenido de aplicar dicha fórmula en cada subunidad, no podrá superar el valor de variación máxima de presión calculado en el apartado anterior.

2.4. Pérdidas de carga localizadas

Se distinguen las pérdidas de carga localizadas en una subunidad en aquellas causadas por la conexión de los emisores en los laterales y aquellas producidas por la conexión de los laterales a las tuberías terciarias. Es por ello que pueden determinarse mediante los métodos siguientes:

2.4.1. Método de las longitudes equivalentes

Consiste en suponer una longitud ficticia de tubería (L_e), en la que se produzca una pérdida de carga por rozamiento igual a la pérdida de carga localizada en la singularidad considerada.

La longitud equivalente depende, para cada emisor, del número de derivaciones en el lateral, del caudal medio arrojado por emisor y de la relación de geometrías entre la sección útil de la tubería y la sección que incluye la perturbación creada por la conexión del emisor.

Para el tipo de emisor utilizado en el presente proyecto, se considera aceptable suponer una longitud equivalente entre 0,3 - 0,35 m.

2.4.2. Método del coeficiente mayorante (K_m)

En cambio, este método, consiste en aplicar un coeficiente mayorante superior a 1, de tal forma que las pérdidas de carga localizadas se suponen como un porcentaje de las pérdidas continuas. En el caso de las tuberías terciarias los valores de k_m pueden estar comprendidos entre 1,1 y 1,4. Es por ello que, para el dimensionado de las tuberías terciarias de las subunidades, se procede a escoger un valor de k_m igual a 1,1, valor habitual en este tipo de proyectos.

2.5. Cálculo de los parámetros de los laterales

Para el dimensionado de los laterales, es necesario conocer y calcular el valor de ciertas variables que se describen a continuación:

2.5.1. Pérdida de carga total del lateral

Para calcular las pérdidas de carga totales en el lateral se utiliza la fórmula de Blasius, que considera un régimen turbulento liso con una temperatura del agua de 20 °C.

La fórmula de Blasius es:

$$h_c = C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Siendo:

- h_c : Pérdidas de carga totales del lateral (h_{lat}), en m.c.a.
- C: Coeficiente en función de la temperatura.
- F: Coeficiente de Christiansen que depende del número de derivaciones y del exponente del caudal m (en Blasius $m=1,75$).
- L: Longitud total de la tubería, en m.
- Q: caudal en origen, l/h.
- D: Diámetro interior de la tubería, en mm.

El valor de C viene dado por la tabla del Coeficiente C para la fórmula de Blasius vienen definidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficiente C para la fórmula de Blasius, para distintos valores de temperaturas.

Temperatura (°C)	C	Temperatura (°C)	C
5	0,516	30	0,441
10	0,497	35	0,430
15	0,480	40	0,420
20	0,466	45	0,411
25	0,453	50	0,402

Como se toma una medida estándar de temperatura de 20°C, el coeficiente C será de 0,466.

Por otro lado, el valor del coeficiente de Christiansen (F) viene definido en la tabla 2. Este valor se escoge en función del número de derivaciones de la subunidad.

Tabla 2. Coeficiente de Christiansen para m=1,75, en función del número de derivaciones de la subunidad (n)

N	F	n	F	n	F	n	F	n	F
1	1	7	0,438	13	0,403	19	0,390	25	0,380
2	0,650	8	0,428	14	0,400	20	0,389	26	0,379
3	0,546	9	0,421	15	0,397	21	0,387	27	0,378
4	0,497	10	0,415	16	0,395	22	0,385	28	0,376
5	0,469	11	0,410	17	0,393	23	0,383	29	0,374
6	0,451	12	0,406	18	0,392	24	0,382	30	0,372

El valor elegido de F en cada caso dependerá del número de derivaciones de la subunidad.

Para el cálculo del caudal en origen de la tubería (Q), se debe multiplicar el caudal nominal del emisor por el número de emisores totales de la derivación más larga.

2.5.2. Variación de presión máxima en el lateral

La variación de presión máxima en el lateral se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\Delta H_{lat} = h_{lat} + \Delta Z_{lat}$$

Siendo:

- ΔH_{lat} : Variación de presión máxima en el lateral, en m.c.a.
- h_{lat} : Pérdida de carga total en el lateral, en m.c.a.
- ΔZ_{lat} : Desnivel que tiene el lateral, en m.

2.5.3. Presión necesaria al inicio del lateral

La presión necesaria al inicio de un lateral debe ser tal que la presión media en las derivaciones sea la necesaria para que el caudal por derivación sea el de diseño.

Para una tubería con distribución discreta con servicio en ruta, la presión necesaria al inicio viene dada por la ecuación siguiente:

$$\frac{P_{o\ lat}}{\gamma} = \frac{P_{lat}}{\gamma} + \beta \cdot h_{lat} + \alpha \cdot \Delta Z_{lat}$$

Siendo:

- $\frac{P_{o\ lat}}{\gamma}$: Presión necesaria en al inicio del lateral, en m.c.a.

- $\frac{P_{lat}}{\gamma}$: Presión media en el lateral, en m.c.a.

- ΔZ_{lat} : Desnivel del lateral, en m.

- α y β : Coeficientes adimensionales dados según el caso considerado, siendo ambos igual a 1 en emisores autocompensantes.

2.6. Cálculo de los parámetros de la terciaria

2.6.1. Máxima variación de presión de la terciaria

Para dimensionar la terciaria se debe utilizar el sobrante de la variación de presión admisible en la subunidad tras haber dimensionado el lateral, ya que esa variación en la subunidad es la suma de la del lateral más la de la terciaria.

Entonces, la máxima variación de presión admisible en la terciaria vendrá dada por la siguiente resta:

$$\Delta H_{ter} = \Delta H_{sub} - \Delta H_{lat}$$

Siendo:

- ΔH_{ter} : Máxima variación de presión admisible en la terciaria, en m.c.a.

- ΔH_{sub} : Máxima variación de presión admisible en la subunidad, en m.c.a.

- ΔH_{lat} : Máxima variación de presión admisible en el lateral, en m.c.a.

2.6.2. Pérdida de carga admisible para la terciaria

Para calcular la pérdida de carga admisible para la terciaria se debe restar a la máxima variación de presión de la terciaria, su desnivel. Viene dada por la siguiente expresión:

$$h_{ter} = \Delta H_{ter} - \Delta Z_{ter}$$

Siendo:

- h_{ter} : Pérdida de carga admisible para la terciaria, en m.c.a.

- ΔH_{ter} : Máxima variación de presión admisible de la terciaria, en m.c.a.

- ΔZ_{ter} : Desnivel de la terciaria, en m.

2.6.3. Dimensionado del diámetro de la terciaria

Para dimensionar el diámetro de la tubería de la terciaria se utiliza nuevamente la fórmula de Blasius, pero en este caso, se despeja de ella el diámetro. Así se conseguirá un diámetro mínimo teórico compatible con la restricción de pérdidas de carga impuesta.

La fórmula de Blasius es:

$$h_{ter} = C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad \rightarrow \quad D = \left(\frac{C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot Q^{1,75}}{h_{ter}} \right)^{\frac{1}{4,75}}$$

Siendo:

- h_{ter} : Pérdidas de carga admisible para la terciaria, en m.c.a.
- D: Diámetro mínimo teórico compatible, en mm.
- C: Coeficiente en función de la temperatura.
- F: Coeficiente de Christiansen que depende del número de derivaciones y del exponente del caudal ($m = 1,75$ en Blasius).
- K_m : Coeficiente mayorante que va a ser 1,1.
- L: Longitud total de la tubería, en m
- Q: Caudal en el origen, en l/h
- h_{ter} : Pérdida de carga admisible en la terciaria, en m.c.a.

Una vez obtenidos los diámetros interiores mínimos teóricos se comparan los diámetros interiores y se eligen los diámetros comerciales inmediatamente superior al calculado. Esos diámetros vienen determinados por la norma UNE según el material utilizado.

2.6.4. Pérdida de carga total de la terciaria

Una vez ya se ha elegido el diámetro comercial explicado en el apartado anterior, mediante la fórmula de Blasius, se procede al cálculo de las pérdidas de carga totales en cada terciaria, utilizando siempre y cuando el diámetro interior comercial que corresponda en cada caso.

La fórmula de Blasius es:

$$h_{real} = C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Las unidades utilizadas son las mismas que en los apartados anteriores.

2.6.5. Presión necesaria en la cabeza de la subunidad

La presión necesaria en la cabeza de la subunidad corresponde a la presión que debe existir al inicio de la tubería terciaria. Ésta depende de las pérdidas de carga totales en la terciaria, del desnivel de la terciaria y de la presión al inicio del lateral.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$\frac{P_{o\ ter}}{\gamma} = \frac{P_{ter}}{\gamma} + \beta \cdot h_{ter} + \alpha \cdot \Delta Z_{ter}$$

Siendo:

- $\frac{P_{o\ ter}}{\gamma}$: Presión necesaria en al inicio de la terciaria, en m.c.a.

- $\frac{P_{ter}}{\gamma}$: Presión media en la terciaria, en m.c.a.

- ΔZ_{ter} : Desnivel de la terciaria, en m

- α y β : Coeficientes adimensionales dados e iguales a la unidad en autocompensantes.

2.7. Replanteo de las subunidades, de los sectores y de las filas de árboles

La finca de cítricos está compuesta por una única parcela, tal y como se ha mencionado anteriormente. La superficie regable total de la parcela es de 11 ha. Debido, a 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 (*Plano 6. Distribución de los sectores y Plano 7. Distribución de las subunidades*). El replanteo de subunidades y sectores se observa en la Tabla 3.

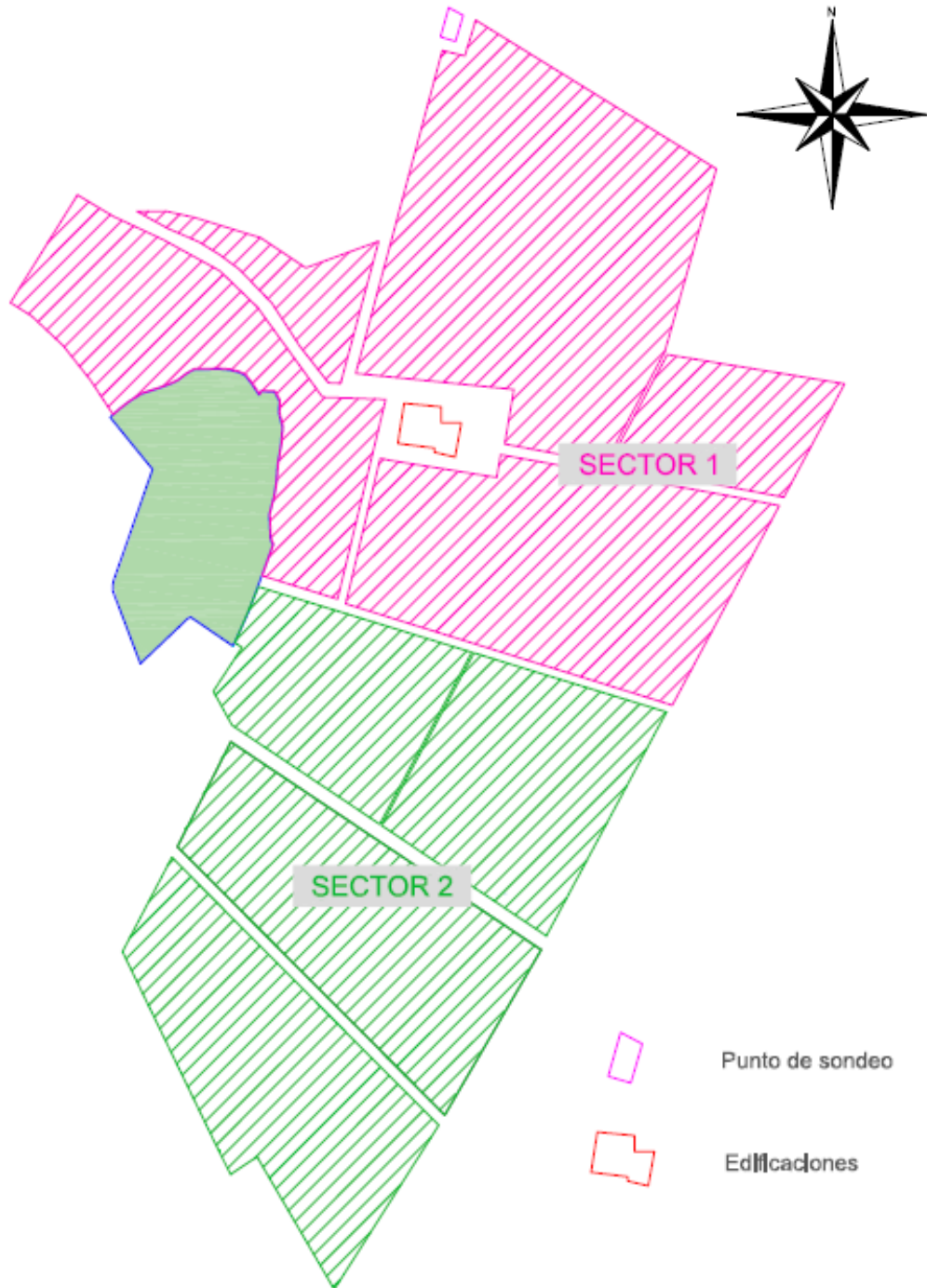
Anejo 4. Cálculo y Dimensionado de las Subunidades

Tabla 3. Valores de caudal y superficie para cada uno de los sectores y de las subunidades de riego

DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES Y DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO				
Sector	Caudal (m³/h)	Subunidad	Superficie (m²)	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

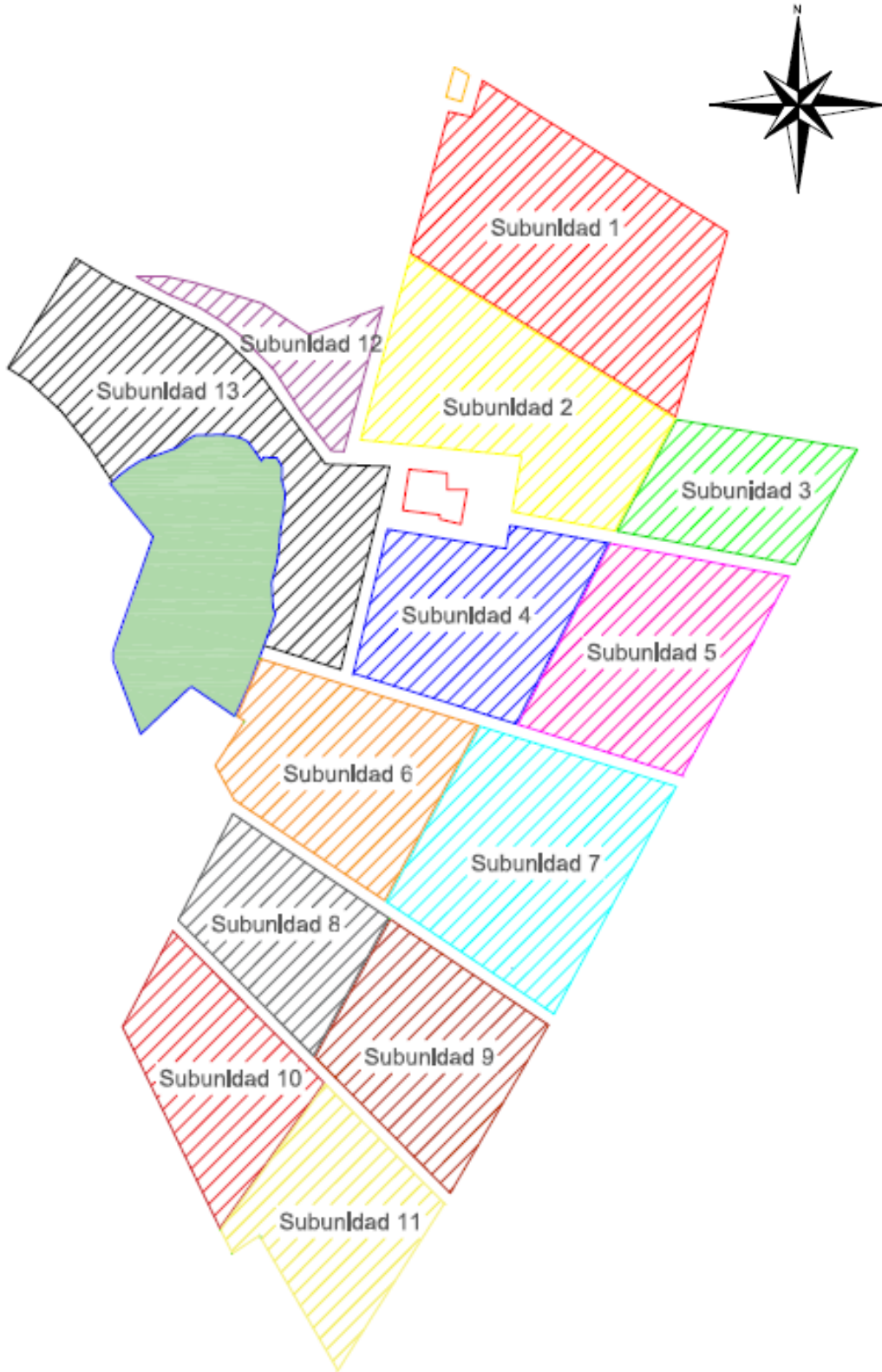
2.8. Esquema de la sectorización

A continuación, se muestra un esquema en el que se muestra la distribución de los dos sectores de riego que componen la nueva explotación agrícola transformada:



2.9. Esquema de las subunidades de riego

A continuación, se muestra un esquema en el que se muestra la distribución de las nuevas subunidades de riego que conforman la nueva explotación agrícola:



3. DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

El procedimiento acabado de mencionar en los apartados anteriores, se utilizará para el dimensionado de las diferentes subunidades de riego que componen la finca.

A continuación, se muestran los datos de partida para el dimensionado, el estudio propuesto y los resultados del dimensionado para cada una de las subunidades descritas.

3.1. Datos de partida

Para el dimensionado de las subunidades de riego se van a tener en cuenta los siguientes parámetros generales, utilizados en la herramienta informática DimSub para el diseño de subunidades de riego (Arviza, 2016):

- Marco de plantación: 6 x 4 m
- Caudales del emisor admisible: 4 l/h
- Tipo de emisor: autocompensante pinchado en tubería
- Presión mínima de trabajo: 10 m.c.a.
- Presión máxima de trabajo: 15 m.c.a.
- Separación entre emisores en el lateral: 1 m
- Disposición de doble lateral por fila de plantas
- Separación entre laterales que alimentan a la misma fila: $L1 = 1$ m
- Separación entre laterales que alimentan a filas adyacentes: $L2 = 5$ m
- Longitud equivalente de los emisores: $Le = 0,30$ m
- Coeficiente mayorante por pérdidas localizadas en terciaria: $Km = 1,1$
- Coeficiente de variación: 7%
- Temperatura del agua: 20 °C

3.2. Estudios propuestos

El promotor de este proyecto ha creído oportuno que tanto las tuberías del diseño de las subunidades de riego como la de la red de transporte deberán ser enterradas y lo más económicas posibles, se ha propuesto el siguiente método de estudio:

- Alimentación de los laterales y la tubería terciaria por el punto extremo y desde el punto de mayor cota.
- No se ha creído oportuno realizar la alternativa de alimentación de los laterales y las tuberías terciarias por el punto intermedio, dado que se ha consultado y

preguntado a ciertas empresas del sector y nos han transmitido que la puesta en obra de este tipo de instalaciones se complica y puede aumentar el coste, a pesar de utilizar diámetros menores de tuberías en algunos casos.

En el primer estudio, se utilizará un único diámetro para el dimensionado de la terciaria. En cambio, en el segundo estudio, se analizarán tuberías telescópicas, es decir, la terciaria se divide en dos tuberías de distinto diámetro. El tramo I tiene el diámetro superior y el tramo II tiene un diámetro menor al anterior. El fin de este tipo de tuberías es diseñar tuberías con menor coste, ya que una parte de la tubería está diseñada con un diámetro menor, por lo que el coste se puede ver reducido. 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. Ya que, con longitudes menores a 120 m, no resulta rentable, además de que dificulta la puesta en obra de la terciaria al tener que implantar dos diámetros distintos.

En la Figura 1, se muestra un esquema de una subunidad alimentada por el punto extremo y desde el extremo de mayor cota.

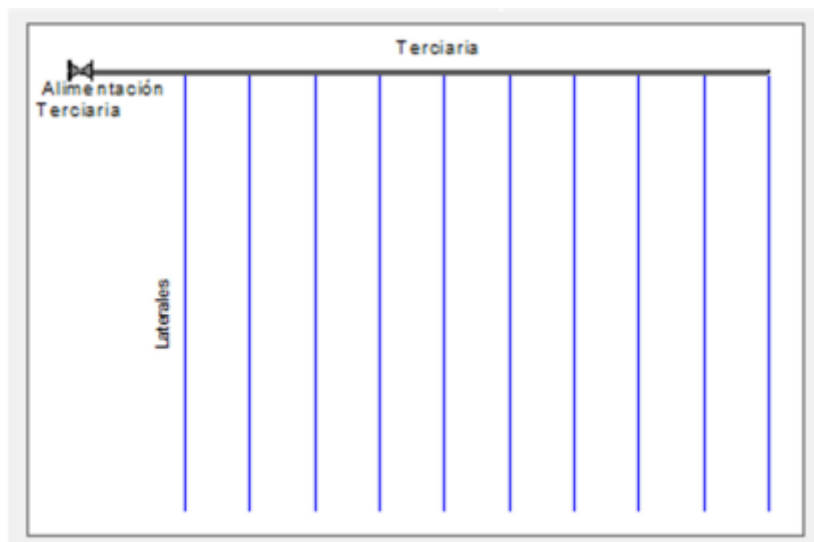


Figura 1. Esquema de una subunidad alimentada en el punto extremo

3.3. Dimensionado de cada una de las subunidades de la finca

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los estudios propuestos de cada subunidad de riego.

3.3.1. Subunidad 1

Sector	Subunidad
1	1

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
380	106	0,3	16	-1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	4,85	-1,06	13,79

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
17.480	133	59	63	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	13,79	3,05	-2	18,2

ALTERNATIVA 2. TUBERÍA TERCIARIA TELESCÓPICA

TUBERÍAS TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø nominal (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
		63	50	
17.480	133	L ₁ = 60	L ₂ = 73	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	13,79	4,28	-2	17,3

3.3.2. Subunidad 2

Sector	Subunidad
1	2

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
264	88,5	0,3	16	-1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	2,95	-1,33	12,2

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
13.200	145	59	63	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	12,2	2,78	-2,17	15,7

ALTERNATIVA 2. TUBERÍA TERCIARIA TELESCÓPICA

TUBERÍAS TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø nominal (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
		50	40	
13.200	145	L ₁ = 42	L ₂ =103	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	12,2	5	-2,17	15

3.3.3. Subunidad 3

Sector	Subunidad
1	3

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
232	60,18	0,3	16	-1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	1,03	-0,6	10,43

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
6.496	79	37	40	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10,43	2,56	-1,18	14,3

3.3.4. Subunidad 4

Sector	Subunidad
1	4

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
260	95	0,3	16	-1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	3,59	-0,95	12,64

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
9.880	109	46,8	50	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	12,64	1,47	-1,63	14,3

3.3.5. Subunidad 5

Sector	Subunidad
1	5

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
384	105	0,3	16	-1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	4,7	-1,05	13,65

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
10.752	79	46,8	50	-1,5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	13,65	2,19	-1,05	16,6

3.3.6. Subunidad 6

Sector	Subunidad
2	6

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	∅ nominal (mm)	Pendiente (%)
296	97	0,3	16	+1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	3,76	1,26	15,21

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	∅ interior (mm)	∅ nominal (mm)	Pendiente (%)
10.656	103	59	63	+1.5
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	15,21	1,27	1,03	15,1

3.3.7. Subunidad 7

Sector	Subunidad
2	7

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Le (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
432	133	0,3	16	+1
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	8,78	1,29	20,33

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
13.824	91	59	63	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	20,33	1,62	0,46	20,2

3.3.8. Subunidad 8

Sector	Subunidad
2	8

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
264	89	0,3	16	+1,5
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	3,01	0,89	13,9

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
7.920	85	59	63	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	13,9	0,68	1,27	16

3.3.9. Subunidad 9

Sector	Subunidad
2	9

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
336	110	0,3	16	+1,5
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	5,37	1,65	17,02

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
10.080	85	59	63	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	17,02	0,98	0.85	19,9

3.3.10. Subunidad 10

Sector	Subunidad
2	10

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	∅ nominal (mm)	Pendiente (%)
256	119	0,3	16	+1,5
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	5,61	1,68	17,29

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	∅ interior (mm)	∅ nominal (mm)	Pendiente (%)
8.704	97	59	63	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	17,29	1,42	0,97	17,4

3.3.11. Subunidad 11

Sector	Subunidad
2	11

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
340	128	0,3	16	+1,5
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	8,09	1,82	20,01

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
8.840	73	84,4	90	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	20,01	0,15	0,73	20,2

3.3.12. Subunidad 12

Sector	Subunidad
2	12

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	L _e (m)	∅ nominal (mm)	Pendiente (%)
101	61	0,3	16	+5
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	1,07	3,05	14,12

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	∅ interior (mm)	∅ nominal (mm)	Pendiente (%)
1.852	73	59	63	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	14,12	0,22	3,96	18,1

3.3.13. Subunidad 13

Sector	Subunidad
2	13

ALTERNATIVA 1. TUBERÍA ÚNICA

LATERAL MAS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Le (m)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
256	92	0,3	16	+9
Tipo de alimentación	Presión mínima (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	10	2,76	7,2	15,1

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
4.630	180	59	63	+1
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	15,1	0,55	5,87	16,4

ALTERNATIVA 2. TUBERÍA TERCIARIA TELESCÓPICA

TUBERÍAS TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)				
Caudal (l/h)	Longitud (m)	Ø nominal (mm)	Ø nominal (mm)	Pendiente (%)
		50	40	
4.630	181	L ₁ = 38	L ₂ =143	+3
Tipo de alimentación	Presión al inicio del lateral (m.c.a.)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	Desnivel (m)	Presión entrada (m.c.a.)
Punto extremo	19,9	1,16	5,87	17

3.4. Estudio económico para los dos estudios de cada subunidad

A continuación, se muestra la comparativa de costes para cada subunidad del dimensionado en función de los dos estudios propuestos. Únicamente se mostrará dicha comparativa para aquellas subunidades que se hayan planteado los dos estudios, el resto únicamente tienen una sola propuesta de estudio.

3.4.1. Subunidad 1

ESTUDIO ECÓNOMICO – SUBUNIDAD 1						
			<i>TUBERÍA única</i>		<i>TUBERÍA telescópica</i>	
Longitud Laterales (m)	Longitudes Terciarias (m)	Coste Emisores y laterales (€)	Coste Terciaria (€)	Coste SUBUNIDAD (€)	Coste Terciaria (€)	Coste SUBUNIDAD (€)
4.876	133	1.711,48	260,68	1.972,16	241,15	1.952,63

3.4.2. Subunidad 2

ESTUDIO ECÓNOMICO – SUBUNIDAD 2						
			<i>TUBERÍA única</i>		<i>TUBERÍA telescópica</i>	
Longitud Laterales (m)	Longitudes Terciarias (m)	Coste Emisores y laterales (€)	Coste Terciaria (€)	Coste SUBUNIDAD (€)	Coste Terciaria (€)	Coste SUBUNIDAD (€)
4.425	145	1.553,18	284,2	1.837,38	219,31	1.772,49

3.4.3. Subunidad 13

ESTUDIO ECÓNOMICO – SUBUNIDAD 13						
			<i>TUBERÍA única</i>		<i>TUBERÍA telescópica</i>	
Longitud Laterales (m)	Longitudes Terciarias (m)	Coste Emisores y laterales (€)	Coste Terciaria (€)	Coste SUBUNIDAD (€)	Coste Terciaria (€)	Coste SUBUNIDAD (€)
516	196	181,12	316,75	497,86	312,9	494,01

3.5. Elección del estudio más adecuado para cada subunidad

La diferencia económica respecto al valor total entre ambos presupuestos estimativos es totalmente tolerable. Observando las tablas del apartado anterior, se puede observar que el ahorro es de pocos euros (3 € aproximadamente) en la subunidad 13 y de unos 20 € y de 65 € en el caso de la subunidad 1 y respectivamente.

Es por ello, que en las subunidades de riego se aplicará el estudio que mejor convenga independiente del valor obtenido en el estudio económico y promoviendo la menor impulsión de la bomba que conllevará un ahorro económico a largo plazo. Analizando estos parámetros del *apartado 3.3. Dimensionado de cada una de las subunidades de la finca*, se puede observar que la presión necesaria en el inicio de las terciarias es muy similar en el caso de ambos estudios, llegando a ser como máximo una variación de 1 m.c.a.

En definitiva, tras este análisis, se elige el estudio 1 para todas las subunidades de riego que conforman la finca agrícola, debido a que la instalación de una única tubería terciaria por subunidad de riego facilitará en gran medida el montaje y manejo de tubos y uniones.

3.5.1. Resumen final del dimensionado de las subunidades de riego

A continuación, se muestran los resultados finales del dimensionado para cada una de las subunidades de riego, tanto para laterales como para terciarias:

LATERAL MÁS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4 bares)					
SUBUNIDAD	∅ Interior (mm)	∅ nominal (mm)	Alimentación	Longitud	Presión entrada
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

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN6)						
SUBUNIDAD	∅ Interior (mm)	∅ nominal (mm)	Alimentación	Longitud	Presión entrada	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

3.6. Esquema final

A continuación, se muestra un esquema del diseño de las subunidades de riego, compuestas por las tuberías terciarias y el conjunto de laterales.



4. DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONADO DE LA SUBUNIDAD REGULAR DE RIEGO 3

DIMENSIONADO DEL LATERAL

Se dimensionará en función del lateral más desfavorable que será aquel con la máxima longitud en la subunidad. En el caso de la subunidad 3, la longitud máxima es de 60,2 metros.

Variación máxima de presión

Se ha determinado que la variación máxima de presión (diferencia entre la presión máxima y mínima de funcionamiento) sea en este caso de 5 m.c.a.

Cálculo del caudal del lateral más desfavorable

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_L = n \cdot q$$

Siendo:

- Q_L : Caudal del lateral más desfavorable, en l/h.
- n : Número de derivaciones (o emisores).
- q : Caudal unitario del emisor, en l/h.

Por tanto, mediante la ecuación acabada de mencionar, el caudal del lateral es el siguiente:

$$Q_L = 60 \cdot 4 = 240 \text{ l/h}$$

Cálculo de la variación máxima admisible de las pérdidas de carga del lateral más desfavorable

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta H_{lat} = h_{lat} + \Delta Z_{lat}$$

Siendo:

- ΔH_{lat} : Variación de presión máxima en el lateral, en m.
- h_{lat} : Pérdida de carga total en el lateral, en m.c.a.
- ΔZ_{lat} : Desnivel que tiene el lateral, en m.

Por tanto, mediante la ecuación anterior y sabiendo que la pendiente es del 1% descendente, la variación máxima admisible de las pérdidas de carga del lateral son las siguientes:

$$\Delta H_{lat} = 1,03 + (-0,01 \cdot 60,12) = 0,42 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro interior teórico del lateral

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D_{iL} \geq \left(\frac{C \cdot L^{2,75} \cdot K_m \cdot q_u^{1,75}}{2,75 \cdot \Delta h_L} \right)^{\frac{1}{4,75}}$$

Siendo:

- D_{iL} : Diámetro interior teórico del lateral, en mm.
- L: Longitud del lateral más desfavorable, en m.
- C: Coeficiente en función de la temperatura.
- K_m : Coeficiente mayorante que va a ser 1,1.
- q_u : Caudal unitario, en l/h.
- Δh_L : Variación máxima admisible de las pérdidas de carga en el lateral más desfavorable, en m.

El valor del coeficiente C está en función de la temperatura y se puede extraer de la tabla 4 (0,466):

Tabla 4. Coeficiente C para la fórmula de Blasius, para las diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	C	Temperatura (°C)	C
5	0,516	30	0,441
10	0,497	35	0,430
15	0,480	40	0,420
20	0,466	45	0,411
25	0,453	50	0,402

Por tanto, mediante la ecuación anterior, el diámetro interior teórico del lateral se muestra a continuación:

$$D_{iL} \geq \left(\frac{0,466 \cdot 60,12^{2,75} \cdot 1,1 \cdot 4^{1,75}}{2,75 \cdot 0,42} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 13,88 \text{ mm}$$

Se va a escoger un lateral de PE 32 de 16 mm de diámetro nominal y de 0,9 mm de espesor, resultando un diámetro interior de 14,2 mm. De este modo se cumple con el diámetro interior teórico de 13,88 mm requerido en el lateral más desfavorable de la subunidad.

Pérdida de carga total del lateral

Se determina mediante la ecuación de Blasius:

$$h_c = C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Siendo:

- h_c : Pérdidas de carga totales del lateral (h_{lat}), en m.c.a.
- C: Coeficiente en función de la temperatura.
- F: Coeficiente de Christiansen que depende del número de derivaciones.
- L: Longitud total de la tubería, en m.
- Q: caudal en origen, l/h.
- D: Diámetro interior de la tubería, en mm.

Por otro lado, el valor del Factor de Christiansen (F) viene dado por la tabla del siguiente. Este valor se escoge en función del número de derivaciones de la subunidad, tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Coeficiente de Christiansen, para $m=1,75$, en función del número de derivaciones de la subunidad (n)

N	F	n	F	n	F	n	F	n	F
1	1	7	0,438	13	0,403	19	0,390	25	0,380
2	0,650	8	0,428	14	0,400	20	0,389	26	0,379
3	0,546	9	0,421	15	0,397	21	0,387	27	0,378
4	0,497	10	0,415	16	0,395	22	0,385	28	0,376
5	0,469	11	0,410	17	0,393	23	0,383	29	0,374
6	0,451	12	0,406	18	0,392	24	0,382	30	0,372

Por lo tanto, una vez conocidos todos los valores de las incógnitas de la ecuación de Blasius, se obtiene el valor de las pérdidas de carga totales del lateral:

$$h_c = 0,466 \cdot 0,369 \cdot (60,12 + 60 \cdot 0,35) \cdot \frac{240^{1,75}}{14,2^{4,75}} = 1,02 \text{ m.c.a.}$$

Presión inicial del lateral

Para una tubería con distribución discreta con servicio en ruta, la presión necesaria al inicio viene dada por la ecuación siguiente:

$$\frac{P_{o \text{ lat}}}{\gamma} = \frac{P_{\text{lat}}}{\gamma} + \beta \cdot h_{\text{lat}} + \alpha \cdot \Delta Z_{\text{lat}}$$

Siendo:

- $\frac{P_{o \text{ lat}}}{\gamma}$: Presión necesaria en al inicio del lateral, en m.c.a.

- $\frac{P_{\text{lat}}}{\gamma}$: Presión media en el lateral, en m.c.a.

- ΔZ_{lat} : Desnivel del lateral, en m.

- α y β : Coeficientes adimensionales dados según el caso considerado e iguales a 1 en autocompensantes.

Al tratarse de emisores autocompensantes, se puede estimar que los coeficientes adimensionales (α y β) tienen un valor de 1. Por lo tanto, la presión inicial del lateral da el siguiente valor:

$$\frac{P_{o \text{ lat}}}{\gamma} = 10 + 1 \cdot 1,02 - 1 \cdot 0,6 = 10,42 \text{ mca}$$

DIMENSIONADO DE LA TERCIARIA

Cálculo del caudal de la tubería terciaria

Teniendo en cuenta la separación de los emisores, el número de filas y el número de laterales por fila de plantas, la longitud total de los laterales es de 1.686 m. Conociendo el caudal unitario (4 l/h) se puede calcular el caudal necesario con el que se debe dimensionar la tubería terciaria para poder abastecer los laterales. Este caudal sería de 6.720 l/h.

Máxima variación de presión de la terciaria

La máxima variación de presión admisible en la terciaria vendrá dada por la siguiente resta:

$$\Delta H_{\text{ter}} = \Delta H_{\text{sub}} - \Delta H_{\text{lat}}$$

Siendo:

- ΔH_{ter} : Máxima variación de presión admisible en la terciaria, en m.c.a.
- ΔH_{sub} : Máxima variación de presión admisible en la subunidad, en m.c.a.
- ΔH_{lat} : Máxima variación de presión admisible en el lateral, en m.c.a.

Aplicando la fórmula anterior, se obtiene:

$$\Delta H_{ter} = 5 - (-0,43) = 5,43$$

Cálculo de las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$h_{ter} = \Delta H_{ter} - \Delta Z_{ter}$$

Siendo:

- h_{ter} : Pérdida de carga admisible para la terciaria, en m.c.a.
- ΔH_{ter} : Máxima variación de presión admisible de la terciaria, en m.c.a.
- ΔZ_{ter} : Desnivel de la terciaria, en m.

Por tanto, mediante la ecuación anterior y sabiendo que la pendiente es del 1,5% descendente, la variación máxima admisible de las pérdidas de carga de la tubería terciaria es la siguiente:

$$h_{ter} = 5,43 + (-0,015 \cdot 79) = 4,24 \text{ m.c.a.}$$

Cálculo del diámetro interior teórico de la tubería terciaria

Se determina mediante la fórmula de Blasius:

$$h_c = C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad \rightarrow \quad D = \left(\frac{C \cdot F \cdot K_m \cdot L \cdot Q^{1,75}}{h_{ter}} \right)^{\frac{1}{4,75}}$$

Siendo:

- D: Diámetro mínimo teórico compatible, en mm.
- C: Coeficiente en función de la temperatura.
- F: Coeficiente de Christiansen que depende del número de derivaciones.
- K_m : Coeficiente mayorante que va a ser 1,1.
- L: Longitud total de la tubería, en m

Anejo 4. Cálculo y Dimensionado de las Subunidades

- Q: Caudal en el origen, en l/h.
- h_{ter} : Pérdida de carga admisible en la terciaria, en m.c.a.

Por tanto, mediante la ecuación anterior, el diámetro interior teórico de la terciaria es el siguiente:

$$D = \left(\frac{0,466 \cdot 0,369 \cdot 1,1 \cdot 79 \cdot 6.720^{1,75}}{4,24} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 33,5 \text{ mm}$$

Para esta subunidad, se va a escoger la siguiente tubería terciaria:

- Material: PVC UNE EN 1451
- DN: 50 mm
- Espesor: 1,6 mm
- D_{int} : 46,8 mm
- PN: 6 atm

Pérdida de carga total de la terciaria

Se determina mediante la fórmula de Blasius:

$$h_c = C \cdot F \cdot Km \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Por tanto, mediante la ecuación anterior, la pérdida de carga total resultante es la siguiente:

$$h_{ter} = 0,466 \cdot 0,369 \cdot 1,1 \cdot 79 \cdot \frac{6.720^{1,75}}{50^{4,75}} = 2,52 \text{ m.c.a.}$$

Presión necesaria en el cabeza de la subunidad

La presión necesaria en la cabeza de la subunidad corresponde a la presión que debe existir al inicio de la tubería terciaria. Ésta depende de las pérdidas de carga totales en la terciaria, del desnivel de la terciaria y de la presión al inicio del lateral.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$\frac{P_{o\ ter}}{\gamma} = \frac{P_{0\ lat}}{\gamma} + \beta \cdot h_{ter} + \alpha \cdot \Delta Z_{ter}$$

Siendo:

- $\frac{P_{o\ ter}}{\gamma}$: Presión necesaria en al inicio de la terciaria, en m.c.a.

- $\frac{P_{olat}}{\gamma}$: Presión inicial en el lateral, en m.c.a.

- h_{ter} : Pérdida de carga de la terciaria, en m.c.a.

- ΔZ_{ter} : Desnivel de la terciaria, en m.

- α y β : Coeficientes adimensionales dados según el caso considerado. Se calculan de forma idéntica en el caso anterior.

Por tanto, mediante la ecuación anterior, la pérdida de carga total resultante es la siguiente:

$$\frac{P_{o\ ter}}{\gamma} = 10,42 + 1 \cdot 2,52 + 1 \cdot (-0,015 \cdot 79) = 14,21\ mca$$

ANEJO 5:

DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE

ÍNDICE

1.	DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE.....	1
1.1.	Trazado de la red de tuberías	1
1.2.	Dimensionado de la red de tuberías.....	4
1.2.1.	Criterio optimización técnico económica.....	4
1.2.2.	Datos de partida	6
1.2.3.	Pérdidas estimadas en el cabezal de filtrado	8
1.2.4.	Dimensionado del diámetro óptimo-económico.....	8
2.	SISTEMA DE BOMBEO	13
2.1.	Estudio del sistema de bombeo actual.....	13
2.1.1.	Potencia teórica.....	15
2.1.2.	Potencia eléctrica	15
2.2.	Justificación del uso de la bomba actualmente existente.....	16
2.3.	Estudio de alternativa a la elección de la bomba	17
3.	ANÁLISIS DE LA RED DE RIEGO EN EPANET 2.0.....	20
3.1.	Estudio del funcionamiento de la bomba.....	20
3.2.	Estudio de funcionamiento del variador de frecuencia	24
3.3.	Estudio energético	28
4.	Regulación de la instalación.....	29
5.	DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO DEL SECTOR 1.....	30
6.	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la topología de la red	3
Figura 2. Evolución de costes. Función objetivo	6
Figura 3. Curva motriz de la bomba modelo 4L.	14
Figura 4. Ficha técnica de algunos de los modelos de bomba que dispone Caprari. Fuente: Caprari - Pumping power	18
Figura 5. Curva motriz de la bomba modelo 3A.....	19
Figura 6. Curva de comportamiento de la bomba Caprari 4L.	21
Figura 7. Curva de rendimiento de la bomba Caprari 4L.	21
Figura 8. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 1.	22
Figura 9. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 2.	23
Figura 10. Funcionamiento del variador de frecuencia (curva de modulación) para los distintos períodos de tiempo de riego.	25
Figura 11. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 1, utilizando el variador de frecuencia.....	26
Figura 12. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 2, utilizando el variador de frecuencia.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los sectores y de las subunidades de riego	4
Tabla 2. Datos de partida recopilados para cada una de las líneas	7
Tabla 3. Resultados obtenidos del RGwin. Valores de diámetro interior teórico, interior y nominal, expresados en mm; valores de velocidad, expresados en m/s y valores de pérdida de carga individual y acumulada, en m.c.a.	10
Tabla 4. Valores de de presión resultante y déficit de presión para cada uno de los nudos, expresados en metros	12
Tabla 5. Especificaciones técnicas de la bomba sumergida. Fuente: Caprari - Pumping power.....	13
Tabla 6. Necesidades de presión y caudal, expresados en m.c.a y en m ³ /h respectivamente, a satisfacer de los dos sectores de la explotación	14

Tabla 7. Rendimientos para la bomba en el punto de funcionamiento para ambos sectores.....	15
Tabla 8. Especificaciones técnicas de la bomba alternativa. Fuente: Caprari - Pumping power.....	20
Tabla 9. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 1	22
Tabla 10. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 2	23
Tabla 11. Detalle del funcionamiento de la bomba en los períodos de tiempo	25
Tabla 12. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 1, con y sin el variador de frecuencia	26
Tabla 13. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 2, con y sin el variador de frecuencia	28
Tabla 14. Comparativa de parámetros energéticos con la utilización del variador de frecuencia	29

1. DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE

Una red de riego a presión es el conjunto de elementos cuya finalidad es el transporte del agua de riego desde la captación o cabezal de bombeo hasta cada uno de los puntos de consumo, garantizando en los mismos los requerimientos de presión y caudal para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

En esta finca, la red principal de distribución es 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. Las conducciones irán enterradas con el fin de no ser dañadas durante el pase de maquinarias en los momentos de desarrollo de trabajos agrícolas, además, de poder utilizarse materiales más económicos. Se ha optado por tuberías de PVC UNE EN 1452 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.

La normativa que determina la fabricación de este material es:

- PVC norma UNE-EN 1.452: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Se escogen las conducciones para PN 6.

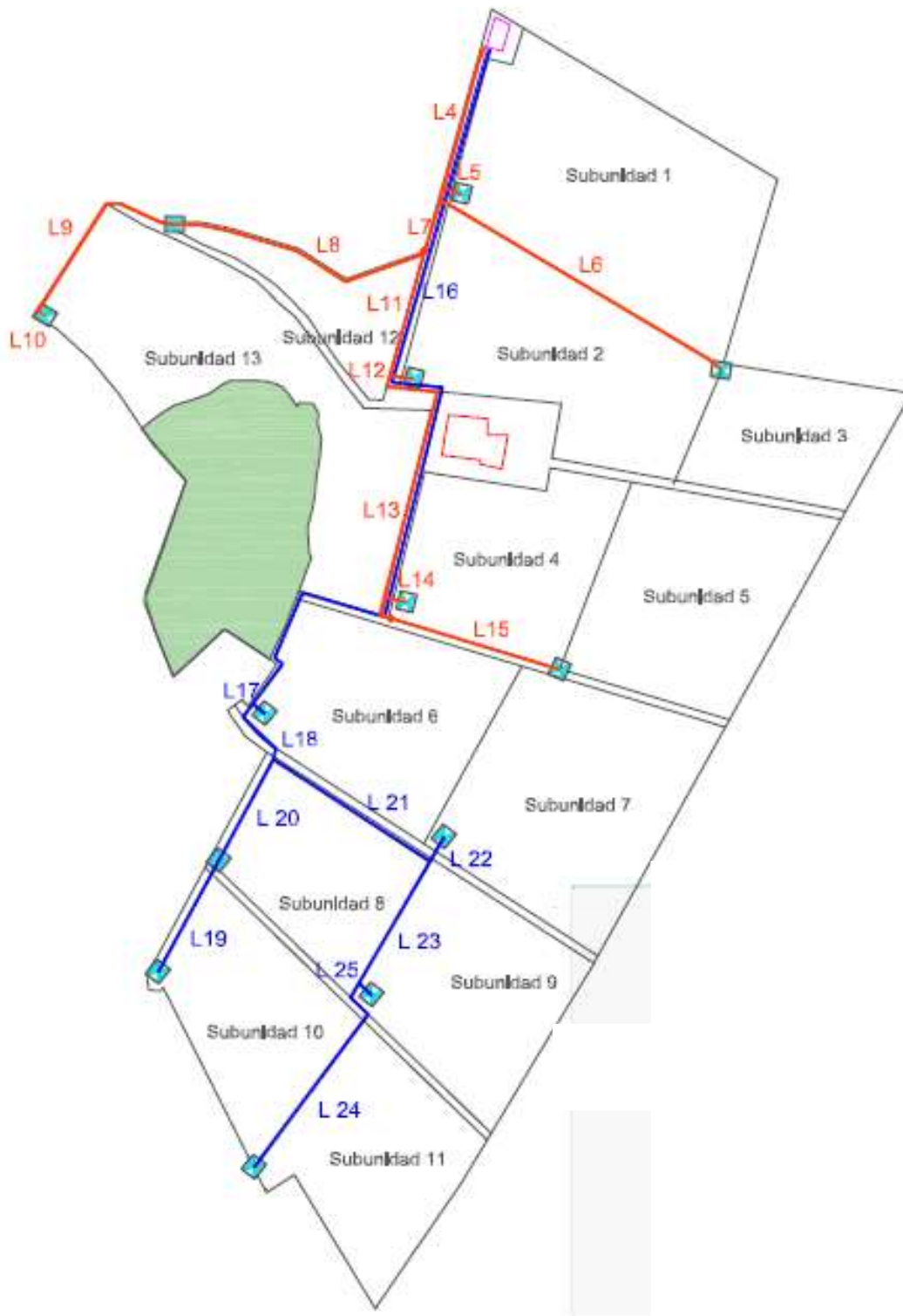
1.1. Trazado de la red de tuberías

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, cabezal e hidrante. Asimismo, todas las electroválvulas de inicio de sector se albergarán en el cabezal de riego.

El trazado de la red de tuberías se ve en el siguiente esquema. Cabe destacar, que la red de tuberías para el sector 1 está marcado en rojo, y para el sector 2 en color azul oscuro. En la Figura se aprecia que ambas redes tienen una parte en común, que corresponde a la salida del cabezal de riego, hasta el punto en que se acaba el sector 1 y ya solo se distribuye la red del sector 2. En este punto de confluencia, se encuentran las dos redes en la misma zanja, tal y como se puede ver en el *Plano 11. Diseño de la red de riego*.

ANEJO 5. Diseño de la Red de Transporte

A continuación, un esquema del diseño de la red de transporte que se llevará a cabo:



ANEJO 5. Diseño de la Red de Transporte

La red hidráulica estará formada por el conjunto de todas las líneas, tramos y nudos, por los que circular el agua de riego para abastecer a las parcelas objeto de estudio. La red que nos compete en este caso, se trata de una red ramificada con un único punto de alimentación, por lo que el sentido de circulación del agua estará definido principalmente por el propio punto de alimentación. En la Figura 1, se presenta el esquema de la topología de la red de riego (*Plano 10. Esquema de la topología de la red*).

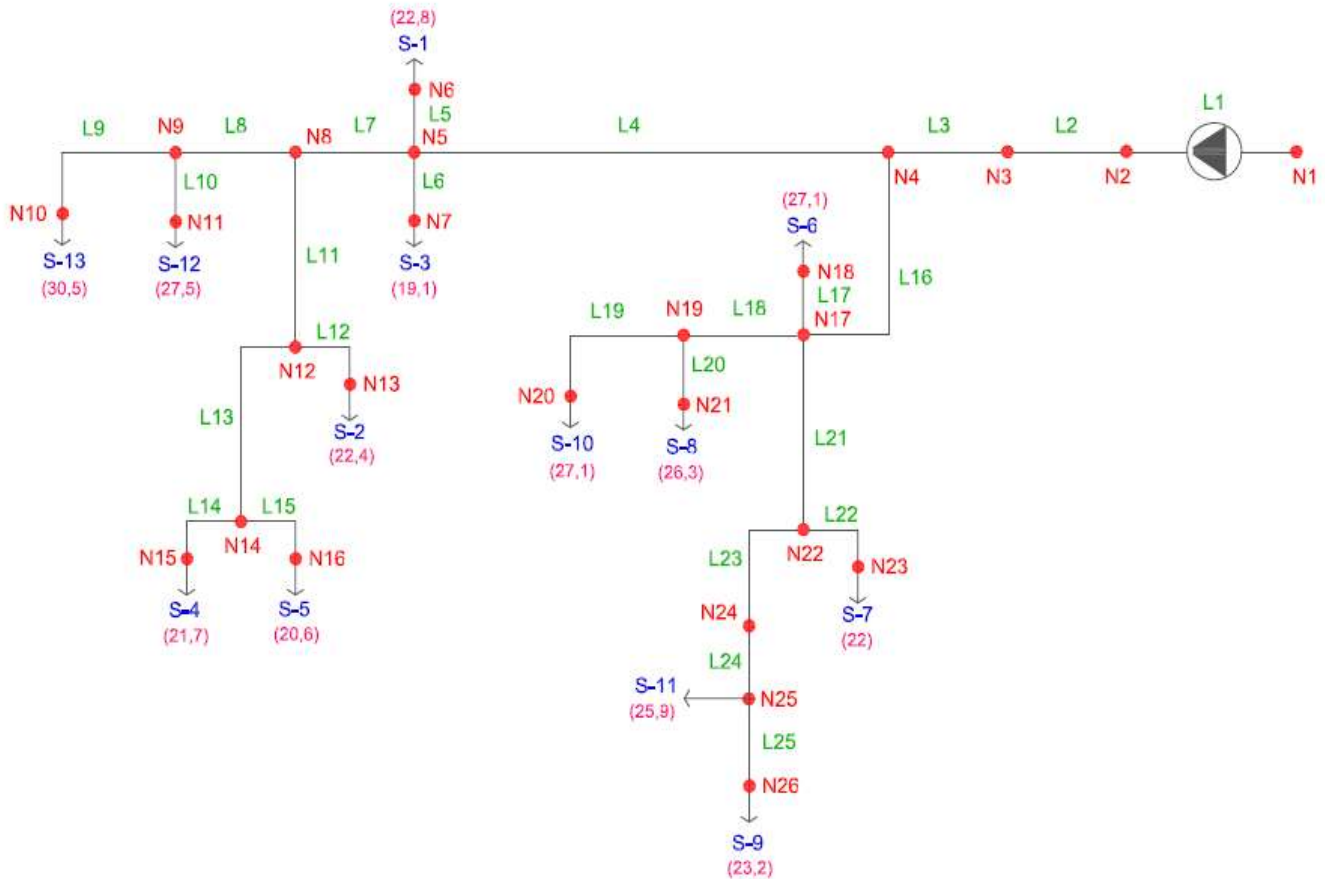


Figura 1. Esquema de la topología de la red

Tabla 1. Distribución de los sectores y de las subunidades de riego

DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES Y DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO					
Sector	Caudal (m³/h)	Subunidad	Superficie (m²)	Caudal (l/h)	Presión requerida (m.c.a)
1	68,9	1	13.225,57	17.480	18,2
		2	10.073,97	13.200	15,7
		3	5.198,59	6.496	14,3
		4	7.700,23	9.880	14,3
		5	8.567,13	10.752	16,6
		12	3.018,4	6.496	18,1
		13	12.029,7	4.630	16,4
2	60,02	6	8.287,5	10.656	15,1
		7	10.781,21	13.824	20,2
		8	5.994,13	7.920	16
		9	7.748,29	10.080	19,9
		10	6.675,67	8.704	17,4
		11	7.049,19	8.840	20,2

1.2. Dimensionado de la red de tuberías

1.2.1. Criterio optimización técnico económica

El dimensionado de la red de transporte se aborda una vez han sido calculados los caudales máximos probables por tramo para garantizar una determinada calidad de funcionamiento.

La fase de dimensionado consiste en calcular los diámetros y timbrajes de la red, así como la presión requerida en origen si fuera el caso, garantizando las restricciones de presión impuestas en los hidrantes o tomas.

En la actualidad el dimensionado se efectúa mediante la aplicación de técnicas matemáticas de optimización. Todos los métodos aplicables se basan en minimizar una función objetivo suma de los costes energéticos, C_E , más los costes de amortización, C_A , de instalación de la red.

$$C_T = C_E + C_A$$

Los costes energéticos serán una función lineal de la altura manométrica, H_m , que deben suministrar los grupos de elevación:

$$C_E = K_1 + H_m$$

Siendo:

- C_E : Costes energéticos, en €.
- K_1 : Coeficiente de costes energéticos, que depende del funcionamiento anual de la instalación, caudal medio demandado y coste medio estimado de la energía.
- H_m : Altura manométrica de la bomba, en m.c.a.

Los costes de amortización de instalación de la red de tuberías vendrán dados por (Figura 2):

$$C_A = \alpha \cdot \sum_{i=1}^{NLIM} L_i \cdot C(D_i)$$

Siendo:

- C_A : Costes de amortización, en €.
- α : Factor de amortización.
- $NLIM$: Número de tramos o líneas que componen la red.
- L_i : Longitud del tramo i .
- $C(D_i)$: Coste unitario del diámetro del tramo i . Siendo el diámetro de cada línea o tramo una variable incógnita del sistema.

Debiendo cumplirse en todas las tomas de la red la siguiente condición, resultante de aplicar el teorema de Bernouilli entre el origen de la red y cada uno de los nudos, en los que exista consumo o restricción de presión.

$$\frac{P_i}{\gamma} + Z_1 + H_C - Z_i - \sum h_{ri} \geq \frac{P_{ri}}{\gamma}$$

Siendo:

- $\frac{P_i}{\gamma}$: Presión disponible en origen de red.
- Z_1 : Cota geométrica del origen de la red, punto de alimentación.
- H_C : Pérdidas estimadas en el cabezal colectivo de filtrado, si lo hubiere.
- Z_i : Cota geométrica del hidrante o toma correspondiente al nudo i .
- $\sum h_{ri}$: Sumatorio de pérdidas de carga en el transporte del agua desde el origen al hidrante considerado.
- $\frac{P_{ri}}{\gamma}$: Presión mínima requerida en el hidrante o toma correspondiente al nudo i .

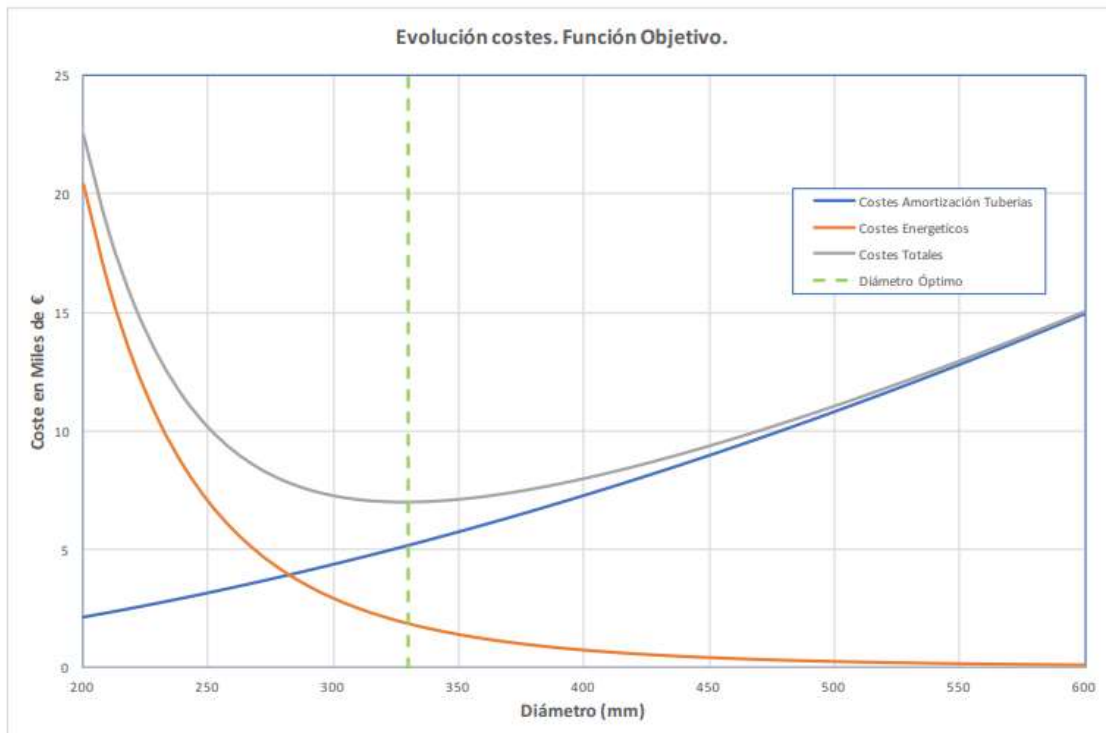


Figura 2. Evolución de costes. Función objetivo

La red de distribución se calculará mediante un criterio técnico económico. Posteriormente, mediante la fórmula de Veronesse-Datei se calcularán las pérdidas de carga para cada línea y se averiguará la presión necesaria con la que debe abastecer la bomba a cada sector. También se ha utilizado el paquete informático RGwin (Arviza, 2016).

1.2.2. Datos de partida

Los datos de partida quedan reflejados en la tabla 2.

- Nº de líneas: 27
- Temperatura de cálculo: Temperatura de funcionamiento de la red: 20 °C.
- Coeficiente mayorante (km): 1,1.
- Cota del nudo inicial: nuestra instalación se abastecerá desde un sondeo a cota 10 m.s.n.m
- Pérdidas cabezal filtrado: se ha estimado unas pérdidas de 10 m.c.a en el filtrado.
- Velocidad máxima admisible: se considera una velocidad de 2 m/s para PVC.
- Velocidad mínima admisible: se considera una velocidad de 0,5 m/s para PVC.

- Alimentación de la red: La alimentación de la red se realizará a través de un grupo de bombeo, lo que hace necesario establecer tanto los parámetros energéticos, como el rendimiento de la bomba.
- Parámetros energéticos:
 - Incremento anual del coste de la energía; se considera del 1,5%.
 - Coste de la potencia en horas valle y llano; estos datos se han expuesto con anterioridad, siendo 38 €/kW en horas llano y 8 €/kW en horas valle.
 - PAUE; 0,013 €/kWh.
- Material utilizado de la tubería PVC UNE EN 1452 y/o PE-100
- Rendimiento estimado de la bomba: 75%
- Tiempo de riego por sector: 2,43 h, valor obtenido en el anejo de diseño agronómico.
- Jornada Efectiva de riego (JER): 18 horas.

Tabla 2. Datos de partida recopilados para cada una de las líneas

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo de línea	Caudal línea (m ³ /h)	Longitud (m)	Presión requerida (m.c.a)
1	1	2	Bomba	68,94	-	
2	2	3	Aspiración	-	12	
3	3	4	Filtrado	-	227,1	
4	4	5		68,94	75,68	
5	5	6	Sub 1	17,48	5	18,2
6	5	7	Sub 3	6,50	157,76	14,3
7	5	8		44,96	27,8	
8	8	9		11,13	130	
9	9	10	Sub 13	4,63	91	16,4
10	9	11	Sub 12	6,50	5	18,1
11	8	12		33,83	68	
12	12	13	Sub 2	13,20	5	15,7
13	12	14		20,63	125,3	
14	14	15	Sub 4	9,88	5	14,3

15	14	16	Sub 5	10,75	83,1	16,6
16	4	17		60,02	432	
17	17	18	Sub 6	10,66	26	15,1
18	17	19		16,62	63,85	
19	19	20	Sub 10	8,70	62,55	17,4
20	19	21	Sub 8	7,92	5	16
21	17	22		32,74	86,7	
22	22	23	Sub 7	13,82	5	20,2
23	22	24		18,92	76,91	
24	24	25	Sub 11	18,92	91,42	20,2
25	25	26	Sub 9	10,08	5	19,9

1.2.3. Pérdidas estimadas en el cabezal de filtrado

Cualquier sistema de riego requiere de la instalación de elementos de filtrado, que retenga partículas en suspensión susceptibles de provocar obturaciones y problemas de mayor índole a raíz de estas en la red de tuberías.

Independientemente del filtro, son diseñados para producir una pérdida de carga no superior a 1 o 2 m.c.a. Además, se recomienda que la limpieza de estos se lleve a cabo cuando la pérdida de carga supere los 6 m.c.a. Para ello se colocarán manómetros aguas arriba y aguas abajo para saber con mayor exactitud cuándo iniciar la secuencia de limpieza. Por lo tanto, se le suele introducir unas pérdidas máximas de 10 m.c.a en lo que es el cabezal de filtrado.

1.2.4. Dimensionado del diámetro óptimo-económico.

Como se ha explicado anteriormente se emplea un criterio de dimensionado por el criterio de optimización técnico-económica.

Una vez se ha efectuado la introducción de los caudales circulantes por cada línea, se calcula el diámetro interior mínimo, para cada una de esas líneas y para la velocidad de circulación máxima definida, 2 m/s. Para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot V_{max}}}$$

Siendo:

- D: Diámetro interior mínimo del tramo i, en mm.
- Q_i : Caudal circulante por el tramo i, en m³/h.
- V_{max} : Velocidad máxima de circulación, en m/s.

Una vez calculados los diámetros, se procede a normalizarlos adoptando el inmediato de los diámetros comerciales. Elegido el diámetro comercial se calculan las velocidades de circulación reales:

$$V_i = \frac{4 \cdot Q_{Li}}{\pi \cdot D_{Ni}^2}$$

Siendo:

- V_i : Velocidad de circulación en el tramo i, en m/s.
- D_{Ni}^2 : Diámetro nominal en el tramo i, en m.

La pérdida de carga en cada línea se calcula mediante la fórmula de Darcy-Weisbach, el factor de fricción se calcula mediante White-Colebrook. La utilización de la fórmula de White-Colebrook, implica recurrir a métodos iterativos por lo que se requiere de una aplicación informática como RGW2016 para ello.

$$h_i = 0,0826 \cdot f_i \cdot L_i \cdot K_m \cdot \frac{Q_i^2}{D_i^5}$$

Siendo:

- h_i : Pérdidas de carga continuas en el tramo i, en m.c.a.
- L_i : Longitud del tramo i, en m.
- K_m : Coeficiente mayorante por pérdidas de carga localizada.
- Q_i : Caudal en el tramo i, en m³/h.
- D_i : Diámetro interior normalizado del tramo i, en mm.
- f_i : Factor de fricción, obtenido por la fórmula de White-Colebrook

La pérdida de carga acumulada será el sumatorio de las perdidas en los tramos que conectan el origen con cada uno de los nudos que componen la red.

$$h_{acumulada} = \sum_{k=1}^1 h_i$$

A la hora de ajustar los diámetros interiores de las tuberías se han intentado disminuir sustancialmente las pérdidas de carga continuas. Los resultados obtenidos se ven reflejados en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados obtenidos del RGwin. Valores de diámetro interior teórico, interior y nominal, expresados en mm; valores de velocidad, expresados en m/s y valores de pérdida de carga individual y acumulada, en m.c.a.

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

Otro cálculo necesario para el dimensionado de la red es el cálculo de la presión resultante en cada uno de los nudos, tanto aguas arriba como aguas abajo de las líneas que la componen, ya que se debe asegurar una presión mínima para el correcto

funcionamiento y desarrollo de la red. Esta presión mínima se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{P_{ri}}{\gamma} = Z_i + \frac{P_i}{\gamma} - Z_i - h_{acumulada}$$

Siendo:

- $\frac{P_{ri}}{\gamma}$: Presión resultante en el nudo.
- Z_1 : Cota del nudo inicial.
- $\frac{P_i}{\gamma}$: Presión en el inicio.
- Z_i : Cota del nudo.
- $h_{acumulada}$: Pérdidas de carga acumuladas.

Debido a que se precisa en la instalación un grupo de bombeo, se adoptará un valor arbitrario de la altura manométrica que posteriormente se recalculará.

Será necesario el cálculo del déficit de presión en cada uno de los nudos de consumo que se trata de la diferencia entre la presión requerida en el nudo de consumo y la presión resultante, previamente calculada.

$$Déficit \left(\frac{P}{\gamma} \right)_i = \frac{P_{req\ i}}{\gamma} - \frac{P_{(resultante)\ i}}{\gamma}$$

Para todos los nudos de consumo de la red, el déficit máximo se define como el valor superior de todos los déficits calculados, este déficit máximo corresponde al nudo más desfavorable. Este déficit nombrado debe ser negativo, por lo que nos asegura que se cumplen todas las restricciones de presión en todos los nudos con consumos adoptando los diámetros como aceptables y asegurando el correcto funcionamiento de toda la red hidráulica.

Como se observa en la Tabla 4, el nudo más desfavorable corresponde al nudo 25 (Subunidad 11), debido a que en ese punto el déficit de presión es 0.

Tabla 4. Valores de de presión resultante y déficit de presión para cada uno de los nudos, expresados en metros

Línea	Nudo (-)	Etiqueta nudo (-)	Presión resultante (m)	Déficit de presión en nudo (m)
1	2	Bomba	62,1	
5	6	Sub 1	43,3	-25,3
6	7	Sub 3	32,6	-18,6
7	8		42,4	-42,4
8	9		28,4	-28,4
9	10	Sub 13	20,5	-4,5
10	11	Sub 12	30,5	-12,5
11	12		40,9	-40,9
12	13	Sub 2	41,0	-25,0
13	14		38,5	-38,5
14	15	Sub 4	37,4	-23,4
15	16	Sub 5	32,6	-15,6
16	17		26,4	-26,4
17	18	Sub 6	24,4	-9,4
18	19		23,5	-23,5
19	20	Sub 10	19,7	-2,7
20	21	Sub 8	23,5	-7,5
21	22		25,9	-25,9
22	23	Sub 7	28,5	-8,5
23	24		24,0	-24,0
24	25	Sub 11	20,0	0,0
25	26	Sub 9	22,4	-2,4

Como ya se ha mencionado anteriormente, se dispone de un grupo de bombeo, para garantizar la presión en cada uno de los nudos. Para el cálculo de la altura manométrica de la bomba, es necesario obtener previamente el nudo más desfavorable de la red. En este caso el nudo más desfavorable es el 25, que corresponde con la subunidad 11 de la explotación. La altura manométrica del bombeo se calcula a partir de la fórmula del teorema de Bernoulli, tal y como se muestra en la siguiente expresión:

$$\frac{P_0}{\gamma} + Z_1 + H_{Bomba} - Z_{NMD} - \sum h_{NMD} - h_{cabezal} \geq \frac{P_{NMD}}{\gamma}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} + Z_1 + H_{Bomba} = Z_{25} + \sum h_{25} + h_{cabezal} + \frac{P_{25}}{\gamma}$$

$$0 + 10 + H_{Bomba} = 25,9 + 18,87 + 10 + 20,2$$

$$H_{Bomba} = 64,97 \text{ m.c.a.}$$

Por lo tanto, se obtiene una altura manométrica de la bomba de 64,97 m.c.a.

2. SISTEMA DE BOMBEO

2.1. Estudio del sistema de bombeo actual

Tal y como se ha mencionado en anejos anteriores, la explotación agrícola, tiene en propiedad un sistema de bombeo eléctrico propio, el cual se utilizaba para el riego a manta de la antigua plantación de cítricos.

Debido a esto, en primer lugar, se procederá a un estudio del mismo con el fin de conocer si la bomba es capaz de abastecer las necesidades de presión y caudal de las diferentes subunidades de riego que componen la nueva red de transporte.

La bomba disponible se trata de una bomba sumergida de eje vertical, centrífuga, de flujo mixto, de un solo paso, con succión simple, de acero y con una potencia de 22 KW.

Las características técnicas de la bomba sumergida se ven reflejadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Especificaciones técnicas de la bomba sumergida. Fuente: Caprari - Pumping power

Modelo	Caprari E9S50/4L + MAC630
Potencia motor (KW)	22
Presión (m.c.a)	30-80
Caudal (l/s)	16-35
Velocidad nominal (rpm)	1.450
Nº de rodetes	4
Rendimiento (%)	65-77
Peso bomba (kg)	181

ANEJO 5. Diseño de la Red de Transporte

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, la bomba elegida tendrá que ser capaz de suministrar la presión y el caudal que demande el sector de mayores necesidades, es decir, el más desfavorable. En este caso, el sector con mayores necesidades es el sector 1, el cual necesita una presión de 64,97 m.c.a y un caudal en el inicio de red de 68,94 m³/h. En cambio, el sector 2 requiere un caudal menor en el inicio de red: 60,02 m³/h (Tabla 6).

Tabla 6. Necesidades de presión y caudal, expresados en m.c.a y en m³/h respectivamente, a satisfacer de los dos sectores de la explotación

	Sector 1	Sector 2
H_{man. Requerida (m.c.a)}	64,97	62,15
Q_{requerido (m³/h)}	68,94	60,02

Para observar si la bomba es capaz de suministrar las necesidades de presión y caudal siempre y cuando tengo un rendimiento adecuado, se realizarán las siguientes comprobaciones en la curva motriz de la bomba (4L) (Figura 3).

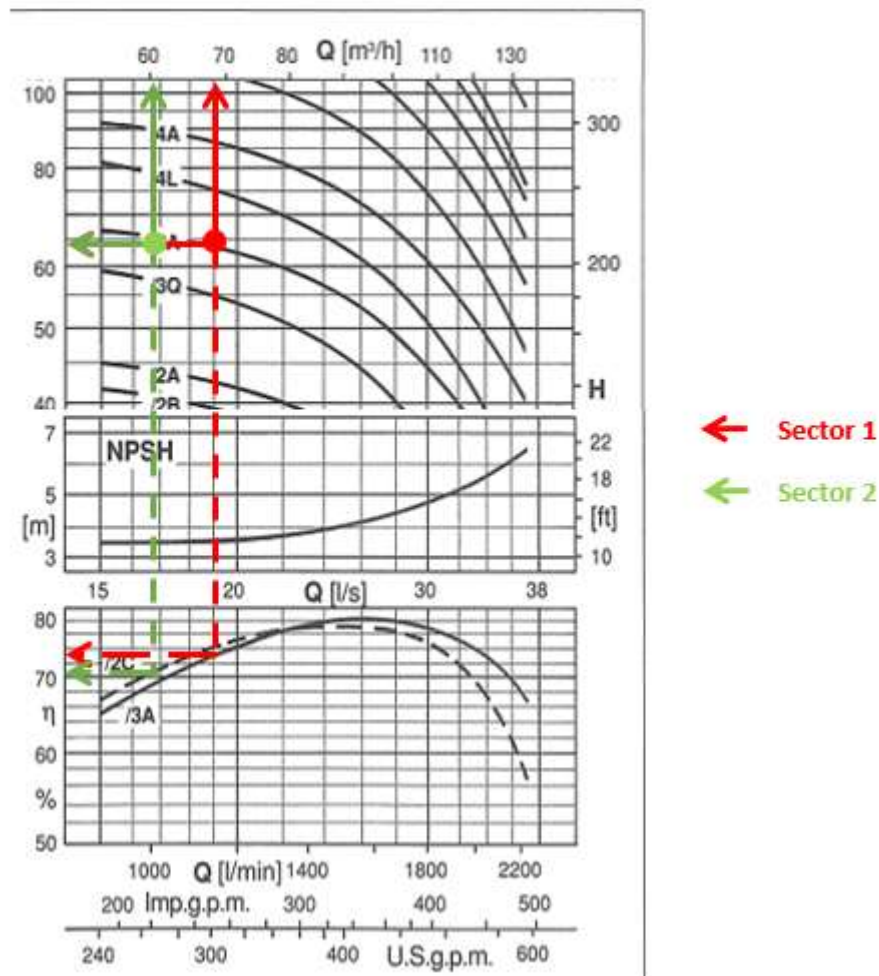


Figura 3. Curva motriz de la bomba modelo 4L.

Fuente: Caprari - Pumping power

Analizando la curva motriz de la bomba y los puntos de funcionamiento de la bomba para las necesidades de los dos sectores, se observa que la bomba tiene la capacidad de satisfacer las demandas de la red, ya que los dos puntos de funcionamiento se quedan por debajo de la curva motriz de la bomba. Otro punto que es importante determinar, es el rendimiento en dichos puntos de funcionamiento, y se observa que el rendimiento en el sector más desfavorable (S1) es superior que en el caso del sector 2, ya que se obtienen valores del 74 y del 71,5 % respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Rendimientos para la bomba en el punto de funcionamiento para ambos sectores

	Sector 1	Sector 2
Rendimiento bomba (%)	74	71,5

2.1.1. Potencia teórica

Conocida la altura y el caudal que tiene que aportar la bomba, se calcula la potencia teórica que debe producir.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{teórica} = p \times H \times Q$$

Siendo:

- $P_{teórica}$: es la potencia teórica que debe aportar la bomba, en KW.
- p: peso específico del agua, tiene un valor de 9,81 KN/m³
- H: es la altura manométrica que debe aportar la bomba, en este caso 64,97 m.c.a.
- Q: es el caudal que debe aportar la bomba, en este caso 0,01916 m³/s.

Aplicando la fórmula para nuestros datos, se obtiene:

$$P_{teórica} = 9,81 \times 64,97 \times 0,01916 = \mathbf{12,22\ KW}$$

2.1.2. Potencia eléctrica

La potencia eléctrica que tendrá la bomba viene dada por el siguiente cociente:

$$P_{eléctrica} = \frac{P_{teórica}}{Rendimiento}$$

Siendo:

- $P_{eléctrica}$: Potencia eléctrica consumida, en KW.
- $P_{teórica}$: es la potencia teórica que debe aportar la bomba, en KW.

- Rendimiento: Rendimiento de la bomba, en el punto más desfavorable, en %.

Aplicando la fórmula para nuestros datos, se obtiene:

$$P_{eléctrica} = \frac{12,22}{0,715} = 17,1 \text{ KW}$$

2.2. Justificación del uso de la bomba actualmente existente

Para la justificación final de la bomba, en este caso, se estudiarán y compararán una serie de factores, que se muestran a continuación, con la bomba que dispone la finca, con el fin de determinar si es válida o no para abastecer correctamente nuestra nueva red de riego.

Las condiciones de la bomba que se tiene que tener en cuenta son los siguientes:

- Potencia eléctrica: es necesario que la bomba elegida posea una potencia inmediatamente superior a la potencia eléctrica obtenida.

En nuestro caso, el modelo de bomba que disponemos, posee una potencia eléctrica de 22 KW, por lo tanto, cumple dicha condición, ya que obtenemos una potencia eléctrica necesaria para nuestra instalación de 17,1 KW.

$$22 \text{ KW} > 17,1 \text{ KW} \rightarrow \text{Cumple}$$

- Necesidades de caudal y altura: es de gran importancia, que la bomba elegida, tenga suficiente capacidad para satisfacer la demanda de caudal y altura en el momento más desfavorable.

Como se ha observado la Figura 2, con dicha bomba las necesidades de caudal y de presión están cubiertas, debido a que la curva motriz de la bomba está por encima de los dos puntos de funcionamiento de la bomba. Por lo tanto, la bomba es capaz de satisfacer dichas demandas.

- Rendimiento: actualmente, se busca cada día más, una mayor eficiencia energética en las máquinas eléctricas. Es por ello, que en las bombas eléctricas también se tenga que tener en cuenta este aspecto. Es importante, que las bombas trabajen en un rango marcado de condiciones que le permitan trabajar obteniendo buenos rendimientos. Esto es importante, para que el funcionamiento diario de la bomba sea adecuado, así como el mantenimiento sea el mínimo y el tiempo de funcionamiento de la misma sea el máximo posible. Además, un buen rendimiento de la bomba, ayudará a disminuir los costes energéticos que supone disponer de un bombeo eléctrico.

En este caso, se obtienen dos valores de rendimiento adecuados para el grupo de bombeo, los cuales son del 74 y 71,5 %.

Por todo ello, se concluye que el modelo de bomba que se dispone actualmente: *Caprari E9S50/4L + MAC630* es adecuado con el fin de satisfacer perfectamente las necesidades demandadas por la nueva red de riego. Por lo tanto, se concluye que se utilizará dicha bomba para el presente proyecto.

2.3. Estudio de alternativa a la elección de la bomba

Se cree conveniente, realizar el estudio de una bomba alternativa a la seleccionada. El estudio, se realiza, sobre los diferentes modelos de *Caprari* que más se puede ajustar a las necesidades de la red, ya que se dispone de las características técnicas de éstos.

Para elegir la bomba se estudian varios modelos, teniendo en cuenta que se debe elegir una bomba con una potencia inmediatamente superior a la potencia eléctrica obtenida (17,1 KW) y buscando la mejor relación calidad-precio. Además, de cumplir las necesidades de caudal y altura.

Entre el catálogo, se encuentra, que la bomba con una potencia inmediatamente superior a la potencia eléctrica obtenida es la del modelo *Caprari E9S50/3A + MAC625* (Figura 4).

Dicho modelo, posee una potencia de 18,5 KW, que es superior a la obtenida de 17,1 KW.

TIPO TIPO TYP		Potenza motore Potency motor Motorleistung		Installazione orizzontale Installation horizontal Waagrecht installation	Velocità di riavvolgimento Winding speed Rückschlinggeschwindigkeit	PORTATA - CAUDAL - FÖRDERLEISTUNG — $\frac{[l/s]}{[l/min]} \frac{[m^3/h]}$												
[kW]	[HP]	9	15			17	20	22	23	25	28	30	31	33	35	37		
		0	800	1020	1200	1320	1360	1400	1660	1800	1860	1980	2100	2220				
		0	84	81,2	72	79,2	82,8	90	100,8	108	111,8	118,8	126	133,2				
						PREVALENZA TOTALE - ALTURA DE CARGA TOTAL - GESAMTFÖRDERHÖHE — [m]												
		24	20,5			20	18	18	17,5	17	15	14	13	11,5	10	8,4		
		45	38	30,5	34,5	32,5	31,5	29	25,5	23	22	18,5	16,5	13,5				
		40	41,5	40,5	38,5	36,5	35,5	33,5	30	27,5	26	23,5	20,5	17				
		53	45,5	44	42	40,5	38,5	37,8	34	31,5	30,0	27,5	25	22				
		60	48	47	44	42	40,5	38,5	34,5	31,5	30,5	27,5	25	22				
		70	57	56	53	50	48,5	46,5	41,5	37,5	35,5	31,5	27,5	23				
		80	67	66	63	60	58	56	51	46,5	44,5	40,5	36,5	32				
		90	77	76	73	70	68	66	60	55	52	48,5	44,5	39				
		105	88	86	82	79	77	73	66	61	58	52	48	40				
		133	114	111	106	102	100	95	86	80	77	69	61	51				
		160	136	134	129	124	121	115	105	96	93	85	75	66				
		187	161	158	151	145	142	136	123	114	109	100	89	77				
		212	183	180	172	165	161	153	139	128	123	112	100	88				
		239	195	190	182	174,5	169	160,5	145	134	128	115	101	87,5				
		264	224	220	210	202	197	187	169	158	149	135	121	105				

Figura 4. Ficha técnica de algunos de los modelos de bomba que dispone *Caprari*. Fuente: Caprari - Pumping power

Una vez, conocido el valor de la potencia, se comprueba, que la bomba 3^a, sea capaz de cumplir las necesidades de caudal y altura, mediante la curva motriz de la bomba. Tal y como se muestra en la Figura inferior, la curva de la bomba 3A, es la inmediatamente superior a los dos puntos de funcionamiento de la bomba. Además, éstos, están muy cercanos a la curva, por lo que el funcionamiento es prácticamente óptimo. También se tiene que observar, que el rendimiento es prácticamente el mismo en el modelo anterior, se tiene un rendimiento del 74% en el sector 1 y del 71,5% en el sector 2 (Figura 5).

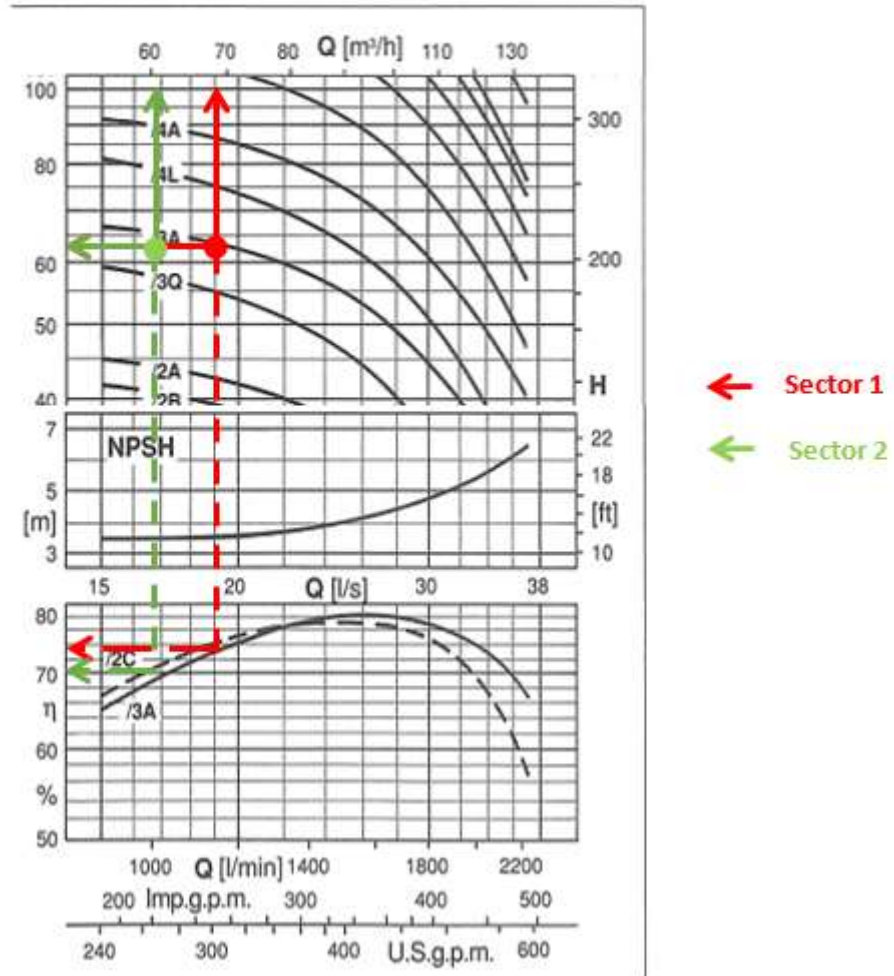


Figura 5. Curva motriz de la bomba modelo 3A.
Fuente: Caprari - Pumping power

El modelo *Caprari E9S50/3A + MAC625* con un rodete menos, encajaría en cierta manera mejor, que el que se dispone (*Caprari E9S50/4L + MAC6230*), ya que se ha observado que todos los parámetros estudiados se ajustaban mejor a los puntos de funcionamiento. Además, supondría un consumo energético menor, ya que, al tener menor potencia eléctrica, el coste energético disminuiría (Tabla 8).

Tabla 8. Especificaciones técnicas de la bomba alternativa. Fuente: Caprari - Pumping power

Modelo	<i>Caprari E9S50/3A + MAC625</i>
Potencia motor (KW)	18,5
Presión (m.c.a)	30-68
Caudal (l/s)	16-30
Velocidad nominal (rpm)	1.450
Nº de rodetes	3
Rendimiento (%)	65-77
Peso bomba (kg)	140

3. 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.

El tiempo de riego por sector, como se ha establecido en el Anejo 3. Diseño agronómico del riego localizado es de 2,36 h en el mes más desfavorable. Es por eso que el grupo de bombeo, funcionará 2,36 horas aportando riego al sector 1, y 2,36 horas aportando riego al sector 2. En el EPANET, se considera que el trabajo de la bomba para cada riego es de 3 horas, con la finalidad de facilitar los cálculos.

En el Anejo 2, del presente anejo, se muestra el análisis hidráulico completo de la red de distribución que nos proporciona EPANET.

3.1. Estudio del funcionamiento de la bomba

Al estudiar detenidamente el funcionamiento de la bomba a pleno rendimiento a través del programa acabado de mencionar, se puede observar que existe una sobrepresión en varios puntos de la red, tanto en el sector 1 como en el sector 2.

Es necesario tener definidas las características de la bomba para el correcto funcionamiento en EPANET. Estas son las curvas de comportamiento y curva de modulación de la bomba, como se pueden observar en la Figura 6 y 7.

La Figura 8, muestra el funcionamiento de la bomba a pleno rendimiento en el sector 1. En ella se observa, que en la mayoría de nudos de consumo existe

sobrepresión, es decir se obtienen valores de presión que superan los 45 m.c.a alcanzando en algunos nudos los 50 m.c.a. En dichos nudos, la presión requerida es mucho menor de la aportada por la bomba, tal y como se muestra en la tabla 9, por eso es interesante aprovechar el variador de frecuencia necesario para la instalación fotovoltaica para reducir los valores de presión aportados y ajustarlos a las presiones requeridas en los nudos.

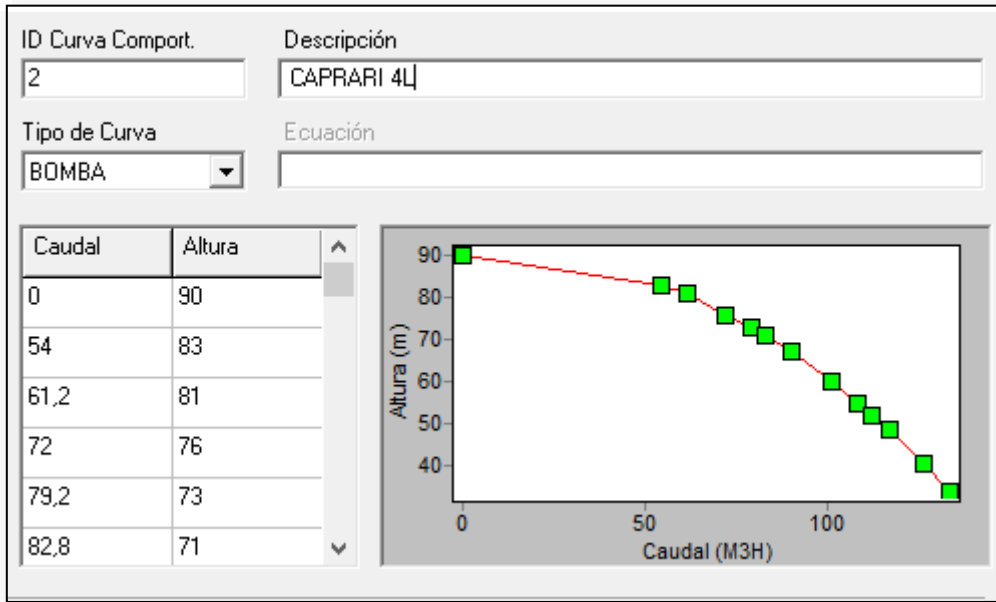


Figura 6. Curva de comportamiento de la bomba Caprari 4L. Fuente: EPANET 2.0

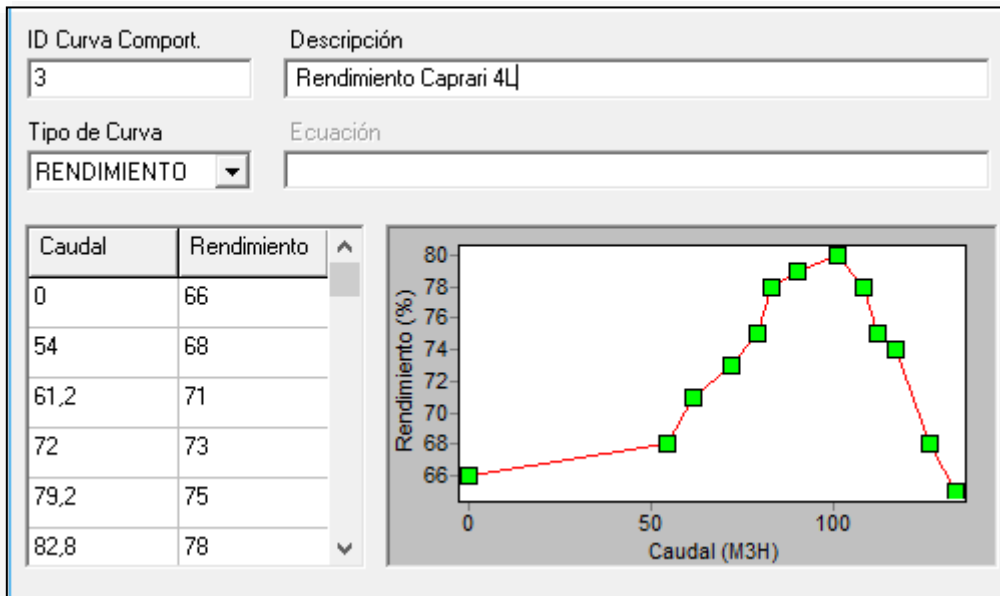


Figura 7. Curva de rendimiento de la bomba Caprari 4L. Fuente: EPANET 2.0

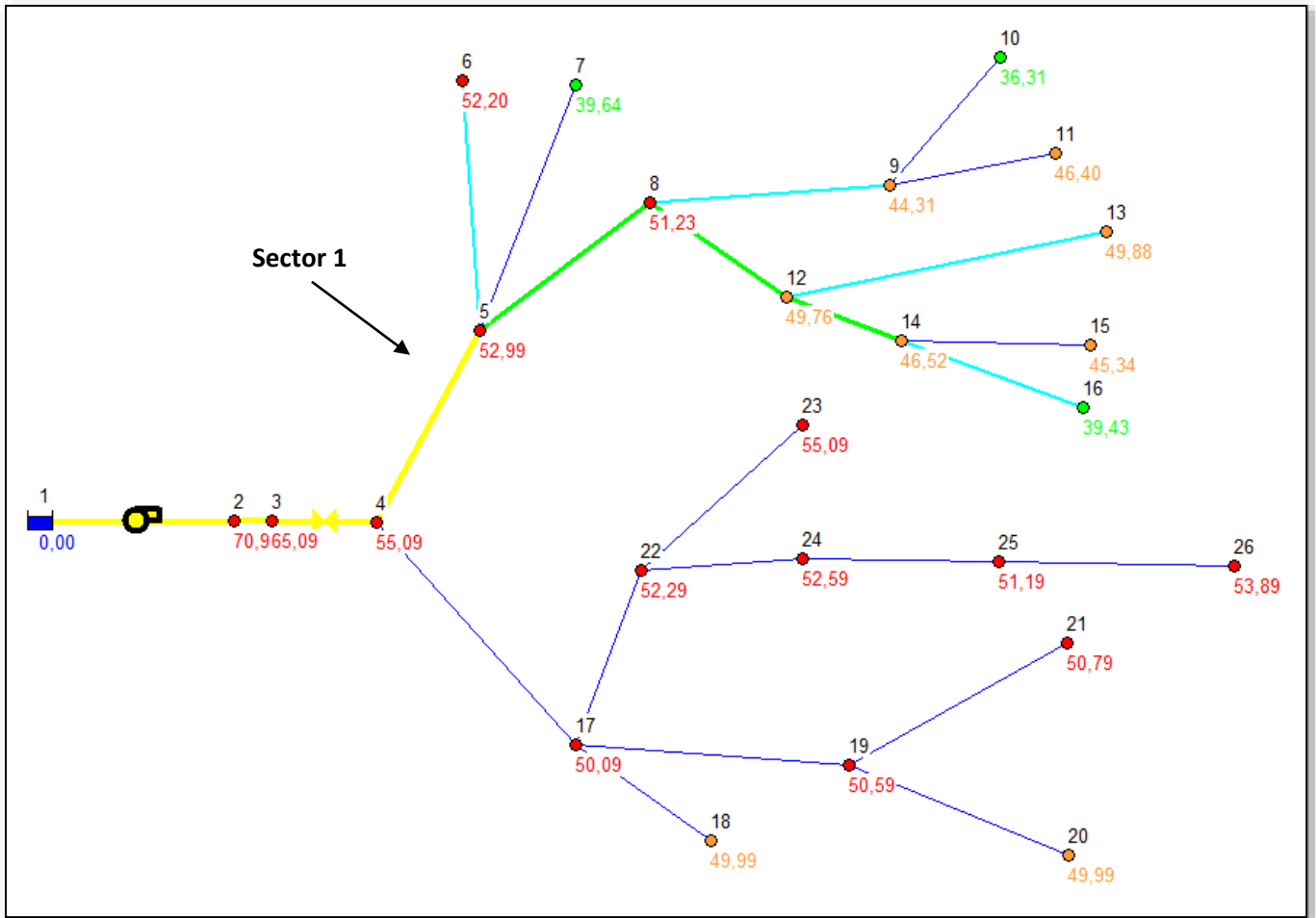


Figura 8. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 1. Fuente: EPANET 2.0

Tabla 9. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 1

Nudos de consumo	Presión requerida (m.c.a)	Presión aportada (m.c.a)
6	18,2	52,20
7	14,3	39,64
10	16,4	36,31
11	18,1	46,40
13	15,7	49,88
15	14,3	45,34
16	16,6	39,43

El mismo problema sucede en los nudos de consumo del sector 2, en este caso la sobrepresión es menor, ya que llegan a valores próximos a los 45 m.c.a en los casos más desfavorables, tal y como se observa en la Figura 9. Además, la presión requerida en el nudo, es mucho menor a la presión aportada por la bomba, es por eso que también es interesante el estudio en este sector del variador de frecuencia (Tabla 10).

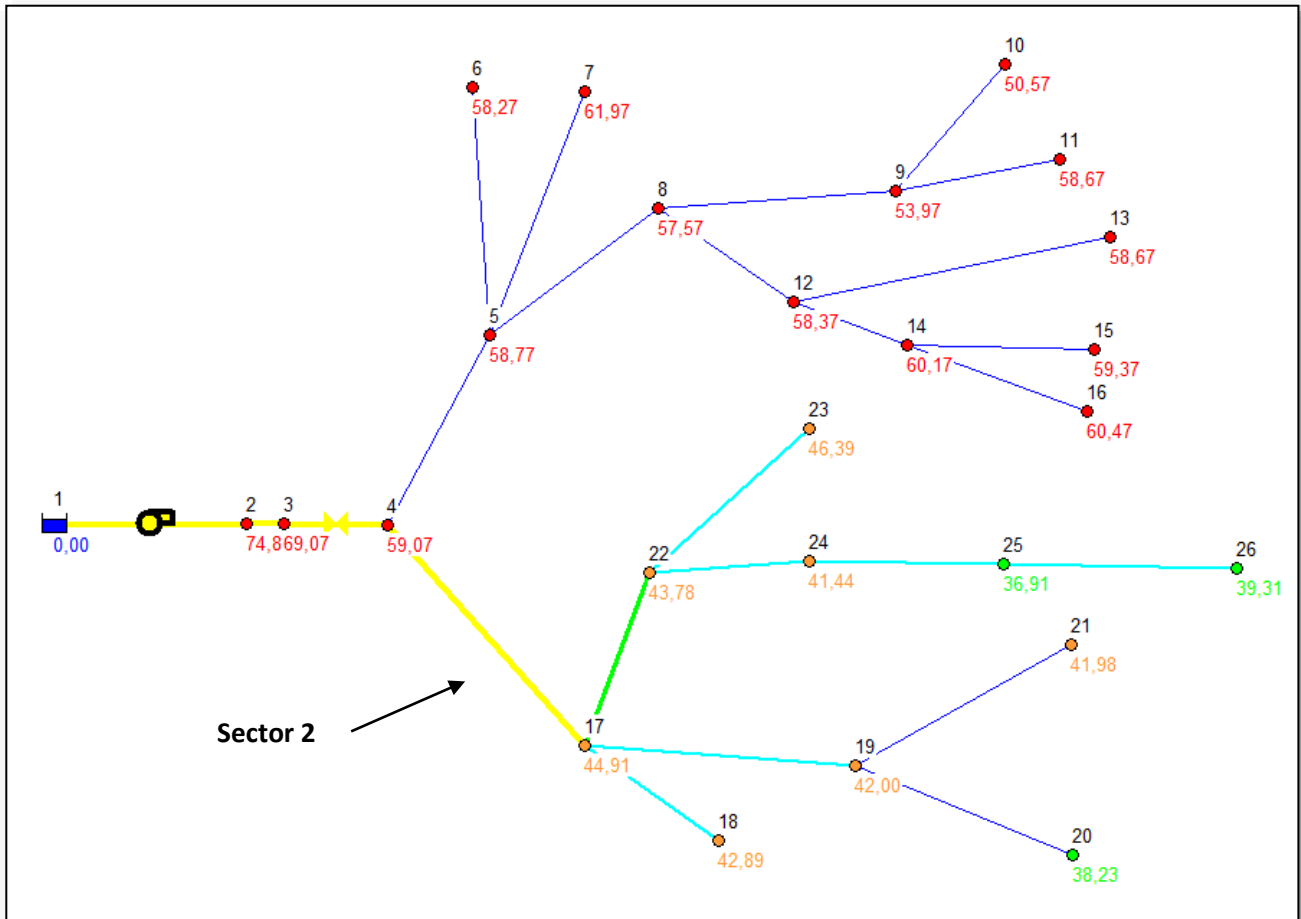


Figura 9. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 2. Fuente: EPANET 2.0

Tabla 10. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 2

Nudos de consumo	Presión requerida (m.c.a)	Presión aportada (m.c.a)
18	15,1	42,89
20	17,4	38,23
21	16	41,98
23	20,2	46,39
25	20,2	36,91
26	19,9	39,31

3.2. Estudio de funcionamiento del variador de frecuencia

Como se ha mencionado anteriormente, una de las posibles soluciones es aprovechar el variador de frecuencia 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.

Para cada sector, la reducción de la velocidad nominal de giro de la bomba, es distinto, ya que se ha ido probando hasta ajustar al máximo la presión requerida y la obtenida en el nudo de consumo más desfavorable. Para el sector 1, el nudo más desfavorable ha sido el 10, pudiendo llegar a un valor muy próximo al valor de presión requerida. En cambio, para el sector 2, el nudo más desfavorable ha sido el 25. Como la bomba actúa en períodos de tiempo distintos para el aporte de agua a cada sector, se puede individualizar e introducir un coeficiente α más ajustado para cada sector. La expresión mediante la cual se obtiene la relación de velocidad de giro de la bomba (α) es la siguiente:

$$\alpha = \frac{n}{n_o}$$

Siendo:

- α : relación de velocidad de giro de la bomba
- n : nueva velocidad de giro de la bomba, en rpm
- n_o : velocidad de giro nominal de la bomba, para dicha bomba es de 1.450 rpm

Tras realizar las diferentes posibilidades, ha resultado el más apropiado, una relación de velocidades α del 0,89 para el sector 1, y uno del 0,91 para el sector 2, tal y como se ve en la Figura 10. Esto significa, que, durante las tres primeras horas de riego, la bomba actúa para alimentar al sector 1, ésta trabajará a con $\alpha = 89\%$, es decir, trabajará a una velocidad del 89% respecto a la nominal. Velocidad nominal, se entiende por aquella en la que se obtiene cuando la bomba trabaja a pleno rendimiento, es decir, al 100%. Sin embargo, durante el período de riego del sector 2, las tres segundas horas, la bomba trabajará a un α del 91% de su pleno funcionamiento (Tabla 11).

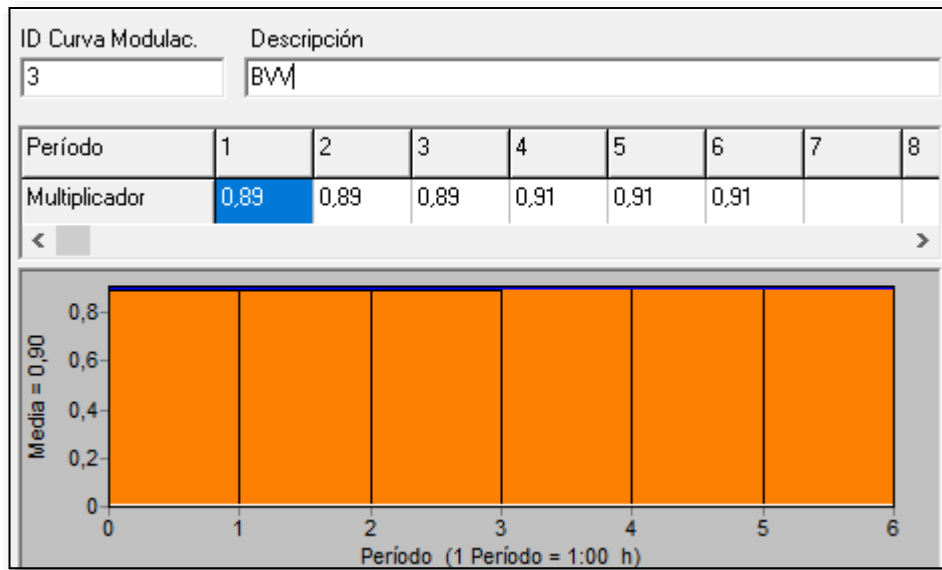


Figura 10. Funcionamiento del variador de frecuencia (curva de modulación) para los distintos períodos de tiempo de riego. Fuente: EPANET 2.0

Tabla 11. Detalle del funcionamiento de la bomba en los diferentes períodos de tiempo

Período	1	2	3	4	5	6
Q (m ³ /h)	68,9	68,9	68,9	60,02	60,02	60,02
α	0,89	0,89	0,89	0,91	0,91	0,91

Una vez aplicado el variador de frecuencia, junto con la curva de modulación adecuada, la Figura 11, muestra los valores de presión proporcionados por la bomba. Se puede apreciar, que los valores de presión se han reducido, obteniendo valores más próximos a los requeridos.

En el sector 1, la velocidad de giro de la bomba se ha ajustado en función del nudo 10, ya que no se puede ajustar más la presión del resto de nudos, debido a que esté carecería de la presión necesaria de funcionamiento.

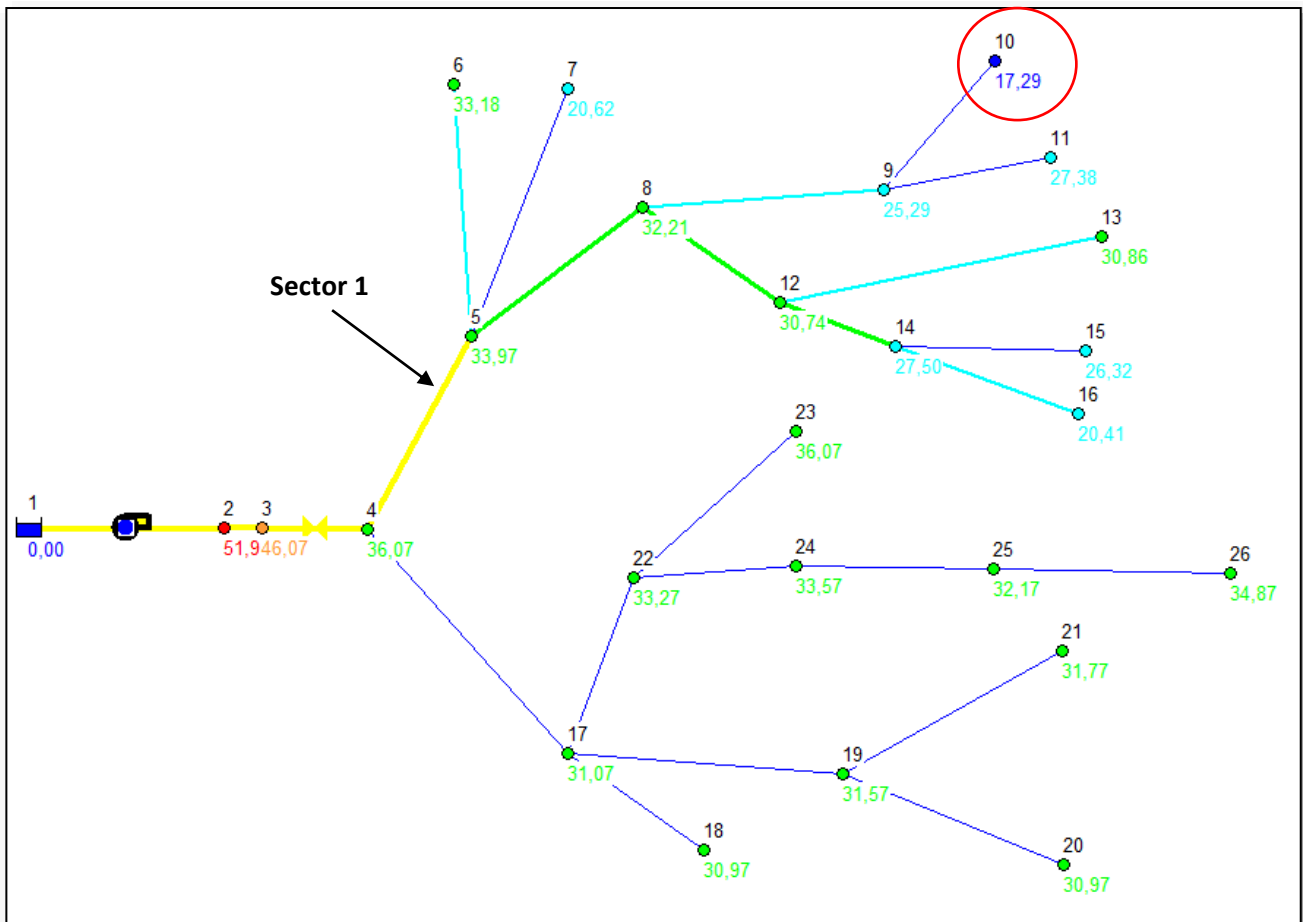


Figura 11. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 1, utilizando el variador de frecuencia. Fuente: EPANET 2.0

A continuación, la Tabla 12 muestra la comparativa, con los nuevos valores de la presión aportada por la bomba, con el variador de frecuencia en funcionamiento.

Tabla 12. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 1, con y sin el variador de frecuencia

Nudos de consumo	Presión requerida (m.c.a)	Presión aportada CON variador de frecuencia (m.c.a)	Presión aportada SIN variador de frecuencia (m.c.a)
6	18,2	33,18	52,20
7	14,3	20,62	39,64
10	16,4	17,29	36,31
11	18,1	27,36	46,40
13	15,7	30,86	49,88
15	14,3	26,32	45,34
16	16,6	20,41	39,43

En el sector 2, se ha ajustado en función del nudo 25, ya que no se puede ajustar más la presión del resto de nudos, debido a que éste carecería de la presión necesaria de funcionamiento (Figura 12).

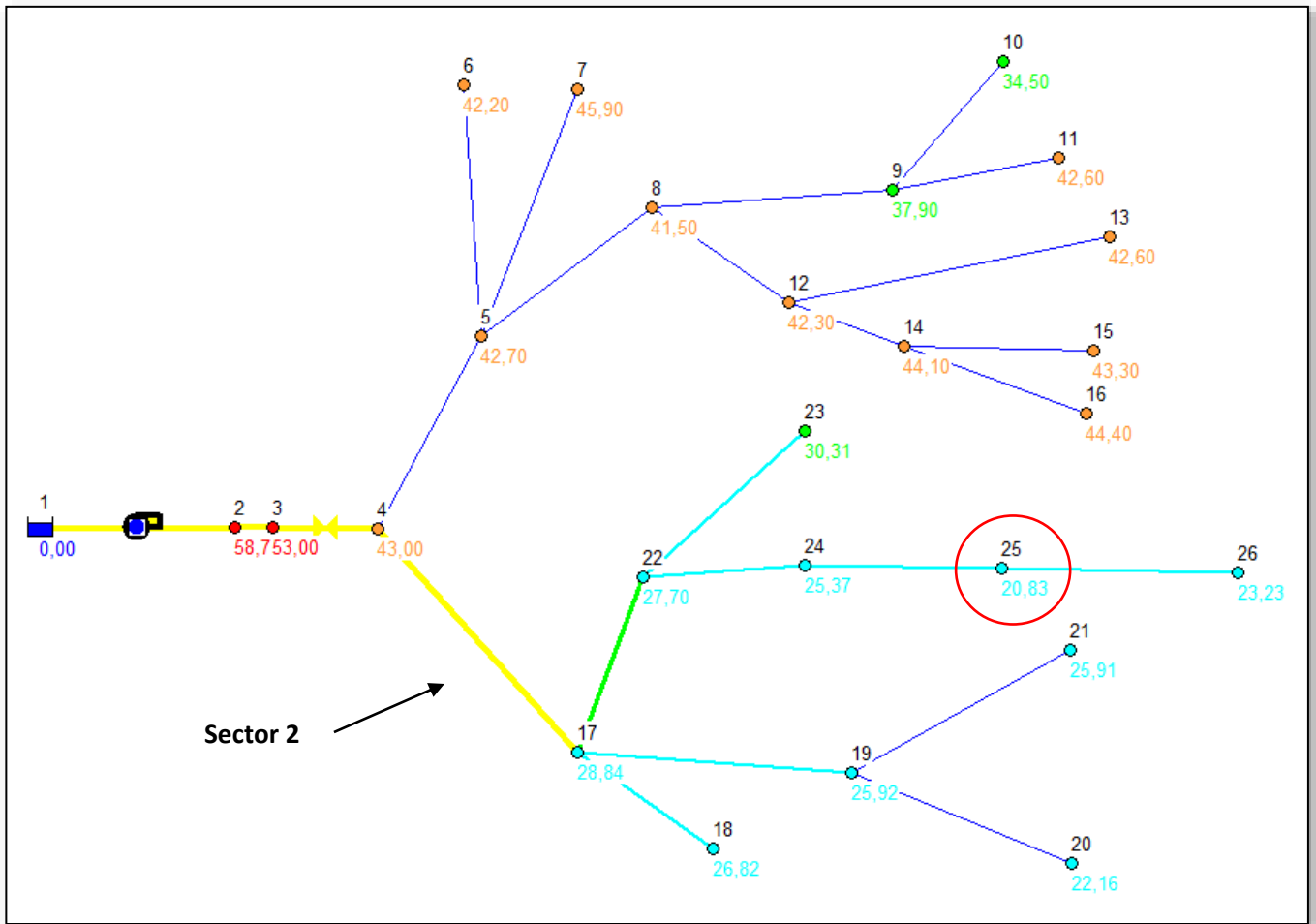


Figura 12. Valores de presiones obtenidos en el funcionamiento del sector 2, utilizando el variador de frecuencia. Fuente: EPANET 2.0

A continuación, la Tabla 13 muestra los nuevos valores de la presión aportada por la bomba, con el variador de frecuencia en funcionamiento.

Tabla 13. Comparativa entre los valores de presión requerida y presión aportada en los diferentes nudos de consumo del sector 2, con y sin el variador de frecuencia

Nudos de consumo	Presión requerida (m.c.a)	Presión aportada CON el variador de frecuencia (m.c.a)	Presión aportada SIN el variador de frecuencia (m.c.a)
18	15,1	26,82	42,89
20	17,4	22,16	38,23
21	16	25,91	41,98
23	20,2	30,31	46,39
25	20,2	20,83	36,91
26	19,9	23,23	39,31

3.3. Estudio energético

Otro de los parámetros sobre los que afecta la utilización de un variador de frecuencia es en los energéticos. El variador de frecuencia como se ha visto en párrafos anteriores, se utiliza para adaptar de una forma más correcta el funcionamiento de la bomba sobre la instalación. Esto permite, tener un mejor ajuste de las presiones en los nudos de consumo, siempre y cuando sean todas superiores a las presiones requeridas por los mismos. 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.

A continuación, la Tabla 14 muestra la reducción de los parámetros mencionados. Cabe destacar que el rendimiento medio de la bomba no varía, sin embargo, los valores de los KW/m³, sufren una reducción, ya que pasan de 0,3 a 0,22 KW/m³. Esta reducción está totalmente relacionada con el decrecimiento de la potencia media consumida por el grupo de bombeo, ya que pasa de un consumo de 19,58 KW cuando no se utiliza variador de frecuencia, a un consumo de 15,13 KW con el uso del variador.

Tabla 14. Comparativa de parámetros energéticos con la utilización del variador de frecuencia

	Rendimiento Medio	KW/m ³	Pot. Media (KW)	Pot. Punta (KW)
Sin Variador de frecuencia	71,66	0,30	19,58	20,06
Con Variador de frecuencia	71,66	0,22	15,13	15,13

Por lo tanto, desde el punto de vista energético y económico, es conveniente el uso del variador de frecuencia, ya que nos reduce el consumo energético y consecuentemente el coste energético del uso del bombeo.

4. Regulación de la instalación

Para la correcta regulación del equipo de bombeo se ha decidido instalar una serie de elementos que se describen a continuación:

- Válvulas de compuerta: serán empleadas para el aislamiento de los diferentes elementos del grupo de bombeo, se abrirán mediante el levantamiento o alzamiento de una compuerta mecánica. Se colocarán tanto aguas arriba como aguas abajo del grupo de bombeo, para tenerlo aislado en tareas de mantenimiento y de arreglo del mismo. Se utiliza una válvula de compuerta con un diámetro de 6" (DN 125 mm).
- Válvula de alivio rápido: se emplea para aliviar la presión que pueda alcanzar el fluido dentro de los límites preestablecidos, evitando de esta manera la rotura del sistema por sobrepasar la presión límite.
- Carrete desmontable: facilita el desmontaje y mantenimiento en caso de que se necesite quitar alguna fracción de tubería por desgaste, atasco... Así se evita la rotura de toda la canalización.
- Válvula de retención: cuya función es cerrar por completo el paso del agua en un sentido y permitirlo en el contrario. Su principal ventaja es su recorrido mínimo del obturador hasta alcanzar la apertura total.
- Ventosa: se utiliza con la finalidad de regular la cantidad de aire existente en el interior de las tuberías. Se ha elegido una ventosa de 2", con un área de 173 mm y un peso de 9 kg. Se recomienda instalar una válvula en la parte inferior de la ventosa, a efectos de mantenimiento y de regulación.

5. DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO DEL SECTOR 1

El primer paso, para el cálculo del dimensionado de la red de riego del sector 1 consiste en el cálculo de los caudales circulantes por cada uno de los tramos de la red. Para ello se recorre el sector en sentido inverso al de circulación del agua aplicando la ecuación de continuidad en los nudos. De este modo, los caudales circulantes por cada línea del Sector 1 son los siguientes:

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo de línea	Caudal línea (l/h)	Longitud (m)
1	1	2	Bomba	68,94	0
5	5	6	Sub 1	17,48	5,0
6	5	7	Sub 3	6,50	157,8
7	5	8	-	44,96	27,8
8	8	9	-	11,13	130,0
9	9	10	Sub 13	4,63	91,0
10	9	11	Sub 12	6,50	27,7
11	8	12	-	33,83	68
12	12	13	Sub 2	13,20	5,0
13	12	14	-	20,63	125,3
14	14	15	Sub 4	9,88	5,0
15	14	16	Sub 5	10,75	83,1

Una vez calculados los caudales circulantes por cada línea se procede al cálculo del diámetro teórico mínimo que debe tener cada tramo para la restricción de velocidad impuesta. Esta restricción es de 2 m/s.

Línea 1:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 68,94}{\pi \cdot 2}} = 110,4 \text{ mm}$$

Línea 5:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 41,81}{\pi \cdot 2}} = 55,6 \text{ mm}$$

Línea 6:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 6,5}{\pi \cdot 2}} = 33,9 \text{ mm}$$

Línea 7:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 44,96}{\pi \cdot 2}} = 89,2 \text{ mm}$$

Línea 8:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 11,13}{\pi \cdot 2}} = 44,4 \text{ mm}$$

Línea 9:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 4,63}{\pi \cdot 2}} = 28,6 \text{ mm}$$

Línea 10:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 6,5}{\pi \cdot 2}} = 33,9 \text{ mm}$$

Línea 11:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 33,83}{\pi \cdot 2}} = 77,3 \text{ mm}$$

Línea 12:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 13,2}{\pi \cdot 2}} = 48,3 \text{ mm}$$

Línea 13:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 20,63}{\pi \cdot 2}} = 60,4 \text{ mm}$$

Línea 14:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 9,88}{\pi \cdot 2}} = 41,8 \text{ mm}$$

Línea 15:

$$D \geq 16,67 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 10,75}{\pi \cdot 2}} = 43,6 \text{ mm}$$

Calculados los diámetros teóricos para todos los tramos del sector se procede a seleccionar para cada uno de ellos el diámetro interior y nominal comercial de tal forma que se cumpla la restricción que:

$$\text{Diámetro interior} \geq \text{Diámetro teórico}$$

Asimismo, los diámetros nominales impuestos serán aquellos que produzcan unas pérdidas de carga continuas bajas en las líneas, siendo los siguientes:

Línea	Diámetro interior teórico (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)
1	110,4	115,4	125
5	55,6	59,0	125
6	33,9	37,0	63
7	89,2	104,6	40
8	44,4	46,8	110
9	28,6	37,0	50
10	33,9	37,0	40
11	77,3	84,8	40
12	48,3	59,0	90
13	60,4	70,4	63
14	41,8	46,8	75
15	43,6	46,8	50

Una vez seleccionados todos los diámetros interiores se puede proceder al cálculo de la velocidad real de circulación del agua y la pérdida de carga en cada tramo.

Utilizaremos los datos de caudales y longitudes anteriormente citados, y el factor de pérdidas de carga localizadas de $K_m=1,1$.

Línea 1:

$$v = \frac{4 \cdot 68,94}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,1154^2} = 1,78 \text{ m/s}$$

$$h_1 = 91.716 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot \frac{68,94^2}{115,4^{4,8}} = 0,31 \text{ mca}$$

Línea 5:

$$v = \frac{4 \cdot 17,48}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,059^2} = 1,78 \text{ m/s}$$

$$h_5 = 91.716 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot \frac{17,48^2}{59^{4,8}} = 0,48 \text{ mca}$$

Línea 6:

$$v = \frac{4 \cdot 6,5}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,037^2} = 1,68 \text{ m/s}$$

$$h_6 = 91.716 \cdot 157,8 \cdot 1,1 \cdot \frac{6,5^2}{37^{4,8}} = 14,78 \text{ mca}$$

Línea 7:

$$v = \frac{4 \cdot 44,96}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,1046^2} = 1,45 \text{ m/s}$$

$$h_7 = 91.716 \cdot 27,8 \cdot 1,1 \cdot \frac{44,96^2}{104,6^{4,8}} = 0,56 \text{ mca}$$

Línea 8:

$$v = \frac{4 \cdot 11,13}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,468^2} = 1,8 \text{ m/s}$$

$$h_8 = 91.716 \cdot 130 \cdot 1,1 \cdot \frac{11,13^2}{46,8^{4,8}} = 10,33 \text{ mca}$$

Línea 9:

$$v = \frac{4 \cdot 4,63}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,37^2} = 1,20 \text{ m/s}$$

$$h_9 = 91.716 \cdot 91 \cdot 1,1 \cdot \frac{4,63^2}{37^{4,8}} = 4,57 \text{ mca}$$

Línea 10:

$$v = \frac{4 \cdot 6,5}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,37^2} = 1,68 \text{ m/s}$$

$$h_{10} = 91.716 \cdot 27,7 \cdot 1,1 \cdot \frac{6,5^2}{37^{4,8}} = 2,60 \text{ mca}$$

Línea 11:

$$v = \frac{4 \cdot 33,83}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,848^2} = 1,66 \text{ m/s}$$

$$h_{11} = 91.716 \cdot 68 \cdot 1,1 \cdot \frac{33,83^2}{84,8^{4,8}} = 2,26 \text{ mca}$$

Línea 12:

$$v = \frac{4 \cdot 13,20}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,59^2} = 1,34 \text{ m/s}$$

$$h_{12} = 91.716 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot \frac{13,20^2}{59^{4,8}} = 0,17 \text{ mca}$$

Línea 13:

$$v = \frac{4 \cdot 20,63}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,704^2} = 1,47 \text{ m/s}$$

$$h_{13} = 91.716 \cdot 125,3 \cdot 1,1 \cdot \frac{20,63^2}{70,4^{4,8}} = 4,17 \text{ mca}$$

Línea 14:

$$v = \frac{4 \cdot 9,88}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,468^2} = 1,60 \text{ m/s}$$

$$h_{14} = 91.716 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot \frac{9,88^2}{46,8^{4,8}} = 0,32 \text{ mca}$$

Línea 15:

$$v = \frac{4 \cdot 10,75}{3.600 \cdot \pi \cdot 0,468^2} = 1,74 \text{ m/s}$$

$$h_{15} = 91.716 \cdot 83,1 \cdot 1,1 \cdot \frac{10,75^2}{46,8^{4,8}} = 6,19 \text{ mca}$$

El siguiente cálculo necesario para el dimensionado de la red es el cálculo de la presión resultante en cada uno de los nudos, tanto aguas arriba como aguas abajo de las líneas que la componen, ya que se debe asegurar una presión mínima para el correcto funcionamiento y desarrollo de la red. Esta presión mínima se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{P_{ri}}{\gamma} = Z_1 + \frac{P_i}{\gamma} - Z_i - h_{acumulada}$$

Nudo 0 a 5:

$$\frac{P_{r5}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 22,8 - 12,41 = 43,3 \text{ m}$$

Nudo 0 a 6:

$$\frac{P_{r6}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 19,15 - 26,91 = 32,6 \text{ m}$$

Nudo 0 a 9:

$$\frac{P_{r9}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 30,5 - 27,59 = 20,5 \text{ m}$$

Nudo 0 a 10:

$$\frac{P_{r10}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 22,40 - 25,61 = 30,5 \text{ m}$$

Nudo 0 a 12:

$$\frac{P_{r12}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 22,4 - 15,12 = 41 \text{ m}$$

Nudo 0 a 14:

$$\frac{P_{r14}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 21,7 - 19,44 = 37,4 \text{ m}$$

Nudo 0 a 15:

$$\frac{P_{r15}}{\gamma} = 16,5 + 62 - 20,60 - 25,31 = 32,6 \text{ m}$$

6. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Mediante el programa informático EPANET se ha evaluado el sistema de riego en dinámico comprobando que el funcionamiento es correcto durante las diferentes franjas horarias.

A continuación, se adjuntas las tablas resumen del correcto funcionamiento de la red de distribución:

```
*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Análisis Hidráulico y de Calidad          *
*                               para Redes de Distribución de Agua        *
*                               Version 2.0                               *
*                               *                                         *
* Traducción: Grupo REDHISP,UPV   Financ: Grupo Aguas de Valencia *
*****
```

Fichero Input: Marcel final BVV.net

Cabeçolet

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	
2	2	3	12	115,4	
4	4	5	75	118,6	
5	5	6	5	59	
6	5	7	157,8	36,2	
7	5	8	27,8	104,6	
8	8	9	130	59	
9	9	10	91	37	
10	9	11	27,7	37	
11	8	12	68	84,8	
12	12	13	5	59	
13	12	14	125,3	67,8	
14	14	15	5	45,2	
15	14	16	83,1	45,2	
16	4	17	432	115,4	
17	17	18	26	46,8	
18	17	19	63,8	59	
19	19	20	62,5	46,8	
20	19	21	5	46,8	
21	17	22	86,7	81,4	
22	22	23	5	59	
23	22	24	76,9	67,8	
24	24	25	91,4	67,8	
25	25	26	5	46,8	
1	1	2	Sin Valor	Sin Valor	Bomba
3	3	4	Sin Valor	200	

Válvula



Página 2

Cabeçolet

Consumo y Coste Energético:

Informe Completo EPANET BVV

Bomba	Porcent. Utiliz.	Rendim. Medio	kWh /m3	Pot.Medias kW	Pot.Punta kW	Coste /día
1	100,00	71,66	0,23	15,13	15,13	0,00

Término Potencia: 0,00
Coste Total: 0,00

Resultados en los Nudos a las 0:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
2	0,00	68,40	51,90	0,00
3	0,00	68,07	46,07	0,00
4	0,00	58,07	36,07	0,00
5	0,00	56,27	33,97	0,00
6	17,48	55,98	33,18	0,00
7	6,50	39,72	20,62	0,00
8	0,00	55,71	32,21	0,00
9	0,00	52,39	25,29	0,00
10	4,63	47,79	17,29	0,00
11	6,50	49,78	27,38	0,00
12	0,00	53,44	30,74	0,00
13	13,20	53,26	30,86	0,00
14	0,00	48,40	27,50	0,00
15	9,88	48,02	26,32	0,00
16	10,75	41,01	20,41	0,00
17	0,00	58,07	31,07	0,00
18	0,00	58,07	30,97	0,00
19	0,00	58,07	31,57	0,00
20	0,00	58,07	30,97	0,00
21	0,00	58,07	31,77	0,00
22	0,00	58,07	33,27	0,00
23	0,00	58,07	36,07	0,00
24	0,00	58,07	33,57	0,00
25	0,00	58,07	32,17	0,00
26	0,00	58,07	34,87	0,00
1	-68,94	10,00	0,00	0,00 Embalse



Página 3

Cabeçolet

Resultados en las Líneas a las 0:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
2	68,94	1,83	27,45	Abierta
4	68,94	1,73	23,98	Abierta
5	17,48	1,78	58,74	Abierta

Informe Completo EPANET BVV

6	6,50	1,75	104,90	Abierta	
7	44,96	1,45	20,13	Abierta	
8	11,13	1,13	25,56	Abierta	
9	4,63	1,20	50,50	Abierta	
10	6,50	1,68	94,17	Abierta	
11	33,83	1,66	33,40	Abierta	
12	13,20	1,34	34,96	Abierta	
13	20,63	1,59	40,22	Abierta	
14	9,88	1,71	76,04	Abierta	
15	10,75	1,86	88,91	Abierta	
16	0,00	0,00	0,00	Abierta	
17	0,00	0,00	0,00	Abierta	
18	0,00	0,00	0,00	Abierta	
19	0,00	0,00	0,00	Abierta	
20	0,00	0,00	0,00	Abierta	
21	0,00	0,00	0,00	Abierta	
22	0,00	0,00	0,00	Abierta	
23	0,00	0,00	0,00	Abierta	
24	0,00	0,00	0,00	Abierta	
25	0,00	0,00	0,00	Abierta	
1	68,94	0,00	-58,40	Marcha	Bomba
3	68,94	0,61	10,00	Activa	Válvula

Resultados en los Nudos a las 1:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
2	0,00	68,40	51,90	0,00
3	0,00	68,07	46,07	0,00
4	0,00	58,07	36,07	0,00
5	0,00	56,27	33,97	0,00
6	17,48	55,98	33,18	0,00
7	6,50	39,72	20,62	0,00
8	0,00	55,71	32,21	0,00
9	0,00	52,39	25,29	0,00
10	4,63	47,79	17,29	0,00
11	6,50	49,78	27,38	0,00
12	0,00	53,44	30,74	0,00
13	13,20	53,26	30,86	0,00
14	0,00	48,40	27,50	0,00
15	9,88	48,02	26,32	0,00
16	10,75	41,01	20,41	0,00



Página 4

Cabeçolet

Resultados en los Nudos a las 1:00 Horas: (continuación)

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
---------	-------------	----------	-----------	---------

Informe Completo EPANET BVV

17	0,00	58,07	31,07	0,00
18	0,00	58,07	30,97	0,00
19	0,00	58,07	31,57	0,00
20	0,00	58,07	30,97	0,00
21	0,00	58,07	31,77	0,00
22	0,00	58,07	33,27	0,00
23	0,00	58,07	36,07	0,00
24	0,00	58,07	33,57	0,00
25	0,00	58,07	32,17	0,00
26	0,00	58,07	34,87	0,00
1	-68,94	10,00	0,00	0,00 Embalse

Resultados en las Líneas a las 1:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
2	68,94	1,83	27,45	Abierta	
4	68,94	1,73	23,98	Abierta	
5	17,48	1,78	58,74	Abierta	
6	6,50	1,75	104,90	Abierta	
7	44,96	1,45	20,13	Abierta	
8	11,13	1,13	25,56	Abierta	
9	4,63	1,20	50,50	Abierta	
10	6,50	1,68	94,17	Abierta	
11	33,83	1,66	33,40	Abierta	
12	13,20	1,34	34,96	Abierta	
13	20,63	1,59	40,22	Abierta	
14	9,88	1,71	76,04	Abierta	
15	10,75	1,86	88,91	Abierta	
16	0,00	0,00	0,00	Abierta	
17	0,00	0,00	0,00	Abierta	
18	0,00	0,00	0,00	Abierta	
19	0,00	0,00	0,00	Abierta	
20	0,00	0,00	0,00	Abierta	
21	0,00	0,00	0,00	Abierta	
22	0,00	0,00	0,00	Abierta	
23	0,00	0,00	0,00	Abierta	
24	0,00	0,00	0,00	Abierta	
25	0,00	0,00	0,00	Abierta	
1	68,94	0,00	-58,40	Marcha	Bomba
3	68,94	0,61	10,00	Activa	Válvula



Resultados en los Nudos a las 2:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
---------	-------------	----------	-----------	---------

Informe Completo EPANET BVV

2	0,00	68,40	51,90	0,00
3	0,00	68,07	46,07	0,00
4	0,00	58,07	36,07	0,00
5	0,00	56,27	33,97	0,00
6	17,48	55,98	33,18	0,00
7	6,50	39,72	20,62	0,00
8	0,00	55,71	32,21	0,00
9	0,00	52,39	25,29	0,00
10	4,63	47,79	17,29	0,00
11	6,50	49,78	27,38	0,00
12	0,00	53,44	30,74	0,00
13	13,20	53,26	30,86	0,00
14	0,00	48,40	27,50	0,00
15	9,88	48,02	26,32	0,00
16	10,75	41,01	20,41	0,00
17	0,00	58,07	31,07	0,00
18	0,00	58,07	30,97	0,00
19	0,00	58,07	31,57	0,00
20	0,00	58,07	30,97	0,00
21	0,00	58,07	31,77	0,00
22	0,00	58,07	33,27	0,00
23	0,00	58,07	36,07	0,00
24	0,00	58,07	33,57	0,00
25	0,00	58,07	32,17	0,00
26	0,00	58,07	34,87	0,00
1	-68,94	10,00	0,00	0,00 Embalse

Resultados en las Líneas a las 2:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
2	68,94	1,83	27,45	Abierta
4	68,94	1,73	23,98	Abierta
5	17,48	1,78	58,74	Abierta
6	6,50	1,75	104,90	Abierta
7	44,96	1,45	20,13	Abierta
8	11,13	1,13	25,56	Abierta
9	4,63	1,20	50,50	Abierta
10	6,50	1,68	94,17	Abierta
11	33,83	1,66	33,40	Abierta
12	13,20	1,34	34,96	Abierta
13	20,63	1,59	40,22	Abierta
14	9,88	1,71	76,04	Abierta
15	10,75	1,86	88,91	Abierta
16	0,00	0,00	0,00	Abierta



Página 6

Cabeçolet

Resultados en las Líneas a las 2:00 Horas: (continuación)

Informe Completo EPANET BVV

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
17	0,00	0,00	0,00	Abierta
18	0,00	0,00	0,00	Abierta
19	0,00	0,00	0,00	Abierta
20	0,00	0,00	0,00	Abierta
21	0,00	0,00	0,00	Abierta
22	0,00	0,00	0,00	Abierta
23	0,00	0,00	0,00	Abierta
24	0,00	0,00	0,00	Abierta
25	0,00	0,00	0,00	Abierta
1	68,94	0,00	-58,40	Marcha Bomba
3	68,94	0,61	10,00	Activa Válvula

Resultados en los Nudos a las 3:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
2	0,00	75,25	58,75	0,00
3	0,00	75,00	53,00	0,00
4	0,00	65,00	43,00	0,00
5	0,00	65,00	42,70	0,00
6	0,00	65,00	42,20	0,00
7	0,00	65,00	45,90	0,00
8	0,00	65,00	41,50	0,00
9	0,00	65,00	37,90	0,00
10	0,00	65,00	34,50	0,00
11	0,00	65,00	42,60	0,00
12	0,00	65,00	42,30	0,00
13	0,00	65,00	42,60	0,00
14	0,00	65,00	44,10	0,00
15	0,00	65,00	43,30	0,00
16	0,00	65,00	44,40	0,00
17	0,00	55,84	28,84	0,00
18	10,66	53,92	26,82	0,00
19	0,00	52,42	25,92	0,00
20	8,70	49,26	22,16	0,00
21	7,92	52,21	25,91	0,00
22	0,00	52,50	27,70	0,00
23	13,82	52,31	30,31	0,00
24	0,00	49,87	25,37	0,00
25	8,84	46,73	20,83	0,00
26	10,08	46,43	23,23	0,00
1	-60,02	10,00	0,00	0,00 Embalse



Resultados en las Líneas a las 3:00 Horas:

Informe Completo EPANET BVV

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
2	60,02	1,59	21,17	Abierta	
4	0,00	0,00	0,00	Abierta	
5	0,00	0,00	0,00	Abierta	
6	0,00	0,00	0,00	Abierta	
7	0,00	0,00	0,00	Abierta	
8	0,00	0,00	0,00	Abierta	
9	0,00	0,00	0,00	Abierta	
10	0,00	0,00	0,00	Abierta	
11	0,00	0,00	0,00	Abierta	
12	0,00	0,00	0,00	Abierta	
13	0,00	0,00	0,00	Abierta	
14	0,00	0,00	0,00	Abierta	
15	0,00	0,00	0,00	Abierta	
16	60,02	1,59	21,21	Abierta	
17	10,66	1,72	73,72	Abierta	
18	16,62	1,69	53,49	Abierta	
19	8,70	1,40	50,67	Abierta	
20	7,92	1,28	42,64	Abierta	
21	32,74	1,75	38,46	Abierta	
22	13,82	1,40	38,04	Abierta	
23	18,92	1,46	34,28	Abierta	
24	18,92	1,46	34,28	Abierta	
25	10,08	1,63	60,45	Abierta	
1	60,02	0,00	-65,25	Marcha	Bomba
3	60,02	0,53	10,00	Activa	Válvula

Resultados en los Nudos a las 4:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad
2	0,00	75,25	58,75	0,00
3	0,00	75,00	53,00	0,00
4	0,00	65,00	43,00	0,00
5	0,00	65,00	42,70	0,00
6	0,00	65,00	42,20	0,00
7	0,00	65,00	45,90	0,00
8	0,00	65,00	41,50	0,00
9	0,00	65,00	37,90	0,00
10	0,00	65,00	34,50	0,00
11	0,00	65,00	42,60	0,00
12	0,00	65,00	42,30	0,00
13	0,00	65,00	42,60	0,00
14	0,00	65,00	44,10	0,00
15	0,00	65,00	43,30	0,00
16	0,00	65,00	44,40	0,00



Resultados en los Nudos a las 4:00 Horas: (continuación)

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
17	0,00	55,84	28,84	0,00	
18	10,66	53,92	26,82	0,00	
19	0,00	52,42	25,92	0,00	
20	8,70	49,26	22,16	0,00	
21	7,92	52,21	25,91	0,00	
22	0,00	52,50	27,70	0,00	
23	13,82	52,31	30,31	0,00	
24	0,00	49,87	25,37	0,00	
25	8,84	46,73	20,83	0,00	
26	10,08	46,43	23,23	0,00	
1	-60,02	10,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 4:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
2	60,02	1,59	21,17	Abierta	
4	0,00	0,00	0,00	Abierta	
5	0,00	0,00	0,00	Abierta	
6	0,00	0,00	0,00	Abierta	
7	0,00	0,00	0,00	Abierta	
8	0,00	0,00	0,00	Abierta	
9	0,00	0,00	0,00	Abierta	
10	0,00	0,00	0,00	Abierta	
11	0,00	0,00	0,00	Abierta	
12	0,00	0,00	0,00	Abierta	
13	0,00	0,00	0,00	Abierta	
14	0,00	0,00	0,00	Abierta	
15	0,00	0,00	0,00	Abierta	
16	60,02	1,59	21,21	Abierta	
17	10,66	1,72	73,72	Abierta	
18	16,62	1,69	53,49	Abierta	
19	8,70	1,40	50,67	Abierta	
20	7,92	1,28	42,64	Abierta	
21	32,74	1,75	38,46	Abierta	
22	13,82	1,40	38,04	Abierta	
23	18,92	1,46	34,28	Abierta	
24	18,92	1,46	34,28	Abierta	
25	10,08	1,63	60,45	Abierta	
1	60,02	0,00	-65,25	Marcha	Bomba
3	60,02	0,53	10,00	Activa	Válvula



Resultados en los Nudos a las 5:00 Horas:

ID Nudo	Demanda M3H	Altura m	Presión m	Calidad	
2	0,00	75,25	58,75	0,00	
3	0,00	75,00	53,00	0,00	
4	0,00	65,00	43,00	0,00	
5	0,00	65,00	42,70	0,00	
6	0,00	65,00	42,20	0,00	
7	0,00	65,00	45,90	0,00	
8	0,00	65,00	41,50	0,00	
9	0,00	65,00	37,90	0,00	
10	0,00	65,00	34,50	0,00	
11	0,00	65,00	42,60	0,00	
12	0,00	65,00	42,30	0,00	
13	0,00	65,00	42,60	0,00	
14	0,00	65,00	44,10	0,00	
15	0,00	65,00	43,30	0,00	
16	0,00	65,00	44,40	0,00	
17	0,00	55,84	28,84	0,00	
18	10,66	53,92	26,82	0,00	
19	0,00	52,42	25,92	0,00	
20	8,70	49,26	22,16	0,00	
21	7,92	52,21	25,91	0,00	
22	0,00	52,50	27,70	0,00	
23	13,82	52,31	30,31	0,00	
24	0,00	49,87	25,37	0,00	
25	8,84	46,73	20,83	0,00	
26	10,08	46,43	23,23	0,00	
1	-60,02	10,00	0,00	0,00	Embalse

Resultados en las Líneas a las 5:00 Horas:

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
2	60,02	1,59	21,17	Abierta
4	0,00	0,00	0,00	Abierta
5	0,00	0,00	0,00	Abierta
6	0,00	0,00	0,00	Abierta
7	0,00	0,00	0,00	Abierta
8	0,00	0,00	0,00	Abierta
9	0,00	0,00	0,00	Abierta
10	0,00	0,00	0,00	Abierta
11	0,00	0,00	0,00	Abierta
12	0,00	0,00	0,00	Abierta
13	0,00	0,00	0,00	Abierta
14	0,00	0,00	0,00	Abierta
15	0,00	0,00	0,00	Abierta

Informe Completo EPANET BW

16 60,02 1,59 21,21 Abierta



Página 10

Cabeçolet

Resultados en las Líneas a las 5:00 Horas: (continuación)

ID Línea	Caudal M3H	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado	
17	10,66	1,72	73,72	Abierta	
18	16,62	1,69	53,49	Abierta	
19	8,70	1,40	50,67	Abierta	
20	7,92	1,28	42,64	Abierta	
21	32,74	1,75	38,46	Abierta	
22	13,82	1,40	38,04	Abierta	
23	18,92	1,46	34,28	Abierta	
24	18,92	1,46	34,28	Abierta	
25	10,08	1,63	60,45	Abierta	
1	60,02	0,00	-65,25	Marcha	Bomba
3	60,02	0,53	10,00	Activa	Válvula

ANEJO 6:

CABEZAL DE RIEGO Y VALVULERÍA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DIMENSIONADO Y TIMBRAJE DE LAS TUBERÍAS DEL CABEZAL DE RIEGO	1
2.1.	Tubería principal	1
3.	SISTEMA DE FILTRADO	2
3.1.	Grado de filtración	2
3.2.	Equipo de filtrado	3
3.2.1.	Sistema de filtración adoptado	3
3.2.2.	Condiciones de diseño	4
3.2.3.	Elementos de filtrado	5
3.2.4.	Mantenimiento	9
4.	SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN	10
4.1.	Depósitos de fertilizantes	10
4.2.	Sistemas de inyección de fertilizantes	10
5.	SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	11
5.1.	Sistemas de control	11
5.1.1.	Contador volumétrico	11
5.1.2.	Manómetros	12
5.1.3.	Válvulas de mariposa	13
5.1.4.	Válvula de esfera	13
5.1.5.	Electroválvulas	14
5.2.	Sistemas de protección	15
5.2.1.	Ventosa	15
5.2.2.	Válvulas anti retorno	15
5.3.	Sistemas de regulación	16
5.3.1.	Regulador de presión	16
5.4.	Sistema de automatización	16
5.4.1.	Programador del riego y de la fertilización	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de un filtro de malla autolimpiable.....	4
Figura 2. Caudales para cada uno de los modelos de filtro de malla.....	5
Figura 3. Pérdidas de carga para un determinado caudal, expresados en bar y m ³ /h respectivamente para los distintos modelos de filtro.....	7
Figura 4. Filtro malla modelo FMA 1006	7
Figura 5. Dimensiones del filtro de malla, expresados en mm	8
Figura 6. Curvas de pérdida de carga para distintos caudales, expresados en bar y m ³ /h respectivamente, para cada DN	12
Figura 7. Manómetro tipo Bourdon	12
Figura 8. Válvula de mariposa	13
Figura 9. Válvula de esfera. Fuente: Valvias	13
Figura 10. Esquema de funcionamiento de una electroválvula	14
Figura 11. Ventosa de triple efecto	15
Figura 12. Funcionamiento de una válvula antirretorno	16
Figura 13. Regulador de presión.....	16
Figura 14. Programador automático de riego de otra finca propiedad de la empresa.	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del filtro de malla FMA-1006.....	6
Tabla 2. Materiales del filtro de malla.	8
Tabla 3. Calendario de mantenimiento preventivo.	9
Tabla 4. Características del contador Woltman seleccionado.	11

1. INTRODUCCIÓN

El cabezal de riego viene definido como el conjunto de dispositivos aguas arriba de la instalación de riego localizado. Tiene varios objetivos, entre los que se encuentra medir el agua, añadir elementos fertilizantes, filtrar, regular presiones y llevar a cabo la programación de riego establecida por el técnico. El cabezal de riego del proyecto en cuestión se va a situar en la edificación secundaria, donde se encuentra el equipo de bombeo.

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 de la finca proyectada tendrá la capacidad de suministrar 68,94 m³/h (6.8940 l/h) y en él se albergará los siguientes equipos: un sistema de bombeo, un sistema de filtrado, un sistema de fertiirrigación, elementos de control, elementos de protección y equipos de automatización para llevar a cabo un correcto abastecimiento de agua de riego.

2. DIMENSIONADO Y TIMBRAJE DE LAS TUBERÍAS DEL CABEZAL DE RIEGO

Las uniones entre elementos de filtrado, las numerosas válvulas y el resto de 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).

2.1. Tubería principal

El diámetro para la tubería principal, suponiendo una velocidad máxima de 1 m/s como dato de partida es:

Q (l/h)	Q (m ³ /s)	V _{Teorica} (m/s)	D _{Teorico} (mm)	D _{Interior} (mm)	DN (mm)	V (m/s)
68,94	0,01915	1	110,4	115,4	125	1,03

Las pérdidas de carga continuas, aplicando la ecuación de Veronese-Datei, para una longitud de tubería de 12 m son las siguientes:

$$h_r = \frac{0,00092 \cdot L \cdot Q^{1,8}}{D^{4,8}} = \frac{0,00092 \cdot 12 \cdot 0,01915^{1,8}}{0,1154^{4,8}} = 0,283 \text{ m}$$

Las pérdidas de carga localizadas se considerarán un 20% de las continuas, por lo que las pérdidas de carga totales en las tuberías del cabezal son:

$$h_{totales} = h_r + h_s = 0,283 + 0,0566 = 0,339$$

3. 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.

Los factores que inciden directamente en la selección, diseño y dimensionado de los equipos de filtrado son los siguientes:

- Procedencia del agua de riego
- Diámetro mínimo de paso del emisor
- Calidad físico química del agua de riego
- Caudal de diseño
- Presión disponible en cabezal
- Pérdida de presión admisible en el cabezal
- Posibilidad de automatizar la limpieza de filtros

El sistema de filtrado a instalar va a depender fundamentalmente de la procedencia del agua de riego, mientras que el grado de filtración dependerá de la sensibilidad a obturaciones de los emisores de riego. El número y dimensiones de los filtros serán función del caudal de diseño.

El cabezal de filtrado está localizado después del grupo de bombeo, es decir, al inicio de la red de riego. Otro factor a considerar es la necesidad de disponer de una presión mínima en la localización de éstos para garantizar su correcto funcionamiento tanto durante la fase de filtración, como en la situación de lavado.

3.1. Grado de filtración

La filtración colectiva cumple una doble función:

- Se pretende eliminar del agua de riego cuantos contaminantes de índole orgánico o inorgánico pudieran ser causa de obturaciones físicas en los emisores de riego.
- En segundo lugar, el filtrado al inicio de los ramales reduce los riesgos erosivos y garantiza el correcto funcionamiento de toda la valvulería hidráulica de maniobra, control y regulación.

En muchos casos, los fabricantes no especifican las dimensiones de paso de los emisores. Es por ello que se aplicará un grado de filtración conservador con en el fin de evitar la posible obturación de los emisores.

Se va a considerar que el diámetro mínimo de paso de los emisores es de 1 mm (1.000 μm). Para alcanzar una filtración satisfactoria, los filtros de mallas del cabezal de riego deben retener todo elemento cuyo tamaño sea superior a la octava parte del diámetro mínimo de paso del emisor, es decir, superior a 0,125 mm (125 μm). Por lo tanto, los filtros escogidos tendrán un grado de filtración comercial de 125 μm .

$$\frac{1}{8} = 0,125 \text{ mm} = 125 \mu\text{m}$$

3.2. Equipo de filtrado

En este caso, al provenir directamente el agua de riego de un sondeo propio, es decir, no existe ningún tipo de prefiltración llevado a cabo en las Comunidades de Regantes, es importante la elección del equipo de filtrado.

En el cabezal de riego se instalará el filtro de limpieza automático de malla necesario para evitar la posible entrada de algún elemento inadecuado (orgánico e inorgánico) en el cabezal de riego proyectado y posteriormente a la red de riego de la finca.

3.2.1. Sistema de filtración adoptado

De los distintos sistemas de filtración disponibles se opta por cabezales formados por **filtros de malla de limpieza automática**. Se opta por este sistema, fundamentalmente, debido a las siguientes razones:

- Escaso mantenimiento e independencia de energía externa del sistema.
- Grados de filtrado de 125 μm .
- Versatilidad.
- Resistencia: Soporta hasta 60 °C
- Gran superficie filtrante: Hasta 21.300 cm^2

- Material resistente.
- Fácil mantenimiento: La tapa con bisagra reduce los trabajos a la hora de abrir el filtro.
- Ahorro de tiempo: El proceso de filtración continúa de manera simultánea al ciclo de lavado.
- Facilidad en la instalación: Los equipos son proporcionados listos para instalar.

Los filtros de malla están constituidos, tal y como muestra la Figura 1, por un cuerpo cilíndrico que aloja en su interior un cartucho de malla, que puede tener diferentes tamaños de orificios, a través del cual circula el agua que se pretende filtrar. El agua penetra en el mismo y pasa a la cámara interior del cartucho. Al atravesar la pared del cartucho, las partículas cuyo tamaño es mayor que el de los orificios de la malla, quedan retenidas, acumulándose en la parte interior. La colmatación del filtro de mallas se produce de forma gradual, dejando cada vez una menor superficie para el paso del agua y aumentando por lo tanto las pérdidas de carga que produce. La limpieza del filtro se realiza activando el escáner de limpieza y abriendo la válvula de la parte inferior del filtro, por donde saldrá el agua arrastrando las impurezas retenidas. Se puede realizar una limpieza más a fondo del mismo desmontándolo y limpiando el cartucho con agua a presión o con un cepillo.

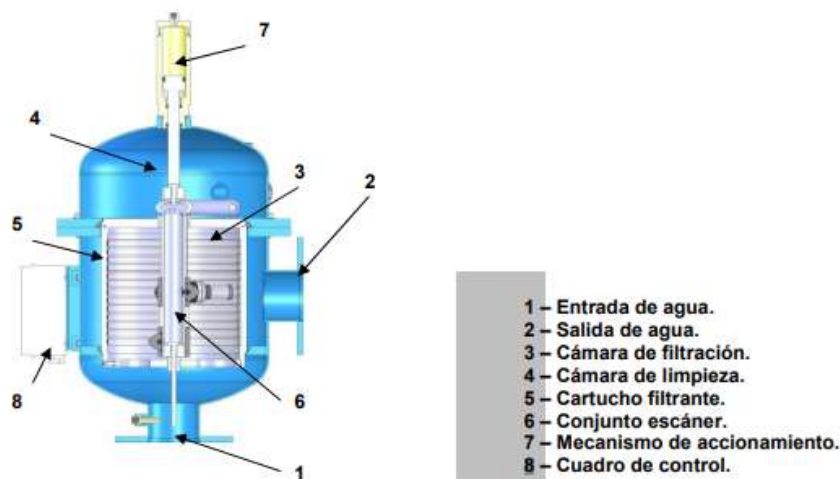


Figura 1. Componentes de un filtro de malla autolimpiable. Fuente: STF Filtros

3.2.2. Condiciones de diseño

El diseño de la estación de filtrado va a depender de:

- Procedencia del agua: Sondeo propio.
- Calidad del agua de riego: Media.
- Caudal máximo de filtrado: 68,98 m³/h.

- Grado de filtración requerido: 125 µm.
- Requerimientos de presión aguas arriba: 2 bar.
- Máxima pérdida de carga permitida: 5 mca.
- Velocidad de filtrado

3.2.3. Elementos de filtrado

Para la elección del filtro de malla, es necesario tener en cuenta cuatro aspectos, los cuales son: el número de filtros a diseñar, el caudal que permite filtrar el filtro en función de la calidad del agua de riego, la velocidad de filtración y las pérdidas de carga que ocasionan el proceso de filtrado.

- En este caso, se decide adquirir un único filtro de malla que sea capaz de cumplir las funciones para las que está diseñado.
- Tal y como se ha mencionado anteriormente, la calidad del agua de riego es media, además de disponer de un caudal máximo de 68,98 m³/h. Una vez conocidos estos valores, se consulta en el catálogo de filtros y se elige el modelo que sea capaz de cumplir ambas condiciones, es decir, para una calidad media del agua, tiene que tener a la capacidad de filtrar un caudal superior al mencionado.

En la figura 2, se puede apreciar, que, para los valores indicados, el modelo más adecuado es el FMA-1006 o similar, ya que, para una calidad de agua media, el caudal capaz de filtrar es de 70 m³/h, siendo este valor superior al 68,98 m³/h.

$$68,98 \text{ m}^3/\text{h} < 70 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Cumple}$$

Modelo	Caudales (m ³ /h)			
	Caudal máx.	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja
FMA-1002	50	14	9	7
FMA-1003	90	30	20	15
FMA-1004	150	45	35	25
FMA-1006	280	90	70	50

Figura 2. Caudales para cada uno de los modelos de filtro de malla. Fuente: STF Filtros

Una vez seleccionado el modelo a estudiar, por el criterio del caudal, se procede a estudiar el resto de criterios para ver si son adecuados. Para ello, se recopilan las características principales, que muestran la Tabla 1, del modelo de filtro de malla FMA-1006, que serán necesarios para posteriores cálculos.

Tabla 1. Características del filtro de malla FMA-1006. Fuente: STF Filtros

Características del Filtro de 6"						
Pérdidas de carga con filtros limpios (m.c.a)	Caudal Max. (m ³ /h)	Área de filtrado sucia (cm ²)	Área de filtrado limpio (cm ²)	Consumo de agua por limpieza (l)	Peso vacío (Kg)	Diámetros Entrada/Salida (mm)
0,1	280	4.800	3.200	53	81	125

- El tercer aspecto a tener en cuenta es el de la velocidad de filtración, en el que se tiene que comprobar que dicho valor esté entre 130 -350 m/h, valores considerados adecuados. Para ello es necesario, conocer el caudal del filtro y la superficie de filtración, con ello se puede obtener el valor de la velocidad de filtración a partir de la siguiente expresión:

$$V_{filtración} = \frac{Q_{filtro}}{Superficie\ filtración} = \frac{68,98 \frac{m^3}{h}}{0,32 m^2} = 218,75 \frac{m}{h}$$

El valor obtenido, se encuentra entre el rango de velocidades establecido, por lo tanto, es correcto el modelo de filtro estudiado.

$$130 \frac{m}{h} < 218,75 \frac{m}{h} < 350 \frac{m}{h} \rightarrow \text{Cumple}$$

- Las pérdidas de carga que produce el proceso de filtrado, las obtenemos a partir de la figura que se muestra a continuación. En ella se aprecia, que para un modelo de filtro FMA1006 y un caudal de 68,98 m³/h, las pérdidas de carga asociadas son de 0,1 m.c.a (Figura 3).

Mediante este parámetro, se comprueba que la pérdida de carga a filtro limpio para el diámetro nominal elegido, sabiendo que el caudal que pasará por filtro es de 68,98 m³/h, sea menor a 1 m.c.a.

$$0,1 \text{ m.c.a} < 1 \text{ m.c.a} \rightarrow \text{Cumple}$$

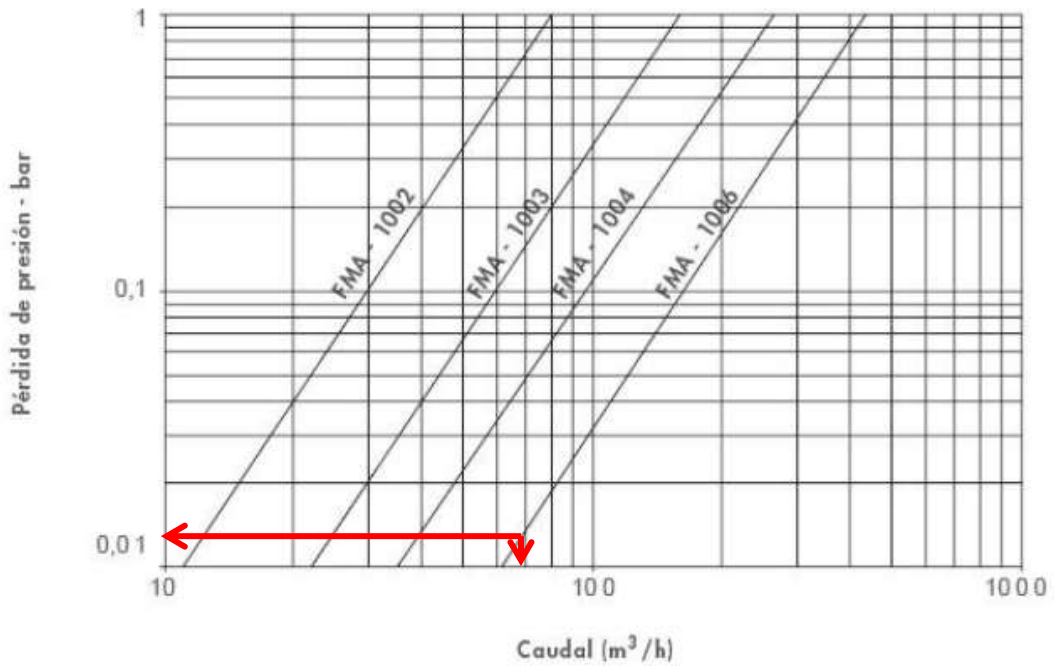


Figura 3. Pérdidas de carga para un determinado caudal, expresados en bar y m³/h respectivamente para los distintos modelos de filtro. Fuente: STF Filtros

Finalmente, tras ser analizados los diferentes aspectos anteriores, el equipo de filtrado seleccionado, consiste en un filtro de malla automático, modelo *FMA 1006* u otro de características técnicas similares (Figura 4).



Figura 4. Filtro malla modelo FMA 1006. Fuente: STF Filtros

A continuación, la Figura 5 muestra las dimensiones del filtro de malla seleccionado.

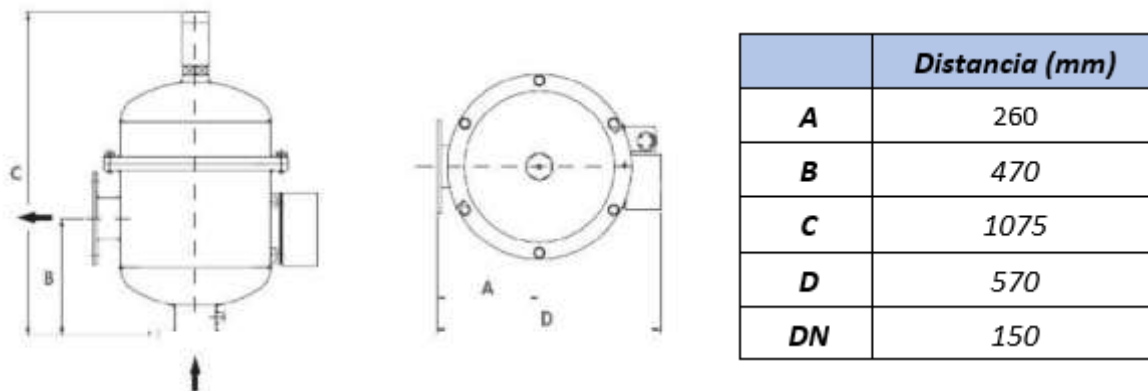


Figura 5. Dimensiones del filtro de malla, expresados en mm. Fuente: STF Filtros

Es importante, conocer los materiales (Tabla 2) de los que está compuesto las diferentes partes del filtro, con el fin de aplicar un tipo de mantenimiento u otro en función del tipo de material. Con esto contribuiremos a un buen funcionamiento del filtro.

Tabla 2. Materiales del filtro de malla. Fuente: STF Filtros

Cuerpo de filtros y tapas	Acero al carbono S-235-JR
Tratamiento de acabado	Recubrimiento con pintura en polvo epoxy-poliéster polimerizada en horno.
Escáner aspiración	Acero inoxidable AISI-304
Mallas filtrantes	Acero inoxidable AISI-316
Boquilla de succión	PVC con anillo en acero inoxidable AIS 316 y cerdas de nylon
Válvulas de limpieza	Polipropileno
Disco separador	Aluminio
Tornillería	Acero inoxidable A2
Juntas	NBR – EPDM - Viton

3.2.4. Mantenimiento

Periódicamente se comprobará la ausencia de pérdidas de agua y la respuesta del contralavado automático al comando del controlador.

Se asegurará que la presión interna del filtro ha sido evacuada en caso de lavar los filtros de anillas de forma manual. La limpieza manual del cartucho filtrante se hará utilizando agua a presión, en caso de ser necesario se utilizará ácido u otros agentes químicos. Se debe realizar de acuerdo a las instrucciones pertinentes del material en cuestión y sin poner en riesgo al operador ni a sus circundantes.

A continuación, la Tabla 5 muestra el calendario con las tareas de mantenimiento preventivo que se han de realizar, para un correcto funcionamiento del filtro.

Tabla 3. Calendario de mantenimiento preventivo. Fuente: STF Filtros

MANTENIMIENTO	PERÍODO	ELEMENTO	ACCIÓN
EXTERNO			
Revisión funcionamiento	6 meses	Filtro completo	- Ciclo de limpieza manual. - Controlar: <ul style="list-style-type: none"> • Desaguado del pistón hidráulico. • Apertura de válvula. • Ciclo de limpieza efectivo (conseguir P1 = P2)
Tratamiento anticorrosión	12 meses	Carcasa FMA	- Repasar tratamiento anticorrosión en los puntos necesarios. - Aplicar tratamiento Epoxi – Poliéster
Pistón	6 meses	Pistón	- Desmontar pistón hidráulico. - Limpiar vástago de deposiciones de cal.
Línea de presión	1 semana	Filtro de toma	Limpieza del filtro de toma y microtubos de aporte de agua hacia válvula de limpieza.
INTERNO			
Tratamiento anticorrosión	12 meses	Carcasa FMA	- Repasar tratamiento anticorrosión en los puntos necesarios. - Aplicar tratamiento Epoxi – Poliéster
Boquillas de succión	12 meses	Boquilla de succión	Revisión de estado de boquillas de succión, estado de pelos, proximidad al cartucho.

Cartucho filtrante	Periodos de inactividad	Cartucho filtrante	Realizar una limpieza manual utilizando agua a presión, en caso de ser necesario se utilizará ácido u otros agentes químicos.
Juntas	12 meses	Juntas internas	Revisar las juntas interiores, en caso de encontrarse deterioradas se procederá a la sustitución.

4. SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN

4.1. Depósitos de fertilizantes

El promotor de la obra ha solicitado la instalación de los siguientes depósitos con capacidades variables:

- Para la disolución de abonos minerales NPK se instalarán 3 depósitos de 2.000 l cada uno con unas dimensiones de 0,7 m de radio y 1,5 m de altura.
- Para la disolución de abonos quelatados y microelementos se instalará un depósito de 1.000 l con unas dimensiones de 0,5 m de radio y 1,3 m de altura.
- Para suministrar algún tipo de ácido al sistema que limpie las posibles obturaciones de los emisores se instalará un depósito de 200 l con 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 precipitados minerales.

Cada depósito contará con una toma de agua que estará regulada por una válvula de bola y con un pequeño filtro a la salida que retenga las posibles impurezas que puedan introducirse en los depósitos. El filtro escogido es de malla con un DN de 1' pulgadas y el tamaño de la malla será de 125 µm.

4.2. Sistemas de inyección de fertilizantes

Se emplearán una bomba dosificadora de pistón de accionamiento eléctrico monofásico de 2CV con un caudal máximo de 240 l/h para suministrar la solución de los fertilizantes al sistema de riego y se situará entre el filtro de malla y la válvula antirretorno del sistema de inyección instalado en by-pass con la red de riego principal.

Este sistema se compone de una bomba de riego principal, un contador volumétrico con emisor de pulsos para el agua de riego, un contador volumétrico con emisor de pulsos para el abonado, una bomba dosificadora para inyección de la solución fertilizante y un variador de frecuencia para actuar sobre la bomba principal.

5. SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

5.1. Sistemas de control

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 anti retorno, electroválvulas y ventosas.

5.1.1. Contador volumétrico

Para la cuantificación de los volúmenes consumidos por la red, se proyecta la instalación de un contador volumétrico al inicio de la red, a la salida de la estación de filtrado. El dimensionado del contador se ha efectuado en función del caudal máximo de diseño de la red.

El contador será de tipo Woltman, con unión por bridas a la tubería a la cual va insertado. Soportando una presión máxima de trabajo de 16 bar, y una temperatura máxima de trabajo de 60 °C.

Como características principales del contador pueden destacarse (Tabla 6):

- Bajas pérdidas de carga (Figura 6).
- Elevada precisión incluso a bajo caudal (Norma UNE- EN 14154).
- Tienen un recubrimiento especial de epoxi contra la corrosión.
- La hélice y rodamientos de materiales plásticos especiales, de reducido desgaste larga vida.
- Los contadores Woltman cumplen las normas UNE (clase B).

Tabla 4. Características del contador Woltman seleccionado. Fuente: ZENNER

Caudal nominal (m ³ /h)	Diámetro nominal (mm)	Caudal máximo (m ³ /h)	Caudal mínimo (m ³ /h)	Pérdida de presión (m.c.a)	Diámetro de brida (mm)
100	125	300	3	0,11	250

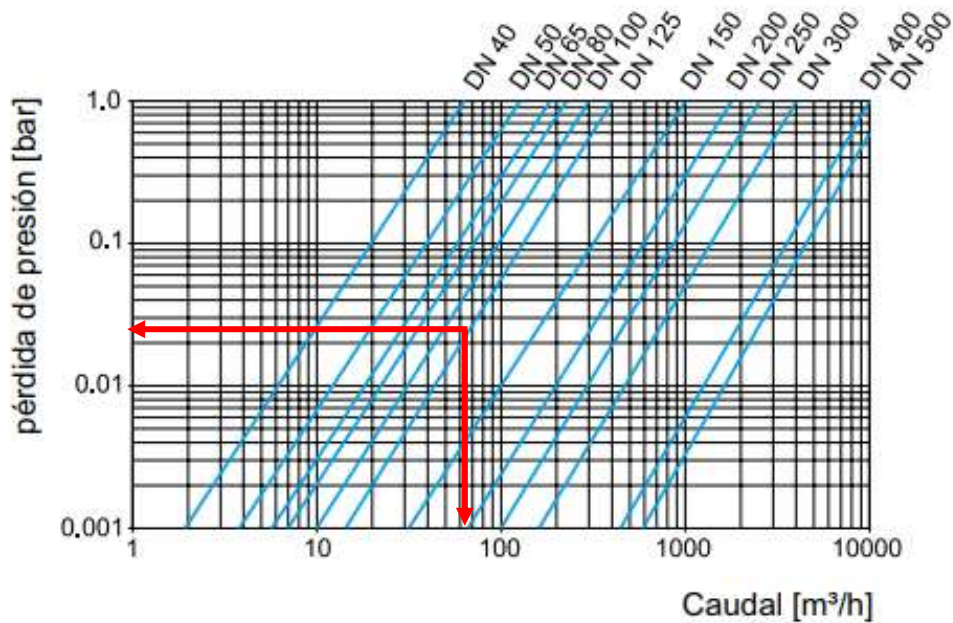


Figura 6. Curvas de pérdida de carga para distintos caudales, expresados en bar y m^3/h respectivamente, para cada DN. Fuente: ZENNER

5.1.2. Manómetros

Los manómetros son instrumentos que permiten medir la presión de las conducciones. Los hay de diferentes tipos, siendo el más empleado en cabezales de riego el manómetro tipo Bourdon (Figura 7).



Figura 7. Manómetro tipo Bourdon. Fuente: WIKAI

Los manómetros se colocarán antes y después del grupo de impulsión, al inicio del cabezal de riego, inmediatamente después de la válvula de mariposa, así como antes y después del sistema de filtrado y de la inyección de los fertilizantes. Como la salida de un elemento coincide con la entrada de otro, solamente serán necesarios cuatro manómetros.

5.1.3. Válvulas de mariposa

Una válvula de mariposa (Figura 8) es un dispositivo definida para poder interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, se denomina mariposa debido a que gira sobre un eje. Al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula. Al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula.



Figura 8. Válvula de mariposa.
Fuente: Valvias

Este tipo de válvula se colocará en la tubería principal del cabezal de riego para que, en caso de rotura, avería, reparación o limpieza de filtros, pueda detenerse el flujo de agua por la instalación, y tendrá un diámetro nominal de 125 mm.

5.1.4. Válvula de esfera

Una válvula de bola o válvula de esfera (Figura 9) es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada).



Figura 9. Válvula de esfera. Fuente: Valvias

Este tipo de válvula se colocará en la tubería principal del cabezal de riego en el punto de bifurcación con la tubería que conecta con los depósitos de fertilizantes.

5.1.5. Electroválvulas

Una electroválvula (Figura 10) es una válvula accionada por una señal eléctrica pudiendo ser éstas de dos tipos: normalmente abiertas o normalmente cerradas (las primeras se cierran al recibir la señal y las segundas se abren).

Las utilizadas en el riego localizado son normalmente cerradas. Están con presión en su extremo aguas arriba y el agua ocupa la cámara situada encima del diafragma. La fuerza generada por esta presión, más la debida al resorte, superan a la fuerza derivada de la presión que actúa sobre la cara inferior del diafragma y la válvula permanece cerrada. Cuando se envía la señal, el agua de la cámara superior sale hacia la tubería en el extremo aguas debajo de la válvula, disminuye su presión y el diafragma se desplaza hacia arriba, dejando vía libre a través del cuerpo de la válvula.

La señal eléctrica activa un solenoide que, a su vez, retira el vástago que deja libre el orificio de conexión de la cámara con la tubería aguas abajo. Cuando la señal eléctrica cesa, el solenoide vuelve a cerrar el orificio, la presión en la cámara vuelve a subir y el diafragma cierra, siempre y cuando la presión en la tubería aguas arriba tenga un valor mínimo.

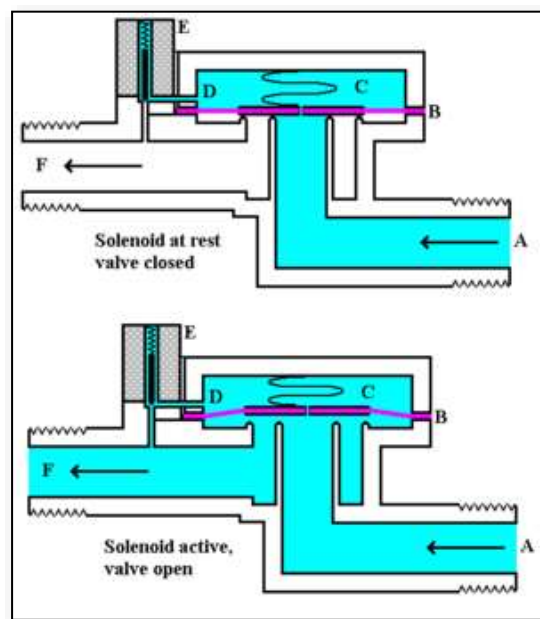


Figura 10. Esquema de funcionamiento de una electroválvula. Fuente: Wikipedia

Se colocarán las electroválvulas en el cabezal de riego y a la entrada de cada sector. Para el Sector 1 se instalará una electroválvula de DN 125 mm, para el Sector 2 una de DN 125 mm.

5.2. Sistemas de protección

5.2.1. Ventosa

Las ventosas tienen la misión de expulsar el aire cuando una tubería se llena o permitir la entrada si se vacía y expulsar el aire que lentamente se desprende durante el funcionamiento.

El agua que circula por una conducción forzada siempre lleva aire disuelto que tiende a ocupar las zonas más altas. Si no se extrae a medida que se acumula, la sección transversal de la tubería va estrangulándose, es decir, reduciendo el caudal, provocando sobrepresiones por desplazamiento de las bolsas de aire y, finalmente, pudiendo llegar a anular el flujo.

Las ventosas encargadas de esta última misión se denominan purgadoras, las destinadas a permitir la entrada y salida de los grandes caudales de aire son las ventosas de doble efecto. Los modelos que satisfacen los tres objetivos son las ventosas trifuncionales (Figura 11) o de triple efecto.



Figura 11. Ventosa de triple efecto

La ventosa se colocará inmediatamente después de las electroválvulas (aguas abajo) que controlan los diferentes sectores para que no se generen presiones negativas en las conducciones. Además, también se colocarán, una en la entrada de cada una de las terciaria de cada subunidad. Es de elevada importancia, disponer de una o varias ventosas sobre todo en las subunidades de mayor requerimiento de presión.

5.2.2. Válvulas anti retorno

Las válvulas antirretornos o unidireccionales (Figura 12) tienen por objeto cerrar por completo el paso del fluido en circulación en un sentido y dejarlo libre en el contrario. De esta forma se protege la instalación que hay aguas arriba de la válvula de retención en caso de que se diera el caso de un golpe de ariete.

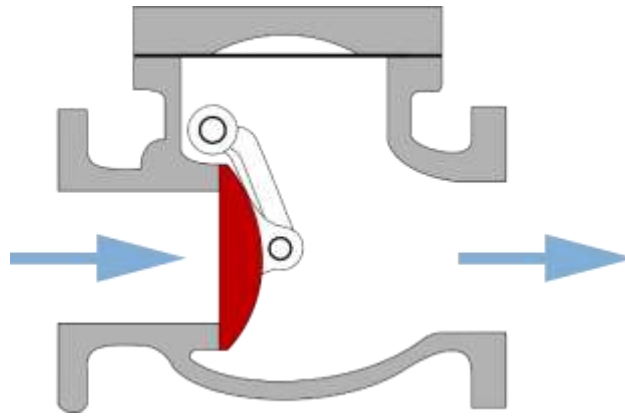


Figura 12. Funcionamiento de una válvula antirretorno. Fuente: Wikipedia

Este tipo de válvulas se instalarán en las tuberías que abastecen a cada sector, concretamente a la salida del cabezal de riego e inmediatamente después de la electroválvula.

5.3. Sistemas de regulación

5.3.1. Regulador de presión

El regulador de presión (Figura 13), consiste en un dispositivo que permite reducir la presión del agua en la red a partir de un estrangulamiento en el conducto que produce una pérdida de carga para reducir la presión.



Figura 13. Regulador de presión. Fuente: Wikipedia

El regulador de presión se colocará entre la llave de mariposa y el filtro.

5.4. Sistema de automatización

5.4.1. Programador del riego y de la fertilización

El programador de riego y de la fertilización (Figura 14), se encarga de regular de forma automática el riego y la fertilización de una plantación. Se elegirá un programador por tiempos en el cual se fijen las horas de inicio y fin del riego y de la fertilización para

cada sector, y con un número de estaciones suficientes para controlar las electroválvulas colocadas en el cabezal como los aparatos eléctricos que se encuentren en éste.



Figura 14. Programador automático de riego de otra finca propiedad de la empresa. Fuente: Propia

ANEJO 7:

ACTUACIONES PREVIAS EN LA PLANTACIÓN

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	1
2.1.	Descripción de la obra y situación	1
2.1.1.	Limpieza, desbroce del terreno y arranque del arbolado	2
2.1.2.	Eliminación de los muretes de obra	4
2.1.3.	Conformación, nivelación y adecuación del terreno	5
2.1.4.	Conformación de mesetas para el nuevo cultivo	6
2.1.5.	Instalación de riego localizado	10
2.1.6.	Plantación del cultivo	13
2.1.7.	Cercado perimetral.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Talado del árbol mediante motosierra.....	2
Figura 2. Apilado y destocoado de los árboles mediante una retroexcavadora.....	3
Figura 3. Quemado de los restos vegetales procedentes de los árboles.....	3
Figura 4. Eliminación de los muretes de obra que conforman el bancal.....	4
Figura 5. Dimensiones de la meseta utilizada.....	6
Figura 6. Marcaje con estacas de la dirección de las líneas de cultivo.....	7
Figura 7. Cuneta que bordea la parte baja de la finca.....	7
Figura 8. Colector que recoge el agua de la lluvia procedente de la finca.....	8
Figura 9. Valores de las pendientes y su dirección de los caminos principales.....	9
Figura 10. Alzado del camino. Dimensiones de los caminos que componen la explotación.....	10
Figura 11. Forma de los caminos que componen la explotación.....	10
Figura 12. Composición estratificada de una zanja de riego localizado.....	12
Figura 13. Dimensiones zanja para una única tubería y el tubo porta cables.....	12
Figura 14. Dimensiones zanja para el caso de dos tuberías y el tubo portacables.....	13
Figura 15. Valla modelo Nylofor 3M instalada en otras fincas en propiedad.....	15
Figura 16. Puerta modelo Nylofor-door.....	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volumen de nivelación del terreno, expresado en m ³	5
Tabla 2. Características principales de la malla electrosoldada Nylofor 3M.....	15
Tabla 3. Características principales de las diferentes alturas de poste Nylofor.....	17
Tabla 4. Labores y maquinaria necesaria para llevar a cabo implantación del cultivo..	18

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se detallan las diferentes actuaciones a realizar para conseguir el objeto final del proyecto, el cual consiste en la modernización de la explotación agrícola y reconversión varietal.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

2.1. Descripción de la obra y situación

Actualmente, la explotación agrícola se encuentra ocupada de cítricos, los cuales, se encuentran al final de su vida productiva (vida útil), lo que unido a marcos de plantación muy intensivos hacen prácticamente imposible el desempeño de las diversas labores de cultivo de forma mecanizada, lo que se traduce en unos costes de cultivo muy elevados con los que no se puede competir, y hace prácticamente inviable el seguir cultivando este tipo de explotación.

También debemos indicar que toda la explotación se encuentra conformada en diversos bancales, debido al antiguo sistema de riego tradicional que se empleaba, lo que dificulta notablemente el desempeño de las labores de cultivo.

Debido a las razones acabadas de mencionar, es necesario llevar a cabo una modernización de la plantación con el fin de obtener el máximo rendimiento de la plantación. También es de gran relevancia destacar que las nuevas tendencias de la citricultura y de los mercados hacen que se cultiven nuevas variedades de cítricos con una mayor prospección de futuro, por lo que el conjunto de todos los parámetros expuestos hace que dicha actuación sea imprescindible para la supervivencia de la explotación agrícola.

Las obras que compone el presente proyecto, se pueden dividir en los siguientes apartados:

- 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

2.1.1. Limpieza, desbroce del terreno y arranque del arbolado

En primer lugar, se procederá al talado de los árboles (cítricos) mediante el empleo de un trabajador con motosierra (Figura 1). El talado de los árboles se realiza de la siguiente forma, primeramente, se cortan las ramas secundarias que conforman la copa, todo seguido se talan las ramas principales de mayor tamaño y finalmente se corta el tronco a unos escasos centímetros del suelo.



Figura 1. Talado del árbol mediante motosierra. Fuente: Propia

Una vez realizado el talado de los árboles se procederá a realizar el apilado de la leña para su posterior quema y el destoconado de dichas especies arbóreas taladas (Figura 2). Ambas funciones se realizarán mediante una máquina retroexcavadora, la cual tiene suficiente capacidad para arrancar el tronco junto con las raíces. Una vez extraídos, los tocones serán retirados para la utilización de leña, en cambio las ramas se quemarán (Figura 3).



Figura 2. Apilado de leña y destocoñado de los árboles mediante una retroexcavadora. Fuente: Propia



Figura 3. Quemado de los restos vegetales procedentes de los árboles. Fuente: Propia

Por último, se realizará la limpieza y desbroce del terreno mediante elementos mecánicos, eliminando toda la cubierta vegetal y las especies arbustivas de pequeño tamaño que se encuentren por los márgenes de la parcela.

2.1.2. Eliminación de los muretes de obra

Actualmente, la explotación agrícola se encuentra conformada en diversos bancales, debido al antiguo sistema de riego tradicional que se empleaba. Concretamente, en la finca existen dos tipos diferentes de bancales: la parte norte de la explotación, al tener mayor desnivel posee un bancal más denso, en cambio, en la parte de menor desnivel, el bancal es más extenso, es decir, dos hileras de muretes conforman los dos grandes bancales. Los muretes tienen una altura aproximadamente de unos 25 cm.

Tal y como nos ha planteado el proyectista, los bancales de mayor pendiente, se mantendrán, ya que, sin ellos, se dificulta el cultivo de los cítricos, debido al elevado desnivel. En cambio, los de la parte inferior, se eliminarán, con la finalidad de poseer una única superficie lisa que facilite las tareas agrícolas.

Para la eliminación de los muretes de obra (Figura 4), se necesitará una retroexcavadora que rompa y extraiga los materiales que forman el murete, además de un tractor con remolque o un camión para el transporte y eliminación de los restos de obra extraídos.



Figura 4. Eliminación de los muretes de obra que conforman el bancal. Fuente: Propia

2.1.3. Conformación, nivelación y adecuación del terreno

Una vez están eliminados los muretes de obra, se lleva a cabo un desfonde de la parcela por medios mecánicos, con el objetivo de romper las capas más profundas, para que el sistema radicular del nuevo cultivo de cítricos implantado pueda desarrollarse de forma acorde a sus requerimientos y necesidades. De esta forma, obtendremos una óptima aireación y permeabilidad del terreno, permitiendo al mismo tiempo una mejor circulación del agua de las capas profundas de la tierra. Además de, facilitar la instalación del sistema radicular y la destrucción de la suela de labor. Esta acción se realizará utilizando un tractor con subsolador, que llegue a alcanzar unos 50-60 cm de profundidad.

Una vez realizado el subsolado del terreno, se procederá al planeamiento y mitigación del desnivel referente a la presencia de bancales. Se utilizará un tractor con trailla, el cual eliminará el pequeño desnivel entre bancales y las posibles oscilaciones que pueda tener el terreno. Todo esto ayudará a mejorar la implantación y desarrollo del cultivo.

Por todo lo expuesto anteriormente el volumen de planeamiento para la totalidad de la explotación es el siguiente:

- Superficie explotación: 109.949 m²
- Altura de taludes entre bancales: 0,25 m

Los volúmenes totales de tierra que hay que mover para llevar a cabo el desmonte y terraplenado, quedan reflejados en la Tabla 1:

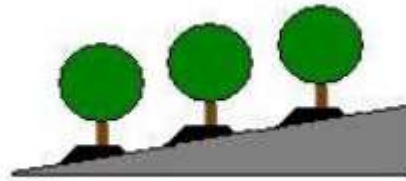
Tabla 1. Volumen de nivelación del terreno, expresado en m³

Concepto	Volumen (m ³)
Volumen de nivelación del terreno	27.487,25

Una vez tenemos la superficie plana y libre de bancales, se llevará a cabo una última adecuación del terreno, mediante el paso de un tractor con arado cincel. De esta forma dispondremos de tierra más mullida, menos compacta y con mejores condiciones para un correcto acaballonado. El arado cincel consiste en una herramienta de labranza vertical que permite labrar el suelo sin llegar a invertirlo. Este implemento se pasa a una profundidad de entre los 18-25 cm más superficiales, dejando una tierra fina y libre de conglomeraciones de tierra.

2.1.4. Conformación de mesetas para el nuevo cultivo

Las mesetas son elevaciones artificiales del terreno en forma de tronco de pirámide sobre las que se asientan los árboles a cultivar. Esta elevación de la plantación sobre el nivel natural del terreno contribuye a aislar los árboles de las humedades continuas, tanto de la capa freática como de la lluvia o los riegos, lo que mejora notablemente su estado sanitario.



Las dimensiones medias de la meseta en una plantación a marco de 6 x 4 metros, son (Figura 5):

- Base de la meseta: Longitud, la de la parcela; Anchura, 3 metros.
- Altura de la meseta: 0,50 metros, aproximadamente.
- Plano superior de la meseta: Longitud, la de la base; Anchura, 1,25 metros.

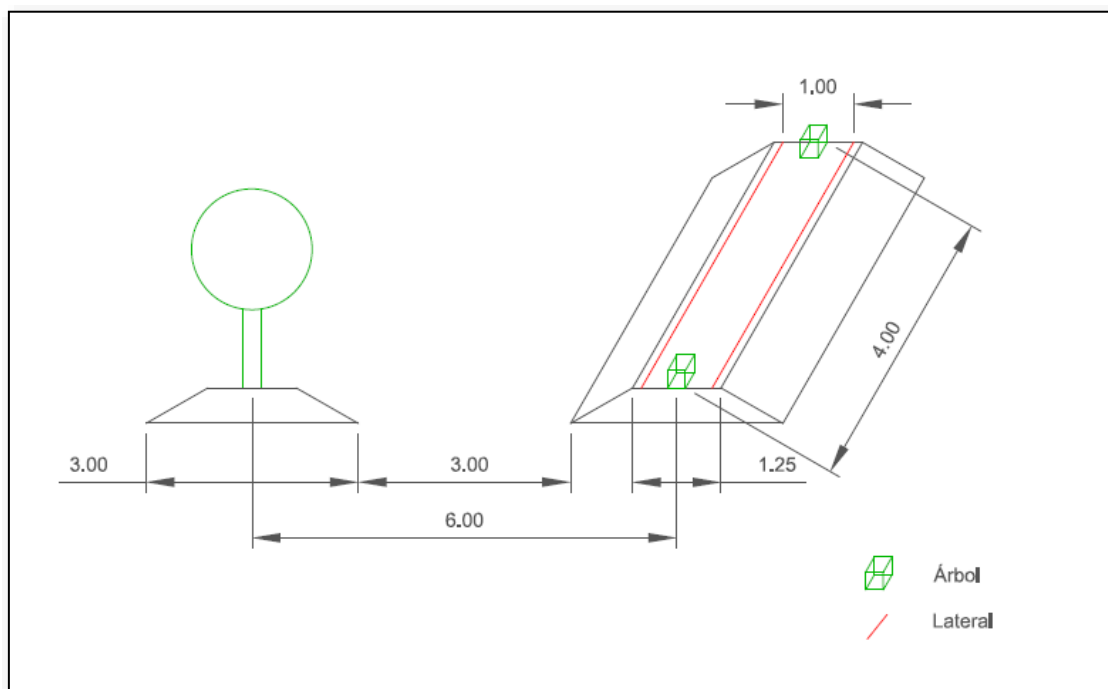


Figura 5. Dimensiones de la meseta utilizada

Tras disponer del terreno en condiciones óptimas, se procederá al replanteo de las líneas de cultivo y posterior conformación de las mesetas donde se ubicará el cultivo. Se realizará mediante un tractor con acaballadora. Las mesetas realizadas tendrán una altura máxima de 0,50-0,60 m.

Anejo 7. Actuaciones Previas a la Plantación

Previo al paso de la acaballadora, se realizará el marcado de las líneas de cultivo, mediante la puesta de estacas coloreadas que marquen el inicio y la dirección de las calles y de las diferentes líneas de cultivo que hay que realizar (Figura 6).



Figura 6. Marcaje con estacas de la dirección de las líneas de cultivo. Fuente: Propia

El sistema de drenaje de la plantación consistirá en realizar la plantación con las filas lo más paralelas posible a las curvas de nivel, es decir, perpendiculares a las líneas de máxima pendiente, de manera que de esta forma las mismas mesetas donde va a ser ubicado el cultivo sirvan de sistema de corte a la escorrentía.

Los caminos proyectados para el paso de la maquinaria agrícola necesaria para el mantenimiento del cultivo, se aprovecharán como vías de conducción del agua, ya que estos irán proyectados de forma perpendicular a las curvas de nivel, lo que dirigirán las aguas hacia las vías de drenaje (colectores) situadas a la parte baja de la finca. En la parte baja de la finca (Figura 7), existe una cuneta que bordea la parte baja de la parcela, que recoge el agua de lluvia superficial de la finca y las dirige hacia el colector existente (Figura 8).



Figura 7. Cuneta que bordea la parte baja de la finca. Fuente: Propia



Figura 8. Colector que recoge el agua de la lluvia procedente de la finca. Fuente: Propia

Además, en la zona de la vivienda principal, debido a ser un punto importante de recogida de aguas de los diferentes caminos que abocan sus aguas allí, se realizará una cuneta situada por el perímetro de la vivienda. Dicha obra, se encargará de recoger dichas aguas y conducir las hasta el camino principal de la vivienda que posteriormente las dirigirá adecuadamente a las infraestructuras de drenaje (cuneta y colector) situadas en la parte baja de la finca.

La figura 9, muestra la red de caminos principales con sus correspondientes pendientes y el sentido en la que se dirigirá el agua. En ella, se observa que la zona de la vivienda principal forma un punto de concentración de aguas, de ahí la importancia del diseño de las cunetas perimetrales mencionadas en el párrafo inferior.

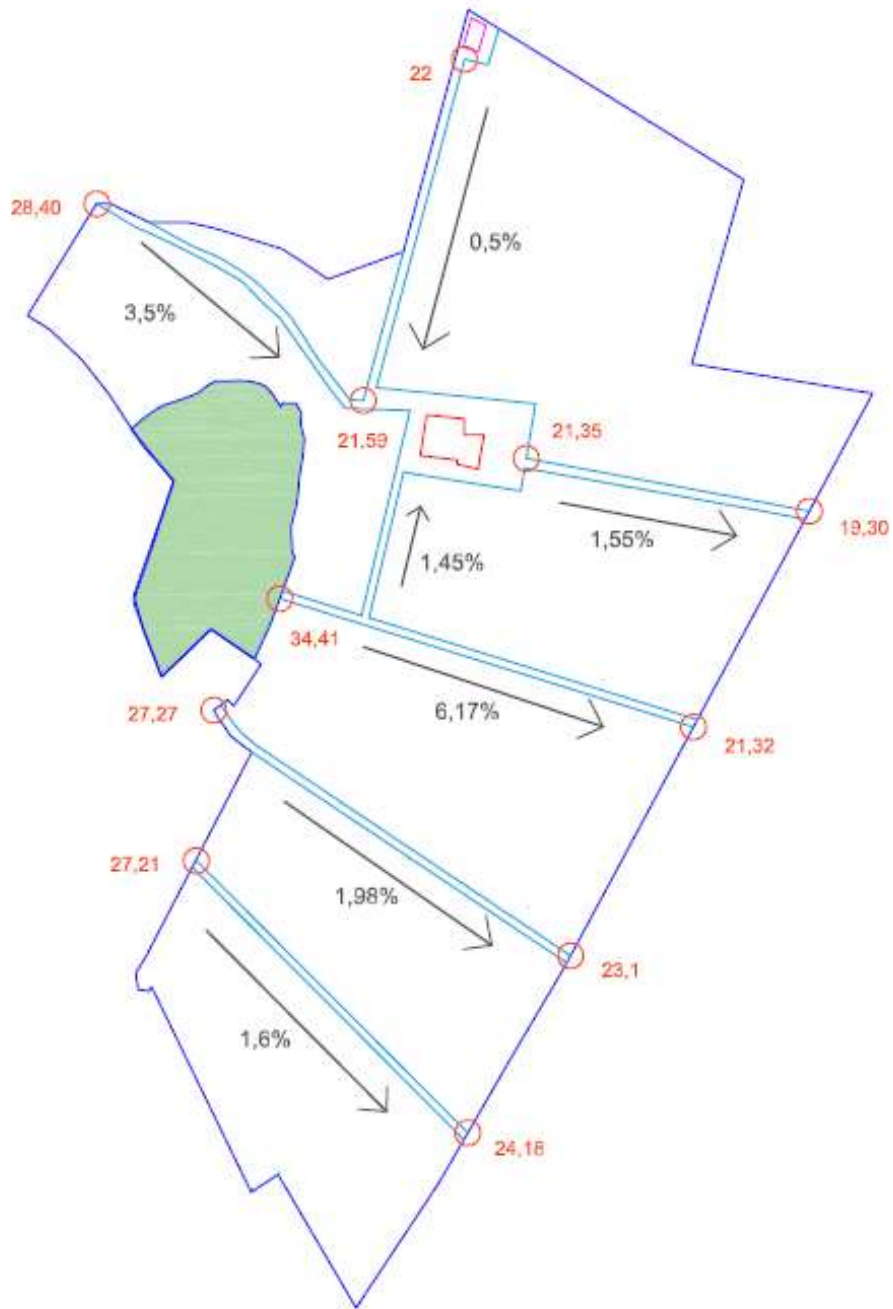


Figura 9. Valores de las pendientes y su dirección de los caminos principales

Es por eso, que los caminos deberán cimentarse para evitar ser erosionados por el paso del agua. Dichos caminos, tendrán cierta forma de V, con la finalidad de recolectar el agua por el medio del camino y dirigirla hasta las cunetas (Figura 10). Se ha establecido una pendiente del 4%, con el fin de poder dirigir y recolectar adecuadamente el agua de escorrentía proveniente de las lluvias (Figura 11).

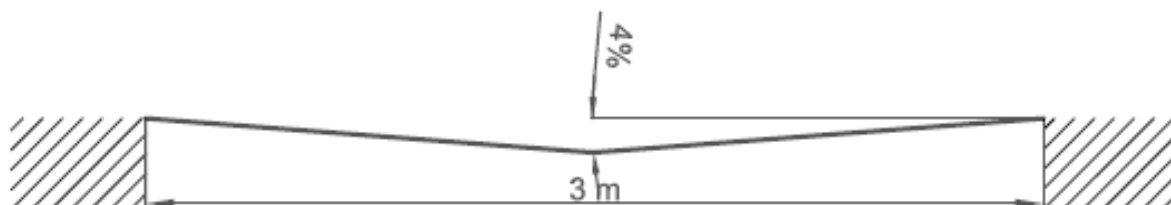


Figura 10. Alzado del camino. Dimensiones de los caminos que componen la explotación

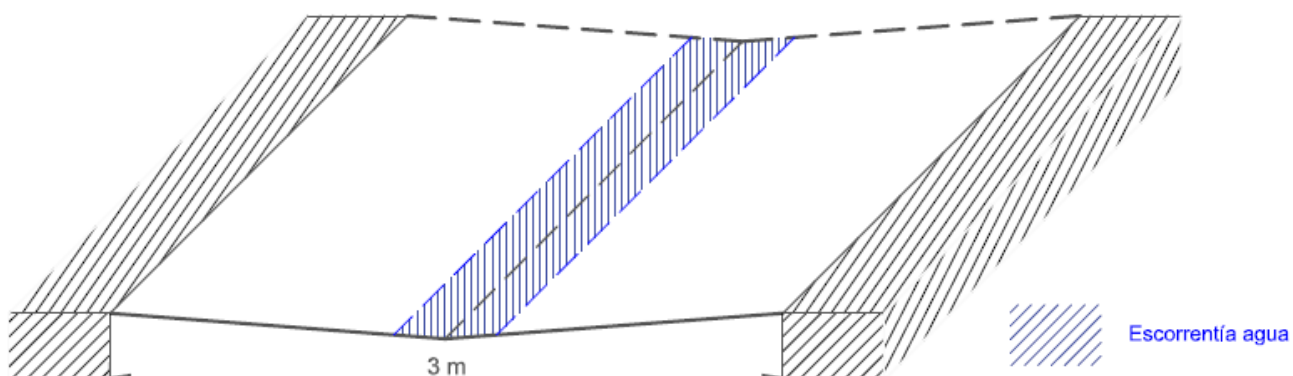


Figura 11. Forma de los caminos que componen la explotación

2.1.5. Instalación de riego localizado

Para la instalación de la red de riego, es necesario la apertura de zanjas. Para ello, es necesario una retroexcavadora que realizará dicha apertura de zanjas y posteriormente se dispondrá a taponarlas una vez instalado toda la instalación referente al riego localizado.

La zanja deberá diseñarse y excavararse de tal manera que asegure una instalación cómoda y segura de las tuberías.

En general, se tratará de no alterar el material del fondo de zanja ya que, de serlo, se verá afectada su capacidad portante y deberían tomarse ciertas medidas para reestablecerla. Sin embargo, deberá prepararse el fondo para la colocación de la cama

de asiento y, para ello, se deberá remover el afloramiento de rocas, terrones de suelo, suelo congelado, suciedad u otros materiales, en caso de no ser aptos.

Además, se tendrá que alisar el fondo de manera que quede una superficie plana y lisa. También, es conveniente, remover cualquier material aflorado blando debajo del fondo de la zanja y se reemplazará por material adecuado de mayor resistencia.

2.1.5.1. Características de las zanjas.

El conjunto tubería-zanja deberá asegurar una capacidad portante suficiente para resistir a las solicitaciones externas que actuarán durante el funcionamiento normal de la conducción. Para esto, el proyectista, de acuerdo al cálculo estructural que haya realizado y en función de las condiciones de cada conducción particular, especificará las características que deberá cumplir cada una de las componentes de la zanja.

Es muy importante que, durante la ejecución de la obra, se mantengan las condiciones de instalación especificadas, sobre todo en lo que hace a las siguientes variables:

- Ancho de zanja
- Profundidad de zanja
- Tipo de suelo y grado de compactación de la cama de asiento
- Tipo de suelo y grado de compactación del relleno de contención
- Tipo de suelo y grado de compactación del relleno principal
- Forma de la zanja (paredes verticales o con pendiente)

2.1.5.2. Dimensiones y composiciones de la zanja

Las zanjas tendrán unas dimensiones de 200 mm de anchura y una profundidad entre los 500mm, para el caso que vaya albergado una única tubería y en el caso de que vayan dos tuberías las dimensiones serán de 425 mm de ancha y la misma profundidad.

La composición de la zanja será la siguiente (Figura 12, 13 y 14):

- La capa inferior, o también llamada cama de apoyo, tendrá un espesor de 10 cm aproximadamente y estará compuesta por arena.

- La zona de relleno tanto la inicial como la lateral, en la cual se albergarán las tuberías de la red de riego y los tubos porta cables eléctricos que forman el sistema eléctrico fotovoltaico, estará formada por relleno de tierras propias seleccionadas, con una compactación del 95% PN.

Anejo 7. Actuaciones Previas a la Plantación

- La zona de relleno principal, que corresponde con la zona que estará expuesta a la superficie, estará compuesta por relleno de tierras propias, con una compactación del 99% PN.

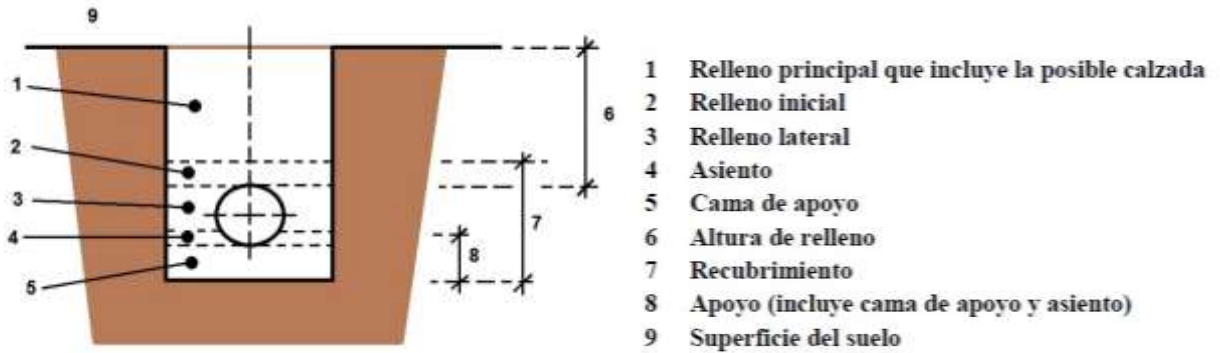


Figura 12. Composición estratificada de una zanja de riego localizado

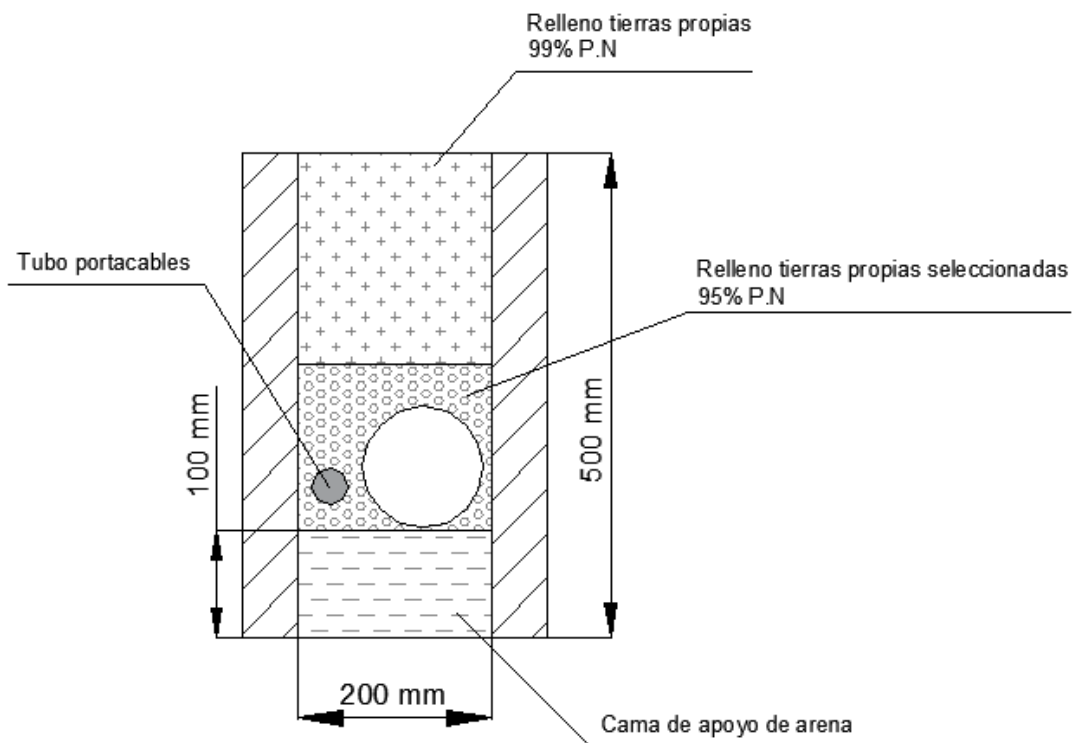


Figura 13. Dimensiones zanja para una única tubería y el tubo porta cables

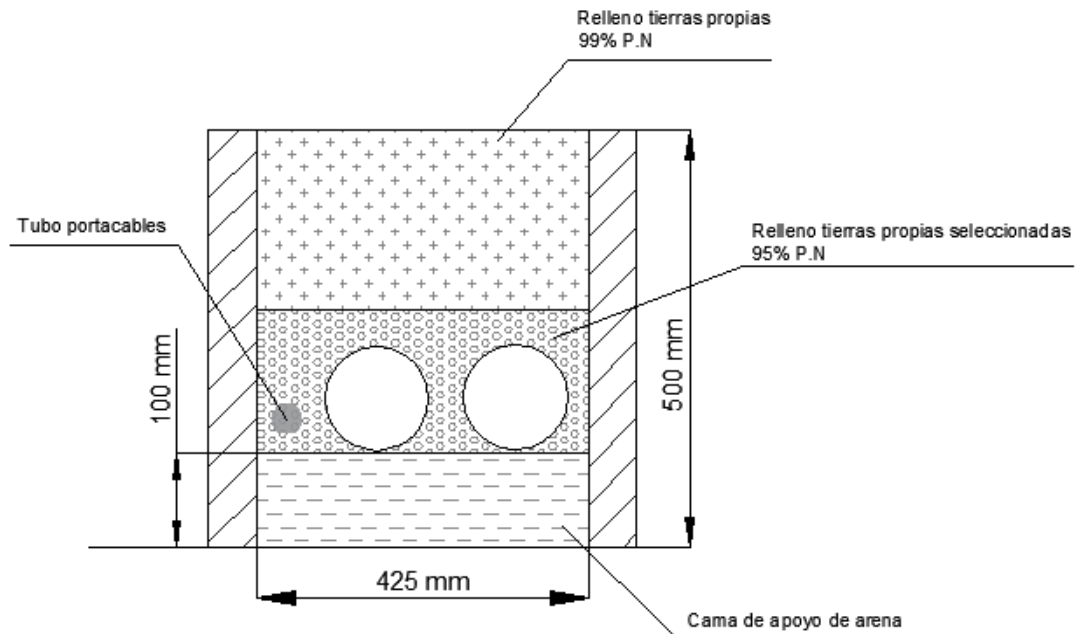


Figura 14. Dimensiones zanja para el caso de dos tuberías y el tubo portacables

2.1.6. Plantación del cultivo

Una vez realizadas todas las labores preparatorias del terreno se llevará a cabo la plantación del cultivo de cítricos. Los plántones procederán de un vivero autorizado que garantice la sanidad del material vegetal y el desarrollo vegetativo de la plantación. Las plantas que nos lleguen del vivero deberán ser vigorosas, bien formadas y con todo el tallo recubierto de hojas hasta la soldadura del injerto. Su desarrollo, podrá ser mayor o menor, siempre y cuando su estado sanitario sea el adecuado.

Los árboles se deben plantar de forma tal que una vez asentados en el suelo queden a la misma profundidad que tenían en el vivero. Para ello, se plantará varios centímetros más altos, ya que el árbol posteriormente bajará con los riegos.

Para llevar a cabo la plantación se realizará la apertura de hoyos, ayudado con una azada, colocación de los árboles y por último el tapado de los mismos. Los plántones se colocarán centrados en el medio de la meseta y a 4 metros de distancia del siguiente. Los operarios deberán de eliminar las piedras grandes y los posibles restos de maleza, además de presionar la tierra aportada, con el fin de evitar bolsones de aire.

2.1.7. Cercado perimetral

Por petición de los técnicos de campo de la empresa ANTONIO LLUSAR Y C.I.A, se llevará a cabo un cerramiento del perímetro de la explotación agrícola. Es por eso que se colocará una valla, junto con un dispositivo de alarma para evitar la entrada de los

ladrones de naranjas. Es un grave problema en esta zona, debido a que años anteriores la propia empresa ha sufrido grandes robos nocturnos de naranjas en otras fincas de la misma zona, esto es el desencadenante del comienzo de vallar parte de sus fincas en propiedad.

La finca necesita un total de 1.860 metros de valla y requiere de 2 puertas de 5 metros se colocarán en la parte baja de la finca, en dos de los caminos principales que tiene la explotación.

En el *Plano 15. Plantación y cerramiento*, se detalla la posición del vallado y de cada una de las puertas.

2.1.7.1. Valla

La valla utilizada en el cerramiento es de tipo malla electrosoldada, la cual está formada por paneles de alambres galvanizados verticales y horizontales que se cruzan perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos con una soldadura eléctrica. Todo el panel se plastifica con un recubrimiento de poliéster termo endurecido para garantizar una larga durabilidad y resistencia a la corrosión.

El modelo de malla electrosoldada a instalar es el Nylofor 3M de la casa comercial INMAVA (Industria de Material para Vallados, S.L.) cuyas características son:

- Altura: 2,03 m
- Anchura: 3 m
- Número de pliegues: 4
- Dimensión malla: 20 x 5 cm
- Diámetro alambre horizontal y vertical: 5 mm
- Material: alambre galvanizado, soldaduras resistentes y plastificado con PVC o poliéster

A continuación, se muestra la tabla 2, con las características técnicas de dicho modelo proporcionada por la casa comercial INMAVA (Figura 15).

Tabla 2. Características principales de la malla electrosoldada Nylofor 3M. Fuente: INMAVA

Anchura (mm)	Altura (mm)	Número de pliegues	Dimensión malla (mm)	Diámetro alambre horizontal (mm)	Diámetro alambre vertical (mm)	Dimensión malla refuerzo (mm)
3.000	1.030	2	200 x 50	5	5	100 x 50
	1.230	2				
	1.530	3				
	1.730	3				
	2.030	4				
	2.430 (*)	4				



Figura 15. Valla modelo Nylofor 3M instalada en otras fincas en propiedad. Fuente: Propia

2.1.7.2. Postes

Los postes seleccionados serán los cuadrados Nylofor, ya que son los complementarios a los paneles modelo Nylofor. Son postes tubulares, cuadrados, galvanizados y plastificados, con sus accesorios correspondientes.

Son postes de perfil galvanizados de 2,05 m de alto y con un diámetro de 60 mm.

A continuación, se muestran las características principales del modelo Nylofor seleccionado (Tabla 3):

Perfil:

- Poste tubular sección cuadrada
- Con agujeros de fijación para los paneles
- Tapón de plástico
- Poste de sección cuadrada: 60 x 60 mm
- Espesor: 1,50 mm

Recubrimiento:

- Galvanizado interior y exterior y capa de poliéster de 60 micras mínimo

Accesorios:

- Fijaciones
- Tornillos de seguridad inox
- Soportes de placa para hormigón
- Pieza de conexión para bayoneta
- Sistema de seguridad

Instalación:

- Cuando se instalan los postes en un muro de hormigón, es necesario asegurarse de que el agua no permanece en el interior del poste

Tabla 3. Características principales de las diferentes alturas de poste Nylofor. Fuente: INMAVA

Largo poste (mm)	Número fijaciones por poste intermedio y final	Número fijaciones por poste esquina
900	3	6
1.350	3	6
1.550	4	8
1.850	4	8
2.050	5	10
2.150	5	10
2.410	6	12
2.900	7	14

Para colocar los postes es necesario hacer un murete de obra, en el cual irán colocados los postes.

El número necesario de postes es de: 620.

2.1.7.3. Puertas

Las puertas serán metálicas de doble hoja, galvanizadas, con una altura de 2 m y una anchura de 5 m (Figura 16).



Figura 16. Puerta modelo Nylofor-door. Fuente: INMAVA

3. NECESIDADES DE MAQUINARIA Y APEROS

La mayor parte de las labores que se van a realizar para la nueva implantación y puesta en marcha de la explotación, van a realizarse con maquinaria y aperos de alquiler, ya que son labores que rara vez se volverán a repetirse, por lo menos durante la vida útil del cultivo plantado.

A continuación, la Tabla 4 recapitula las principales labores y la maquinaria utilizada para ello.

Tabla 4. Labores y maquinaria necesaria para llevar a cabo implantación del cultivo

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	

A continuación, se realiza una pequeña descripción de la maquinaria utilizada, así como el coste del alquiler de la misma. Éste incluye la maquinaria en sí, o en el caso de apero suelto, incluye el tractor y el apero, además del operario. Los costes están obtenidos de empresas situadas en la zona dedicadas al alquiler de maquinaria destinado al movimiento de tierras.

- a) Retroexcavadora: consiste en una máquina de construcción utilizada para realizar trabajos de excavación. Se diferencia de la excavadora en que dispone de una pala adicional en la parte frontal, además del cazo o cuchara para excavar en el extremo de un brazo articulado montado en su parte trasera. Se utilizará para eliminar los muretes de obra, abrir y tapar las zanjas por las que discurrirán las tuberías. Se contratará la mano de obra necesaria para la correcta instalación de la red de riego. Además, será la encargada de la formación de los caminos de servicio.
- b) Subsolador: apero que se encarga de remover y agrietar en profundidad la totalidad de la parcela a plantar. La época idónea de realización coincide

normalmente con el final de verano, antes de las primeras lluvias, así se puede disponer de más tiempo para el resto de las labores preparatorias. El efecto del subsolado es más duradero y apelmaza menos el suelo con las lluvias posteriores que otras técnicas que también podrían ser llevadas a cabo, como por ejemplo el desfonde.

- c) Traílla: se trata de un instrumento que sirve para el movimiento de tierra de una parte a otra con facilidad cuando se quiere allanar o igualar algún terreno. Tiene la forma de un medio cajón que va declinando hasta un corte de hierro que se usa para que entre y tome la tierra.
- d) Arado cincel: es una herramienta de labranza vertical que permite labrar el suelo, sin invertirlo entremezclando superficialmente los restos vegetales. El arado de cinceles es una herramienta óptima que permite efectuar labores conservacionistas, además de favorecer ciertos procesos como la mejor infiltración del agua de lluvia, reducción del planchado, mejor conservación de la humedad, reducción de la erosión... La profundidad de trabajo es de 15-20 cm.
- d) Acaballadora: es la herramienta específica para hacer caballones mesetas para la plantación de cítricos y otros cultivos que necesiten estar a cierta altura y así evitar o daños a las plantas o bien, para procurar ciertos beneficios y ventajas.

ANEJO 8:

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR.....	1
2.1.	Paneles Fotovoltaicos	2
2.2.	Generador fotovoltaico	5
2.3.	Sistema de acondicionamiento de potencia.....	6
3.	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR	7
4.	ESTUDIO SOLAR PREVIO	9
4.1.	Evaluación de la energía solar disponible y orientación del módulo fotovoltaico. 9	
4.2.	Selección y justificación de la inclinación de los módulos.....	9
4.3.	Cálculo de las horas solar pico y de la energía solar mensual	10
5.	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	14
5.1.	Cálculo de la de la potencia eléctrica y energía hidráulica necesaria	14
5.2.	Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico.....	15
5.3.	Selección de las placas solares.....	17
5.4.	Selección del variador de frecuencia	21
5.5.	Dimensionado del generador fotovoltaico	26
5.6.	Selección del inversor	32
5.6.1.	Comprobación del inversor seleccionado	37
5.7.	Distancia mínima entre captadores.....	39
5.8.	Diseño y justificación de la estructura para los módulos	42
5.9.	Configuración del sistema fotovoltaico	44
5.10.	Ubicación del parque fotovoltaico	45
5.11.	Cálculo del cableado en corriente continua y corriente alterna	47
5.11.1.	Generalidades.....	47
5.11.2.	Cálculo del cableado.....	49
5.12.	Protecciones.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del coste de generación para plantas de FV en el suelo.....	5
Figura 2. Curva característica de una placa fotovoltaica con el seguidor de máxima potencia MPPT.....	6
Figura 3. Inclinación.....	10
Figura 4. Gráfica que representa los valores de irradiancia en las diferentes horas del día.	11
Figura 5. Panel ATERSA A-270 P.	18
Figura 6. Características eléctricas del panel ATERSA A-270P.	19
Figura 7. Curvas de trabajo de del panel ATERSA A Fuente: ATERSA -270P.	
Figura 8. Inversor de frecuencia SD700SP.....	21
Figura 9. Diagrama funcional del variador de frecuencia SD700SP.	23
Figura 10. Dimensiones del variador de frecuencia SD700SP.....	23
Figura 11. Características técnicas específicas del variador seleccionado.....	24
Figura 12. Características técnicas generales del variador SP700SP.....	25
Figura 13. Curvas de seguimiento del punto de máximo potencia del regulador	27
Figura 14. Inversor SUN2000-17KTL.....	33
Figura 15. Diagrama funcional del inversor SUN2000-17KTL.	34
Figura 16. Dimensiones del inversor SUN2000-17KTL.	34
Figura 17. Curva de eficiencia del inversor SUN2000-20KTL.....	35
Figura 18. Características técnicas generales del inversor SUN2000-17KTL.....	36
Figura 19. Ejemplos de magnitudes de h y d.....	39
Figura 20. Dimensiones del módulo fotovoltaico seleccionado	40
Figura 21. Distancia de separación entre los módulos fotovoltaicos	41
Figura 22. Estructura para los módulos fotovoltaicos FV-925/FV-925XL.....	42
Figura 23. Principales características de la estructura FV-925/FV-925XL	43
Figura 24. Dimensiones de la estructura compuesta por 10 módulos	44
Figura 25. Esquema general de la instalación.	44
Figura 26. Ubicación del parque fotovoltaico en la finca.....	46

Figura 27. Esquema de la ubicación de las estructuras fotovoltaicas.....	47
Figura 28. Cable TOPSLAR PV H1Z2Z2-K.....	49
Figura 29. Cable TOPFLEX MS TRI-RATED.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Descripción gráfica de las partes que componen un sistema de bombeo solar.	1
Ilustración 2. Módulo de silicio monocristalino.	3
Ilustración 3. Módulo de silicio policristalino.....	3
Ilustración 4. Módulo de silicio amorfo.....	4
Ilustración 5. Ángulo azimut.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación distintas tecnologías fotovoltaicas.....	4
Tabla 2. Ventajas y desventajas del uso del bombeo solar.....	7
Tabla 3. Inclinación óptima.....	10
Tabla 4. Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes.....	12
Tabla 5. Valores geográficos de la localidad de Castellón de la Plana.	12
Tabla 6. Valores de HSP para las diferentes inclinaciones y para los diferentes meses del año.	13
Tabla 7. Valores de la $E_{solar\ mensual}$ para cada uno de los meses del año.....	13
Tabla 8. Valores de potencia hidráulica (Ph) y energía hidráulica (Eh) mensual para los dos sectores.....	15
Tabla 9. Ficha técnica de placas solares.	17
Tabla 10. Características principales del variador de frecuencia seleccionado.	22
Tabla 11. Características técnicas principales de los módulos fotovoltaicos.....	26
Tabla 12. Características técnicas principales del inversor de frecuencia.	26

Tabla 13. Valores de potencias obtenidas para las distintas configuraciones de módulos	31
Tabla 14. Características principales del inversor seleccionado.	33
Tabla 15. Valores del coeficiente k en función de la latitud	39
Tabla 16. Valores de la conductividad para cables eléctricos, expresados en mm/Ω mm ²	50
Tabla 17. Secciones comerciales de cables de cobre	51
Tabla 18. Condiciones estándar ITC-BT-07	52
Tabla 19. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación.....	52
Tabla 20. Valores de las intensidades máximas admisibles, expresadas en Amperios .	52
Tabla 21. Valores de la conductividad para distintos materiales y temperaturas, expresados en Ω·m	55
Tabla 23. Características de los cables	55
Tabla 23. Método de instalación	57
Tabla 24. Corrientes admisibles expresados en Amperios.....	58

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, se llevará a cabo en primer lugar un resumen sobre los principales elementos que componen un sistema de bombeo solar, así como las ventajas e inconvenientes principales de dicho bombeo. Además, se realiza el cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica óptima para aplicar el balance neto nulo de energía.

2. ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR

Un sistema de bombeo fotovoltaico está compuesto por un generador fotovoltaico (paneles solares compuestos de varias células fotovoltaicas) que alimentan a un motor/bomba, un sistema de almacenamiento (puede ser bien por baterías como un sistema aislado o en forma de agua en un depósito situado a mayor altura que el suministro), un pozo o balsa de donde extraer el agua, un sistema de tuberías y puede incluirse también un sistema de acondicionamiento de potencia.

El sistema de acondicionamiento puede ser un controlador DC/DC, para mejorar la curva de trabajo, un convertidor DC/AC, si la bomba trabaja en régimen alterno, u otro tipo de dispositivos electrónicos. A pesar de que a veces se instalan bombas de superficie o flotantes, la configuración más habitual en un sistema de bombeo solar es con bomba sumergible en un pozo de sondeo, quedando el esquema de la siguiente manera:

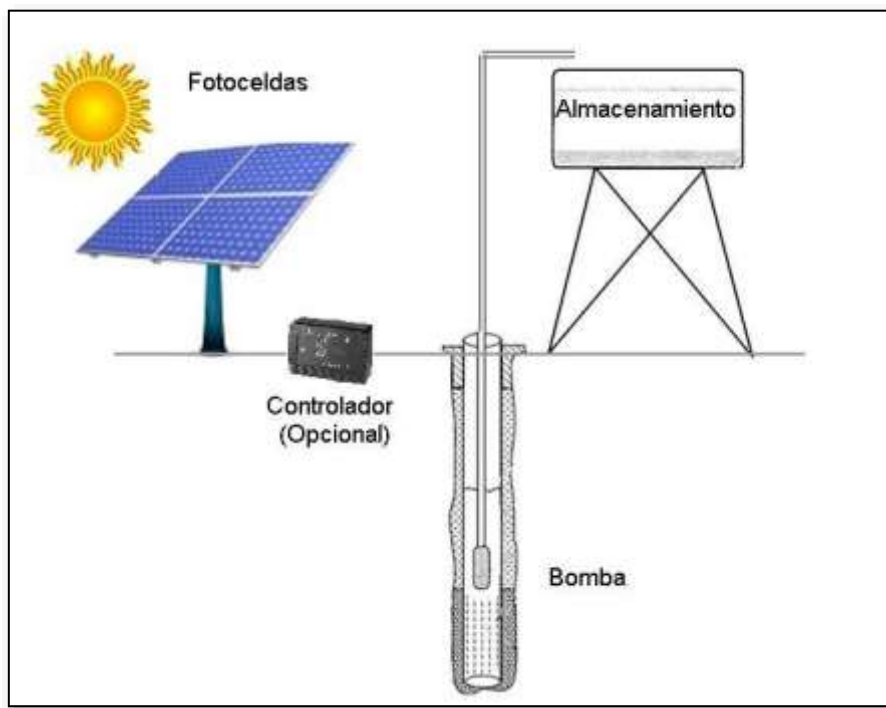


Ilustración 1. Descripción gráfica de las partes que componen un sistema de bombeo solar.

Fuente: ENALMEX

2.1. Paneles Fotovoltaicos

Las células fotovoltaicas son las responsables de la conversión de la radiación solar en una corriente de electrones. Están formadas por una delgada placa de un material semiconductor tratado previamente, suelen ser de silicio. Este tratamiento previo consta de varios procesos químicos en los que se “dopan”, insertando en su estructura impurezas, como son los átomos de boro y fósforo, con el fin de generar un campo eléctrico y poniendo a disposición las cargas necesarias para la formación de la corriente eléctrica.

La energía que es posible utilizar depende de las características del material que la constituye: la eficiencia de la conversión, es decir, el porcentaje de energía contenida en la radiación solar que es transformada en energía eléctrica disponible a los bornes, de las células de silicio disponibles en el mercado normalmente está comprendido entre el 13% y el 20% aunque en laboratorio se hayan alcanzado valores de eficiencias de hasta el 44,4%.

A pesar de las nuevas tecnologías fotovoltaicas, que tienen la capacidad de llegar a grandes rendimientos, la gran mayoría de las células comerciales están fabricadas de silicio con la adición de ciertas impurezas que las hacen mejorar, tal y como se ha mencionado anteriormente. Éstas son capaces de generar de 2 a 4 amperios de corriente a una tensión de medio volt y una potencia que puede variar de 1,2 a 2 Wp en un área de 100 cm², utilizando como fuente la radiación luminosa (Irradiancia 1000 W/m² a una temperatura de 25°C).

Existen diferentes tipos de células dependiendo de la naturaleza y las características de los materiales utilizados en la industria. A continuación, se detallan los tres tipos de células:

- Módulos de silicio monocristalino: este tipo de células son las que se pueden encontrar de forma más sencilla comercialmente. Además, tiene la característica de que es la que más eficiencia tiene, aproximadamente del 15% al 18%. Se componen de secciones de silicio puro, que se refunde en un crisol junto con una pequeña proporción de boro a una temperatura de 1500°C. Cuando este material se encuentra en estado líquido se introduce en él una varilla de cristal germen de silicio, que se va recreciendo con nuevos átomos llegando a producir líquido. Así, se obtiene un monocristal que se corta en forma de obleas. A pesar de ser el proceso más costoso, actualmente son los más utilizados.



Ilustración 2. Módulo de silicio monocristalino. Fuente: DISTRIBUCIONES SOLARES

- Módulos de silicio multicristalino o policristalino: se caracterizan porque tienen una eficiencia media, de alrededor de un 12%, y son los más extendidos a nivel comercial, ya que su producción está muy estandarizada. Están hechas de silicio fundido que, posteriormente, se solidifica y se cristaliza en lingotes. Los tamaños de los cristales que lo forman están determinados por cómo o cuánto tiempo ha sido enfriado el lingote. Una vez el lingote ha sido enfriado, se corta en láminas finísimas, obteniendo las células.



Ilustración 3. Módulo de silicio policristalino. Fuente: MARALIZ

- Módulos de silicio amorfos: Son la tipología de células más baratas, ya que son relativamente fáciles de fabricar, pero, sin embargo, las menos eficientes. Son usadas para aplicaciones donde la alta eficiencia o el espacio no son factores importantes ya que su rendimiento ronda el 6%. Están hechas de una delgada capa de sílice no cristalino puesto en una base rígida o flexible.

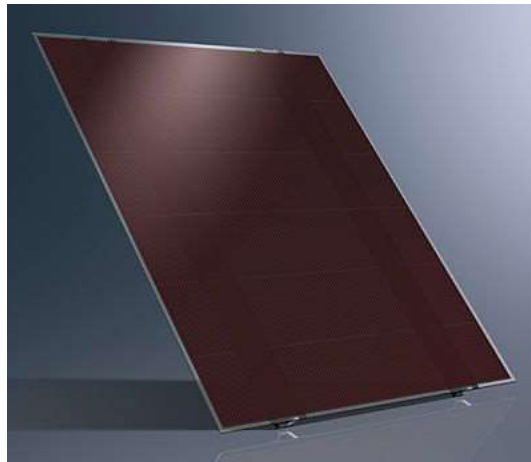


Ilustración 4. Módulo de silicio amorfo. Fuente: CONSTRUARIO

Tabla 1. Comparación distintas tecnologías fotovoltaicas. Fuente: ENERGÍAS RENOVABLES INFO

Células	Rendimiento en Laboratorio	Rendimiento Real	Características	Fabricación
Monocristalino	30%	18-25%	Color azul homogéneo en toda la celda y conexión de las células individuales entre sí.	Se obtiene del silicio puro fundido y dopado con boro.
Policristalino	19-20%	12-15%	Se pueden diferenciar los cristales en su superficie, apreciando diferentes tonos de azul.	Proceso igual que el monocristalino, pero disminuyendo las fases de cristalización.
Amorfo	12%	4-8%	Tiene un color marrón homogéneo en toda la célula, pero no existe conexión visible entre sus células.	Se deposita una capa fina de sílice en una base, que puede ser de vidrio o plásticos.

Desde que se empezaron a fabricar hasta ahora, gracias a las mejoras en la tecnología de fabricación y a su producción en masa, el costo de las celdas fotovoltaicas se ha reducido hasta un 90% a día de hoy (y seguirá bajando), haciéndola realmente una forma de energía muy competitiva con las antiguas ya consolidadas.

A continuación, se muestra un estudio de la posible evolución económica sobre la implantación de la energía fotovoltaica en suelo.

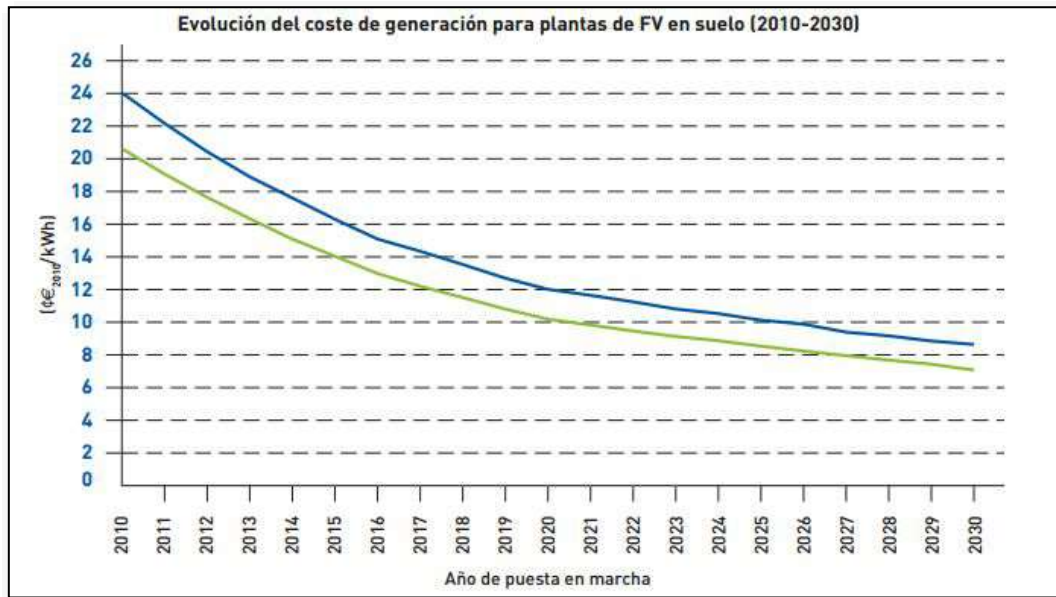


Figura 1. Evolución del coste de generación para plantas de FV en el suelo. Fuente: Evolución Tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables.

2.2. Generador fotovoltaico

Los paneles fotovoltaicos son los encargados de generar la potencia. Están compuestos por varias células solares, descritas anteriormente. Generan electricidad en corriente continua (DC) gracias al efecto fotoeléctrico cuando se exponen a la luz solar. Ésta puede ser almacenada en baterías si el uso de la energía va a ser para horas en las cuales no haya radiación solar o ser utilizada instantáneamente: vertiéndola a la red o, como el caso de este proyecto, alimentando directamente una bomba que trabaja en corriente alterna (para ello será necesario un inversor que transforme la salida de los paneles de corriente continua (DC) en corriente alterna (AC)).

La capacidad real de un módulo fotovoltaico difiere considerablemente de su capacidad nominal, debido a que, bajo condiciones reales de operación, la cantidad de radiación que incide sobre las celdas es menos que bajo condiciones óptimas. Por ejemplo, si tenemos un panel solar de 100 Wp será capaz de producir $100 \text{ W} \pm 10 \%$ de tolerancia en condiciones estandarizadas, es decir, cuando recibe por parte del Sol una radiación de 1000 W/m^2 a una temperatura de 25°C . En un día normal de trabajo, esas condiciones no se cumplirán a la perfección, por eso, los paneles tenderán a producir una potencia menor de 100 W.

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 del número de paneles conectados en serie. Si se conectan en paralelo, variará la corriente, la

corriente de salida será la suma de la corriente individual de cada panel del número de paralelos que tenga el sistema. La potencia del sistema también variará con la conexión en paralelo, esta será la suma de las potencias individuales del número de paneles en serie que tenga el sistema. Depende de qué tengamos que alimentar, se diseñarán las conexiones serie/paralelo para abastecer las demandas de corriente y tensión.

Los paneles (generador) deben ser instalados correctamente para recibir la máxima cantidad posible de radiación proveniente del Sol. Por esta razón, hay que tener en cuenta que se deberán instalar en una zona libre de obstáculos que puedan crear sombras, como árboles o edificios.

Si la instalación se encuentra en el hemisferio norte (como es el caso de España) la inclinación de los paneles deberá ser hacia el Sur, y si se encuentra en el hemisferio Sur, la inclinación será hacia el norte con el fin de aprovechar la salida del Sol para obtener las máximas horas de Sol posibles.

2.3. Sistema de acondicionamiento de potencia

Los sistemas de acondicionamiento de potencia son opcionales, pero permiten obtener el máximo rendimiento y un mejor funcionamiento del generador con el conjunto motor-bomba. La cantidad de energía generada a partir de una instalación fotovoltaica depende principalmente de la temperatura e irradiancia solar. Es conveniente operar en el punto de máxima potencia (MPPT), que cambia con la intensidad luminosa solar o con las variaciones de carga. Para ello se usan seguidores de máxima potencia MPPT. A continuación, se va a ver la diferencia en la que trabaja un módulo con estos tipos convertidores o sin ellos.

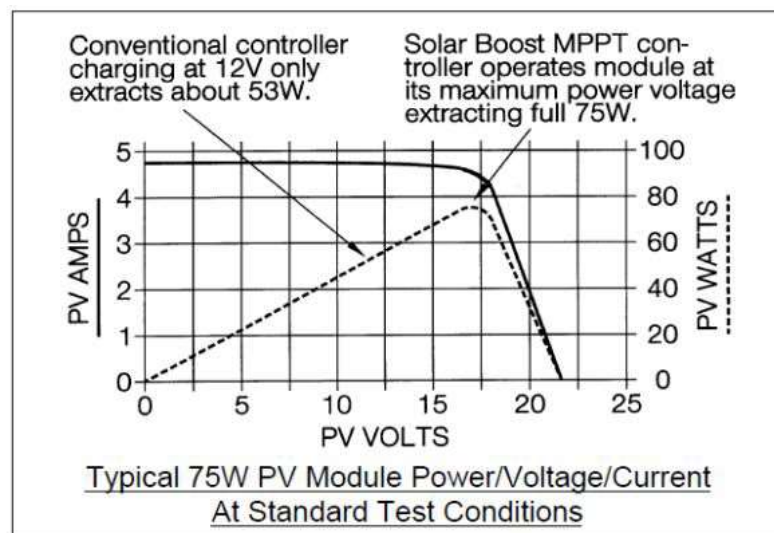


Figura 2. Curva característica de una placa fotovoltaica con el seguidor de máxima potencia MPPT.
Fuente: Libro Manual de bombeo solar.

El convertidor DC-AC: O también llamado inversor. Es necesario usarlo para alimentar inyecciones de energía eléctrica a red, cuando es necesario convertir la corriente continua en alterna. Mantiene la frecuencia y la tensión constantes, puede tener salida trifásica o monofásica.

Convertidor de frecuencia, también llamado variador: es un inversor que permite la modificación de la frecuencia variando la velocidad de trabajo del motor. El variador de frecuencia hace girar al motor de la bomba a la frecuencia que permite un mejor aprovechamiento de la potencia Fotovoltaica generada en cada momento. Además, suele incorporar un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia del generador, con lo que consigue un aprovechamiento óptimo de la radiación solar.

3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR

En la mayoría de países en vía desarrollo no se tiene acceso a la red eléctrica, y la construcción y mantenimiento de redes de distribución aún es impensable por lo que la solución suele ser el uso de grupos electrógenos con su correspondiente contaminación y gasto de combustible, por lo que la instalación de sistemas solares es la mejor opción para estas zonas donde no llega la electricidad, suministrando electricidad para iluminación, o diferentes aplicaciones agrícolas, como puede ser la obtención de agua para bombeo.

Es por eso que el bombeo de agua mediante energía fotovoltaica es muy interesante y está teniendo una fuerte repercusión. A continuación, veremos qué ventajas e inconvenientes presenta.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del uso del bombeo solar. Fuente: Libro Manual de Bombeo Solar

Ventajas	Desventajas
No es necesario una red distribuidora de energía eléctrica para funcionar	El volumen extraído es menor que el de la misma bomba trabajando 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 garantizar agua en 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 cuando de más energía radiante se dispone.	Baja eficiencia de paneles fotovoltaicos
---	--

El avance de la tecnología, acompañado de la disminución del precio de los paneles fotovoltaicos, así como su mejora de la fiabilidad y rendimiento hacen que esta solución empiece a ser considerada como una alternativa muy interesante para el uso de esta tecnología en los campos de regadío.

Según el SIAR (Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha), en los datos operativos de cultivo, el gasto energético puede corresponder del orden de un 40% del total, por tanto, si se quiere aumentar la competitividad y disminuir la incertidumbre de los costes de este sector, implementar una mayor independencia energética es una solución de futuro.

El empleo de la energía solar para los bombeos agrícolas es rentable, algunas de las razones se describen a continuación:

- La gran mayoría de productos agrícolas tienen su demanda de energía entre los meses de marzo y octubre, que además coinciden con los meses de mayor radiación solar y por tanto mayor posibilidad de captar energía fotovoltaica.
- Los nuevos variadores de velocidad tienen una gran fiabilidad y amplia posibilidad de programación.
- Los nuevos paneles fotovoltaicos tienen más rendimiento y ocupan menos superficie.
- En los últimos años se han abaratado los paneles fotovoltaicos a cuatro cinco veces menos.

4. ESTUDIO SOLAR PREVIO

La obtención de energía solar será máxima cuando los rayos provenientes del Sol sean perpendiculares a la superficie de captación, entonces la orientación y la inclinación de los módulos va a ser un factor de vital importancia en una instalación solar.

4.1. Evaluación de la energía solar disponible y orientación del módulo fotovoltaico.

Como normal general, hay que saber que en el hemisferio Norte los módulos fotovoltaicos deben orientarse hacia el Sur, sin embargo, en el hemisferio Sur deberán ser orientados hacia el Norte para aprovechar de manera más óptima la radiación solar recibida a lo largo de un día.

Son admisibles unas desviaciones máximas del 20% respecto al Sur geográfico. Esta desviación viene denominada con un ángulo α y se denomina azimut, para buscar la optimización, será un valor de 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste.

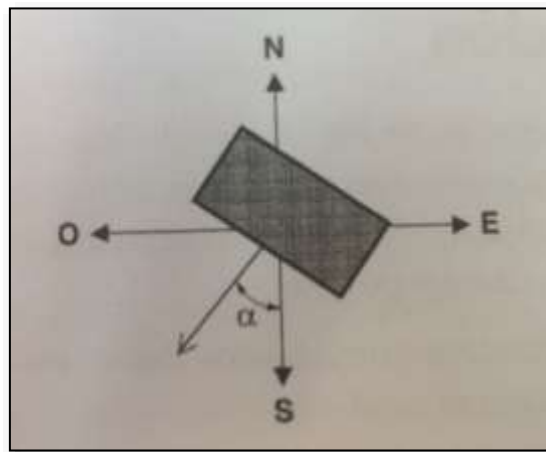


Ilustración 5. Ángulo azimut. Fuente: Energía solar Fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada

4.2. Selección y justificación de la inclinación de los módulos

La irradiación solar que incide sobre el módulo puede variar en función del ángulo que forme con la horizontal (inclinación). Así pues, en función de la inclinación, la captación de energía puede variar, siendo máxima cuando la posición de la placa sea perpendicular a la irradiación recibida.

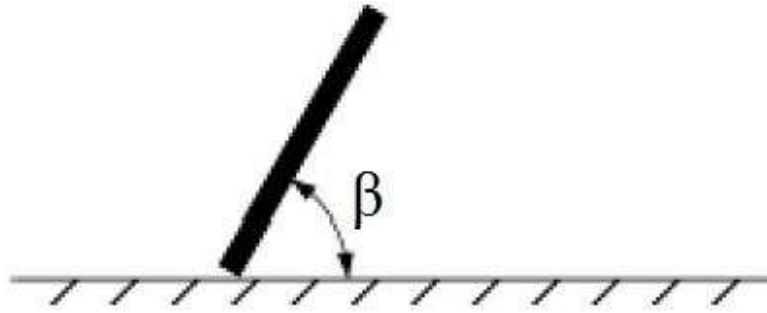


Figura 3. Inclinación. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada

La inclinación óptima cambia a lo largo de un año debido a que la altura del Sol variará también, por lo tanto, para una instalación de módulos fijos, se suele escoger un valor de inclinación medio haciendo un estudio para obtener la máxima potencia a lo largo del año.

Esto puede variar por ejemplo si se diseña para una instalación de uso solo en verano, en cuyo caso se escogerá un valor de inclinación para la máxima potencia media recibida en los meses de verano y los meses de invierno no se tendrán en cuenta.

Se puede elegir una inclinación u otra en función de la latitud del lugar (en grados) y de si su uso es en invierno (diciembre) o en verano (julio). A continuación, se muestra la tabla que recomienda la inclinación óptima para diferentes meses del año. En nuestro caso, nos interesa el período de diseño anual, ya que se realizará un balance con el fin de aprovechar al máximo la instalación durante todo el año.

Tabla 3. Inclinación óptima. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada

Período de diseño	Inclinación óptima
Diciembre	Latitud + 10°C
Julio	Latitud - 20°C
Anual	Latitud - 10°C

4.3. Cálculo de las horas solar pico y de la energía solar mensual

Previamente el cálculo de las horas solar pico y de la energía solar mensual que se desarrollará en este apartado, es importante definir el concepto de Horas Solar Pico (HSP). Las HSP es una unidad que mide la irradiación solar y se define como la energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m².

Una hora solar pico equivale a $3,6 \text{ MJ/m}^2$ o, lo que es lo mismo, 1 kWh/m^2 , tal y como se muestra en la siguiente conversión:

$$1 \text{ HSP} = \frac{1.000 \text{ W} \cdot 1\text{h}}{\text{m}^2} \cdot \frac{3.600\text{s}}{1\text{h}} \cdot \frac{1\text{J/s}}{1\text{W}} = \frac{3,6\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

Es un parámetro que se utiliza en el dimensionado de paneles fotovoltaicos como en el presente proyecto.

Si se representa en un gráfico la distribución horaria de la irradiación incidente sobre la superficie terrestre se observa que los niveles varían a lo largo del día. Gráficamente, la hora pico solar se interpreta como una función de valor constante que delimita la misma área que la distribución antes mencionada.

Así, la hora solar pico nos indica el número de horas en las que se recibe una irradiación solar de 1000W/m^2 . Si se cumplieran el resto de condiciones estándar, sería el número de horas al día en las que un panel fotovoltaico proporcionaría su potencia pico.



Figura 4. Gráfica que representa los valores de irradiancia en las diferentes horas del día.
Fuente: Wikipedia

En el anterior párrafo se mencionaba el método de selección la inclinación óptima, pero en dicho proyecto, se va a profundizar más en el cálculo de la inclinación óptima. Para ello, en primer lugar, es necesario obtener las HSP para cada uno de las inclinaciones que se quieran probar. A continuación, se muestran las HSP para los diferentes meses del año y para el total (anual). Dichos valores se obtienen en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura para la provincia de Castellón.

Tabla 4. Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes. Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura

	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

Una vez conocidos los valores de las HSP, es importante conocer la latitud de la localidad de Castellón de la Plana, así como otros datos como la altitud, la longitud y la temperatura mínima histórica. A continuación, se determinan los dichos valores:

Tabla 5. Valores geográficos de la localidad de Castellón de la Plana. Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura

	Altitud (m)	Latitud (º)	Longitud (º)	Temperatura mínima histórica (ºC)
Castellón de la Plana	27	40,0	0	- 8

A los valores de las HSP, hay que aplicarle un factor de corrección k para superficies inclinadas que se determina en función de la latitud del municipio y de la inclinación más adecuada.

$$HSP (\text{Inclinación } (^\circ)) = HSP \cdot k$$

Siendo:

- HSP (Inclinación (º)): Horas sol pico para la inclinación óptima, en KWh/m²·día.
- HSP: Horas sol pico para esa localidad, en KWh/m²·día.
- k : Factor de corrección para superficies inclinadas, que depende de la latitud y de la inclinación.

Para conocer cuál es la inclinación óptima para nuestra localización, se realiza los cálculos acabados de mencionar para inclinaciones de 45, 40 y 35º de inclinación. Será la inclinación óptima, aquella en que el valor de la HSP anual sea el superior de los tres casos, debido a que será aquella inclinación que será capaz de proporcionar mayor energía. En este caso, tal y como se observa a continuación, la inclinación óptima es 35º, ya que obtenemos un valor de HSP de 58,12 KWh/m²·día, siendo este el valor superior de las tres alternativas.

Tabla 6. Valores de HSP para las diferentes inclinaciones y para los diferentes meses del año.

	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
HSP (MJ/m ² ·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/m ² ·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
K (45°)	1,4	1,29	1,15	1,01	0,91	0,88	0,92	1,03	1,2	1,39	1,52	1,5	
K (40°)	1,39	1,29	1,16	1,04	0,95	0,92	0,95	1,05	1,21	1,39	1,5	1,48	
K (35°)	1,37	1,28	1,17	1,06	0,98	0,95	0,98	1,07	1,21	1,37	1,47	1,45	
HSP (45°) (KWh/m ² ·día)	3,11	4,37	4,95	4,88	5,21	5,23	6,11	5,58	5,53	5,06	3,63	3,04	56,71
HSP (40°) (KWh/m ² ·día)	3,09	4,37	4,99	5,03	5,44	5,47	6,31	5,69	5,58	5,06	3,58	3,00	57,60
HSP (35°) (KWh/m ² ·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, para obtener el valor energético durante cada mes, es necesario multiplicar dicho valor por los días que tiene el mes.

$$E_{solar\ mensual} = HSP \cdot n^{\circ} \text{ días mensual}$$

Siendo:

- E_{solar mensual}: Energía solar mensual, en KWh/m².
- HSP: Horas sol pico para la inclinación óptima, en KWh/m²·día.

Tabla 7. Valores de la E_{solar mensual} para cada uno de los meses del año.

	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	Anual
HSP (35°) (KWh/m ² ·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
Nº de días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
E _{solar mensual} (KWh/m ²)	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

Sumando los valores de Energía solar mensual de todos los meses, obtenemos la Energía solar disponible anual, con un valor de 1.768,7 KWh/m².

5. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

5.1. Cálculo de la de la potencia eléctrica y energía hidráulica necesaria

Se realizará el cálculo de la energía (energía hidráulica, E_h) necesaria. Dicho concepto es la energía que se debe aportar al sistema de bombeo para poder impulsar un caudal de agua a una altura h .

Se obtiene aplicando las siguientes expresiones que se muestran a continuación:

$$P_h = g \cdot 1.000 \cdot Q \cdot H$$

Siendo:

- P_h : Potencia hidráulica, en W.
- g : Valor de la gravedad, se toma un valor constante de $9,81 \text{ m/s}^2$.
- Q : Caudal a impulsar por el grupo de bombeo, en m^3/s .
- H : Altura manométrica a la que ha de impulsar el agua, en m.c.a.

En nuestro caso, al disponer de dos sectores, tendremos un valor de caudal propio para cada uno de ellos, es por eso, que se deberá obtener un valor mensual de P_h para cada uno de los dos sectores, y posteriormente sumarlos para obtener la P_h total de toda la finca.

Para el sector 1, se considera un caudal de $68,94 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0,01915 \text{ m}^3/\text{s}$) y para el sector 2 un caudal de $60,02 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0,0166 \text{ m}^3/\text{s}$). Se considera una altura manométrica de $64,97 \text{ m.c.a.}$ para el sector 1, y $60,86 \text{ m.c.a.}$ para el sector 2.

Sector 1:

$$P_h = 9.810 \cdot Q \cdot H = 9.810 \frac{N}{m^3} \cdot 0,01915 \frac{m^3}{s} \cdot 64,97 \text{ m.c.a} = 12.205,3 \text{ W}$$

Sector 2:

$$P_h = 9.810 \cdot Q \cdot H = 9.810 \frac{N}{m^3} \cdot 0,0166 \frac{m^3}{s} \cdot 60,86 \text{ m.c.a} = 10.626,13 \text{ W}$$

Una vez conocidos los valores de P_h , se calcula el valor de la Energía hidráulica mensual necesaria E_h .

$$E_h = P_h \cdot t_{riego}$$

Siendo:

- E_h : Energía hidráulica, en Wh.

- P_h : Potencia hidráulica, en W.
- t_{riego} : Tiempo de riego mensual, en horas.

Tabla 8. Valores de potencia hidráulica (P_h) y energía hidráulica (E_h) mensual para los dos sectores

Mes	$P_{h \text{ sector 1}}$ (W)	$P_{h \text{ sector 2}}$ (W)	$T_{riego \text{ mensual}}$ (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

5.2. Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico

Para proceder al dimensionado del generador (cantidad de módulos fotovoltaicos que se necesitarán en la instalación) se tendrá en cuenta la energía hidráulica (E_h) y dos coeficientes (rendimiento de la bomba y el performance ratio (PR)).

En primer lugar, se determina la Energía eléctrica necesaria para bombear, considerando el rendimiento de la bomba según la expresión:

$$E_{\text{bomba}} = \frac{E_h}{\eta_{\text{bomba}}}$$

Siendo:

- E_{bomba} : Energía eléctrica que debe suministrar el generador fotovoltaico, en W·h/año.

- E_h : Energía hidráulica, en $W \cdot h/año$.
- η_{bomba} : Rendimiento medio del grupo de bombeo ($\eta_{bomba}=0.71$ según apartado 2.1. *Estudio del sistema de bombeo actual del Anejo V. Diseño de la red de transporte*).

Aplicando la expresión anterior, se obtiene:

$$E_{bomba} = \frac{7.631.578,01}{0,71} = 10.748.701,42 \text{ Wh/año}$$

Una vez aplicado el primer coeficiente, se tiene que tener en cuenta el segundo de ellos, es decir, el valor del Performance Ratio (PR), factor que tiene en cuenta las pérdidas globales en la instalación fotovoltaica. El PR evalúa las pérdidas globales de la instalación en condiciones reales de trabajo para el período de diseño. Este factor tiene en cuenta las pérdidas debido a:

- La temperatura
- El cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros
- Pérdidas por suciedad.
- Las pérdidas por errores de seguimiento del punto de máximo potencia
- La eficiencia energética del inversor, η_{inv}

Los valores típicos son para el PR en sistemas con inversor es de 0,7 y, con inversor y batería de 0,6. A efectos de cálculo y por simplicidad, se utilizarán en este caso un valor de PR de 0,7.

Para obtener el valor de la energía generada por el sistema, se aplica la siguiente expresión:

$$E_{FV} = \frac{E_{bomba}}{PR}$$

Siendo:

- E_{FV} : Energía generada, en $W \cdot h/año$.
- E_{bomba} : Energía eléctrica consumida por la bomba, en $W \cdot h/año$.
- PR: Performance ratio (PR=0,7).

Aplicando la fórmula anterior, se obtiene:

$$E_{FV} = \frac{10.748.701,42}{0,7} = 15.355.287,74 \text{ Wh/año}$$

Finalmente, se obtiene el valor de la potencia pico del generador fotovoltaico a partir del cociente entre la E_{FV} y las HSP, como se indica en la siguiente expresión:

$$P_{\text{generador}} = \frac{E_{FV}}{HSP}$$

Siendo:

- $P_{\text{generador}}$: Potencia pico del generador fotovoltaico, en W.
- E_{FV} : Energía generada, en W·h/año.
- HSP: Horas solar pico, en h.

Aplicando la anterior expresión, obtenemos:

$$P_{\text{generador}} = \frac{15.355.287,74}{1.768.741,67} = 8.681.476 \text{ W} = 8,68 \text{ KW}$$

La potencia pico del generador fotovoltaico tiene que ser de 8,68 KW.

5.3. Selección de las placas solares

Con las consideraciones anteriores, el siguiente paso es seleccionar las placas solares adecuadas y obtener el número de paneles solares necesario para satisfacer la demanda eléctrica del grupo de bombeo.

Previamente, se ha calculado la potencia que deberá tener el generador $P_{\text{generador}}=8,68\text{KW}$. Se han elegido módulos fotovoltaicos de 270 Wp cada uno, concretamente del modelo Atersa-270P.

Tabla 9. Ficha técnica de placas solares. Fuente: ATERSA

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

ANEJO 8. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica

El número de placas necesarias para poder proporcionar una potencia de 8,68 KW, es la siguiente:

$$n^{\circ}_{\text{paneles}} = \frac{8.681.476 \text{ Wp}}{270 \text{ Wp}} = 31,85 = 32 \text{ paneles}$$



Figura 5. Panel ATERSA A-270 P. Fuente: ATERSA

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C y AM 1,5)*	
A-270P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	270 W
Eficiencia del módulo	16,56%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,47 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	31,88 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	9,07 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	38,30 V
Parámetros térmicos	
Coeficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coeficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coeficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C
Características físicas	
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1645x990x40
Peso (0,5 kg)	19,2
Área (m ²)	1,63
Tipo de célula (± 1 mm)	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	60 (6x10)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1.200 mm
Conectores	TYCO PV4
Rango de funcionamiento	
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

Figura 6. Características eléctricas del panel ATERSA A-270P. Fuente: ATERSA

Con sus correspondientes curvas de trabajo:

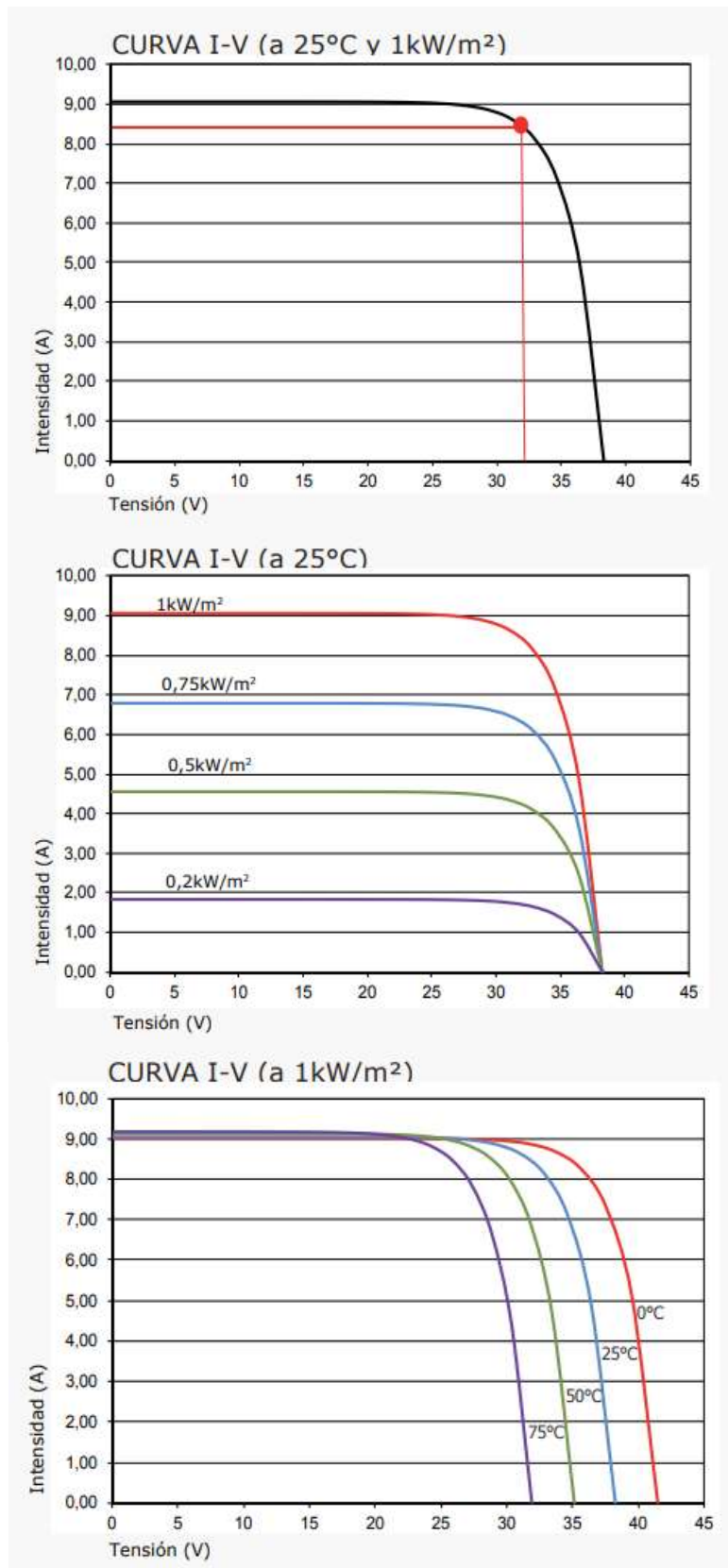


Figura 7. Curvas de trabajo de del panel ATERSA A Fuente: ATERSA -270P. Fuente: ATERSA

5.4. Selección del variador de frecuencia

Una vez seleccionado el módulo fotovoltaico, se procede a escoger el variador de frecuencia más adecuado. Se busca un variador que sea capaz de soportar todo el suministro eléctrico que proviene del parque fotovoltaico dimensionado (tensión e intensidad) y además sea capaz de aportar la potencia que puede demandar la bomba.

El variador se seleccionará en función de la potencia del motor que se le asignará, en este caso la motobomba de 22 KW, que resulta de una potencia de 31 KW, si le aplicas el coeficiente de rendimiento antes mencionado de valor 0,71. El variador de frecuencia tendrá que tener la capacidad de proporcionar una potencia superior a los 32 KW de este caso. Además, la bomba de la explotación trabaja a un voltaje de 230V. A partir de estos dos datos, se busca el inversor más apropiado en los catálogos comerciales.

Se ha seleccionado el inversor de frecuencia de la casa Power Electronics, debido a que tienen en catálogo unos variadores específicos y adaptados a bombeo solar. El modelo elegido es el SD700SP talla 3 y código SD7SP0075 5.



Figura 8. Inversor de frecuencia SD700SP. Fuente: Power Electronics

Tabla 10. Características principales del variador de frecuencia seleccionado. Fuente: Power Electronics

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

Mediante la elección del modelo de variador de frecuencia de Power Electronics especial para el bombeo solar se quiere reducir los costes de nuestra explotación, ya que éste saca partido a las más avanzadas prestaciones del variador SD700. Además permite usar como fuente de energía únicamente los paneles solares (sistema aislado), o los paneles y la red/generador simultáneamente (sistema híbrido).

En nuestro caso, se seleccionará el modelo con sistema híbrido, ya que el variador tiene la capacidad de conectarse simultáneamente a la red/generador (CA) y al campo fotovoltaico (CC), que es lo que se realizará en nuestra instalación. Con esta disposición, el variador busca automáticamente el punto de máxima potencia, por tanto, el campo fotovoltaico siempre entrega la máxima energía disponible, y toma de la red la energía adicional necesaria para completar la demanda de la bomba en todo momento. De esta forma se optimiza el uso de la energía proveniente del sistema solar y a la vez siempre se dispone de la energía necesaria para el bombeo.

A continuación, se incluye el diagrama funcional del inversor seleccionado donde se muestra tanto la conexión al sistema de generación fotovoltaica como a la red eléctrica.

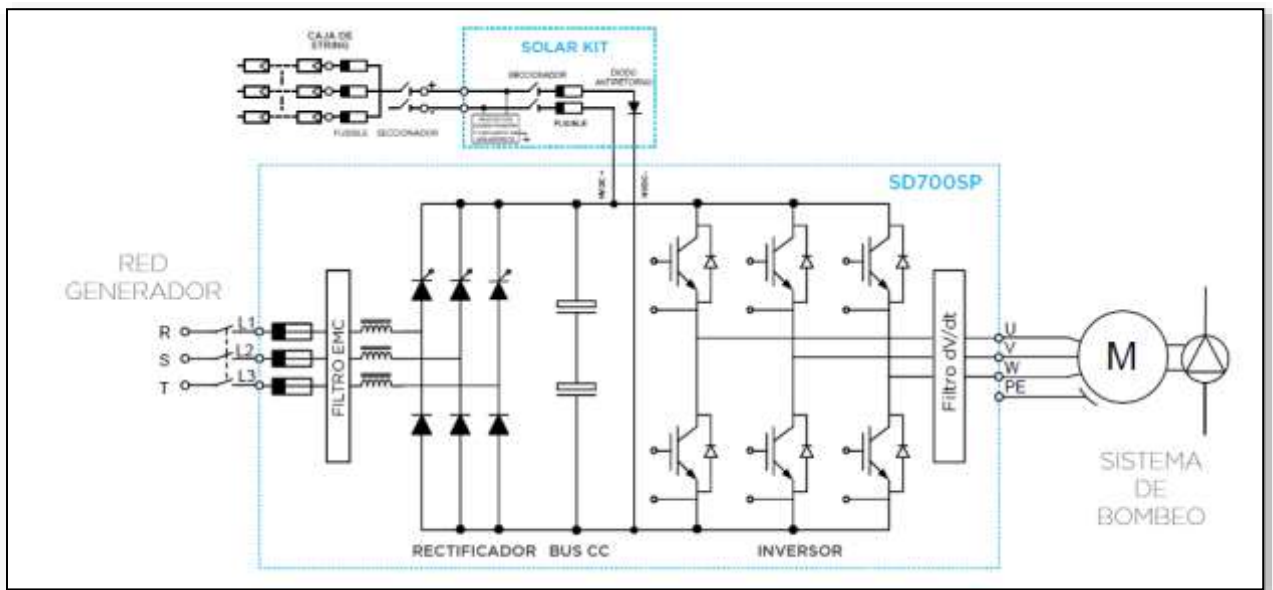


Figura 9. Diagrama funcional del variador de frecuencia SD700SP. Fuente: Power Electronics

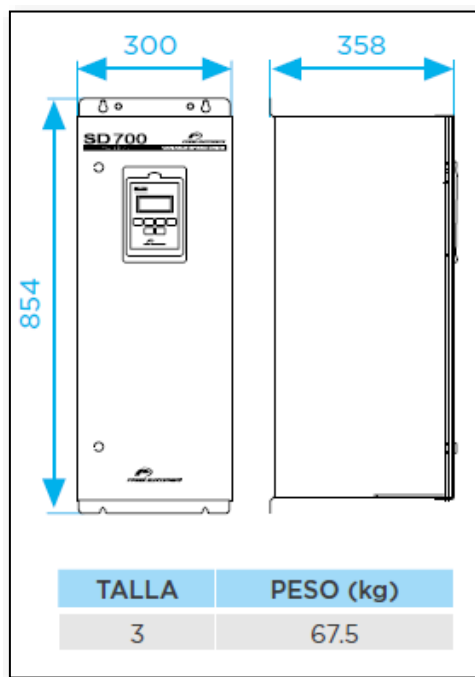


Figura 10. Dimensiones del variador de frecuencia SD700SP. Fuente: Power Electronics

ANEJO 8. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica

400Vac - 565Vdc						
TALLA	CÓDIGO	Temperatura de trabajo 50°C ALIMENTACIÓN CA			ALIMENTACIÓN CC @565Vdc	
		I(A) Nominal	Potencia motor (kW) a 400VAC	150% Sobrecarga (A)	Entrada I(A) CC	Entrada I(A) CC 120% Sobrecarga
1	SD7SP0006 5	6	2,2	9	4	5
	SD7SP0009 5	9	4	14	7	8
	SD7SP0012 5	12	5,5	18	10	12
	SD7SP0018 5	18	7,5	27	13	16
	SD7SP0024 5	24	11	36	19	23
2	SD7SP0032 5	32	15	48	27	32
	SD7SP0038 5	38	18,5	57	33	39
	SD7SP0048 5	48	22	72	39	47
	SD7SP0060 5	60	30	90	53	64
3	SD7SP0075 5	75	37	113	65	79
	SD7SP0090 5	90	45	135	80	96
	SD7SP0115 5	115	55	173	97	117
4	SD7SP0150 5	150	75	225	133	159
	SD7SP0170 5	170	90	255	159	191
5	SD7SP0210 5	210	110	315	195	234
	SD7SP0250 5	250	132	375	234	280
	SD7SP0275 5	275	150	413	265	319
6	SD7SP0330 5	330	160	495	283	340
	SD7SP0370 5	370	200	555	354	425
	SD7SP0460 5	460	250	690	442	531
7	SD7SP0580 5	580	315	870	558	669
	SD7SP0650 5	650	355	975	628	754
	SD7SP0720 5	720	400	1080	708	850

Disponibles potencias superiores. Consultar con Power Electronics.

Figura 11. Características técnicas específicas del variador seleccionado. Fuente: Power Electronics

SD700SP CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ENTRADA	Rango de potencia	1,5kW - 560kW ^[1]
	Tensión	380-500Vac, 3 fases (±10%) 540-900Vcc (830Vcc para tallas 1 y 2)
	Alimentación híbrida	Sí, conexión simultánea
	Frecuencia de entrada	50Hz/60Hz ± 6%
	Tecnología rectificador de entrada	Tiristor-diodo
	DPF=cos φ / Factor de potencia	≥ 0.98 / ≥ 0.91
	Filtro de entrada EMC	Tallas 1 y 2: Primer entorno (C2 estándar); Tallas 3 a 11: Segundo entorno (Industrial) (C3 estándar); Primer entorno (C2 Opcional). C1 consultar con Power Electronics. Filter IT opcional
SALIDA	THDi (%) corriente / Filtro de armónicos Regenerativo	≤ 40% / Bobinas de entrada 3% impedancia No
	Frecuencia de salida ^[2]	0...200Hz
	Capacidad de sobrecarga	Par constante/carga pesada: 150% durante 60s a 50°C
	Eficiencia (a corriente y tensión nominal)	≥ 98%
	Frecuencia de modulación	4 a 8kHz - PEWave
CONDICIONES AMBIENTALES	Filtro dV/dt de salida	500 a 800V/μs ^[3]
	Longitud cable de salida ^[4]	No apantallado 300m, Apantallado 150m
	Temperatura operación/almacenamiento	-20°C a +50°C / -40°C a +70°C
	Altitud/Reducción de potencia por altitud ^[5]	1000m / >1000m, 1% PN(kW) por 100m; 4000m máximo
ENTRADAS/SALIDAS	Humedad relativa	<95%, sin condensación
	Grado de protección	IP20, IP54
	Entradas digitales	6 programables, activas a nivel alto (24Vcc), Alimentación aislada, 1 entrada PTC
	Salidas digitales	3 relés conmutados configurables (250Vca, 8A or 30Vcc, 8A)
	Entradas analógicas	2 entradas programables y diferenciales: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc (Aislado ópticamente)
	Salidas analógicas	2 salidas configurables aisladas: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc
	Entradas encoder (opcional)	2 entradas encoder diferenciales. Tensiones de entrada desde 5 a 24Vcc
	Alimentación de usuario	+24Vcc alimentación de usuario (Máx. 180mA) regulada y protegida frente a cortocircuitos +10Vdc alimentación de usuario (Máx. 2 potenciómetros R=1kΩ) regulada y protegida frente a cortocircuitos
	Tarjeta de expansión E/S (opcional)	4 entradas digitales: Entradas programables y activas a nivel alto (24Vcc). (Aislado ópticamente) 1 entrada analógica: Entrada programable y diferencial. 5 salidas digitales: Relés programables multifunción. 1 salida analógica: Salida programable en tensión /corriente.
	Alimentación externa (opcional)	24V Alimentación externa, Relé de fallo integrado
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura operación/almacenamiento	-20°C a +50°C / -40°C a +70°C
	Altitud/Reducción de potencia por altitud ^[5]	1000m / >1000m, 1% PN(kW) por 100m; 4000m máximo
	Humedad relativa	<95%, sin condensación
	Grado de protección	IP20, IP54
ENTRADAS/SALIDAS	Entradas digitales	6 programables, activas a nivel alto (24Vcc), Alimentación aislada, 1 entrada PTC
	Salidas digitales	3 relés conmutados configurables (250Vca, 8A or 30Vcc, 8A)
	Entradas analógicas	2 entradas programables y diferenciales: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc (Aislado ópticamente)
	Salidas analógicas	2 salidas configurables aisladas: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc
	Entradas encoder (opcional)	2 entradas encoder diferenciales. Tensiones de entrada desde 5 a 24Vcc
	Alimentación de usuario	+24Vcc alimentación de usuario (Máx. 180mA) regulada y protegida frente a cortocircuitos +10Vdc alimentación de usuario (Máx. 2 potenciómetros R=1kΩ) regulada y protegida frente a cortocircuitos
	Tarjeta de expansión E/S (opcional)	4 entradas digitales: Entradas programables y activas a nivel alto (24Vcc). (Aislado ópticamente) 1 entrada analógica: Entrada programable y diferencial. 5 salidas digitales: Relés programables multifunción. 1 salida analógica: Salida programable en tensión /corriente.
COMUNICACIONES	Alimentación externa (opcional)	24V Alimentación externa, Relé de fallo integrado
	Protocolo estándar	Modbus-RTU
REGULACIÓN	Protocolo opcional	Profibus-DP, DeviceNet, Ethernet (Modbus TCP), Ethernet IP, CAN Open, N2 Metasys Gateway
	Certificaciones	CE, cTick, UL ^[5] , cUL ^[5] , GL ^[6]
	Compatibilidad electromagnética	Directiva EMC (2004/108/CE), IEC/EN 61800-3
REGULACIÓN	Diseño y construcción	Directiva LVD (2006/95/CE), IEC/EN 61800-2, IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 60146-1-1, IEC60068-2-6, IEC/EN 61800-5-2(STO) TÜV Rheinland Certified

NOTAS

[1] Otra configuración, consultar con Power Electronics.
[2] Para frecuencias de funcionamiento superiores a 100Hz consultar con Power Electronics.

[3] Dependiendo de la potencia nominal, tensión de entrada y conforma a las recomendaciones de instalación de Power Electronics.

[4] Siga las recomendaciones de instalación de Power Electronics. Para longitudes de cable superiores y Primer entorno consultar.

[5] En proceso de certificación.
[6] Serie SD700 desde talla 5 en adelante. Para más información consulte con Power Electronics.

Figura 12. Características técnicas generales del variador SP700SP. Fuente: Power Electronics

5.5. Dimensionado del generador fotovoltaico

Para llevar el dimensionado de los módulos más adecuada, es necesario comprobar las características técnicas principales tanto de los módulos fotovoltaicos como del variador de frecuencia. Por ello, a continuación, se recapitulan dichas características para facilitar los cálculos posteriores.

Tabla 11. Características técnicas principales de los módulos fotovoltaicos. Fuente: ATERSA

Módulos Atersa 270P – 270Wp	
$V_{p,max}$ (V)	31,88
V_{oc} (V)	38,20
$I_{p,max}$ (A)	8,47
I_{sc} (A)	9,07
α_V (%/°C)	-0,32
α_I (%/°C)	0,04
α_P (%/°C)	-0,43

Tabla 12. Características técnicas principales del inversor de frecuencia. Fuente: Power Electronics

Inversor Power Electronics - SD700SP	
MPPT (V_{cc})	540-900
Temperatura (°C) en condiciones desfavorables para tensión alta	20
Temperatura (°C) en condiciones desfavorables para tensión baja	70
$I_{max,inv}$ (A)	79

Para la selección de cuántos módulos en serie deben de instalarse, lo principal que hay que tener en consideración son las limitaciones técnicas del propio inversor 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 estén dentro del rango de trabajo del seguidor del punto de máxima potencia del mismo. Para hacer esta comprobación hay que tener presente las temperaturas máximas y mínimas a la que pueden estar sometidas las placas, siendo éste el parámetro que más afecta a la variación del voltaje del generador. Segundo, que la intensidad de cortocircuito del generador no supere la máxima admitida por el 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.

El dimensionado de los módulos dependerá del número de paneles en serie y en paralelo que se instalen. A continuación, se determina el número de paneles en serie y posteriormente el número de módulos en paralelo.

- CÁLCULOS MÓDULOS EN SERIE:

El número de módulos conectados en serie debe ser tal que, en las condiciones más desfavorables previstas, la tensión del generador este dentro del rango de funcionamiento del MPPT del inversor. El rango MPPT, es el rango de tensión en el cual el inversor es capaz de seguir el punto de máxima potencia. En nuestro caso, el rango de MPPT es 540 a 900 Vcc.

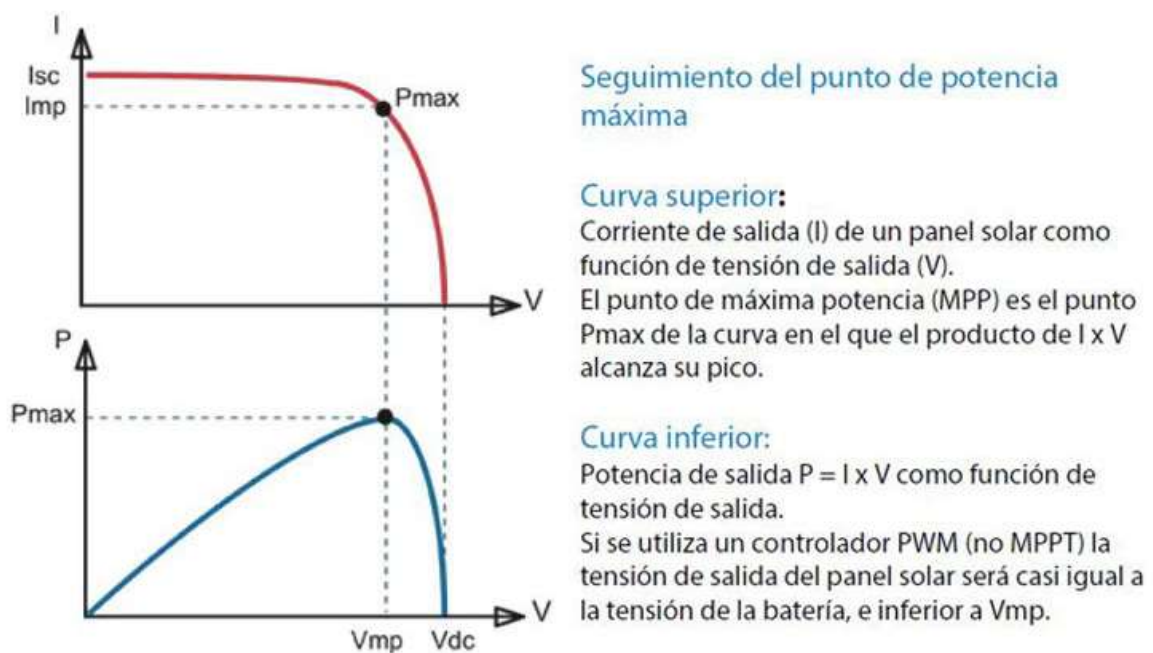


Figura 13. Curvas de seguimiento del punto de máxima potencia. Fuente: AUTOSOLAR regulador

1. Nº máximo de módulos en serie:

En primer lugar, se calcula la tensión máxima para la temperatura de 20°C.

$$V_{pmax,20^{\circ}C} = V_{pmax} \cdot \left[1 + \frac{\alpha_V}{100} \cdot (20 - 25) \right]$$

Siendo:

- $V_{pmax,20^{\circ}C}$: Tensión máxima para la Tª de 20°C, en V.
- V_{pmax} : Tensión máxima del módulo fotovoltaico, en V.
- α_V : Coeficiente de Temperatura de Voc, en %/°C ($\alpha_V = -0,32 \text{ \%/}^{\circ}C$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$V_{pmax,20^{\circ}C} = 31,88 \cdot \left[1 - \frac{0,32}{100} \cdot (20 - 25) \right] = 32,39 \text{ V}$$

Para el cálculo del número máximo de módulos en serie de la instalación, se utiliza la siguiente expresión:

$$n^{\circ}_{\text{max serie}} = \frac{\text{Rango superior MPPT}}{V_{pmax,20^{\circ}C}}$$

$$n^{\circ}_{\text{max serie}} = \frac{900}{32,39} = 27,43 = 27 \text{ módulos}$$

Como máximo, se podrán poner 27 módulos en serie.

2. Nº mínimo de módulos en serie

En primer lugar, se calcula la tensión máxima para la temperatura de 70°C.

$$V_{pmin,70^{\circ}C} = V_{pmin} \cdot \left[1 + \frac{\alpha_V}{100} \cdot (70 - 25) \right]$$

Siendo:

- $V_{pmin,70^{\circ}C}$: Tensión mínima para la Tª de 70°C, en V.
- V_{pmin} : Tensión mínima del módulo fotovoltaico, en V.
- α_V : Coeficiente de Temperatura de Voc, en %/°C ($\alpha_V = -0,32 \text{ \%/}^{\circ}C$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$V_{pmin,70^{\circ}C} = 31,88 \cdot \left[1 - \frac{0,32}{100} \cdot (70 - 25) \right] = 27,28 \text{ V}$$

Para el cálculo del número mínimo de módulos en serie de la instalación, se utiliza la siguiente expresión:

$$n^{\circ}_{\text{min serie}} = \frac{\text{Rango inferior MPPT}}{V_{pmin,70^{\circ}C}}$$

$$n_{\text{min serie}}^{\circ} = \frac{540}{27,28} = 19,79 = 19 \text{ módulos}$$

Como mínimos, se deberán de poner 19 módulos en serie.

3. Comprobación de no superar el V_{max} de aislamiento del módulo (1.000V)

Para la comprobación es necesario obtener la tensión para una temperatura de -10°C . Para ello, aplicamos la siguiente expresión:

$$V_{oc,-10^{\circ}\text{C}} = V_{oc} \cdot \left[1 - \frac{\alpha_V}{100} \cdot (-10 - 25) \right] = 27,28 \text{ V}$$

Siendo:

- $V_{oc,-10^{\circ}\text{C}}$: Tensión de circuito abierto para la T^{a} de -10°C , en V.
- V_{oc} : Tensión de circuito abierto, en V.
- α_V : Coeficiente de Temperatura de Voc, en $\%/^{\circ}\text{C}$ ($\alpha_V = -0,32 \%/^{\circ}\text{C}$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$V_{oc,-10^{\circ}\text{C}} = 38,20 \cdot \left[1 - \frac{0,32}{100} \cdot (-10 - 25) \right] = 45,48 \text{ V}$$

Una vez obtenida dicho valor de tensión, se realiza la comprobación mediante la siguiente expresión:

$$n_{\text{max}} \leq \frac{V_{\text{max inv}}}{V_{oc.mod(-10^{\circ}\text{C})}}$$

Siendo:

- n_{max} : Número máximo de paneles en serie
- $V_{\text{max inv}}$: Tensión máxima del inversor, en V.
- $V_{oc.mod(-10^{\circ}\text{C})}$: Tensión de circuito abierto para la T^{a} de -10°C , en V.

Aplicamos la expresión anterior, y se obtiene un valor de:

$$n_{\text{max}} \leq \frac{1.000}{42,48} = 23,54 \text{ paneles en serie}$$

Se observa que, el número máximo de paneles en serie obtenido en este apartado, es menor que al obtenido anteriormente, ya que disminuye de 28 a 24. Al ser la comprobación más restrictiva que el primer cálculo, se fija como número máximo el valor de 24 paneles.

4. Nº máximo de módulos en paralelo

Para el cálculo del número máximo de módulos en paralelo, se utiliza la siguiente expresión, muy similar a las anteriores, pero en vez de considerar la tensión, se consideran los valores de la intensidad:

$$I_{sc,70^{\circ}C} = I_{sc} \cdot \left[1 + \frac{\alpha_I}{100} \cdot (70 - 25) \right]$$

Siendo:

- $I_{sc,70^{\circ}C}$: Intensidad máxima para la Tª de 70 °C, en A ($I_{sc,70^{\circ}C} = 65A$).
- I_{sc} : Intensidad máxima del módulo fotovoltaico, en A.
- α_I : Coeficiente de Temperatura de I_{sc} , en %/°C ($\alpha_I = -0,04 \text{ \%/}^{\circ}C$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$I_{sc,70^{\circ}C} = 9,07 \cdot \left[1 + \frac{0,04}{100} \cdot (70 - 25) \right] = 9,23 \text{ V}$$

Para el cálculo del número máximo de módulos en serie de la instalación, se utiliza la siguiente expresión:

$$n^{\circ}_{\max \text{ paralelo}} = \frac{I_{\max, \text{inv}}}{I_{sc,70^{\circ}C}}$$

$$n^{\circ}_{\max \text{ paralelo}} = \frac{65}{9,23} = 7,04 = 7 \text{ módulos}$$

Como máximo, se podrán poner 7 módulos en paralelo.

Una vez conocido, el rango de valores (máximo y mínimo) de nº de placas a poner en serie y en paralelo, se realizan diversas configuraciones con el fin de determinar cuál de ellas es la más adecuada y la que más se ajusta a nuestro caso. A continuación, se muestra la tabla con las diversas posibilidades:

Tabla 13. Valores de potencias obtenidas para las distintas configuraciones de módulos

Nº paneles serie	Nº paneles paralelo	Módulos totales	Potencia total (KW)	Comprobación <i>Pt < 8,16 KW (NO)</i> <i>Pt > 8,16 KW (SÍ)</i>
19	1	19	5,13	NO
	2	38	10,26	SÍ
	3	57	15,39	SÍ
	4	76	20,52	SÍ
	5	95	25,65	SÍ
20	1	20	5,4	NO
	2	40	10,80	SÍ
	3	60	16,20	SÍ
	4	80	21,6	SÍ
21	1	21	5,67	NO
	2	42	11,34	SÍ
	3	63	17,01	SÍ
	4	84	22,68	SÍ
22	2	44	11,80	SÍ
	3	66	17,8	SÍ
23	2	46	12,42	SÍ
	3	69	18,6	SÍ
24	2	48	12,96	SÍ
	3	72	19,4	SÍ

Las configuraciones analizadas, han sido tales que el número de módulos en serie esté entre el rango calculado en el apartado anterior, es decir entre 19 y 24 módulos. De la misma manera, el número de módulos en paralelo también tiene que cumplir que sea como máximo 7 módulos.

En primer lugar, se descartan aquellas configuraciones cuya potencia producida por los módulos fotovoltaicos es menor a la potencia requerida, 8,68 KW, ya que no son capaces de satisfacer las necesidades de potencia demanda por la instalación de riego. Por lo tanto, en dichas configuraciones, en la columna de comprobación se introduce un NO.

El resto de configuraciones las cuales, sí que cumplen el criterio acabado de mencionar, son analizadas con el fin de escoger la más adecuada para nuestro caso. Para nuestro caso, se decide escoger la configuración de 20 paneles en serie por 2 ramas en

paralelo. Esta configuración nos permite tener cierta holgura, lo que proporciona cierto margen de maniobra en caso de llevar a cabo alguna futura ampliación o modificación en la instalación. El resto de configuraciones con un número mayor de módulos en serie de 24 ya no se estudian, debido a que se obtienen potencias muy superiores a las necesitadas.

También, cabe destacar, que el resto de configuraciones serían correctas, lo único que supondría mayor número de placas y un espacio necesario para la instalación fotovoltaica superior, lo que aumentaría el coste de la instalación, y se instalaría más potencia de la necesaria para tratar de conseguir el balance neto nulo.

En definitiva, la configuración elegida es:

- Módulos tipo A-270P de ATERSA de 270 Wp
- Nº de placas en serie: 20
- Nº de placas en paralelo: 2
- Módulos totales: 40
- Potencia total producida: 10,80 KW

5.6. Selección del inversor

Se procede a escoger el inversor más adecuado. Se busca un variador que sea capaz de soportar todo el suministro eléctrico que proviene del parque fotovoltaico dimensionado (tensión e intensidad).

El inversor se seleccionará en función de la potencia que le llegue 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. Además, se deberá comprobar que las tensiones proporcionadas por el campo fotovoltaico para las condiciones más desfavorables (siendo las temperaturas máximas y mínimas a las que pueden estar sometidas las placas), estén dentro del rango del MPPT del inversor seleccionado. También, se recomienda, tener en cuenta la intensidad máxima del campo y compararla con la máxima intensidad capaz de soportar el inversor. Es por eso, que, a partir de dichos datos, se busca el inversor más apropiado en los catálogos comerciales.

Se ha seleccionado el inversor de la casa comercial Huawei, el modelo SUN 2000-17KTL.



Figura 14. Inversor SUN2000-17KTL. Fuente: FV Huawei

Tabla 14. Características principales del inversor seleccionado. Fuente: FV Huawei

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%

El inversor Huawei SUN2000-20KTL está preparado para ser instalado en aquellas instalaciones fotovoltaicas en las que también cuenta con conexión a la red eléctrica, de forma que se pueda inyectar a red la energía producida por el generador fotovoltaico en aquellos momentos en los que no haya consumo por parte del grupo motobomba.

A continuación, se incluye el diagrama funcional del inversor seleccionado.

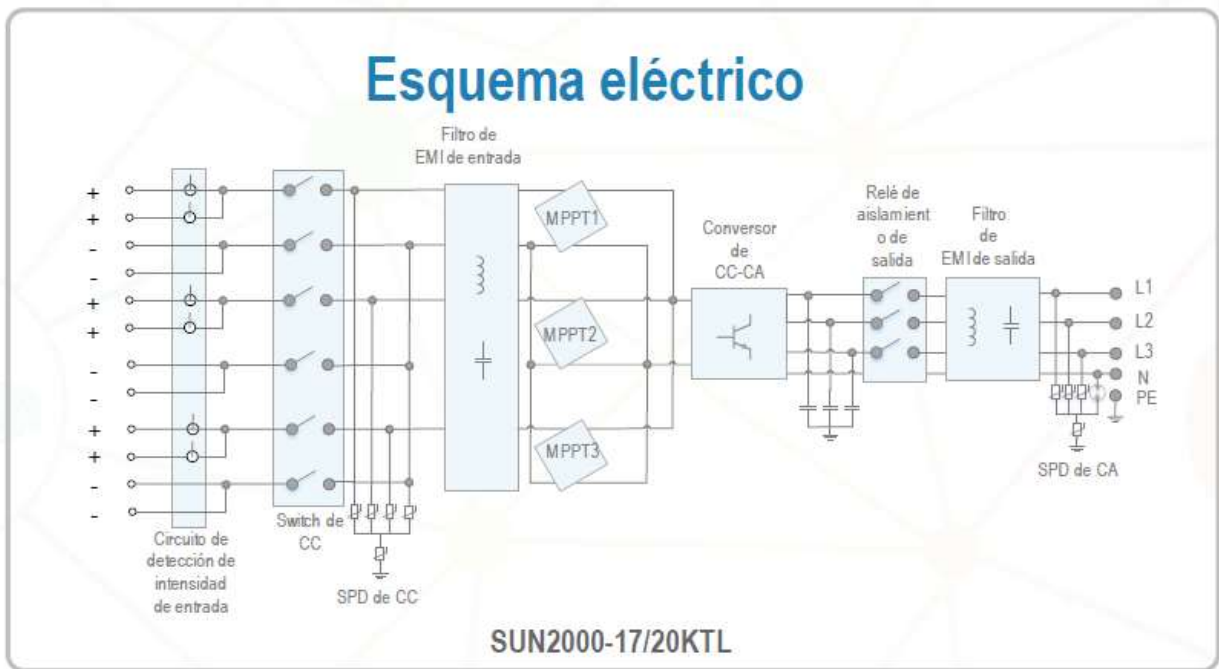


Figura 15. Diagrama funcional del inversor SUN2000-17KTL. Fuente: FV Huawei

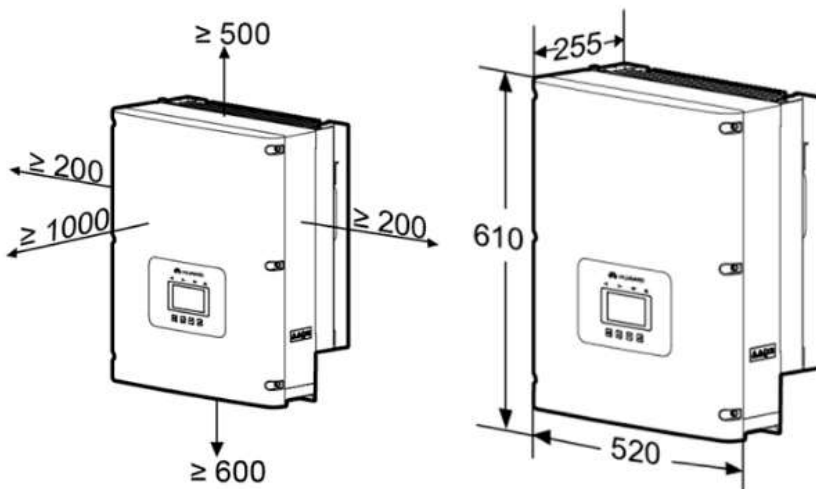


Figura 16. Dimensiones del inversor SUN2000-17KTL. Fuente: FV Huawei

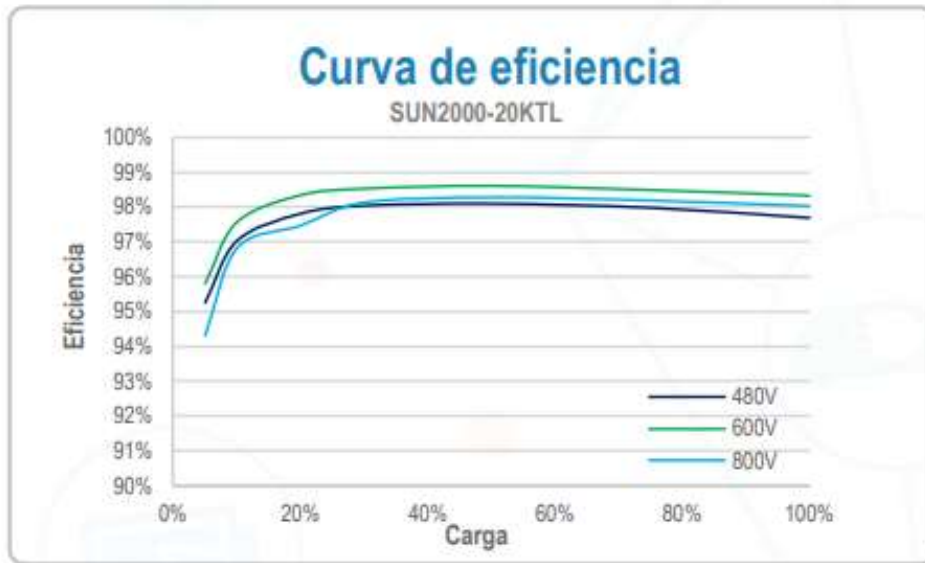


Figura 17. Curva de eficiencia del inversor SUN2000-20KTL. Fuente: FV Huawei



Inversor de String Inteligente (SUN2000-17/20KTL)

Especificaciones técnicas	SUN2000-17KTL	SUN2000-12KTL
Eficiencia		
Eficiencia máxima	98.6%	98.6%
Eficiencia europea	98.3%	98.3%
Entrada		
Máx. tensión de entrada	1,000 V	1,000 V
Máx. intensidad por MPPT	18 A	18 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	25 A	25 A
tensión de entrada inicial	250 V	250 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 950 V	200 V ~ 950 V
tensión nominal de entrada	620 V	620 V
Máx. cantidad de entradas	6	6
Cantidad de MPPT	3	3
Salida		
Potencia nominal activa de CA	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	18,700 VA	22,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	18,700 W	22,000 W
tensión nominal de salida	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W+N+PE	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W+N+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
intensidad de salida nominal	25.8 A @380 V, 24.7 A @400 V	30.4 A @380 V, 29 A @400 V
Máx. intensidad de salida	28.4 A	33.4 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	<3%	<3%
Protección		
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí	Sí
Protección contra funcionamiento en isla	Sí	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí	Sí
monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí	Sí
Protector contra sobreintensidad de CC	Tipo II	Tipo II
Protector contra sobreintensidad de CA	Tipo II	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí	Sí
Comunicación		
Visualización	LCD gráfica	LCD gráfica
RS485	Sí	Sí
USB	Sí	Sí
General		
Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	49 kg (108.0 lb.)	49 kg (108.0 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F)	-25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Natural Convection	Natural Convection
Altitud de operación	3,000 m (9,842 ft.)	3,000 m (9,842 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol H4	Amphenol H4
Conector de CA	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3
Clase de protección	IP65	IP65
Topología	Transformerless	Transformerless
Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)		
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116	
Código de red	IEC 61727, NB/T 32004-2013, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, C10/11, EN 50438-Ireland, EN 50438-Turkey, AS 4777, NRS 097-2-1	

Figura 18. Características técnicas generales del inversor SUN2000-17KTL. Fuente: FV Huawei

5.6.1. Comprobación del inversor seleccionado

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se llevará a cabo una serie de comprobaciones con la finalidad de asegurarnos de que el inversor seleccionado sea apto para nuestra instalación y funcione correctamente para nuestras condiciones de trabajo.

En primer lugar, se asegura que la potencia nominal del inversor sea superior a la proporcionada por el campo fotovoltaico:

Máxima Potencia nominal del generador > Potencia campo fotovoltaico

$$17 \text{ KW} > 10,68 \text{ KW} \rightarrow \text{Cumple}$$

En segundo lugar, se asegura que las tensiones proporcionadas por el campo fotovoltaico para las condiciones más desfavorables (T de 20°C y de 70°C) estén dentro del rango del MPPT del inversor seleccionado (200-950 V). En el apartado 5.5. *Distribución de módulos en la instalación* del presente anejo, se obtienen los valores de $V_{pmax,20^{\circ}C}$ y $V_{pmin,70^{\circ}C}$ necesarios para dicha comprobación.

A continuación, se muestran las expresiones para obtener los valores de $V_{pmax,20^{\circ}C}$ y $V_{pmin,70^{\circ}C}$ para toda la instalación fotovoltaica. Dichos valores deberán estar dentro del rango de MPPT del inversor.

$$1) V_{pmax,20^{\circ}C \text{ TOTAL}} = n^{\circ} \text{ paneles en serie} \cdot V_{pmax,20^{\circ}C}$$

Siendo:

- $V_{pmax,20^{\circ}C \text{ TOTAL}}$: Tensión máxima para la Tª de 20°C para toda la instalación, en V.
- $V_{pmax,20^{\circ}C}$: Tensión máxima para la Tª de 20°C, en V ($V_{pmax,20^{\circ}C} = 32,39 \text{ V}$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$V_{pmax,20^{\circ}C \text{ TOTAL}} = 20 \cdot 32,39 \text{ V} = 647,8 \text{ V}$$

$$2) V_{pmin,70^{\circ}C \text{ TOTAL}} = n^{\circ} \text{ paneles en serie} \cdot V_{pmin,70^{\circ}C}$$

Siendo:

- $V_{pmin,70^{\circ}C \text{ TOTAL}}$: Tensión mínima para la Tª de 70°C para toda la instalación, en V.
- $V_{pmin,70^{\circ}C}$: Tensión mínima para la Tª de 70°C, en V ($V_{pmin,70^{\circ}C} = 27,28 \text{ V}$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$V_{pmin,70^{\circ}C TOTAL} = 20 \cdot 27,28 V = 545,6 V$$

Una vez obtenidos los dos valores, se comprueban que están ambos dentro del rango de MPPT del inversor:

Rango MPPT inversor: 200-950 V

Valores obtenidos: 545,6 y 647,8 V → *Cumple*

Y, por último, se comprueba que la máxima intensidad por MPPT del inversor ($I_{maxinversor}=18 A$) es inferior a la intensidad máxima para la T° de $70^{\circ}C$ ($I_{sc,70^{\circ}C}$). Dicho valor, está calculado en el apartado 5.5. *Distribución de módulos en la instalación* del presente anejo. Para ello, es necesario calcular dicho parámetro por el número de ramas en paralelo que se dispondrán:

$$V_{sc,70^{\circ}C TOTAL} = n^{\circ} \text{ ramas en paralelo} \cdot V_{sc,70^{\circ}C}$$

Siendo:

- $I_{sc,70^{\circ}C TOTAL}$: Intensidad máxima para la T° de $70^{\circ}C$ para toda la instalación, en A.
- $I_{sc,70^{\circ}C}$: Intensidad máxima para la T° de $70^{\circ}C$, en A. ($I_{sc,70^{\circ}C} = 9,23A$).

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos el valor siguiente:

$$V_{sc,70^{\circ}C TOTAL} = 2 \cdot 9,23 = 18,46 A$$

Se observa, que el valor obtenido de 18,46 A supera ligeramente los 18 A del inversor, por lo tanto, no cumple. Pero si comparamos, con la intensidad máxima de cortocircuito de MPPT, que es 25 A, si que cumple, por lo tanto, se puede concluir que no cumpliría la comprobación, pero no perjudicaría al inversor porque es capaz de aguantar hasta 25 A.

5.7. 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. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Siendo:

- $\frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$: Coeficiente adimensional denominado K .

En función, de la latitud objeto de estudio, se pueden aprovechar algunos valores significativos de k que se muestran a continuación en la tabla siguiente:

Tabla 15. Valores del coeficiente k en función de la latitud

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
K	1,6	2,246	2,4715	2,747	3,078	3,487

En la siguiente figura, se muestran ejemplos gráficos de las magnitudes h y d , acabadas de mencionar.

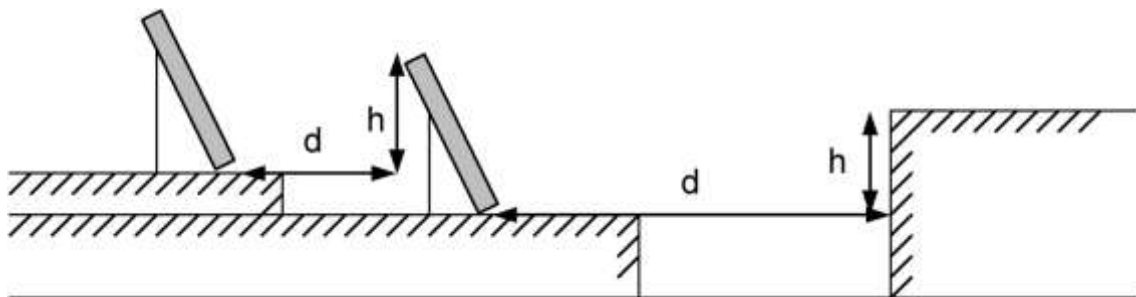


Figura 19. Ejemplos de magnitudes de h y d . Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores.

A continuación, se muestra las dimensiones del módulo fotovoltaico, con los que se realizarán los cálculos posteriores.

Dimensiones Módulo

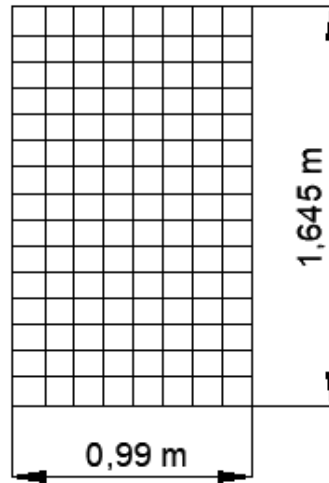


Figura 20. Dimensiones del módulo fotovoltaico seleccionado

Previamente, es necesario el cálculo de h. En nuestro caso al estar sobre una superficie plana y todas las estructuras a la misma altura, el valor de h será el siguiente:

El valor de la hipotenusa, resulta ser la suma de la longitud de las dos placas solares puestas en vertical, más la pequeña distancia que hay entre el suelo y el inicio de la estructura, quedando de la siguiente manera:

$$L = L_{placa\ 1} + L_{placa\ 2} + L_{suelo}$$

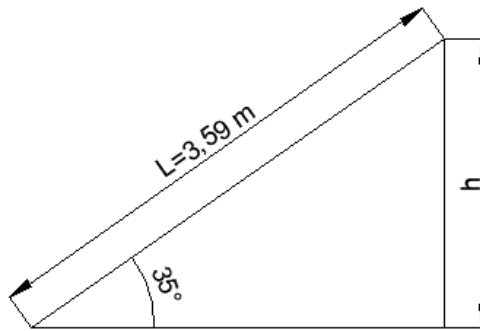
Siendo:

- L: Longitud total de la estructura (valor de la hipotenusa), en m.
- $L_{placa\ 1}$: Longitud de la primera placa solar en vertical, en m.
- $L_{placa\ 2}$: Longitud de la segunda placa solar en vertical, en m.
- L_{suelo} : Longitud de la distancia entre la primera placa y el suelo, en m (se supone un valor de 0,3 m).

Aplicando, la expresión se obtiene un valor de L de:

$$L = 1,645 + 1,645 + 0,3 = 3,59$$

Una vez conocido el valor de la hipotenusa (L), se calcula el valor de la altura del soporte (h), aplicando el Teorema de Pitágoras.



$$\sin \alpha = \frac{h}{L} \rightarrow \sin(35^\circ) = \frac{h}{3,59} \rightarrow h = 2,06 \text{ m}$$

Obtenemos una altura del soporte de las placas de 2,06 metros.

Aplicando la expresión del cálculo de la distancia, se obtiene:

$$d = \frac{2,06}{\tan(61^\circ - 40^\circ)} = 5,01 \text{ m.}$$

Para nuestro caso, se ha escogido una h de 2,06 m aproximadamente, y una latitud de 40°. Con ello se obtiene que la distancia entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no debe de ser inferior a 5,01 m.

Dado que en este caso no hay problema de espacio, se opta por una separación entre filas de paneles de 5,1 m para garantizar un buen funcionamiento y evitar las pérdidas por sombreado.

Distancia de separación entre módulos

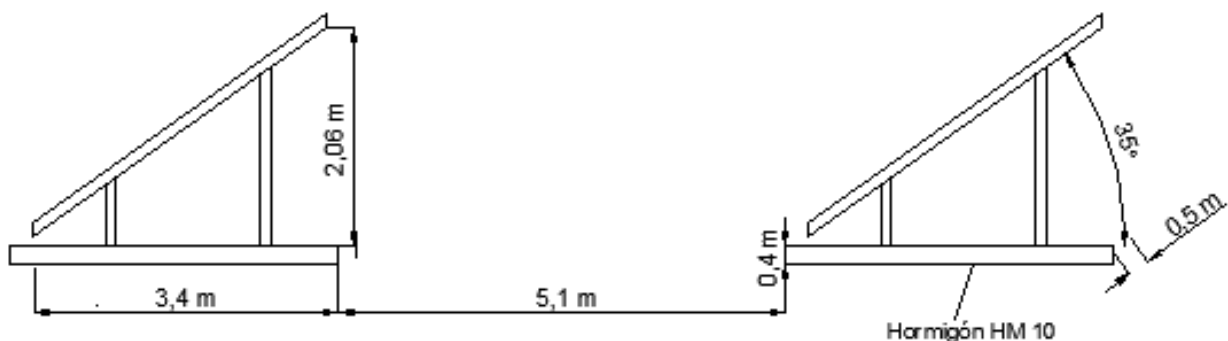


Figura 21. Distancia de separación entre los módulos fotovoltaicos

5.8. Diseño y justificación de la estructura para los módulos

Un punto importante dentro de los módulos fotovoltaicos es la estructura que los situará en la inclinación indicada. Los soportes para placas solares se encargan de sujetar mediante su estructura las placas solares al soporte elegido. Su colocación requiere de un análisis previo del lugar, orientación y condiciones externas de sombras o posibles obstáculos que puedan proyectar sombreado sobre las estructuras para placas solares. Existen soportes de placas solares para diferentes escenarios posibles de colocación de estructuras de placas solares. Además, de soportes para placas solares con diferentes grados de inclinación para ajustarse a la superficie proyectada e incluso estructuras para placas solares regulables a diferentes inclinaciones para adecuarse a las diferencias de azimut con las estaciones del año.

Para el soporte de nuestras placas solares, se ha seleccionado la estructura de soportes inclinados dobles FV-925/FV-925XL de la casa comercial SUNFER. Se trata de un soporte con instalación al suelo y con una inclinación fija, la cual deber de ser la óptima para el aprovechamiento solar máximo anual. (35° es la inclinación óptima en nuestro caso). La estructura permanece sujeta mediante dos postes de aluminio, la cual permite disponer los módulos en vertical. Tiene una capacidad desde 1 hasta 40 módulos fotovoltaicos, con la característica de disponer dos filas de placas en la misma estructura.

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 y 22).



Figura 22. Estructura para los módulos fotovoltaicos FV-925/FV-925XL. Fuente: SUNFER

Artículo nº FV925



Capacidad De 2 a 40 módulos fotovoltaicos Dispuestos en 2 filas en vertical	
Inclinación del módulo Estándar 20° o 30°, a elegir Disponible bajo pedido hasta 60°	
Materiales Aluminio - EN AW 6005A T6 Tornillería - Acero Inoxidable	
Tamaño del módulo Para módulos de hasta 60 células - FV925 Para módulos de hasta 72 células - FV925XL	
Instalaciones recomendadas Zapatas de hormigón, hincado, micropilotes o anclaje a losas de hormigón existentes	

Figura 23. Principales características de la estructura FV-925/FV-925XL. Fuente: SUNFER

Se ha decidido distribuir 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 las siguientes:

- Alto: 3 m

ANEJO 8. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica

- Ancho: 5 m
- Superficie: 15 m²

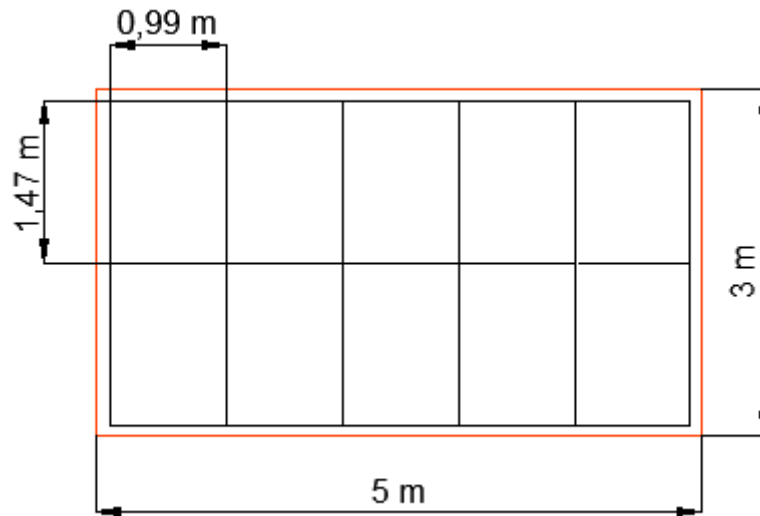


Figura 24. Dimensiones de la estructura compuesta por 10 módulos

5.9. Configuración del sistema fotovoltaico

Finalmente, el sistema fotovoltaico queda de la siguiente manera (Plano19 y 23):

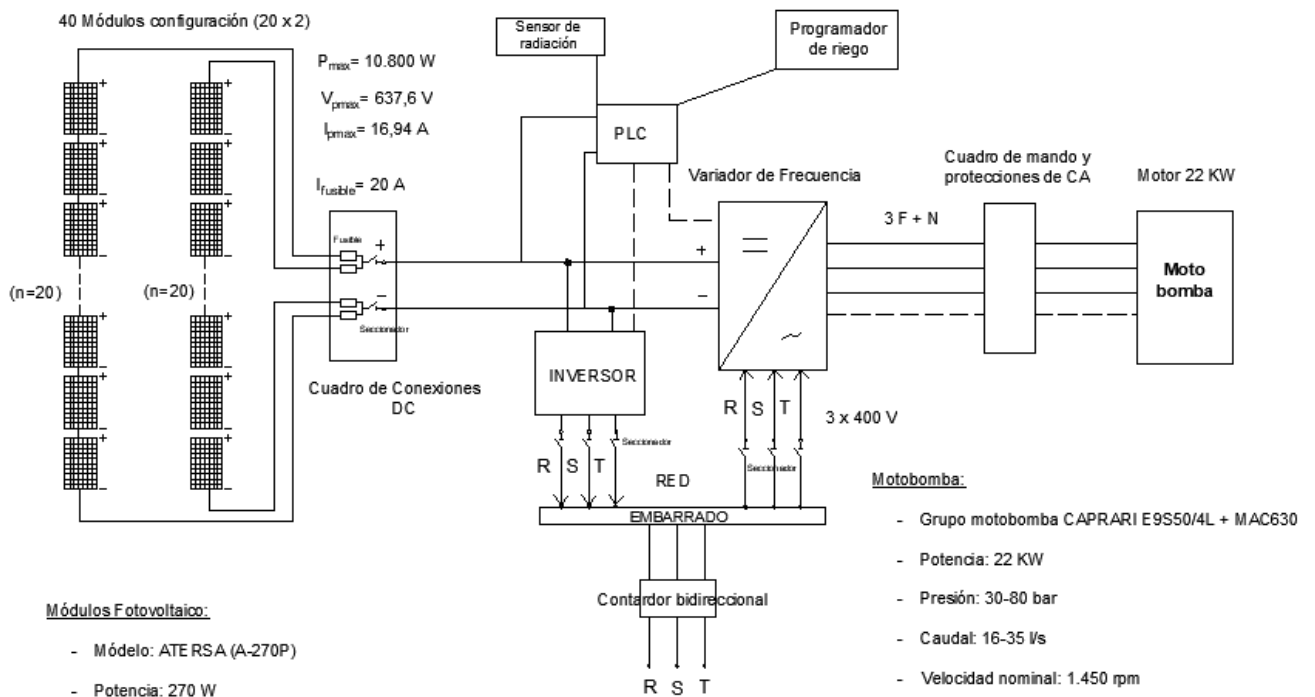


Figura 25. Esquema general de la instalación.

Está compuesto de:

40 paneles ATERSA (A-270P), cada panel tiene una tensión nominal de 24 V, por lo que la disposición de los paneles será 20 x 2 (20 paneles en serie y 2 ramas en paralelo), cada rama se conecta en el borne correspondiente de la caja de conexiones, según sea positivo o negativo.

En la caja de conexiones CC, las ramas se unifican, obteniéndose una única línea de salida la cual llega hasta el variador de frecuencia.

Se ha seleccionado el variador de frecuencia Power Electronics SD700SP 37 kW, este elemento es de gran importancia ya que es el encargado 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.

El modelo de inversor seleccionado es el siguiente: HUAWEI SUN2000-17KTL. Éste permite poder invertir la energía producida por la instalación 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. El inversor es capaz de convertir la corriente continua que circula por la instalación fotovoltaica, en corriente alterna, sin llevar a cabo una variación de frecuencia y de tensión, ya que los valores de frecuencia y de tensión de la red son prácticamente constantes.

Tanto del inversor como del variador, emerge una rama que va hasta el contador bidireccional, capaz de medir los valores de energía que se consumen y se vierten a la red.

Por último, se requiere de un 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. El PLC tiene que ir conectado tanto al inversor como al variador, además de disponer de sondas capaces de medir intensidad y voltaje proporcionado en todo momento por el campo fotovoltaico.

5.10. Ubicación del parque fotovoltaico

En primer lugar, el parque fotovoltaico se planteó ubicarlo en la propia explotación agrícola, concretamente en el tejado de la vivienda principal, debido a que era la ubicación más segura y menos molesta que existía. Sin embargo, la superficie disponible de una parte del tejado era menor que la que ocupaban las placas. Además, la empresa

tiene en mente llevar a cabo una restauración de la masía, una vez realizada toda la instalación de riego, debido al mal estado en que se encuentra el tejado y su interior actualmente, con el fin de evitar que se derrumbe con el paso de los años.

Es por eso, que finalmente, la ubicación del parque fotovoltaico se realizará en la explanada situada al norte de la vivienda principal de la finca (Plano 18). Es una zona con suficiente superficie para la instalación de las cuatro estructuras de módulos fotovoltaicos, además de carecer de zonas de producción de sombra, ya que se encuentra en un lugar abierto sin obstáculos a su alrededor. Existen dos posibles problemas, el primero de ellos es que la vivienda podría producir ciertos momentos de sombra sobre el parque, pero analizando las distancias, se ha visto que se encuentra a una distancia suficiente alejada (18-29 m en línea recta de las placas solares) para sombrear parte de la instalación. El otro problema que se plantea es el posible hurto tanto de los módulos solares como del cableado de cobre que conforma la instalación. Por ello, se dotará de un sistema de seguridad el recinto de las placas solares, conformado por un sistema de vallado perimetral además de un sistema de alarma sensorizada.



Figura 26. Ubicación del parque fotovoltaico en la finca. Fuente: Google maps

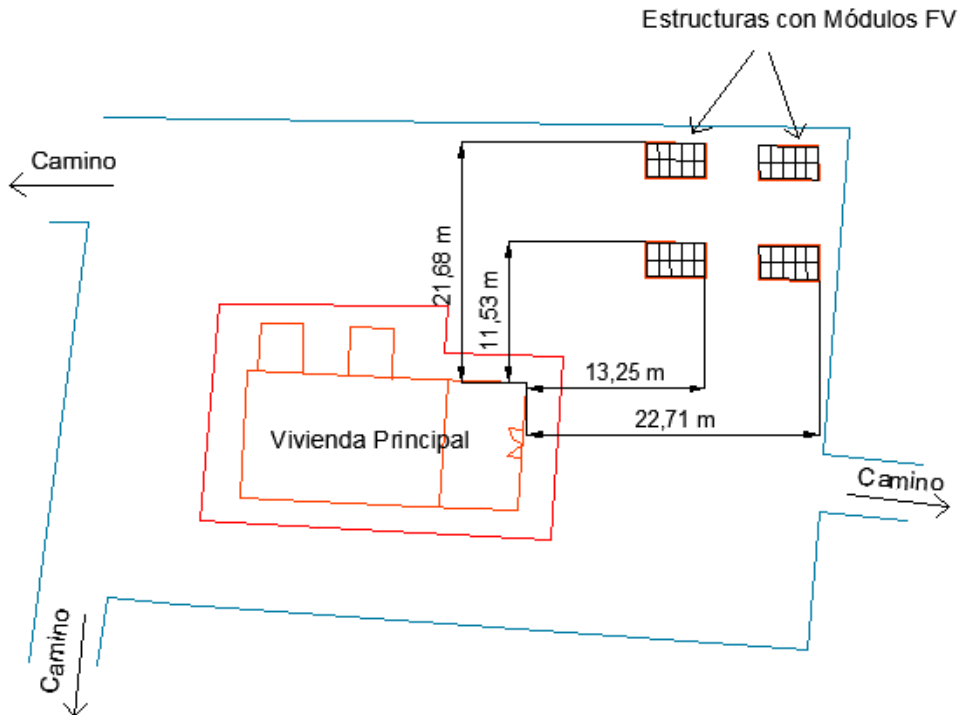


Figura 27. Esquema de la ubicación de las estructuras fotovoltaicas.

5.11. Cálculo del cableado en corriente continua y corriente alterna

5.11.1. Generalidades

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

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

Criterio de la caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Criterio de la intensidad de cortocircuito

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones eléctricas, no lo es en instalaciones fotovoltaicas, ya que la máxima intensidad de cortocircuito que puede darse es la que se produce en el generador y esta no es muy elevada, por lo que no supone ningún peligro.

El cálculo de secciones en corriente continua constará de un solo tramo:

- Tramo I: Paneles – Inversor/Variador de frecuencia

El cálculo de secciones en corriente alterna constará de tres tramos:

- Tramo I: Variador de frecuencia – Grupo motobomba
- Tramo II: Contador bidireccional – Variador de frecuencia
- Tramo III: Inversor – Contador bidireccional

En una instalación fotovoltaica los cables seleccionados deben ser capaces de soportar, durante el período de vida central, condiciones medioambientales desfavorables respecto a la temperatura, precipitaciones atmosféricas y radiación ultravioleta.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los mismos, donde se pueden llegar a alcanzar temperaturas muy elevadas (70-80 °C). Por ello los cables deben poder soportar elevadas temperaturas y la acción de rayos ultravioleta cuando se instalan a la vista. El resto de cableado irá enterrado bajo tubo.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Además, se tendrá en cuenta en el dimensionado que los cables sean capaces de soportar una intensidad 1,25 veces la intensidad máxima del generador (I_{sc}^*).

5.11.2. Cálculo del cableado

Corriente Continua

- **Tramo I: Paneles – Inversor/Variador de frecuencia**

Para este tramo se ha utilizado cable TOPSOLAR PV DUAL apto para instalaciones fotovoltaicas, certificado por TÜV y EN. Este cable está especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, gracias al diseño de sus materiales, pudiéndose instalar a la intemperie en plenas garantías.



Figura 28. Cable TOPSLAR PV H1Z2Z2-K. Fuente: TOP CABLE

Consiste en un cable de cobre estañado y flexible de clase 5 con aislamiento y cubierta exterior, además su tensión asignada de aislamiento es de 1,8 KV en corriente continua, temperatura máxima del conductor de 120°C y tiene una vida útil de 30 años.

Tal y como se indicó en el apartado de este documento, el pliego de condiciones técnicas de la IDAE para instalaciones fotovoltaicas con conexión mixta a red nos indica que la máxima caída de tensión admisible es de 3%.

- Cálculo de la sección para caída de tensión:

La intensidad de servicio para una cadena de módulos fotovoltaicos es:

$$I_b = (1,25 \cdot I_{sc})$$

Siendo:

- I_b : Intensidad de servicio
- I_{sc} : Intensidad de cortocircuito de cada rama exactamente, en A

Aplicando la expresión anterior obtenemos una intensidad de:

$$I_b = (1,25 \cdot 9,07) = 11,337 \text{ A}$$

La caída de tensión (ΔV) aceptada en el circuito de corriente continua es de 3%.

El cálculo de la tensión máxima en cada rama (V_{DC}), se obtiene a partir de la tensión máxima por módulo (V_{max}) por el número de módulos en serie (n°_{serie}).

$$V_{DC} = V_{max} \cdot n^{\circ}_{serie} = 31,88 \cdot 20 = 637,6 V$$

La caída de tensión se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{3 \cdot V_{DC}}{100}$$

Siendo:

- ΔV : Caída de tensión, en %
- V_{DC} : Tensión máxima en cada rama, en V.

Aplicando la expresión anterior, se obtiene:

$$\Delta V = \frac{3 \cdot V_{DC}}{100} = \frac{3 \cdot 637,6}{100} = 19,128\%$$

La sección del cable se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_b}{\Delta V \cdot \gamma}$$

Siendo:

- S: Sección del cable, en mm (Tabla 17).
- L: Longitud de cable, en m.
- I_b : Intensidad de servicio, en A.
- ΔV : Máxima caída de tensión admisible, en %.
- γ : Conductividad del conductor de Cu, a 70°C de temperatura es de 48m/Ω mm² (Tabla 16).

Tabla 16. Valores de la conductividad para cables eléctricos, expresados en mm/Ω mm²

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 17. Secciones comerciales de cables de cobre

	mm ²
	Cobre
	2,5
	4
	6
	10
	16
	25
	35
	50
	70
	95
	120
	150
	185
	240
	300

Aplicando la fórmula anterior, se obtiene el siguiente resultado:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_b}{\Delta V \cdot \gamma} = \frac{2 \cdot 197 \cdot 11,337}{19,128 \cdot 48} = 4,87 \text{ mm} \rightarrow \text{Sección comercial es de } 6 \text{ mm}^2$$

La caída de tensión real para un cable de sección de 6 mm² es de 15,51%, por lo que podemos decir que NO cumple el criterio de caída tensión.

Se prueba con secciones mayores, hasta encontrar la que cumple por criterio de caída de tensión. Para un cable de sección 35 mm², la caída de tensión es de 2,65%.

$$2,65 < 3\% \rightarrow \text{Cumple.}$$

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento:

Las intensidades máximas admisibles se rigen en su totalidad por lo recogido en las Normas UNE; la norma UNE 20460-5-523. En este caso se utiliza la tabla correctora de la ITC-BT-07 de intensidades máximas admisibles para líneas de baja tensión subterráneas. Las condiciones estándar de la ITC-BT-07 se pueden observar en la Tabla 18.

Tabla 18. Condiciones estándar ITC-BT-07



Temperatura del terreno	25°C
Profundidad de soterramiento	0,7 m
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W
Agrupamiento de circuitos	Un solo circuito

La profundidad de soterramiento a la que se encuentran los cables es de 0,5 m, ya que la zona por la que circulará la línea corresponde a la zanja realizada para la instalación de la red de riego. El factor para aplicar será de 1,02 (Tabla 19).

Tabla 19. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 20. Valores de las intensidades máximas admisibles, expresadas en Amperios

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares ⁽¹⁾⁽²⁾			Un cable tripolar o tetrapolar ⁽³⁾		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	325	325	290	310	305	265
120	380	372	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Para una sección de 35 mm², con aislamiento PVC, la intensidad máxima admisible es de 170 A, aplicando el factor de corrección de 1,02 se obtiene:

$$I = 170 \cdot 1,02 = 173,4 \text{ A}$$

$$173,4 \text{ A} > 11,337 \text{ A} \rightarrow \text{Cumple}$$

El cable de sección 35 mm² cumple el criterio de intensidad máxima admisible o calentamiento.

Por lo tanto, la sección utilizada para el cableado de la parte de corriente continua será de 35 mm², con una sección de neutro de 16 mm².

Corriente Alterna

Según se define en la Guía técnica de aplicación de la ITC-BT-19, las instalaciones interiores o receptoras tienen por finalidad la utilización de la energía eléctrica, pudiendo estar situadas tanto en el interior como en el exterior, con montaje aéreo, empotrado o enterrado.

Para la parte de corriente alterna, se ha utilizado el cable TOPFLEX MS TRI-RATED de la casa comercial Top Cable. Está diseñado para cableado interno de armarios eléctricos y dimensionado de aparatos eléctricos, como por ejemplo motores, grupos motobombas, transformadores y, en general, para cualquier otra maquinaria.



Figura 29. Cable TOPFLEX MS TRI-RATED. Fuente: TOP CABLE

Consiste en un cable de cobre estañado y flexible de clase 5 con aislamiento y cubierta exterior, además su tensión asignada de aislamiento es de 1,8 KV en corriente continua, temperatura máxima del conductor de 90°C y tiene una vida útil de 30 años.

- **Tramo I: Variador de frecuencia/Grupo motobomba**

- Cálculo de la sección para caída de tensión:

En el caso de las líneas que alimenten motores, el RBT (ITC-BT-47) establece que para líneas que alimentan un solo motor, los conductores de conexión deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.

Para el cálculo de la intensidad que circulará por el cable se calcula a partir de los siguientes valores:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\alpha}$$

Siendo:

- I: Intensidad admisible, en A.
- P: Potencia del grupo motobomba, en W.
- U: Tensión nominal, en V.

Aplicando la anterior expresión se obtiene el valor de la intensidad nominal:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\alpha} = \frac{1,25 \cdot 17.100}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 33,45 \text{ A}$$

Para calcular la sección (S), se desprecia en principio el valor de X; la R se sustituye por su expresión: $R = \rho \cdot l/S$ y se despeja el valor de S, de la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot l \cdot I \cdot \cos\alpha}{\gamma}$$

Siendo:

- S: Sección del cable, en mm.
- ρ : Resistividad del cobre (Cu), en $\Omega \cdot m$ (Tabla 21).

ANEJO 8. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica

- l : Longitud del cable, en m.

- I : Intensidad admisible, en A.

Tabla 21. Valores de la conductividad para distintos materiales y temperaturas, expresados en $\Omega \cdot m$

	ρ_{Cu} (resistividad cobre)	ρ_{Al} (resistividad aluminio)
20 °C	$1,72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	$2,82 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$
70 °C	$2,06 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	$3,41 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$
90 °C	$2,19 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	$3,65 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$

Tabla 22. Características de los cables

SECC	∅ Cond+Ais	∅ Ext. Cabl. Unip	∅ Ext Cabl Mult	X Unipol.	X Multipol.	R (20°C)	R (20°C)	R (70°C)	R (70°C)	R (90 °C)	R (90 °C)
mm ²	mm	mm	mm	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km
Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
								PVC	PVC	XLPE-EPR	XLPE-EPR
1,5	3,00	5,90	10,90	0,145	0,108	12,100	20,000	14,460	24,200	15,403	25,460
2,5	3,40	6,30	11,80	0,134	0,100	7,410	12,000	8,855	14,520	9,433	15,276
4	4,30	7,20	13,70	0,128	0,100	4,610	7,500	5,509	9,075	5,869	9,548
6	5,20	8,10	15,80	0,116	0,091	3,080	5,000	3,681	6,050	3,921	6,365
10	6,20	9,10	17,40	0,106	0,085	1,830	3,000	2,187	3,630	2,330	3,819
16	7,20	10,20	19,50	0,099	0,080	1,150	1,875	1,374	2,269	1,464	2,387
25	8,40	11,50	22,30	0,098	0,080	0,727	1,200	0,869	1,452	0,925	1,528
35	9,50	12,50	24,70	0,093	0,078	0,524	0,868	0,626	1,050	0,667	1,105
50	11,20	14,20	28,30	0,093	0,078	0,387	0,641	0,462	0,776	0,493	0,816
70	12,70	15,70	31,90	0,089	0,075	0,268	0,443	0,320	0,536	0,341	0,564
95	15,00	18,30	37,30	0,086	0,074	0,193	0,320	0,231	0,387	0,246	0,407
120	16,50	20,00	40,80	0,085	0,073	0,153	0,253	0,183	0,306	0,195	0,322
150	18,30	21,80	44,90	0,084	0,073	0,124	0,206	0,148	0,249	0,158	0,262
185	20,50	24,30	50,10	0,084	0,073	0,099	0,164	0,118	0,198	0,126	0,209
240	23,40	27,40	57,00	0,082	0,073	0,075	0,125	0,090	0,151	0,095	0,159
300	25,90	30,10	62,90	0,082	0,072	0,060	0,100	0,072	0,121	0,076	0,127
400	29,30	33,80	74,40	0,081	0,072	0,047	0,078	0,056	0,094	0,060	0,099
500	32,40	37,80	---	0,080	---	0,036	0,061	0,043	0,074	0,046	0,078

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot p \cdot l \cdot I \cdot \cos\alpha}{\gamma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2,19 \cdot 10^{-8} \cdot 3 \cdot 33,45 \cdot 0,97}{20} = 0,24 \text{ mm}^2$$

Se escoge la sección comercial inmediatamente superior; en este caso 1,5 mm².

Una vez calculada la sección, se procede al cálculo de la caída de tensión, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\emptyset = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\alpha + X \cdot \sin\alpha)$$

Siendo:

- \emptyset : Caída de tensión, en V.
- I: Intensidad, en A.
- R: Resistividad a 90°C, en $\Omega \cdot \text{Km}$ (Tabla 22).
- X: Reactancia Unipolar, en $\Omega \cdot \text{Km}$ (Tabla 22).

Aplicando la expresión anterior se obtiene:

$$\begin{aligned}\emptyset &= \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\alpha + X \cdot \sin\alpha) = \\ &= \sqrt{3} \cdot 33,45 \cdot (15,40 \cdot 0,003 \cdot 0,97 + 0,145 \cdot 0,003 \cdot 0,24) = 2,6 \text{ V}\end{aligned}$$










$$20 \text{ V} > 2,6 \text{ V} \rightarrow \text{Cumple}$$

Por lo tanto, la sección comercial 1,5 mm² cumple el criterio de caída de tensión.

- Criterio de la intensidad máxima admisible:

Las intensidades máximas admisibles se rigen en su totalidad por lo recogido en las Normas UNE; la Norma UNE-HD 60364-5-52 agrupa los métodos de instalación para instalaciones interiores (Tabla 22) en nueve métodos de referencia, cuya resistencia a la evacuación de calor generado por efecto Joule es similar.

Tabla 23. Método de instalación

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE-EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	columna 4	columna 3	columna 7	columna 6
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	columna 3	columna 2	columna 6	columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/mamp.	B1	columna 6	columna 5	columna 10	columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera/mamp.	B2	columna 5	columna 4	columna 8	columna 7
	Cables unipolares; o multipolares sobre una pared de madera/mamp.	C	columna 8	columna 6	columna 11	columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	columna 3	columna 4	columna 5	columna 6
	Cable multiconductor al aire libre. Distancia al muro \geq a 0,3 veces ϕ del cable	E	columna 9	columna 7	columna 12	columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro \geq ϕ del cable	F	columna 10	columna 8	columna 13	columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos \geq el ϕ del cable	G	—	Ver UNE 20460-5-523	—	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90 °) • EPR: Etileno-propileno (90 °) • PVC: Policloruro de vinilo (70 °)

A partir de la Tabla 23, se escoge el tipo de método de la instalación a seguir en el proceso de cálculo. El tipo de método es el B1, Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera/mampostería.

Una vez conocido el tipo de método, se dirige a la Tabla 24, para obtener el valor de la corriente admisible para una sección de 1,5 mm² y de PVC.

ANEJO 8. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica

Tabla 24. Corrientes admisibles expresados en Amperios

Mét. de ref.	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
A1		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE						
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE		2 XLPE			
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE					
C					3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE		
E						3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE	
F							3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE
Cobre												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35				110	117	126	137	147	158	169	185	200
50				134	141	153	167	179	192	207	225	242
70				171	179	196	213	229	246	268	289	310
95				207	216	238	258	278	298	328	352	377
120				239	249	276	299	322	346	382	410	437
150					285	318	344	371	395	441	473	504
185					324	362	392	424	450	506	542	575
240					380	424	461	500	538	599	641	679

Para una sección de 1,5 mm², corresponde una intensidad máxima de 15,5 A.

Como disponemos de una intensidad de 33,45, vemos que no cumple el criterio de intensidad máxima admisible. Por lo tanto, se aumenta la sección, hasta encontrar una sección que cumpla dicho criterio.

$$33,45 > 15,5 \text{ A} \rightarrow \text{No cumple}$$

Finalmente, se selecciona un cable con una sección de 6 mm, debido a que posee una intensidad máxima admisible de 36 A y cumple dicho criterio.

$$33,45 < 36 \text{ A} \rightarrow \text{Cumple}$$

Como el Tramo I, es el más desfavorable del resto de tramos, porque es el que alimenta al grupo motobomba, se selecciona una sección uniforme de cable para el resto de los tramos, para simplificar la instalación eléctrica.

Por lo tanto, el Tramo I, II y III quedará con una sección de 6 mm², con una sección de neutro de 6 mm².

5.12. Protecciones

Las protecciones eléctricas se instalarán en el lado de corriente continua y alterna cumpliendo con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

El sistema de protecciones garantizará la protección de las personas tanto a contactos directos como indirectos.

Protección contra contactos directos

Según la ITC-BT-24 del REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) las protecciones a utilizar para proteger frente a contactos directos deben estar basadas en evitar que una persona pueda entrar en contacto con las partes activas de la instalación, pudiendo emplearse, entre otras, las que se mencionan a continuación:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Protección contra contactos indirectos

En un contacto indirecto la persona toma contacto con una parte del sistema (masa) que no debiera estar expuesta a potencial. Sin embargo, algún defecto del aislamiento de la instalación puede exponer a la persona a un potencial de contacto peligroso al tocar las masas.

La misma ITC-BT-24 recoge las formas de protección para contactos indirectos:

- Protección por corte automático de la alimentación. De esta manera se evita que la fuente eléctrica siga alimentando la instalación cuando se produce el defecto.
- Protección por empleo de equipos con aislamiento de clase II con la misión de alcanzar resistencias de aislamiento de alto valor y estables en el tiempo.
- Puesta a tierra de las masas de la instalación, para permitir el paso de las corrientes de defecto a tierra y para servir de potencial común para todos los elementos que entran en contacto con ellas.

Protección de los circuitos

Según la ITC-BT-22 “Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobrecargas previsibles”.

Las sobrecargas pueden ser originadas por:

- Sobrecargas.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

Protección contra cortocircuitos

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Los elementos de protección que tendrá el sistema serán los fusibles, magnetotérmicos 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, se indica que:

- Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectado (como mínimo) 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 esta.
- La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

En aquellas instalaciones donde las tensiones sean bajas y trabajen en corriente continua, se deberá tener en cuenta la ITC-BT-24 para los sistemas de protección. Se deberá seguir el siguiente sistema de protección, según el reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Interruptor diferencial: el interruptor diferencial consta de un sistema que permite detectar contactos indirectos y proteger de ellos cortando el suministro eléctrico.
- Magnetotérmico: es un dispositivo de protección ante cortocircuitos y sobrecargas. También se denomina disyuntor, aunque en instalaciones de viviendas se suele denominar PIA (pequeño interruptor automático). Su funcionamiento está basado en los efectos que se producen por la circulación de corriente eléctrica: magnético y térmico.
- Circuito magnético: formado por un electroimán y su función es la de protección ante posibles cortocircuitos, cortando el paso de la corriente cuando se alcanza un valor ya definido (por fabricante).
- Circuito térmico: está formado por una lámina bimetálica y su función es la de protección ante posibles sobrecargas. Dicha lámina se deforma al pasar cierta corriente durante un tiempo según el diseño del mismo. Por ello, cuando se alcanza cierta temperatura (efecto Joule por el paso de la corriente) corta el paso de la corriente
- Toma de tierra: Es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos en el suelo. En cuanto a la puesta a tierra se pueden considerar el uso de electrodos, formados por placas enterradas, picas verticales o conductores enterrados horizontalmente. El tipo de enterramiento y la profundidad a la que se encontrará deben ser correctos de manera que la pérdida de humedad del suelo, el hielo que se forme a bajas temperaturas u otros factores, no alteres la resistencia de toma de tierra prevista.

BIBLIOGRAFÍA:

- “ATERSA. Grupo Elecnor”, (<https://www.atersa.com>) (Accedido el 25 de marzo de 2019).
- Huawei, (<https://www.huawei.com>) (Accedido el 29 de marzo de 2019).
- “Manual para instalaciones fotovoltaicas autónomas” , José A. Alonso Lorenzo, Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma, SunFields Europe (<https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-de-calculo-sistemasfotovoltaicos-aislados-autonomos-parte-iii/>) (Accedido el 02 de mayo de 2019).
- “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red”, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), (PCT-A-REV febrero 2016).
- “Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)” , Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology; European Commission.
- (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/est.php?lang=en&map=europe.com>) (Accedido el 25 de marzo de 2019).
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas de Red “Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), (PCT-C-REV -julio 2011).
- “Power Electronics”, (<https://www.power-electronics.com>) (Accedido el 20 de marzo de 2019).
- “Sunfer Energy- Sunfer Energy Structures. Especialistas en soportes fotovoltaicos y térmicos”, (<https://www.sunfer-energy.com>) (Accedido el 27 de marzo de 2019).
- “TOP SOLAR”. (<https://www.TOPSOLAR.com>) (Accedido el 10 de junio de 2019).

ANEJO 9:

PLAZO DE EJECUCIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE GANTT	1
2.1. Definición de actividades	1
2.2. Diagrama de Gantt.....	2

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración y la duración real, expresada en días, de las diversas actividades que se llevarán a cabo en el presente proyecto.....	1
--	---

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente anejo 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 la realización del presente anejo, utilizaremos el método del diagrama de Gantt.

2. ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE GANTT

Como método más sencillo para calcular el plazo de ejecución, se ha optado por la realización de un diagrama de Gantt. Para ello veremos las distintas unidades constructivas con que cuenta el proyecto y las dividiremos en sus correspondientes capítulos, estimando un plazo de ejecución razonable para cada uno de ellos según los medios con que se trabajarán, que están reflejados en el documento *nº4. Presupuesto*.

Posteriormente se reflejará ese espacio temporal gráficamente a través de un diagrama de barras donde se podrá observar los solapes entre actividades. Como se verá más adelante, los solapes serán mínimos, ya que se contará prácticamente con la misma plantilla de trabajo durante todo el periodo de obras.

2.1. Definición de actividades

A continuación, se muestra la duración y la duración real de las distintas actividades que se llevarán a cabo en la realización del presente proyecto.

Tabla 1. Duración y la duración real, expresada en días, de las diversas actividades que se llevarán a cabo en el presente proyecto

ACTIVIDAD		Duración (días)	Duración real (días)
1	Movimiento de tierras	57	41
	Desarbolado del terreno		8
	Arranque de los tocones		2
	Roturación y desfonde del terreno		6
	Eliminación de los muros de piedra		3
	Zanja		10
	Relleno para cama		3
	Tapado		9

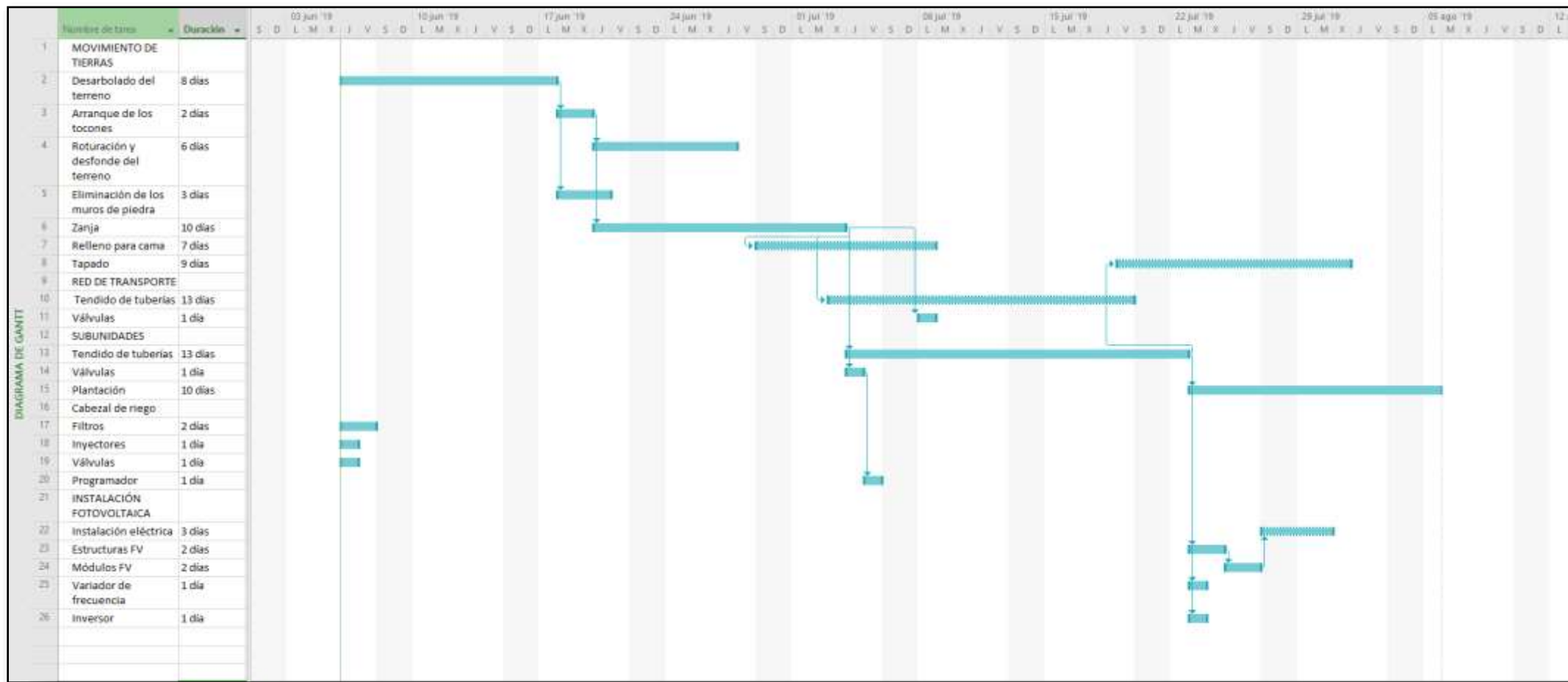
2	Red de transporte	17	13
	Tendido de tuberías	13	
	Válvulas	1	
3	Subunidades	18	13
	Tendido de tuberías	13	
	Válvulas	1	
4	Plantación	14	10
5	Cabezal de Riego	3	3
	Filtros	2	
	Inyectores	1	
	Válvulas	1	
	Programador	1	
6	Instalación Fotovoltaica	7	5
	Instalación eléctrica	3	
	Estructuras FV	2	
	Módulos FV	2	
	Variador de frecuencia	1	
	Inversor	1	

2.2. Diagrama de Gantt

En este apartado se observa de forma gráfica la duración de las distintas unidades de obra, así como la obra en su totalidad.

La duración de las obras como se puede observar en el siguiente diagrama será de 44 días laborables, lo que equivale a dos meses y un día.

DIAGRAMA DE GANTT



ANEJO 10:

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ESTUDIO FINANCIERO	1
2.1. Inversión a realizar	1
2.2. Descomposición de los cobros.....	2
2.3. Descomposición de los pagos	4
3. ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA INVERSIÓN	9
4. ANÁLISIS DINÁMICO DE LA INVERSIÓN.....	11
4.2. Análisis de los resultados	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cobros anuales estimados si no se llevase a cabo el proyecto	3
Tabla 2. Cobros anuales estimados tras la realización del proyecto.....	4
Tabla 3. Descomposición de los pagos para la situación de sin proyecto, expresado en €/ha.....	6
Tabla 4. Descomposición de los pagos tras la realización del proyecto, expresado en €/ha	8
Tabla 5. Análisis estático de la inversión, ante la situación de sin proyecto	9
Tabla 6. Análisis estático de la inversión, tras la realización del proyecto	10
Tabla 7. Valores de los cobros, pagos y flujo efectivo para las dos situaciones estudiadas, expresados en €.....	13
Tabla 8. Valores de VAN para distintas tasas de descuento	14
Tabla 9. Valores de Payback para distintas tasas de descuento	14

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se va a realizar la valoración económica de la inversión, utilizando para ello, tanto un análisis estático como dinámico. Los métodos de valoración utilizados para determinar la rentabilidad del proyecto serán: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el Período de Retorno o PayBack (PR).

2. ESTUDIO FINANCIERO

Los proyectos de inversión vienen caracterizados en su estudio económico por tres elementos básicos:

- El pago de la inversión, que corresponde al valor económico obtenido en el Presupuesto (*Documento nº4. Presupuesto*)
- La vida útil del proyecto, para este caso, se estima una vida de 25 años
- Los flujos de caja generados en la totalidad de la vida útil del proyecto

Para determinar la viabilidad del proyecto, es necesario estimar tanto los cobros como los pagos que se generarán durante todos los años de vida útil del proyecto, para así comparar estos mismos con los obtenidos en el caso de que no se llevara a cabo éste.

Si el proyecto de transformación de la explotación agrícola no se hubiese realizado, la producción de cítricos por hectárea hubiese tenido una tendencia decreciente debido a que se encuentra en un estado vegetativo muy deteriorado por lo que los árboles se encuentran al final de su vida productiva.

2.1. Inversión a realizar

La vida útil del proyecto se estima en 25 años, debido a que la potencia mínima (80-90%) por los paneles fotovoltaicos solo puede ser garantizada estos primeros años. Sin embargo, la vida útil del cultivo de cítricos podría ser entre los 30 y 50 años. En este caso, utilizaremos la cifra más desfavorable, los 25 años.

La inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto asciende a la cantidad de 199.735,46 € (*Documento nº4. Presupuesto*), la cual será necesaria desembolsar en el año cero.

Para llevar a cabo la inversión, la empresa solo ha utilizado fondos propios, por lo que no ha sido necesario obtener recursos ajenos (subvenciones, préstamos...).

2.2. Descomposición de los cobros

Los cobros son los derivados de la venta teniendo en cuenta la evolución de la producción durante la vida del proyecto. El precio unitario utilizado en el proyecto es determinado por una media del precio de venta (0,255 €/Kg) de la variedad Valencia Midnight de los últimos 5 años, obtenido por los boletines de la Lonja de Cítricos de Valencia. En cambio, la explotación existente actualmente, mezcla de las variedades Navelina, Clemenules y Oronules, se le atribuye un precio menor (0,195 €/Kg) obtenido de la media de los precios de las tres variedades en los últimos 5 años al igual que en el caso anterior. Éstos son inicialmente calculados por hectárea y finalmente agregados para toda la superficie de cultivo (11 ha).

Situación sin Proyecto

Como se ha comentado anteriormente, la producción actual generaría unos ingresos decrecientes durante los próximos 25 años, debido a la menor producción esperada por el mal estado actual de los árboles. Tanto la producción como los ingresos se muestran en la Tabla 1.

En la dicha tabla, se observa que los ingresos totales derivados de la producción de cítricos que obtendría la empresa en caso de no invertir en la transformación corresponderían a 1.190.475 euros.

Tabla 1. Cobros anuales estimados si no se llevase a cabo el proyecto

CULTIVO DE CÍTRICOS Sin Proyecto				
Año	Producción (Kg/ha x año)	Precio unitario (€/Kg)	Ingresos (€/ha x año)	Ingresos totales (€ x año)
1	40.000	0,195	7.800	85.800
2	40.000	0,195	7.800	85.800
3	40.000	0,195	7.800	85.800
4	35.000	0,195	6.825	75.075
5	35.000	0,195	6.825	75.075
6	35.000	0,195	6.825	75.075
7	25.000	0,195	4.875	53.625
8	25.000	0,195	4.875	53.625
9	25.000	0,195	4.875	53.625
10	25.000	0,195	4.875	53.625
11	20.000	0,195	3.900	42.900
12	15.000	0,195	2.925	32.175
13	15.000	0,195	2.925	32.175
14	15.000	0,195	2.925	32.175
15	15.000	0,195	2.925	32.175
16	15.000	0,195	2.925	32.175
17	15.000	0,195	2.925	32.175
18	15.000	0,195	2.925	32.175
19	15.000	0,195	2.925	32.175
20	15.000	0,195	2.925	32.175
21	15.000	0,195	2.925	32.175
22	15.000	0,195	2.925	32.175
23	15.000	0,195	2.925	32.175
24	15.000	0,195	2.925	32.175
25	15.000	0,195	2.925	32.175
Total				1.190.475

Situación con Proyecto

A continuación, se muestran los cobros anuales que se estiman obtener por la venta de la producción durante la vida útil del proyecto, teniendo en cuenta la producción de cada año, la cual es nula durante los dos primeros años y creciente hasta 50.000 Kg/ha (máxima producción estimada) en el año 9 (Tabla 2).

Tabla 2. Cobros anuales estimados tras la realización del proyecto

CULTIVO DE CÍTRICOS Con Proyecto				
Año	Producción (Kg/ha x año)	Precio unitario (€/Kg)	Ingresos (€/ha x año)	Ingresos totales (€ x año)
1	0	0,255	0	0
2	0	0,255	0	0
3	15.000	0,255	3.825	42.075
4	15.000	0,255	3.825	42.075
5	25.000	0,255	6.375	70.125
6	30.000	0,255	7.650	84.150
7	35.000	0,255	8.925	98.175
8	45.000	0,255	11.475	126.225
9	50.000	0,255	12.750	140.250
10	50.000	0,255	12.750	140.250
11	50.000	0,255	12.750	140.250
12	50.000	0,255	12.750	140.250
13	50.000	0,255	12.750	140.250
14	50.000	0,255	12.750	140.250
15	50.000	0,255	12.750	140.250
16	50.000	0,255	12.750	140.250
17	50.000	0,255	12.750	140.250
18	50.000	0,255	12.750	140.250
19	50.000	0,255	12.750	140.250
20	50.000	0,255	12.750	140.250
21	50.000	0,255	12.750	140.250
22	50.000	0,255	12.750	140.250
23	50.000	0,255	12.750	140.250
24	50.000	0,255	12.750	140.250
25	50.000	0,255	12.750	140.250
Total				2.847.075

Como se puede observar en la Tabla 2, el total de ingresos durante toda la vida útil del proyecto para las 11 ha de superficie, asciende a 2.874.075 euros.

2.3. Descomposición de los pagos

Para el cálculo de los pagos que se derivarán de la producción tanto en la situación de con proyecto como sin él, corresponden a aquellos necesarios para llevar a cabo el cultivo de cítricos, siendo ellos: fertilizantes, herbicidas, tratamientos fitosanitarios, poda de los árboles, mantenimiento de la instalación, gastos de personal, seguros y tasas, gastos por prevención de riesgos laborales, así como un gasto extraordinario. Además de estos, debemos considerar los gastos correspondientes a la instalación

fotovoltaica, siendo éstos el mantenimiento de dicha instalación y el gasto energético, este último supondrá un ahorro energético en caso de llevarse a cabo el proyecto.

Los valores de dichos gastos son proporcionados por los técnicos de campo de la empresa, los cuales poseen un historial de gastos de las diferentes explotaciones que controlan. Los gastos directamente proporcionales a la producción de cítricos se calculan a partir de la estimación de los gastos que se obtendrán cuando la producción sea la máxima. Existen otros gastos, que tienen un valor uniforme a lo largo de los 25 años.

Situación sin Proyecto

A continuación, se muestra la Tabla 3, que contiene el resumen de todos los gastos anuales calculados por hectárea, en caso de no realizarse el proyecto.

Además, se muestra que los gastos totales son de 799.989 euros, para toda la superficie de cultivo. En ella, se aprecia una disminución de los gastos anuales debido a la menor producción estimada en el período analizado.

Tabla 3. Descomposición de los pagos para la situación de sin proyecto, expresado en €/ha

CULTIVO DE CÍTRICO Sin Proyecto																
GASTOS DEL CULTIVO (€/ha)																
Año	Pducción (Kg/ha x año)	Herbicidas	Fertilizantes		Trat.	Poda	Mantenimiento			Gto. Energ.	Encarg. finca	Seg. y Tasas	Riesgos Lab.	Gto. Extra	Gto. Total	Gto. Total (€)
			NPK	Comp.			Inst. riego	Inst. FV	Maq.							
1	40.000	320	1.120	198	790	691	25	0	50	790	200	50	23	40	4.297	47.267
2	40.000	320	1.120	198	790	691	25	0	50	790	200	50	23	40	4.297	47.267
3	40.000	320	1.120	198	790	691	25	0	50	790	200	50	23	40	4.297	47.267
4	35.000	280	980	173	691	605	25	0	50	790	200	50	23	40	3.907	42.978
5	35.000	280	980	173	691	605	25	0	50	790	200	50	23	40	3.907	42.978
6	35.000	280	980	173	691	605	25	0	50	790	200	50	23	40	3.907	42.978
7	25.000	200	700	123	494	432	25	0	50	790	200	50	23	40	3.127	34.401
8	25.000	200	700	123	494	432	25	0	50	790	200	50	23	40	3.127	34.401
9	25.000	200	700	123	494	432	25	0	50	790	200	50	23	40	3.127	34.401
10	25.000	200	700	123	494	432	25	0	50	790	200	50	23	40	3.127	34.401
11	20.000	160	560	99	395	346	25	0	50	790	200	50	23	40	2.738	30.113
12	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
13	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
14	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
15	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
16	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
17	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
18	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
19	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
20	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
21	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
22	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
23	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
24	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
25	15.000	120	420	74	296	259	25	0	50	790	200	50	23	40	2.348	25.824
Total																799.989

Situación con Proyecto

A continuación, se muestra la Tabla 4, que contiene el resumen de todos los gastos anuales calculados por hectárea que se derivarían de la realización del proyecto, excluyendo el pago inicial de la inversión.

En ella, se obtiene que los gastos totales del proyecto son de 731.280 euros, para toda la superficie de cultivo. Al contrario del caso anterior, los gastos son crecientes durante la vida útil del proyecto.

Tabla 4. Descomposición de los pagos tras la realización del proyecto, expresado en €/ha

CULTIVO DE CÍTRICO Con Proyecto																
GASTOS DEL CULTIVO (€/ha)																
Año	Producción (Kg/ha x año)	Herbicidas	Fertilizantes		Trat.	Poda	Mantenimiento			Gto. Energ.	Encarg. finca	Seg. y Tasas	Riesgos Lab.	Gto. Extra	Gto. Total	Gto. Total (€)
			NPK	Comp.			Inst. riego	Inst. FV	Maq.							
1	0	0	0	0	0	0	25	50	50	110	200	50	23	40	548	6.028
2	0	0	0	0	0	0	25	50	50	110	200	50	23	40	548	6.028
3	15.000	60	210	60	240	210	25	50	50	110	200	50	23	40	1.328	14.608
4	15.000	60	210	60	240	210	25	50	50	110	200	50	23	40	1.328	14.608
5	25.000	100	350	100	400	350	25	50	50	110	200	50	23	40	1.848	20.328
6	30.000	120	420	120	480	420	25	50	50	110	200	50	23	40	2.108	23.188
7	35.000	140	490	140	560	490	25	50	50	110	200	50	23	40	2.368	26.048
8	45.000	180	630	180	720	630	25	50	50	110	200	50	23	40	2.888	31.768
9	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
10	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
11	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
12	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
13	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
14	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
15	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
16	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
17	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
18	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
19	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
20	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
21	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
22	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
23	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
24	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
25	50.000	200	700	200	800	700	25	50	50	110	200	50	23	40	3.148	34.628
Total																731.280

3. ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA INVERSIÓN

El análisis estático de la inversión 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.

Situación Sin Proyecto

En la Tabla 5, se muestra el resumen de cobros y pagos para cada uno de los 25 años, así como la diferencia entre ellos, para la situación de ausencia de proyecto.

Tabla 5. Análisis estático de la inversión, ante la situación de sin proyecto

Sin proyecto			
Año	Cobros	Pagos	Beneficio
1	85.800	47.267	38.533
2	85.800	47.267	38.533
3	85.800	47.267	38.533
4	75.075	42.978	32.097
5	75.075	42.978	32.097
6	75.075	42.978	32.097
7	53.625	34.401	19.224
8	53.625	34.401	19.224
9	53.625	34.401	19.224
10	53.625	34.401	19.224
11	42.900	30.113	12.787
12	32.175	25.824	6.351
13	32.175	25.824	6.351
14	32.175	25.824	6.351
15	32.175	25.824	6.351
16	32.175	25.824	6.351
17	32.175	25.824	6.351
18	32.175	25.824	6.351
19	32.175	25.824	6.351
20	32.175	25.824	6.351
21	32.175	25.824	6.351
22	32.175	25.824	6.351
23	32.175	25.824	6.351
24	32.175	25.824	6.351
25	32.175	25.824	6.351
Total	1.190.475	799.989	390.486

Como podemos observar en la Tabla 5, si no se llevase a cabo el proyecto, todos los años se obtendría un beneficio puesto que los ingresos superan a los gastos. Sin embargo, cabe destacar que conforme avanzan los años, se observa que 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 ve reducido hasta alcanzar la cifra de 6.351 euros a partir del año 12. En términos totales se obtendría un beneficio de 390.486 euros al final de los 25 años.

Situación Con Proyecto

En la Tabla 6, se muestra el resumen de cobros y pagos para cada uno de los 25 años, así como la diferencia entre ellos, tras la realización del proyecto de transformación.

Tabla 6. Análisis estático de la inversión, tras la realización del proyecto

Con proyecto			
Año	Cobros	Pagos	Beneficio
1	0	6.028	-6.028
2	0	6.028	-6.028
3	42.075	14.608	27.467
4	42.075	14.608	27.467
5	70.125	20.328	49.797
6	84.150	23.188	60.962
7	98.175	26.048	72.127
8	126.225	31.768	94.457
9	140.250	34.628	105.622
10	140.250	34.628	105.622
11	140.250	34.628	105.622
12	140.250	34.628	105.622
13	140.250	34.628	105.622
14	140.250	34.628	105.622
15	140.250	34.628	105.622
16	140.250	34.628	105.622
17	140.250	34.628	105.622
18	140.250	34.628	105.622
19	140.250	34.628	105.622
20	140.250	34.628	105.622
21	140.250	34.628	105.622
22	140.250	34.628	105.622
23	140.250	34.628	105.622
24	140.250	34.628	105.622
25	140.250	34.628	105.622
Total	2.847.075	731.280	2.115.795

Por otro lado, la Tabla 6 muestra que los dos primeros años se obtendría un flujo de caja negativo debido a que hay carencia de producción por lo que no se generan cobros, sin embargo, se debe seguir asumiendo diversos pagos que no son en función

de esta. Es 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 (año 9 y siguientes). En términos totales, el beneficio obtenido durante todos los años corresponde a 2.115.795 euros.

Como podemos apreciar, el valor de los pagos entre las dos alternativas es muy similar, por lo que la diferencia en los beneficios es consecuencia de los mayores cobros procedentes de la realización del proyecto. Estos mayores cobros son debido al precio de la variedad escogida y al incremento de la producción por la transformación de la finca. Es por eso, que, con la situación de proyecto, el beneficio es mucho mayor con respecto a la ausencia del proyecto.

4. ANÁLISIS DINÁMICO DE LA INVERSIÓN

El análisis dinámico de la inversión contempla los flujos de caja generados por la explotación durante su vida útil, siendo estos actualizados para tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Ya que el dinero hoy, vale más que mañana por los efectos que tiene tanto la inflación como los mismos costes de oportunidad.

Los métodos de valoración utilizados para determinar la viabilidad del proyecto serán:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
- Período de Retorno o PayBack (PR).

El valor actual neto (VAN) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = VA - A = -A + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Q}{(1+k)^i}$$

Siendo:

- VAN: valor actual neto.
- VA: valor actual de los flujos de caja.
- A: valor de la inversión.
- Q_i : flujos de caja del año i .
- K: tasa de actualización.

Una vez calculado el valor del VAN, se procede al cálculo de la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), es decir, la tasa de rentabilidad que ofrece el proyecto o aquella tasa

que hace el VAN igual a cero, y que es un complementario al método de valoración a través del VAN.

A continuación, se muestra la expresión en la que se obtiene el valor del TIR:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Siendo:

- TIR: tasa interna de rentabilidad
- Fn: Flujos de caja neto para cada período
- i: tipo de interés
- n: número de períodos considerados

Además, se determina también el Período de Retorno o PayBack (PR), que viene definido como el período de tiempo que tarda en recuperarse la totalidad de la inversión a través de los flujos de caja generados. Este es calculado tanto en términos estáticos como actualizados.

La expresión que determina el valor del PayBack es la siguiente:

$$Payback = a + \frac{I_o - b}{F_t}$$

Siendo:

- a: es el número del período inmediatamente anterior hasta recuperarse la inversión inicial
- I_o: es la inversión inicial del proyecto
- b: es la suma de los flujos hasta el final del período "a"
- F_t: es el valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión inicial

Se han realizado los cálculos correspondientes a los tres métodos de valoración que se acaban de mencionar mediante la hoja de cálculo Excel, con el fin de obtener los parámetros del VAN, TIR y PR necesarios para el análisis dinámico de la inversión del proyecto de transformación.

A continuación, la Tabla 7, muestra los resultados obtenidos de los cobros, pagos y de los flujos de efectivo para las dos situaciones estudiadas, así como la variación de flujo entre ambos.

Tabla 7. Valores de los cobros, pagos y flujo efectivo para las dos situaciones estudiadas, expresados en €.

Año	CON PROYECTO				SIN PROYECTO			Variación de flujo (€)
	Inversión Inicial (€)	Cobros (€)	Pagos (€)	Flujo efectivo (€)	Cobros (€)	Pagos (€)	Flujo efectivo (€)	
0	199.735			-199.735				-199.735
1		0	6.028	-6.028	85.800	47.267	38.533	-44.561
2		0	6.028	-6.028	85.800	47.267	38.533	-44.561
3		42.075	14.608	27.467	85.800	47.267	38.533	-11.066
4		42.075	14.608	27.467	75.075	42.978	32.097	-4.630
5		70.125	20.328	49.797	75.075	42.978	32.097	17.700
6		84.150	23.188	60.962	75.075	42.978	32.097	28.865
7		98.175	26.048	72.127	53.625	34.401	19.224	52.903
8		126.225	31.768	94.457	53.625	34.401	19.224	75.233
9		140.250	34.628	105.622	53.625	34.401	19.224	86.398
10		140.250	34.628	105.622	53.625	34.401	19.224	86.398
11		140.250	34.628	105.622	42.900	30.113	12.787	92.835
12		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
13		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
14		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
15		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
16		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
17		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
18		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
19		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
20		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
21		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
22		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
23		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
24		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271
25		140.250	34.628	105.622	32.175	25.824	6.351	99.271

El valor de la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN es de 2,7%, valor que corresponde al tipo de interés de las obligaciones a 30 años emitidas por el Estado (obtenido en la página del Tesoro Público). Es seleccionado por tener un horizonte temporal similar al del proyecto.

A partir de este valor, se obtiene un valor de VAN de:

$$\text{VAN} = 878.620,39 \text{ €} \rightarrow \text{VAN} > 0 \rightarrow \text{Inversión Aceptable}$$

El tipo de rentabilidad que nos ofrece el proyecto, es decir, aquella que hace que el VAN sea 0, es la siguiente:

$$\text{TIR} = 13,98\% \rightarrow \text{TIR} > 2,7\% \rightarrow \text{Inversión Aceptable}$$

Y, por último, se obtiene el valor del Período de Retorno o PayBack tanto estático como dinámico (actualizado al 2,7%):

$$PR_{\text{estático}} = 9,50 \text{ años}$$

$$PR_{\text{dinámico}} = 10,3 \text{ años}$$

Además, se añade un análisis basado en el cálculo del VAN y el PayBack utilizando distintas tasas de descuento, siendo todas estas próximas al 2,7%, para así contemplar distintos escenarios futuros (Tabla 8 y 9).

Tabla 8. Valores de VAN para distintas tasas de descuento

Tasa de descuento	VAN	Evaluación
2%	1.015.067,19 €	VAN > 0 Acepto inversión
3%	825.514,89 €	VAN > 0 Acepto inversión
4%	668.740,71 €	VAN > 0 Acepto inversión

Tabla 9. Valores de Payback para distintas tasas de descuento

Tasa de descuento	Payback (años)
2%	10,08
3%	10,40
4%	10,76

Como podemos observar, independientemente de que en el futuro existiera una desviación respecto a la tasa de descuento seleccionada del 2,7%, la inversión en el proyecto seguiría resultado rentable debido a que en todos ellos podemos observar que los flujos de caja actualizados son superiores a cero. De igual forma la tasa de recuperación de la inversión no sufre casi variación, situándose en un plazo de entre 10 y 11 años para recuperar la inversión inicial realizada.

4.2. Análisis de los resultados

Tras realizar el análisis con los diferentes métodos de valoración seleccionados, podemos afirmar que en términos económicos el proyecto resulta ser rentable. Las razones de ello son que mediante la implantación del proyecto se va a aumentar la producción y, además se va a cultivar una nueva variedad cuyo precio en el mercado es superior. En cambio, si el proyecto no se llevase a cabo, la producción de la explotación iría disminuyendo hasta valores escasos, además de que las variedades producidas hubiesen generado unos menores ingresos debido a su menor precio. Por otro lado, a

través de la instalación fotovoltaica implantada se permite ahorrar gastos de energía generando una menor salida de efectivo.

Los criterios que nos permiten evaluar positivamente la realización del proyecto son el 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 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.

Fdo. Marcel Pitarch Marín

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Pitarch Marín', is centered on a light gray rectangular background.

Graduado en el Máster en Ingeniería Agronómica

VALENCIA, JUNIO 2019

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 Nº2. PLANOS

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutor: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

ÍNDICE

Plano 1. Situación

Plano 2. Emplazamiento

Plano 3. Topográfico

Plano 4. Ortofoto parcelario actual

Plano 5. Zona regable con sondeo

Plano 6. Distribución de los sectores de riego

Plano 7. Distribución de las subunidades de riego

Plano 8. Detalle de la disposición del lateral y de los emisores

Plano 9. Diseño de las subunidades de riego

Plano 10. Esquema de la topología de la red

Plano 11. Trazado y dimensionado de la red de riego

Plano 12. Marco y meseta de plantación

Plano 13. Topología de los caminos

Plano 14. Caminos y drenaje

Plano 15. Plantación y cerramientos

Plano 16. Distribución del cabezal de riego

Plano 17. Cabezal de riego

Plano 18. Ubicación de la instalación fotovoltaica

Plano 19. Esquema eléctrico de la instalación fotovoltaica

Plano 20. Estructura SUNFER FV-925/XL

Plano 21. Distribución en planta de los módulos fotovoltaicos

Plano 22. Cimentación de las estructuras de los módulos fotovoltaicos

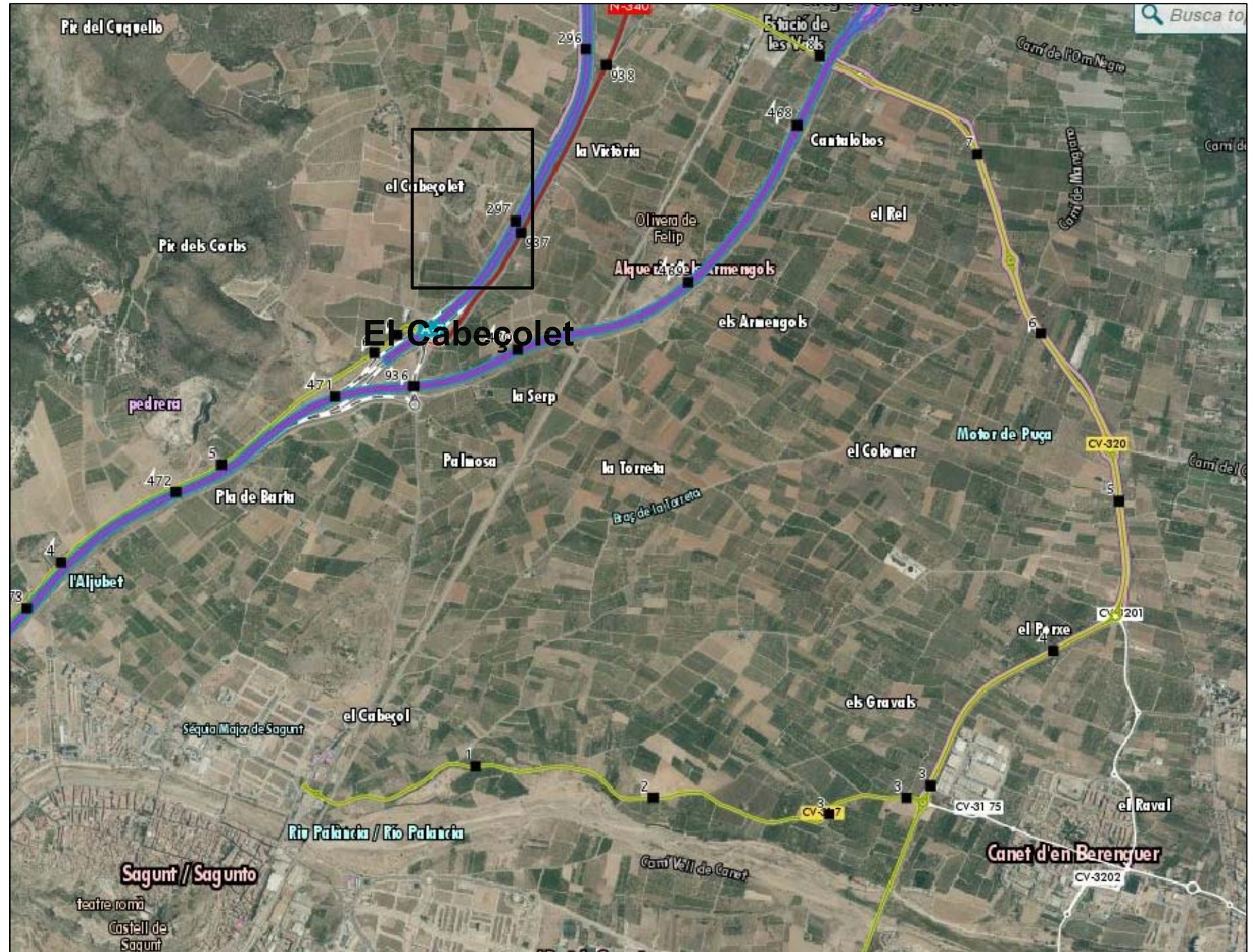
Plano 23. Esquema eléctrico



1) Situación en España

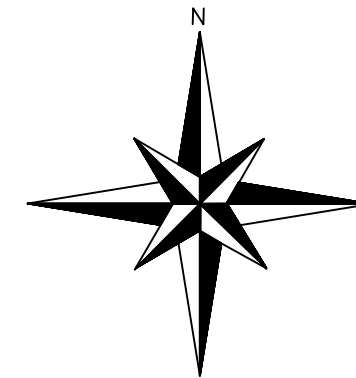


2) Situación en la Comunidad Valenciana

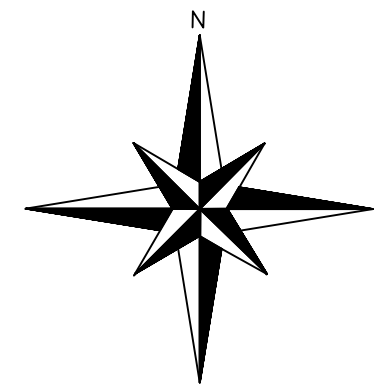
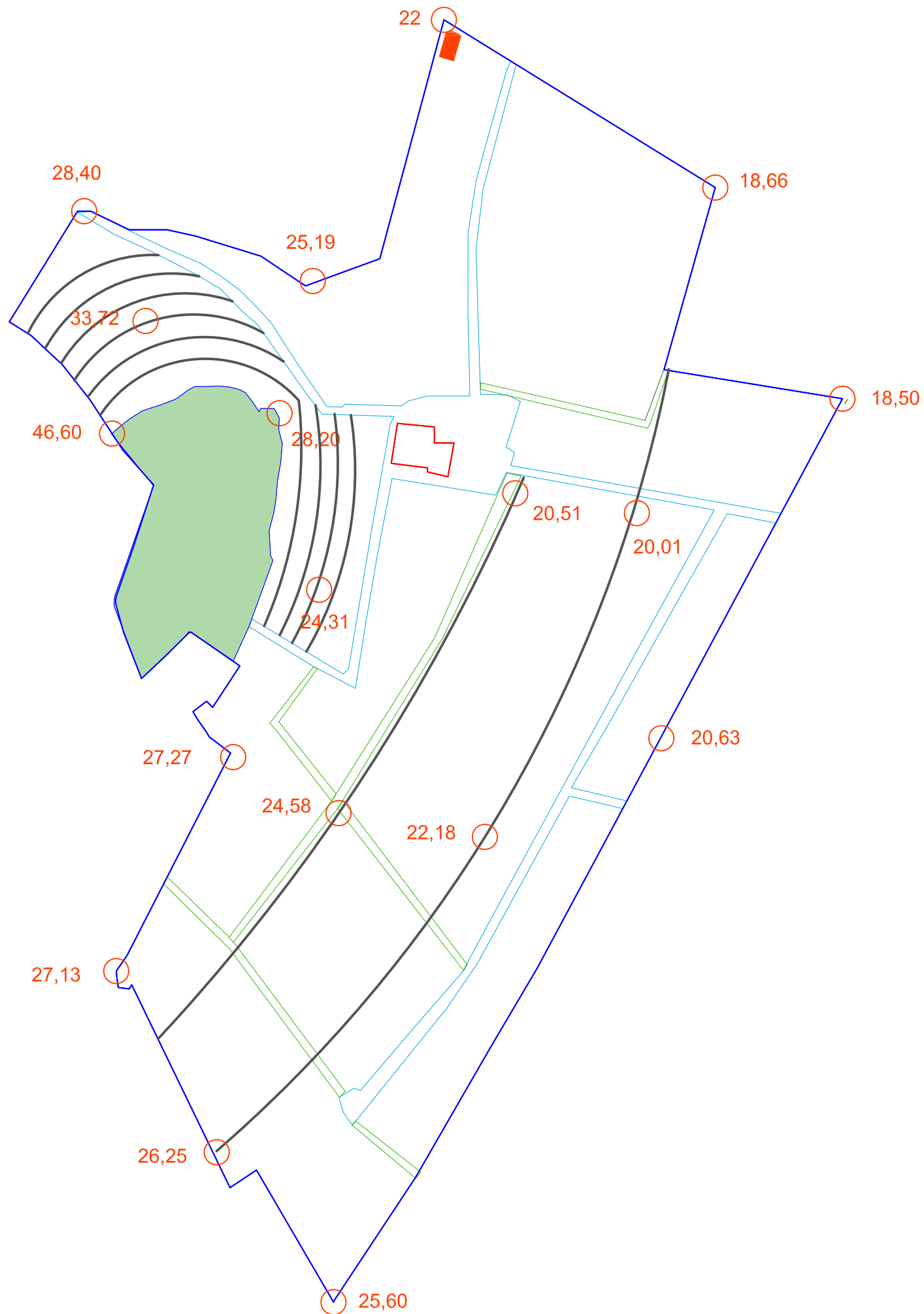


3) Emplazamiento en la zona

DENOMINACIÓN: SITUACIÓN		PLANO: 1	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:50.000	FECHA: 23-03-19
			
		FIRMA: 	

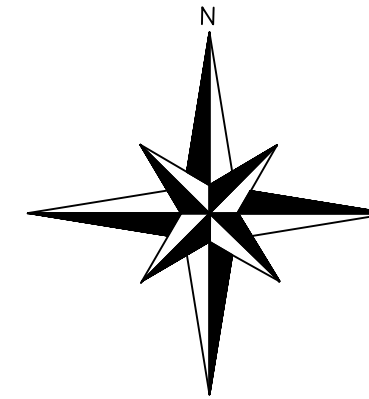
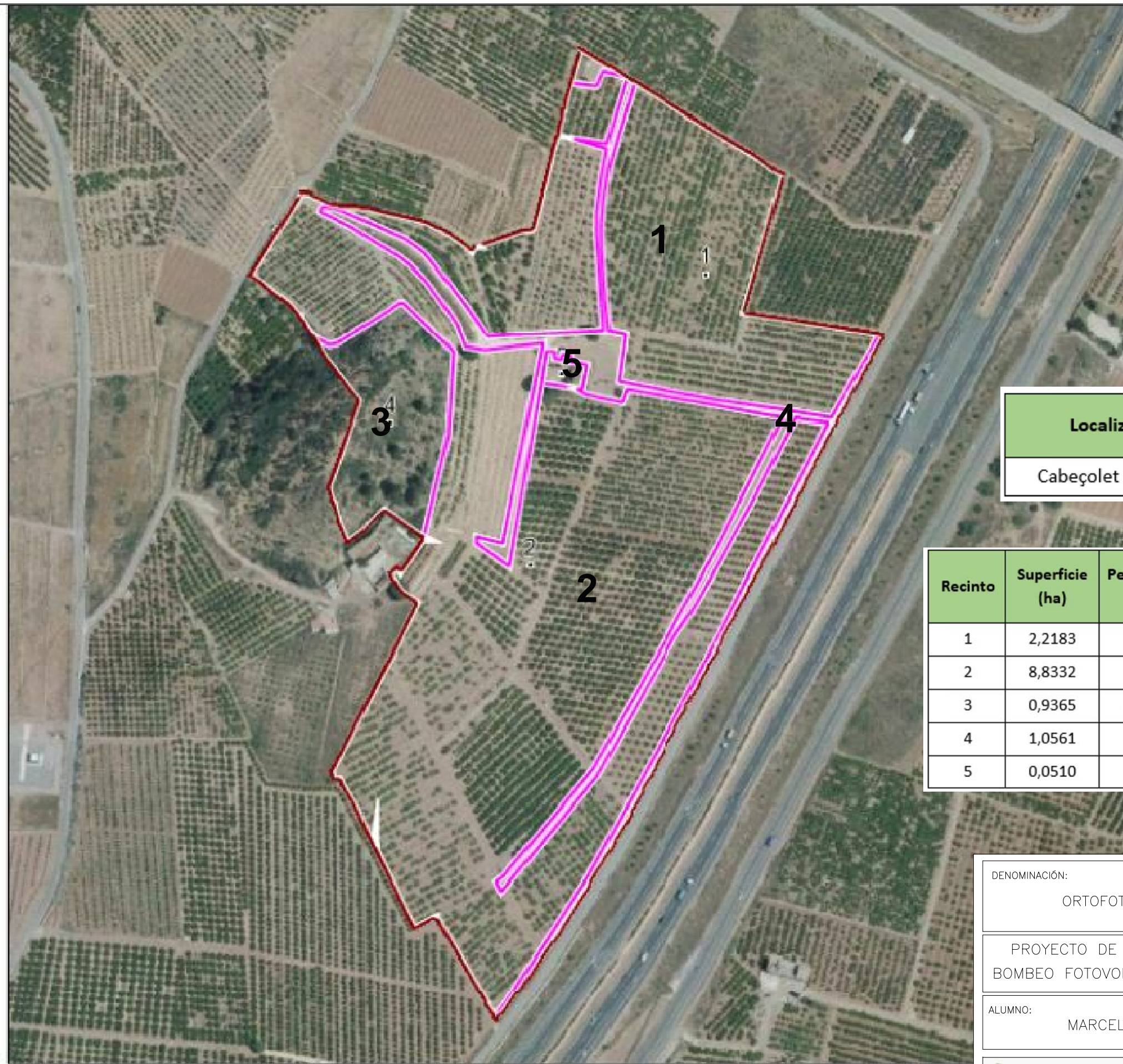


DENOMINACIÓN: EMPLAZAMIENTO		PLANO: 2	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:5.000	FECHA: 23-03-19
			
FIRMA:			



-  Punto de sondeo y cabezal de riego
-  Edificaciones
-  Caminos principales
-  Caminos secundarios
-  Zona improductiva
-  Cota (m.s.m)
-  Abancalamientos

DENOMINACIÓN: TOPOGRÁFICO		PLANO: 3
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:5.000	FECHA: 23-03-19
		FIRMA: 



Localización	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
Cabeçolet (Sagunto)	21	47	13,0951

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Varietad	Marco de Plantación (m)
1	2,2183	1,70	Cítricos	Citadas apartado 4.	5 x 4
2	8,8332	5,40	Cítricos		
3	0,9365	42,90	Pasto Arbustivo	-	-
4	1,0561	8,30	Viales	-	-
5	0,0510	2,30	Zona Urbana	-	-

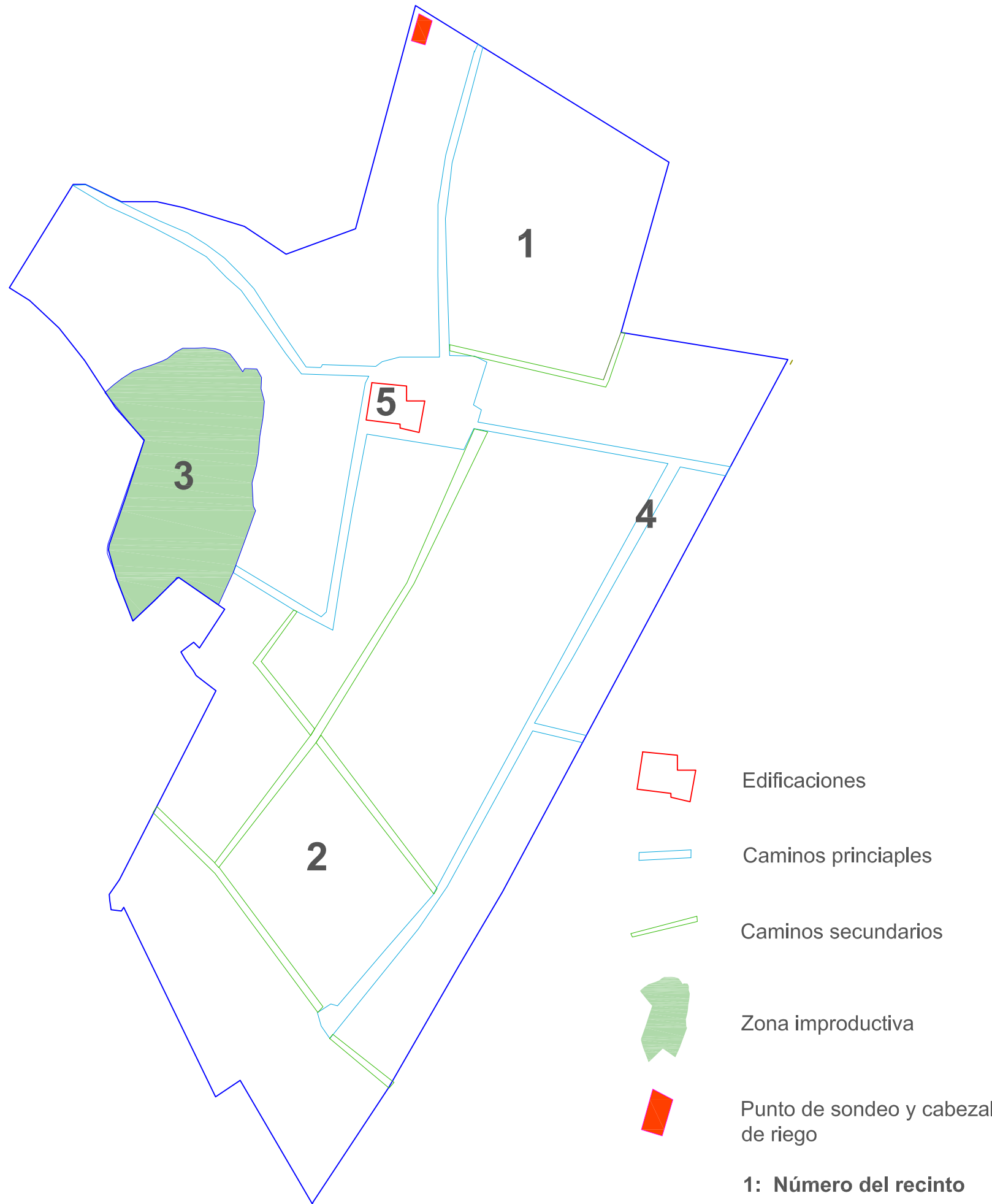
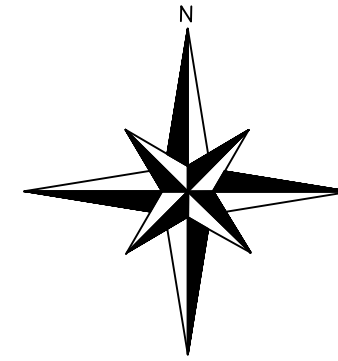
DENOMINACIÓN: ORTOFOTO PARCELARIO ACTUAL	PLANO: 4
---	-------------

PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO

ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:5.000	FECHA: 23-03-19
---------------------------------	--------------------	--------------------








FIRMA:

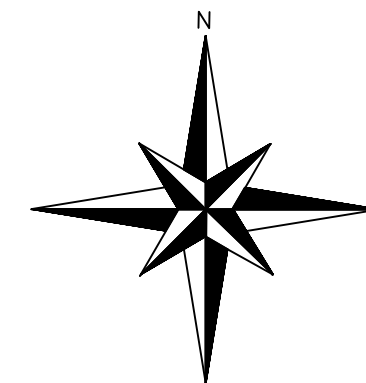
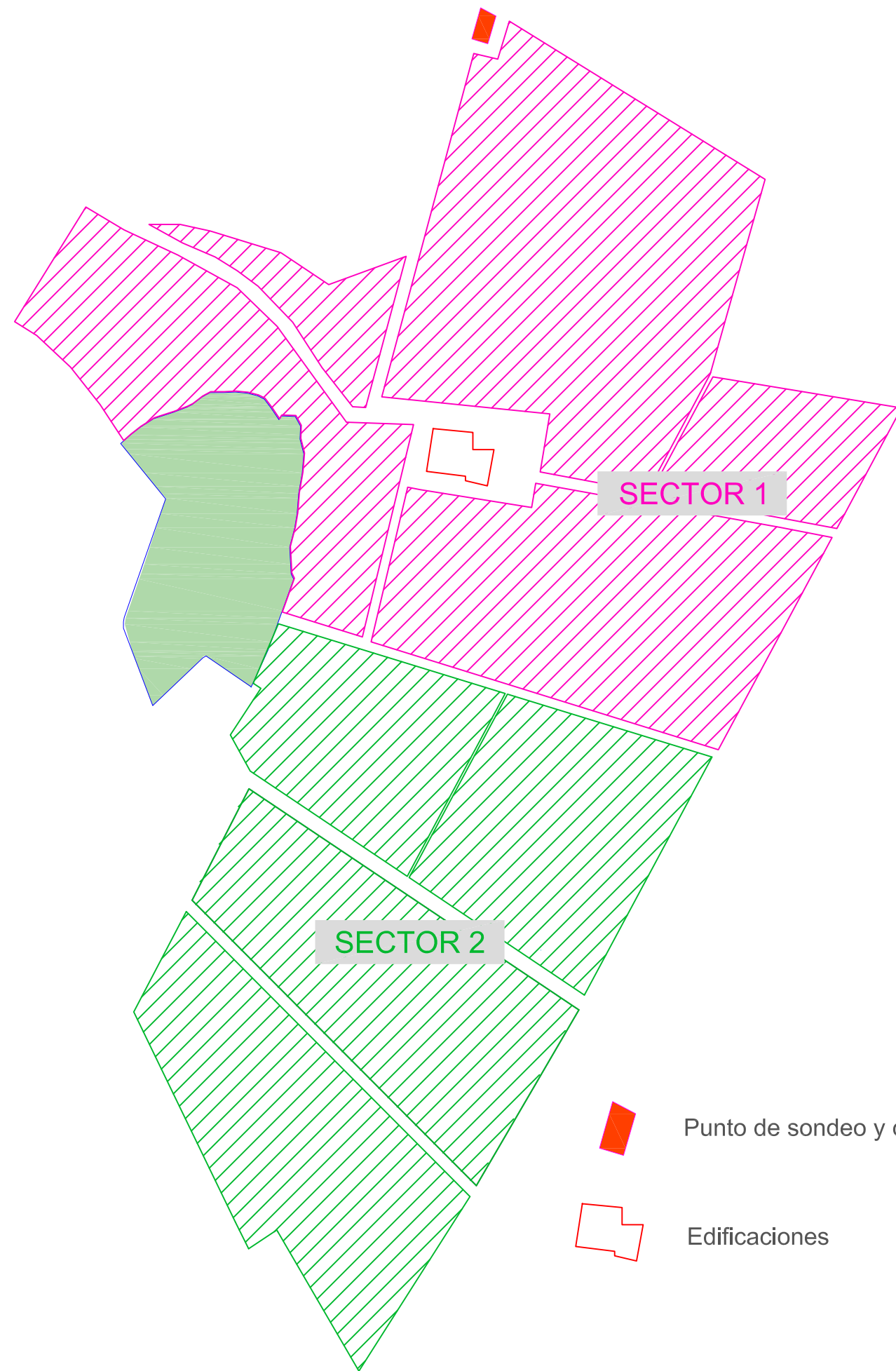


Localización	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
Cabeçolet (Sagunto)	21	47	13,0951



Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Variedad	Marco de Plantación (m)
1	2,2183	1,70	Cítricos	Citadas apartado 4.	5 x 4
2	8,8332	5,40	Cítricos		
3	0,9365	42,90	Pasto Arbustivo	-	-
4	1,0561	8,30	Viales	-	-
5	0,0510	2,30	Zona Urbana	-	-

-  Edificaciones
-  Caminos principales
-  Caminos secundarios
-  Zona improductiva
-  Punto de sondeo y cabezal de riego
- 1: Número del recinto**

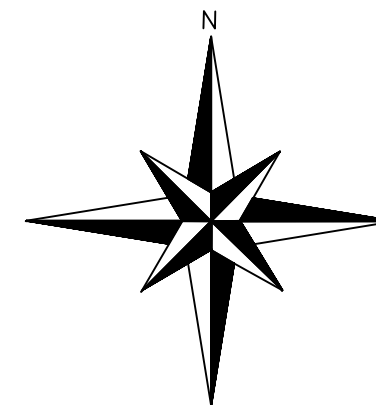
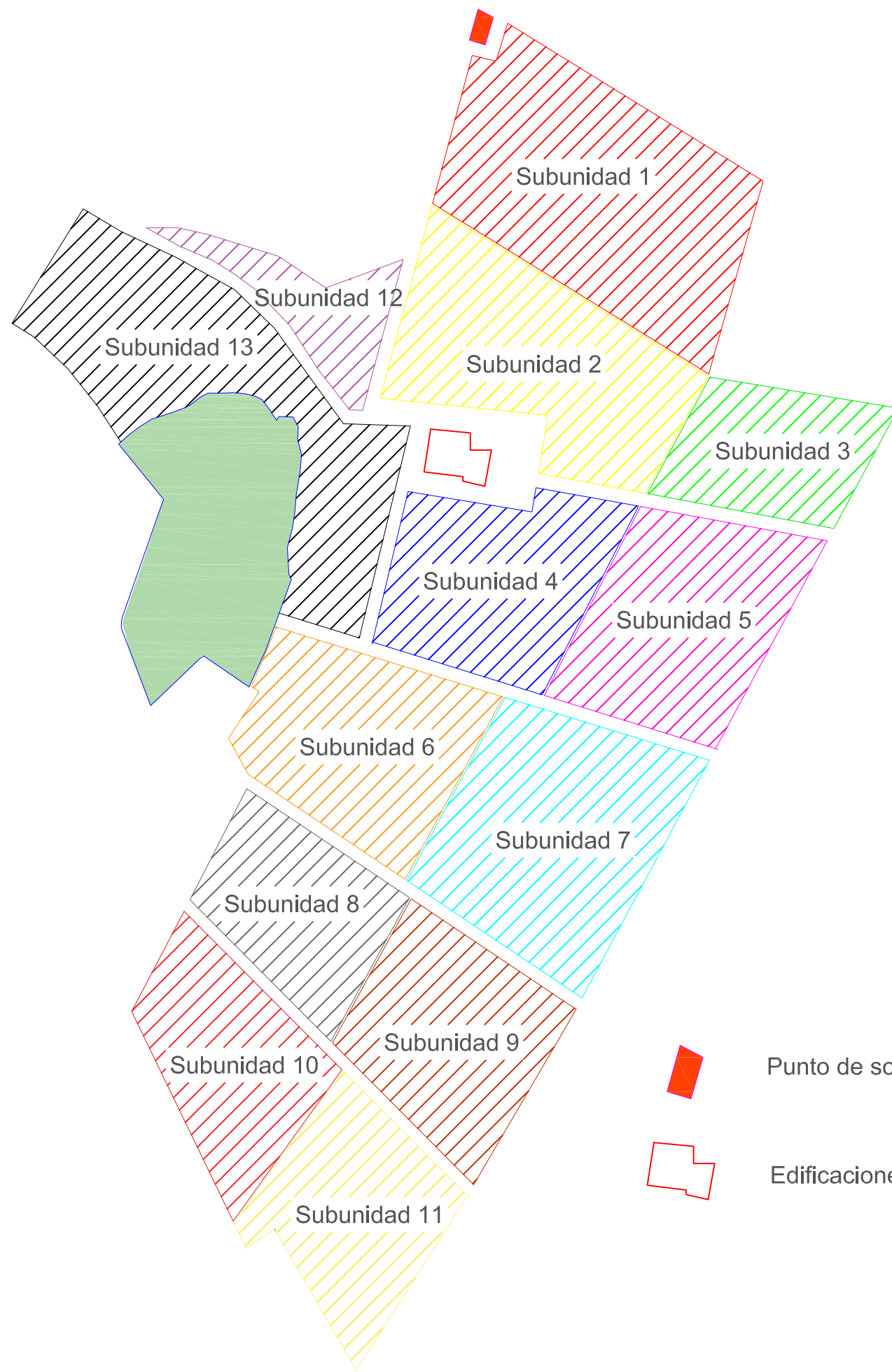
DENOMINACIÓN: ZONA REGABLE CON SONDEO		PLANO: 5	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:5.000	FECHA: 23-03-19
			
		FIRMA: 	




Sector	Caudal (m ³ /h)	Superficie (m ²)
1	68,9	59.957,14
2	60,02	46.535,99


-  Punto de sondeo y cabezal de riego
-  Edificaciones

DENOMINACIÓN: DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES DE RIEGO		PLANO: 6
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:5.000	FECHA: 25-03-19
		FIRMA: 

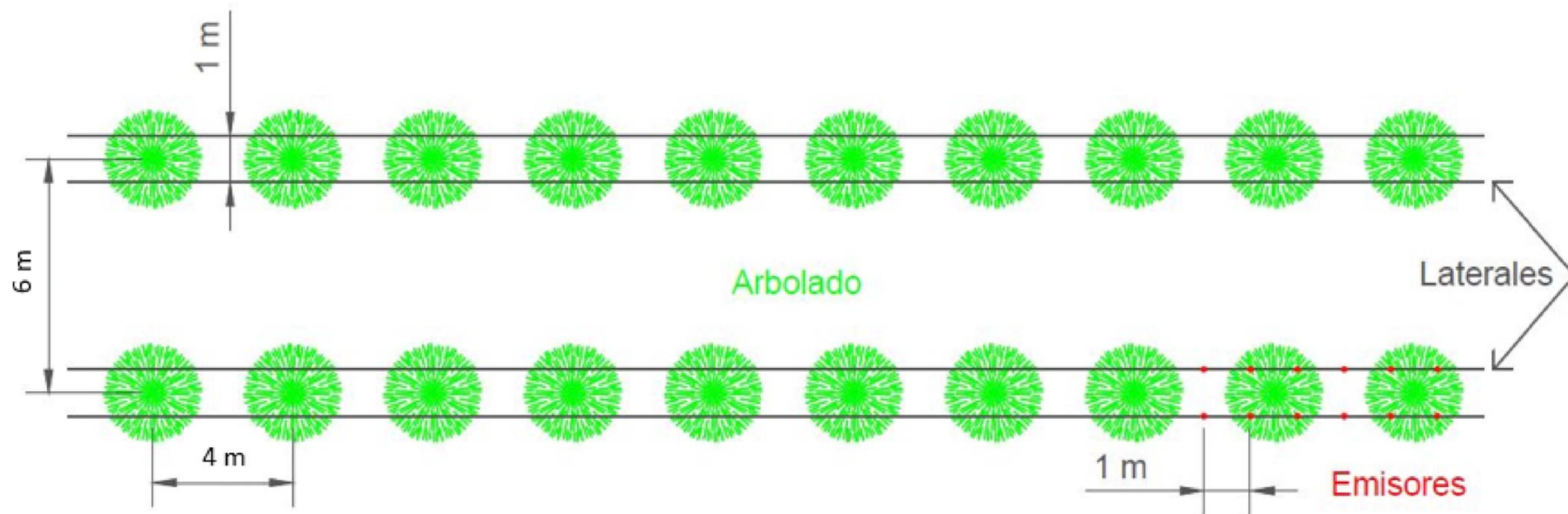


DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES Y DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO				
Sector	Caudal (m ³ /h)	Subunidad	Superficie (m ²)	Caudal (l/h)
1	41,806	1	13225,57	17.480
		2	10073,97	13.200
		12	3018,4	6.496
		13	12029,7	4.630
2	40,952	3	5198,59	6.496
		4	7700,23	9.880
		5	8567,13	10.752
3	46,2	7	10781,21	13.824
		6	8287,5	10.656
		8	5994,13	7.920
		9	7748,29	10.080
		10	6675,67	8.704
		11	7049,19	8.840

 Punto de sondeo y cabezal de riego

 Edificaciones

DENOMINACIÓN: DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO		PLANO: 7	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:5.000	FECHA: 29-03-19
			
		FIRMA: 	



Marco de Plantación: 6 x 4 m.

Laterales de PE 32 UNE.53367 PN 4 bares

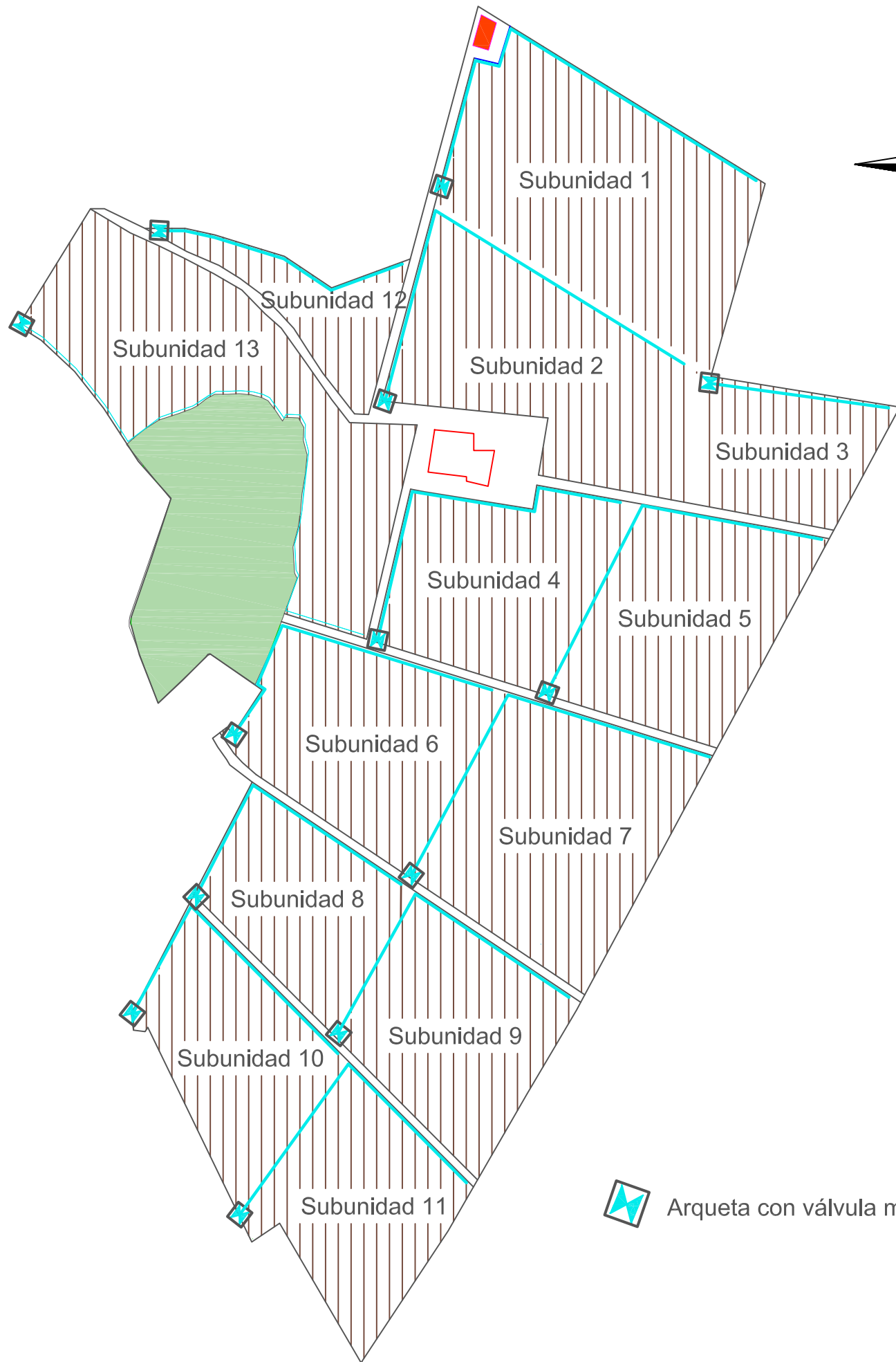
Doble Lateral por Fila, 1 m separación entre laterales

Emisores integrados autocompensantes de 4l/h

Distancia entre emisores de 1 m

8 emisores por árbol

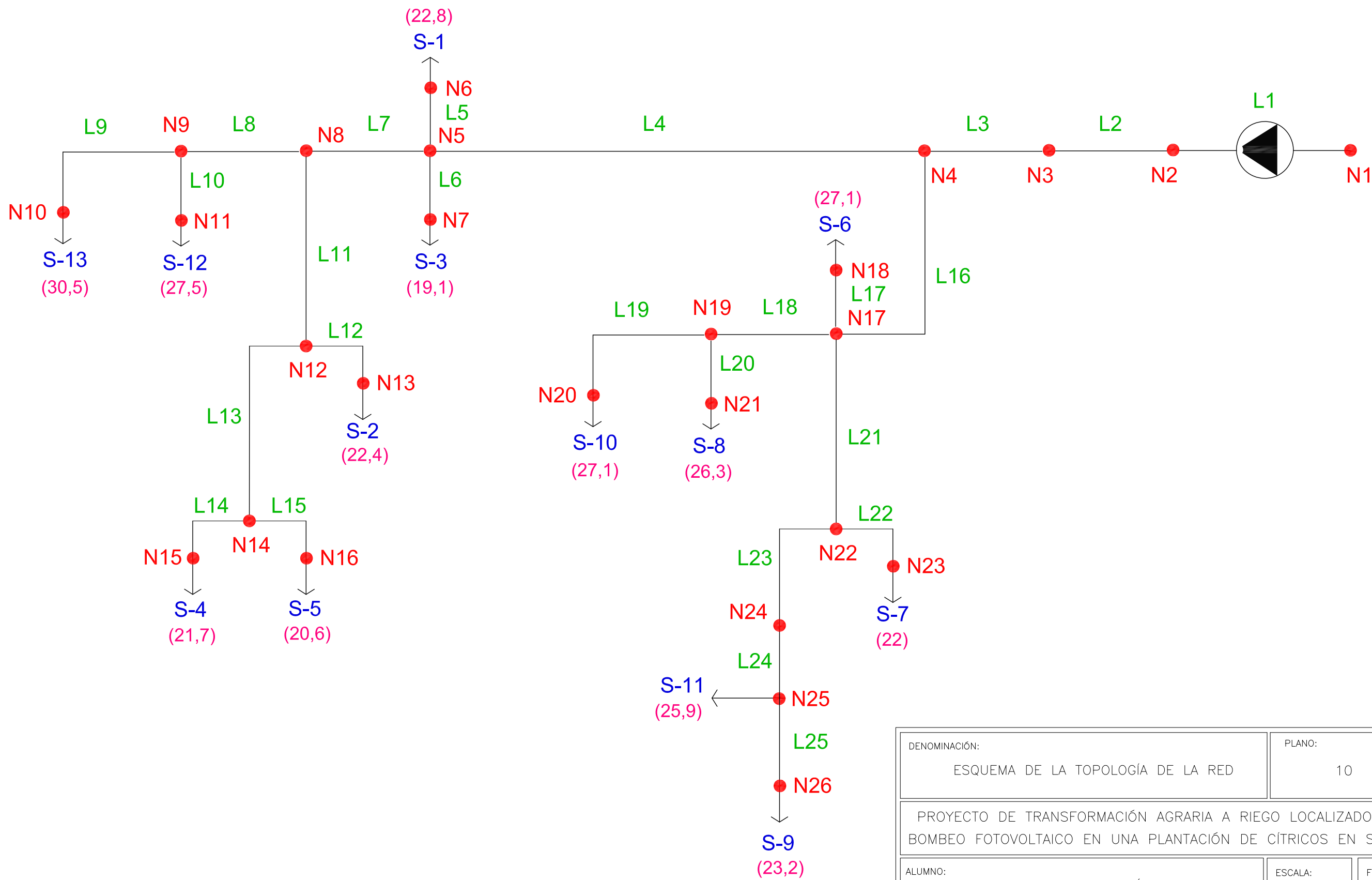
DENOMINACIÓN: DETALLE DE LA DISPOSICIÓN LATERAL Y EMISORES		PLANO: 8
TÍTULO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:200	FECHA: 05-04-19
		FIRMA: 



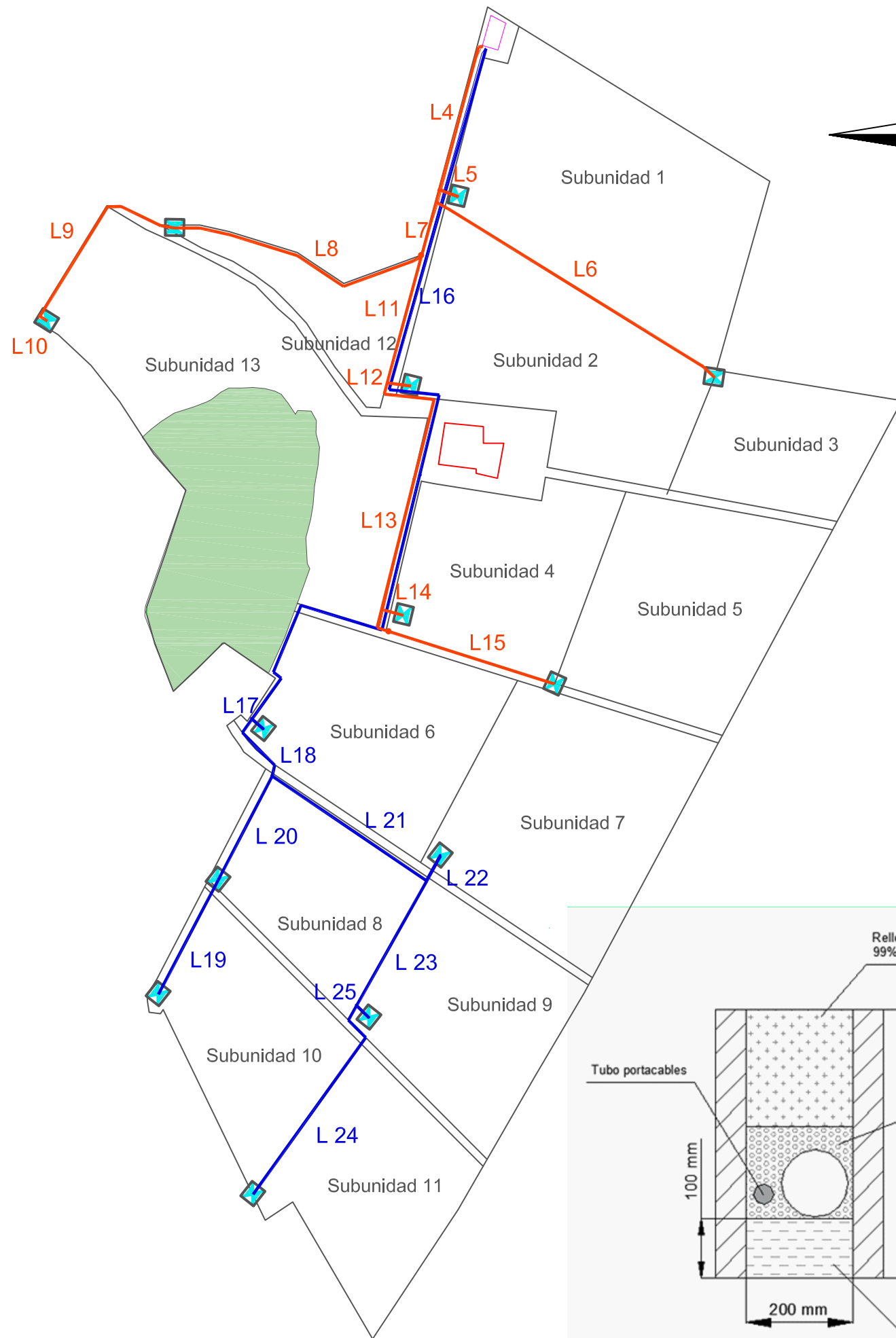
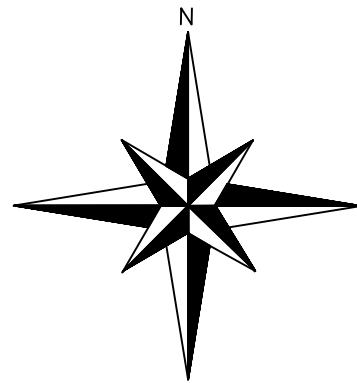
LATERAL MÁS DESFAVORABLE (PE 32 UNE 53367 PN 4)					
SUBUNIDAD	Ø Interior (mm)	Ø nominal (mm)	Alimentación	Longitud (m)	Presión entrada (m.c.a)
1	14,2	16	Punto extremo	106	13,79
2				88,5	12,2
3				60,18	10,43
4				95	12,68
5				105	13,78
6				97	13,76
7				133	18,9
8				89	13,01
9				110	15,37
10				119	15,61
11				128	19,94
12				61	14,12
13				113	13,69

TUBERÍA TERCIARIA (PVC UNE EN 1452 PN 6)					
SUBUNIDAD	Ø Interior (mm)	Ø nominal (mm)	Alimentación	Longitud (m)	Presión entrada (m.c.a)
1	59	63	Punto extremo	133	18,2
2	59	63		145	15,7
3	37	40		79	14,3
4	46,8	50		109	14,3
5	46,8	50		79	16,6
6	59	63		103	15,1
7	59	63		91	20,2
8	46,8	50		85	16
9	46,8	50		85	19,9
10	46,8	50		95	17,4
11	70,4	75		73	20,2
12	59	63		73	18,1
13	70,4	75		180	16,4

DENOMINACIÓN: DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO		PLANO: 9	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:5.000	FECHA: 05-04-19
			
FIRMA:			



DENOMINACIÓN: ESQUEMA DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED		PLANO: 10	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: S/E	FECHA: 11-04-2019
			
		FIRMA: 	

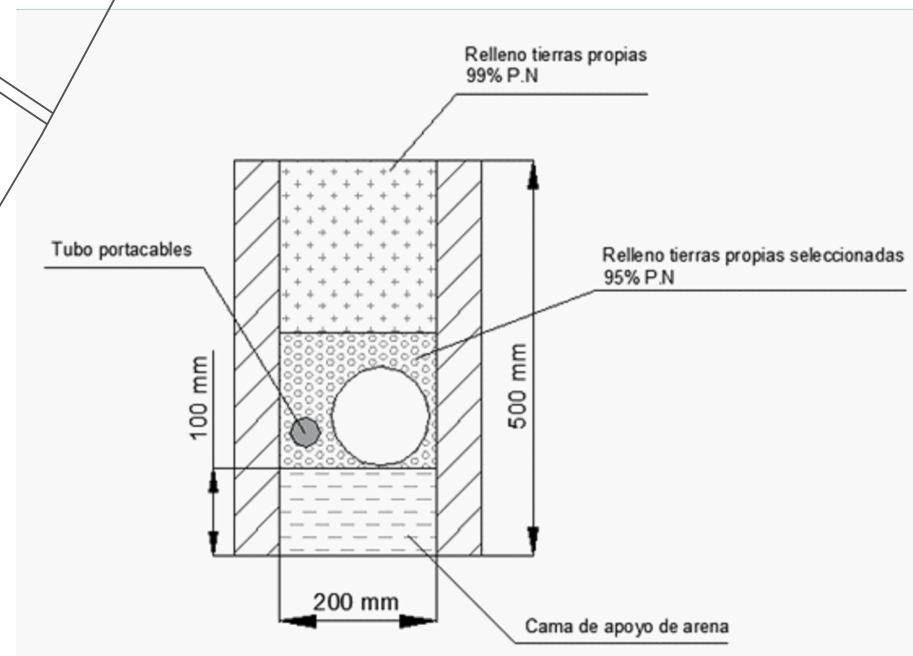


Material: PVC 0,6 MPa	
Línea	DN (mm)
4	125
5	63
6	40
7	110
8	63
9	40
10	40
11	90
12	63
13	75
14	50
15	50

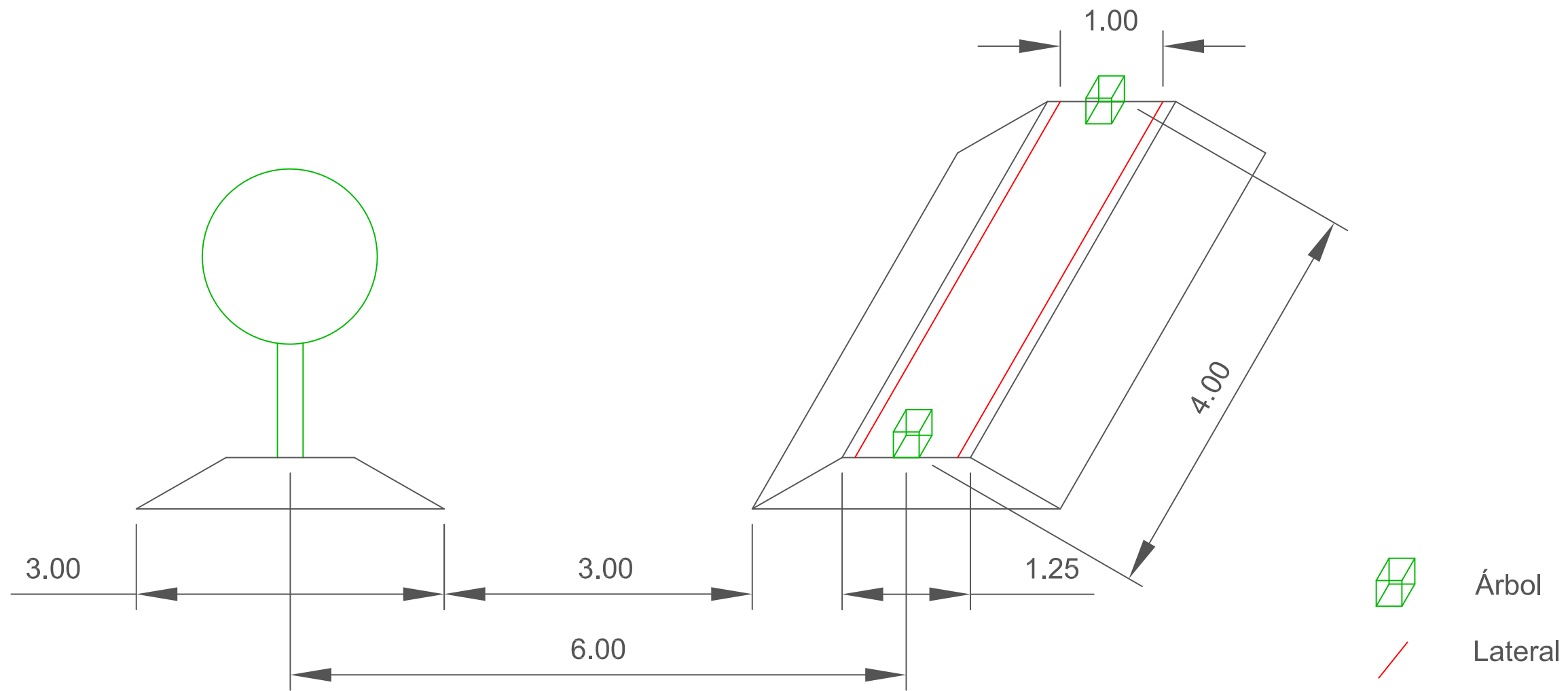
Material: PVC 0,6 MPa	
Línea	DN (mm)
16	125
17	50
18	63
19	50
20	50
21	90
22	63
23	75
24	75
25	50

Red de Transporte en PVC 0,6 MPa UNE-EN 1.452

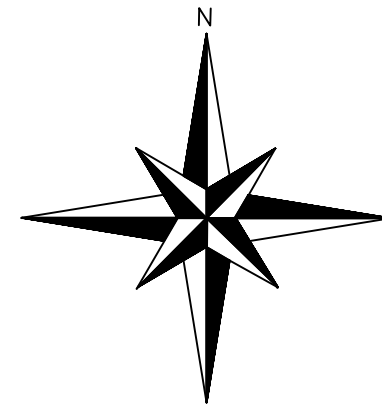
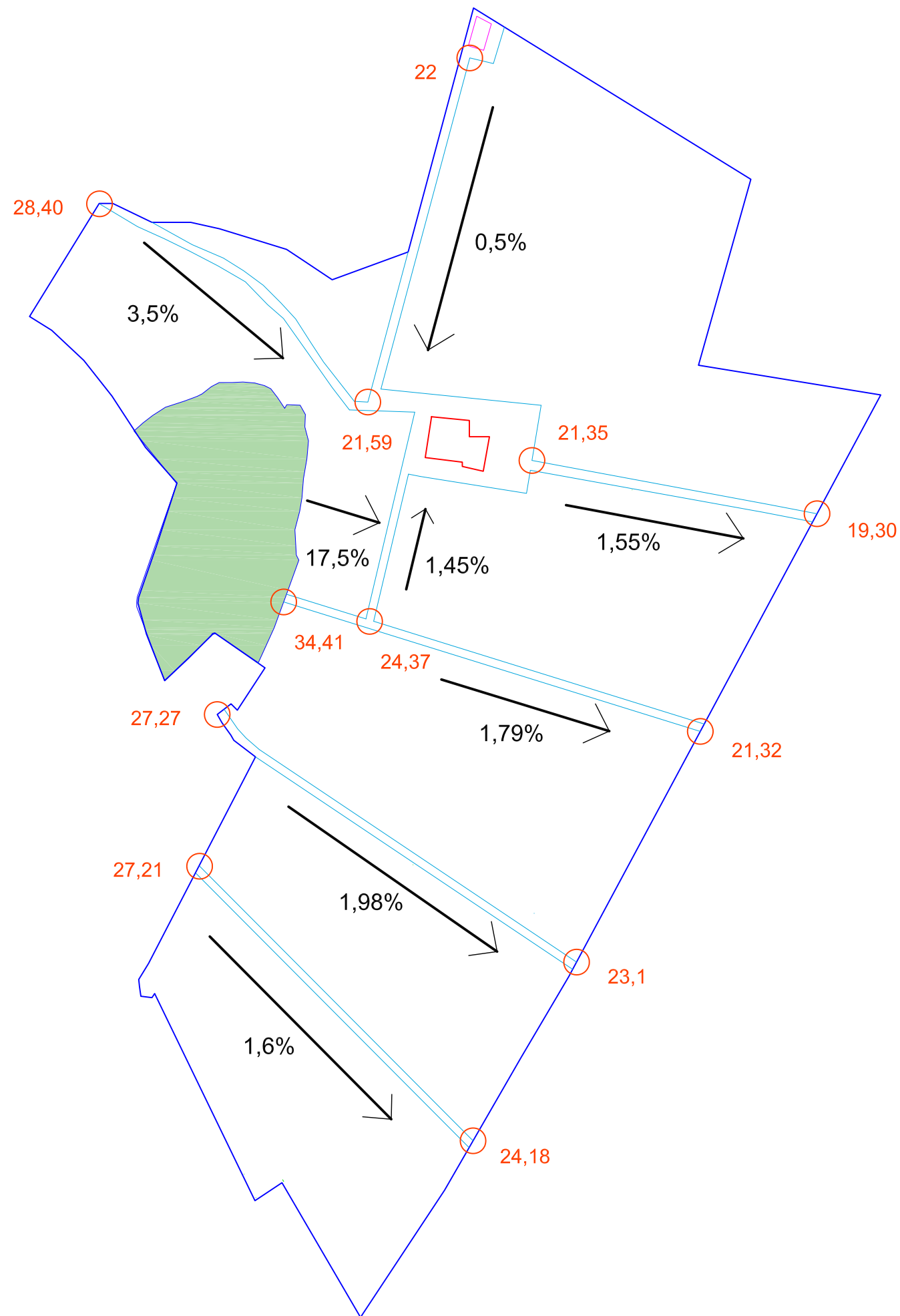
- Red de Transporte del Sector 1
- Res de Transporte del Sector 2
- Arqueta con válvula manual






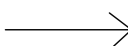


DENOMINACIÓN: TRAZADO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE RIEGO		PLANO: 11	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:5.000	FECHA: 23-03-19
		FIRMA:	

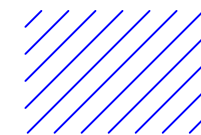
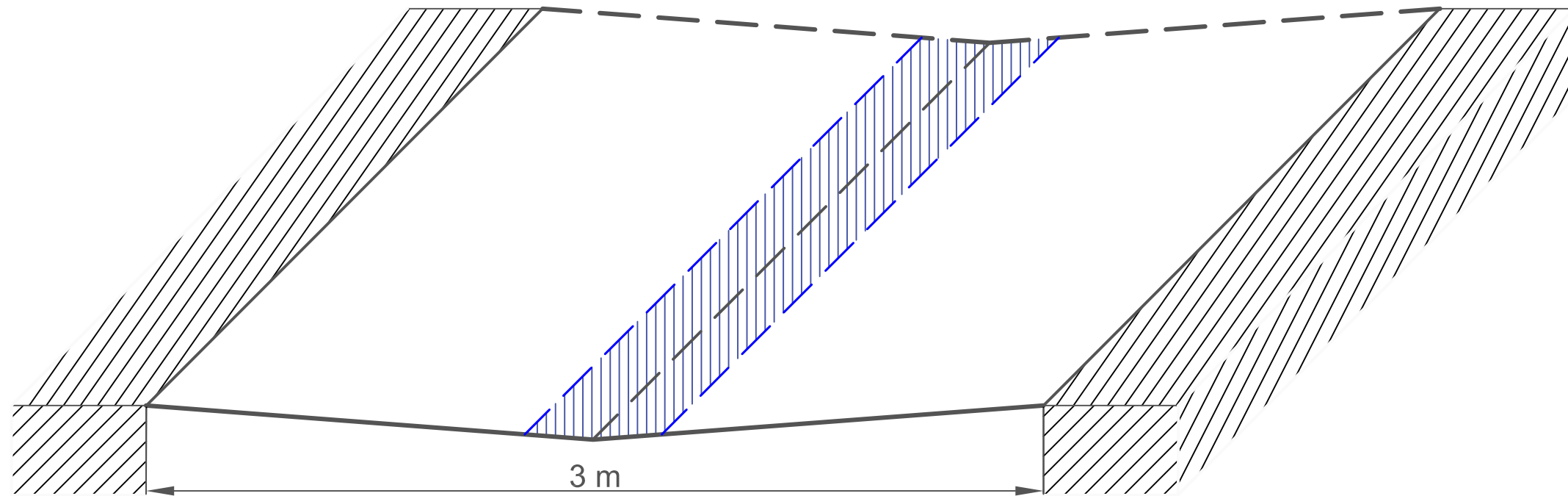


DENOMINACIÓN: MARCO Y MESETA DE PLANTACIÓN		PLANO: 12
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:200	FECHA: 19-04-19
		FIRMA: 

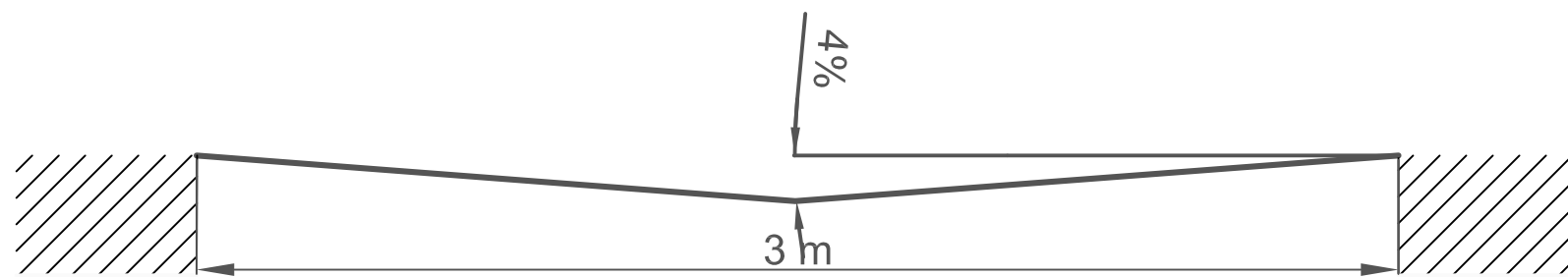


-  Punto de sondeo y cabezal de riego
-  Edificaciones
-  Caminos principales
-  Zona improductiva
-  Cota (m.s.m)
-  Dirección de la pendiente

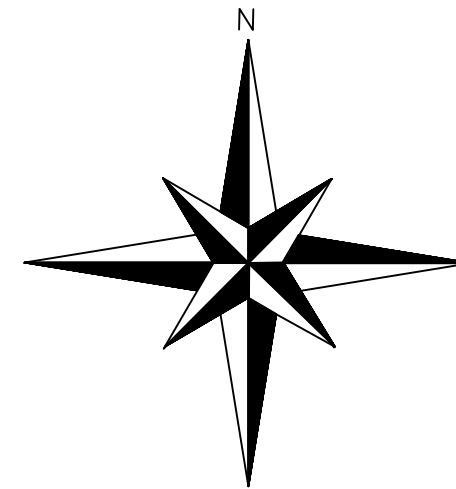
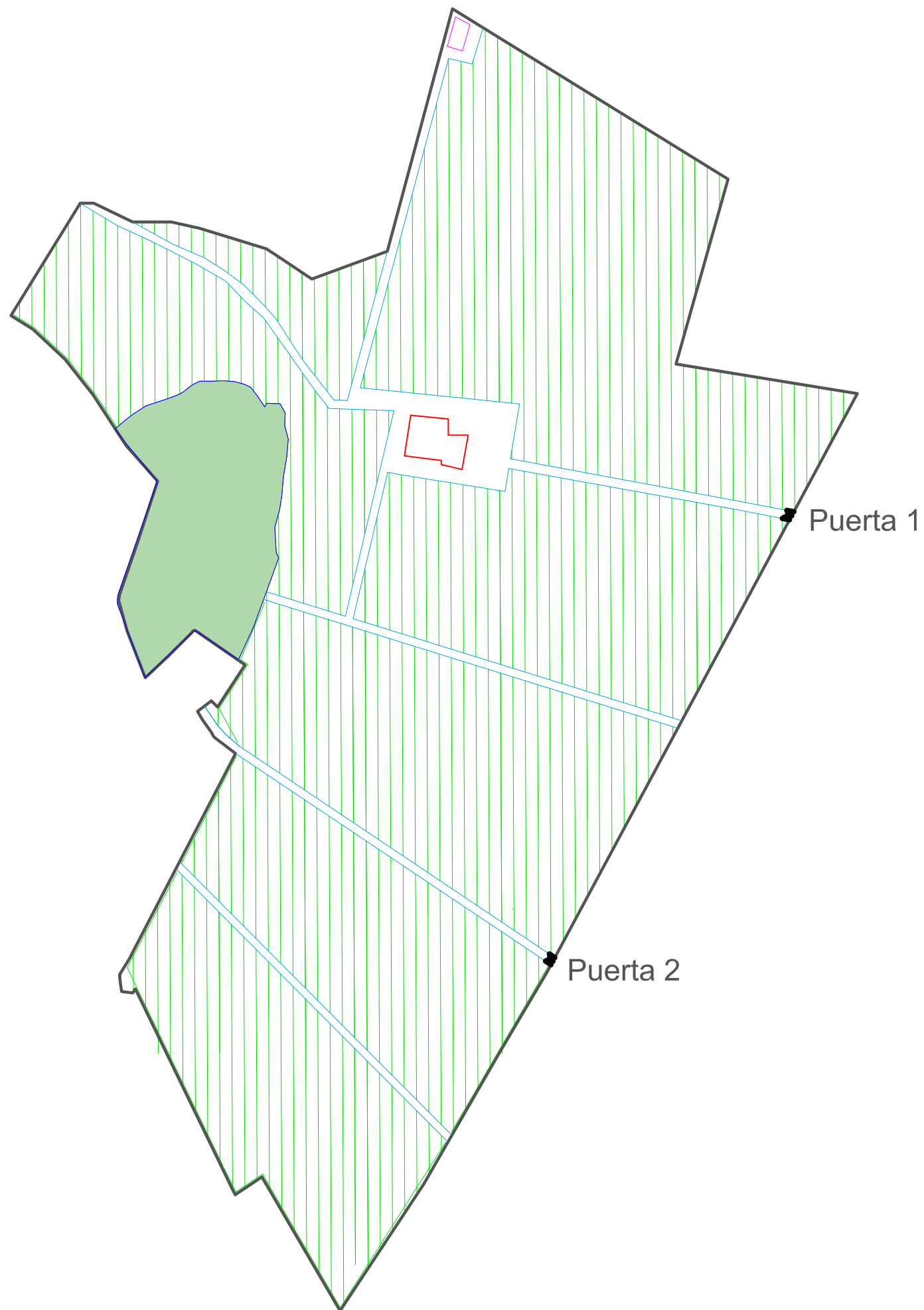
DENOMINACIÓN: TOPOLOGÍA DE LOS CAMINOS		PLANO: 13	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:5.000	FECHA: 20-04-19
			
FIRMA:			



Escorrentía agua



DENOMINACIÓN: CAMINOS Y DE DRENAJE		PLANO: 14	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:50	FECHA: 23-04-19
			
		FIRMA: 	



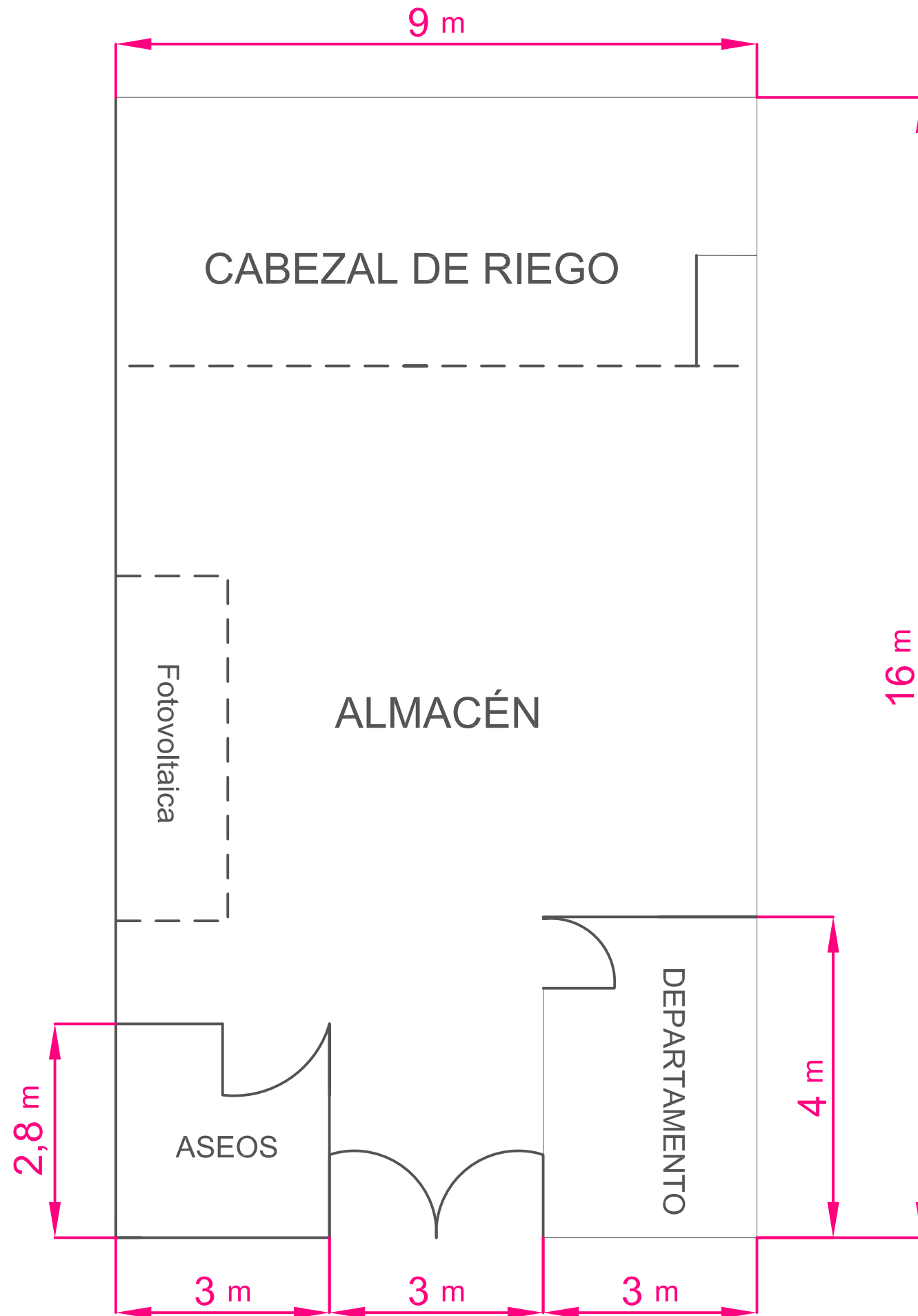
Cultivo: Valencia Late

Marco de Plantación: 6 x 4 m

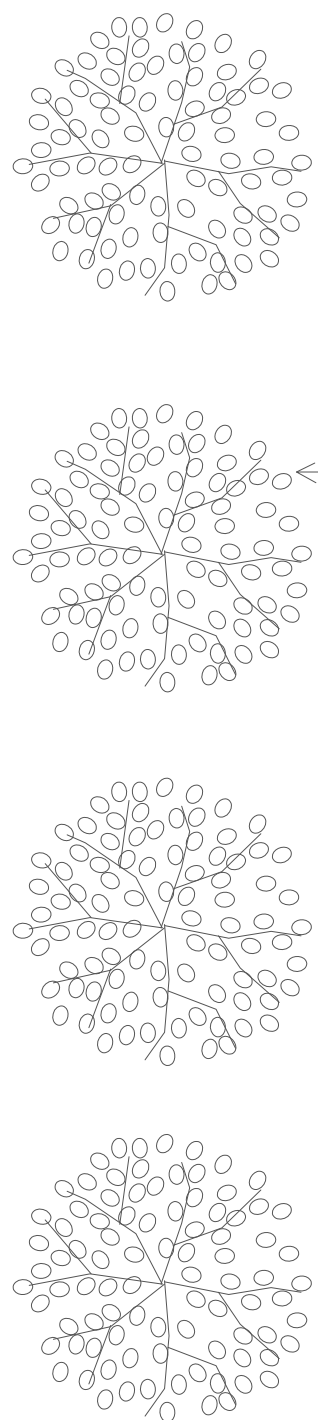
Puertas metálicas galvanizadas de 2 hojas de 5 m de anchura

Vallado perimetral metálica electrosoldada - Modelo Nylofor 3 M altura de 3 m y anchura de 3 m

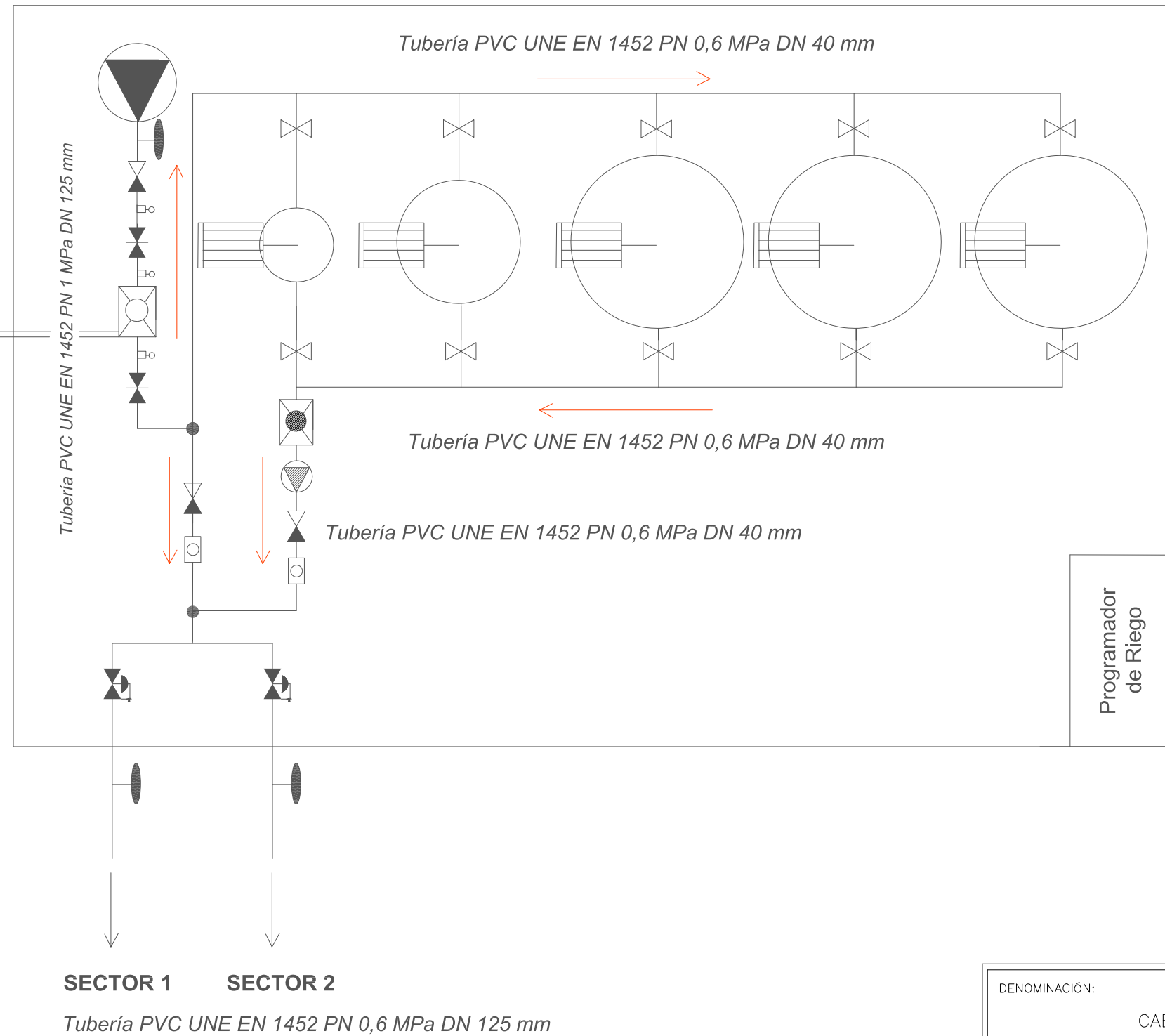
DENOMINACIÓN: PLANTACIÓN Y CERRAMIENTO		PLANO: 15
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:5.000	FECHA: 25-04-19
		FIRMA: 

















DENOMINACIÓN: DISTRIBUCIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO		PLANO: 16	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:1.000	FECHA: 27-04-19
			
		FIRMA: 	



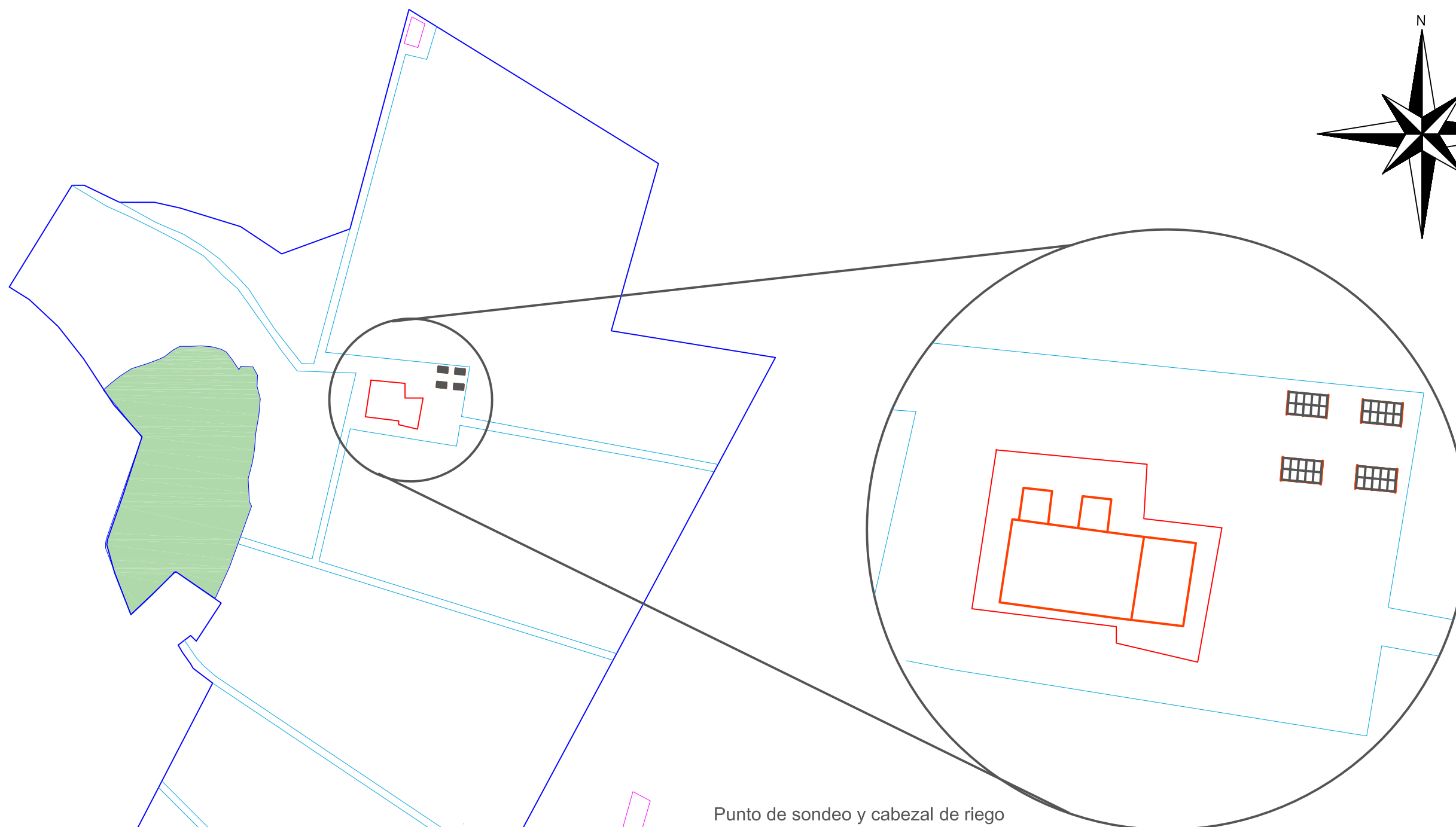
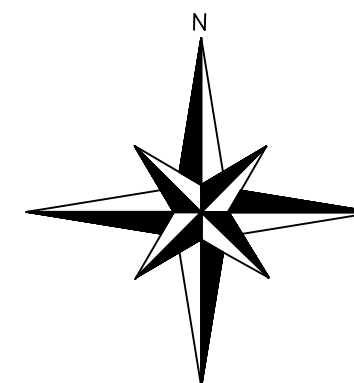
Reutilización del agua de la limpieza del filtro





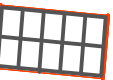


LEYENDA

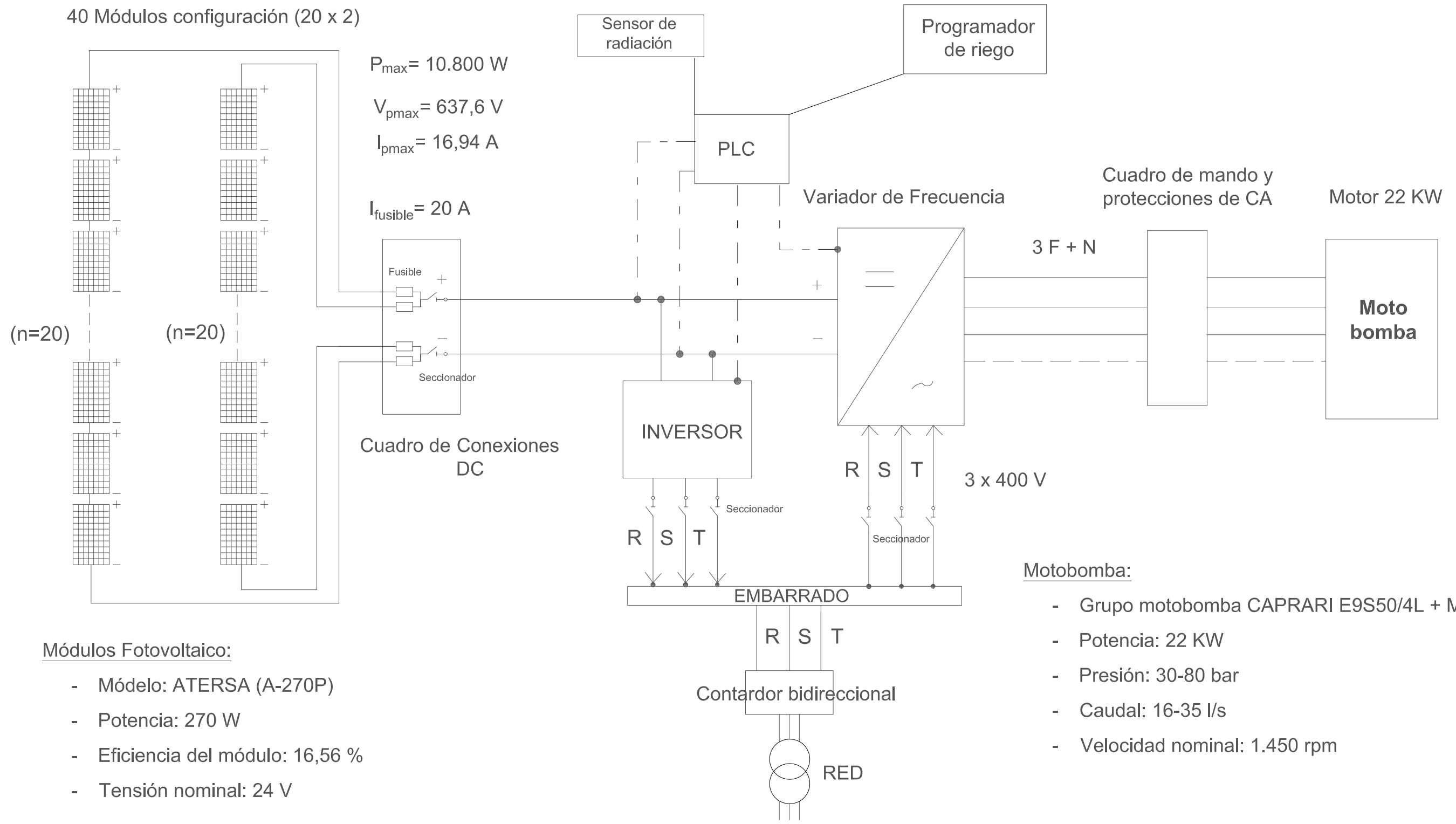
-  Depósito de ácido (Capacidad 200 L y diámetro 0,6 m)
-  Depósito de microelementos y abonos quelatados (Capacidad 1000 L y diámetro 1 m)
-  Depósito de fertilizante NPK (Capacidad 2000 L y diámetro 1,4 m)
-  Bomba hidráulica centrífuga sumergible
-  Válvula de mariposa
-  Contador volumétrico
-  Manómetro tipo Bourdon
-  Filtro de malla autolimpiante de 6"
-  Filtro de malla de 2"
-  Nudo de bifurcación
-  Válvula antirretorno
-  Agitador eléctrico
-  Válvula de bola
-  Electroválvula
-  Ventosa
-  Bomba inyectora de fertilizantes
-  *Buxus sempervirens*

DENOMINACIÓN: CABEZAL DE RIEGO		PLANO: 17	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: 1:500	FECHA: 01-05-19
		FIRMA: 	



-  Punto de sondeo y cabezal de riego
-  Edificaciones
-  Caminos principales
-  Zona improductiva
-  Módulo fotovoltaico

DENOMINACIÓN: UBICACIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		PLANO: 18
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:5.000	FECHA: 01-05-19
		FIRMA: 



Módulos Fotovoltaico:

- Modelo: ATERSA (A-270P)
- Potencia: 270 W
- Eficiencia del módulo: 16,56 %
- Tensión nominal: 24 V

Variador de Frecuencia:

- Modelo: Power Electronics (SD700SP)
- Potencia: 37 KW
- Tensión funcionamiento: 400 VAC
- Rango MPPT: 540-900 V

Inversor:

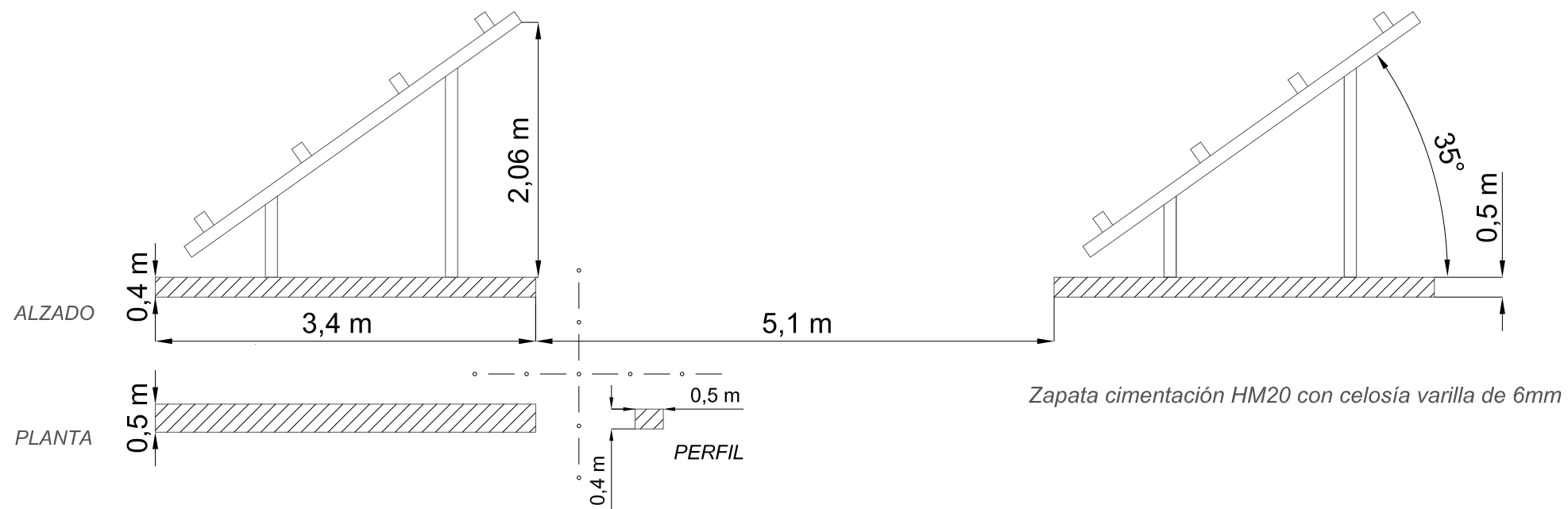
- Modelo: HUAWEI SUN2000-17KTL
- Potencia nominal: 17 KW
- Máxima intensidad por MPPT: 18A
- Rango MPPT: 200-950 V
- Frecuencia: 50 Hz

Motobomba:

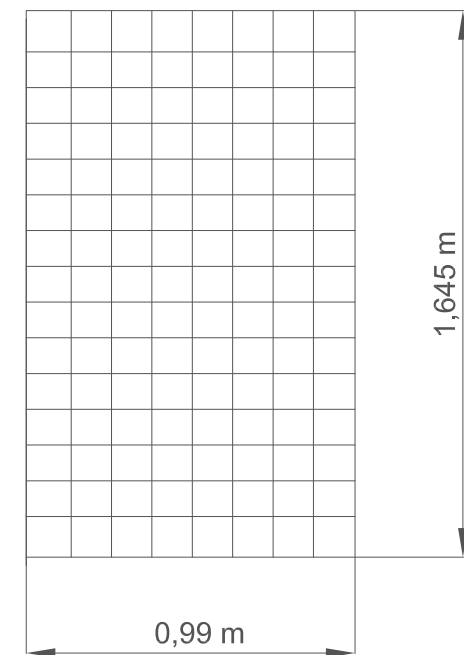
- Grupo motobomba CAPRARI E9S50/4L + MAC630
- Potencia: 22 KW
- Presión: 30-80 bar
- Caudal: 16-35 l/s
- Velocidad nominal: 1.450 rpm

DENOMINACIÓN: ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN FV		PLANO: 19	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: S/E	FECHA: 10-05-19
			
FIRMA:			

Dimensiones de las estructuras de los módulos FV

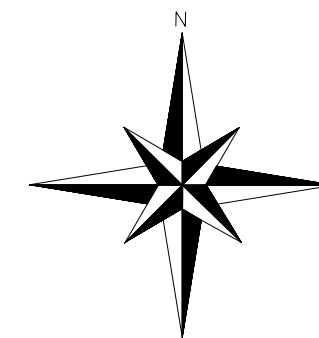


Dimensiones Módulo

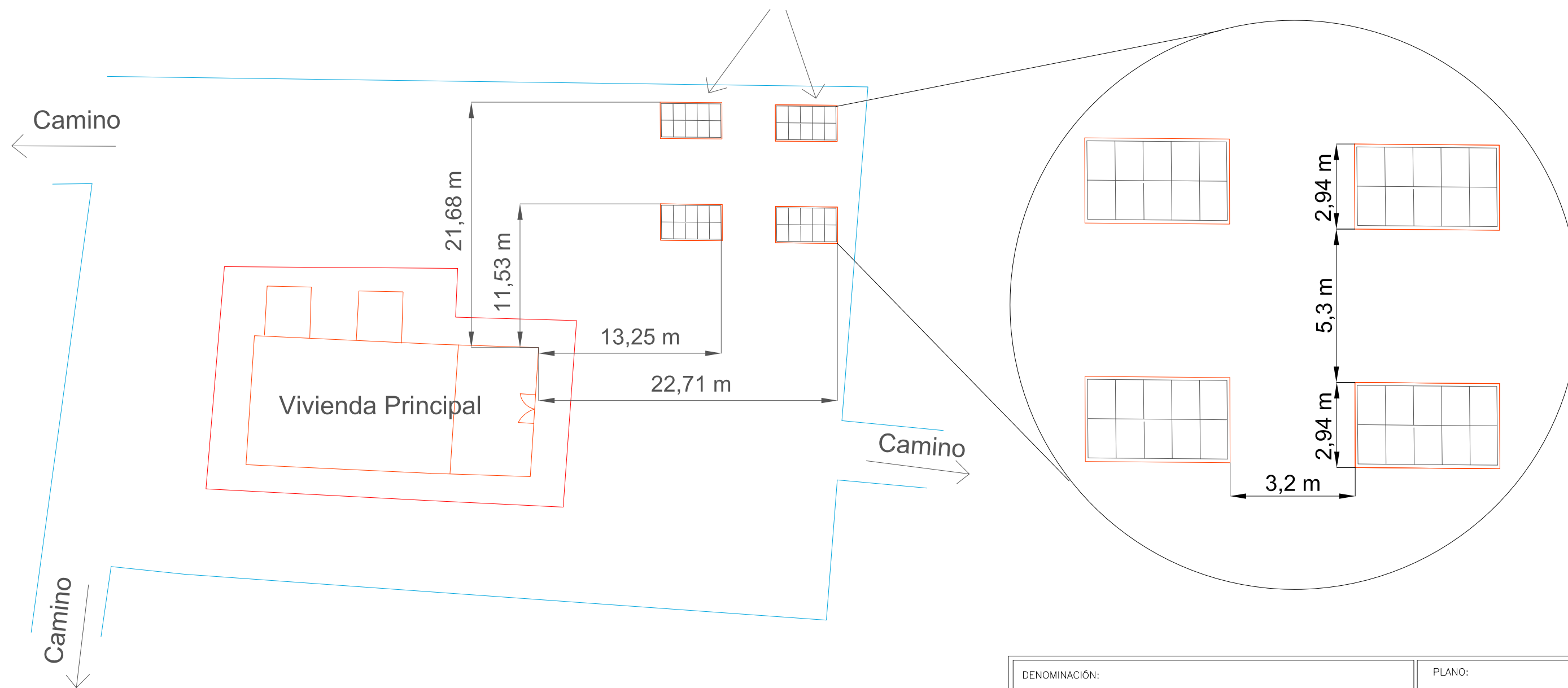


17	Suplemento PL 38 mm		60	4
16	Autorrosc. M6.3x19		19	4
15	Grower M8		-	16
14	Arandela M8		-	22
13	Tuerca cuadrada M8		-	6
12	Tuerca M8		-	10
11	Tornillo Allen M8		s/panel	2
10	Tornillo Allen M8	25	4	
9	Tornillos M8L25	25	10	
8b	Guía Módulos	2100	2	
8a	Guía Módulos	2600	0	
7	Unión guías	200	0	
6	Diagonales	1800	2	
5	Presor Central	60	2	
4	Presor Lateral	60	4	
3	Cordón superior	1805	2	
2	Montante	1059	2	
1	Cordón inferior	2081	2	
			Nº triángulos	2
			Nº módulos	2
Elemento	Detalle	Descripción	Longitud (mm)	Unidades

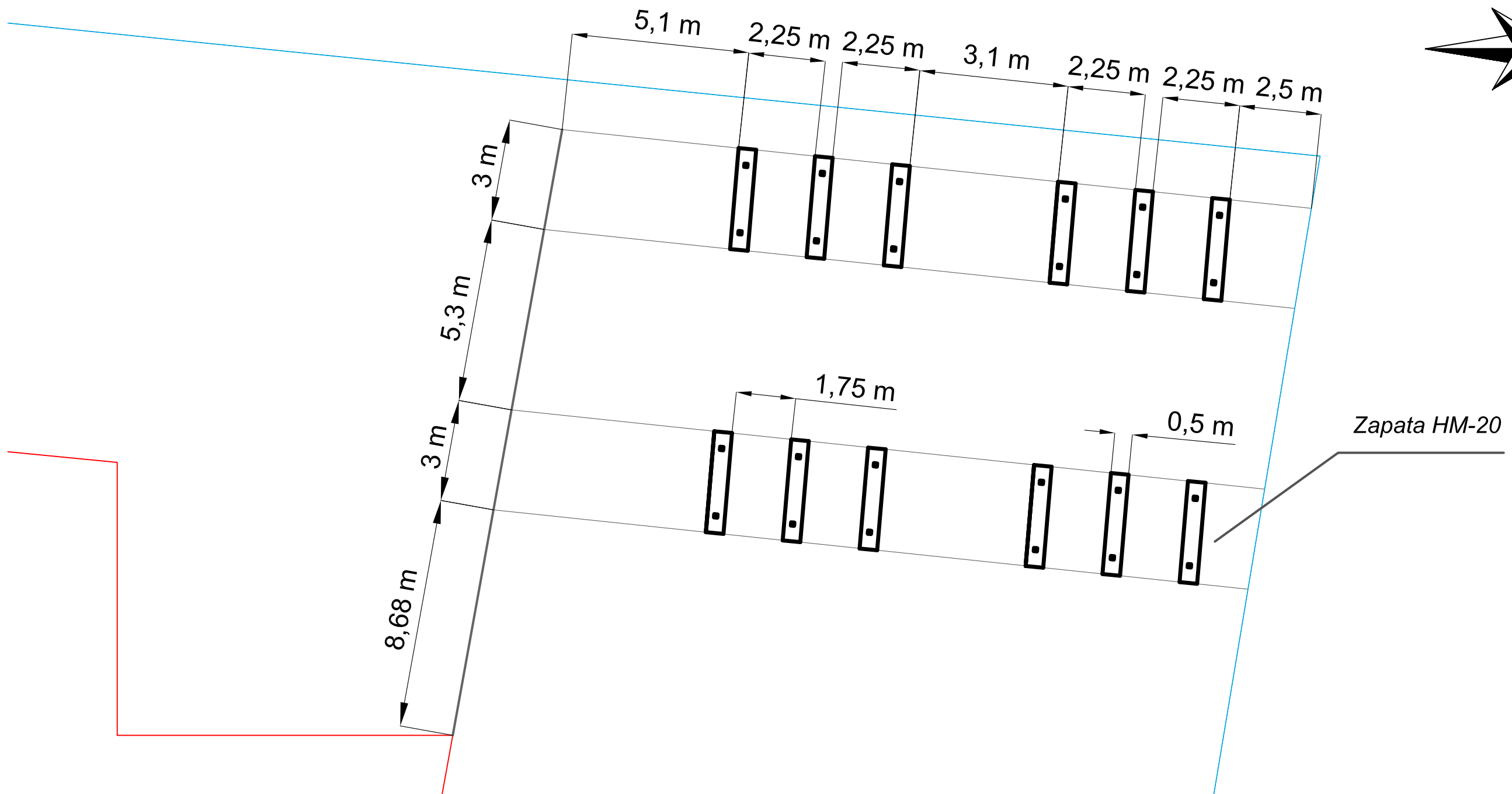
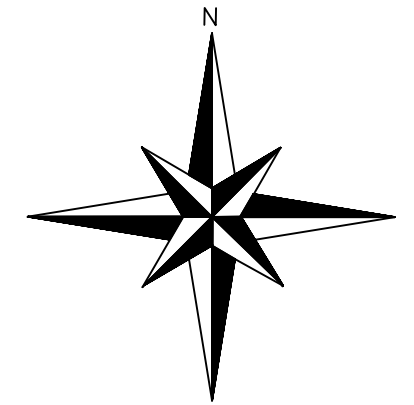
DENOMINACIÓN: ESTRUCTURA SUNFER FV-925/XL		PLANO: 20	
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO			
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN		ESCALA: S/E	FECHA: 12-05-2019
		FIRMA: 	



Estructuras con Módulos FV



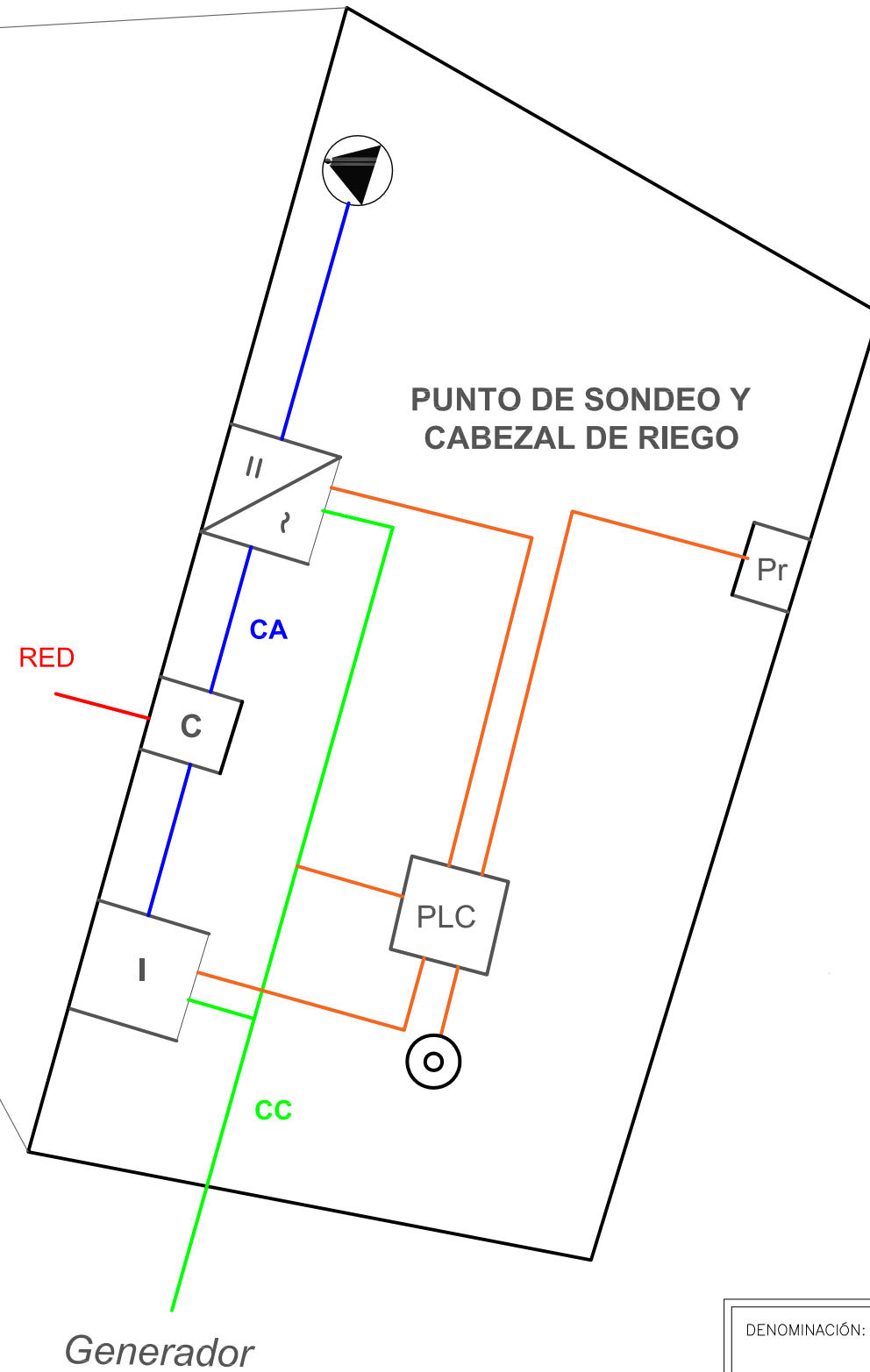
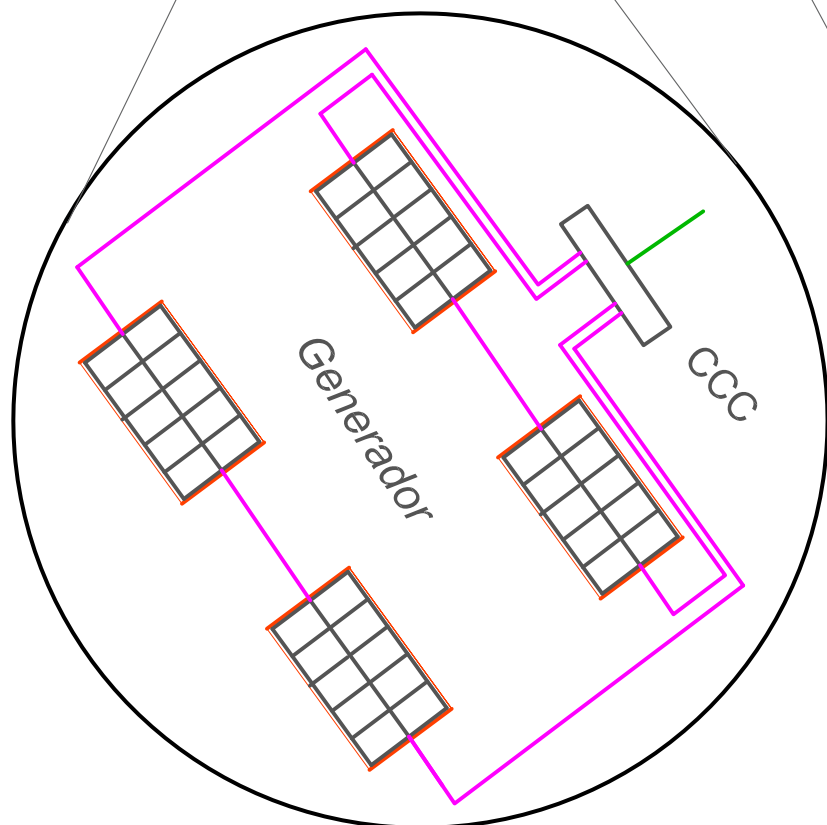
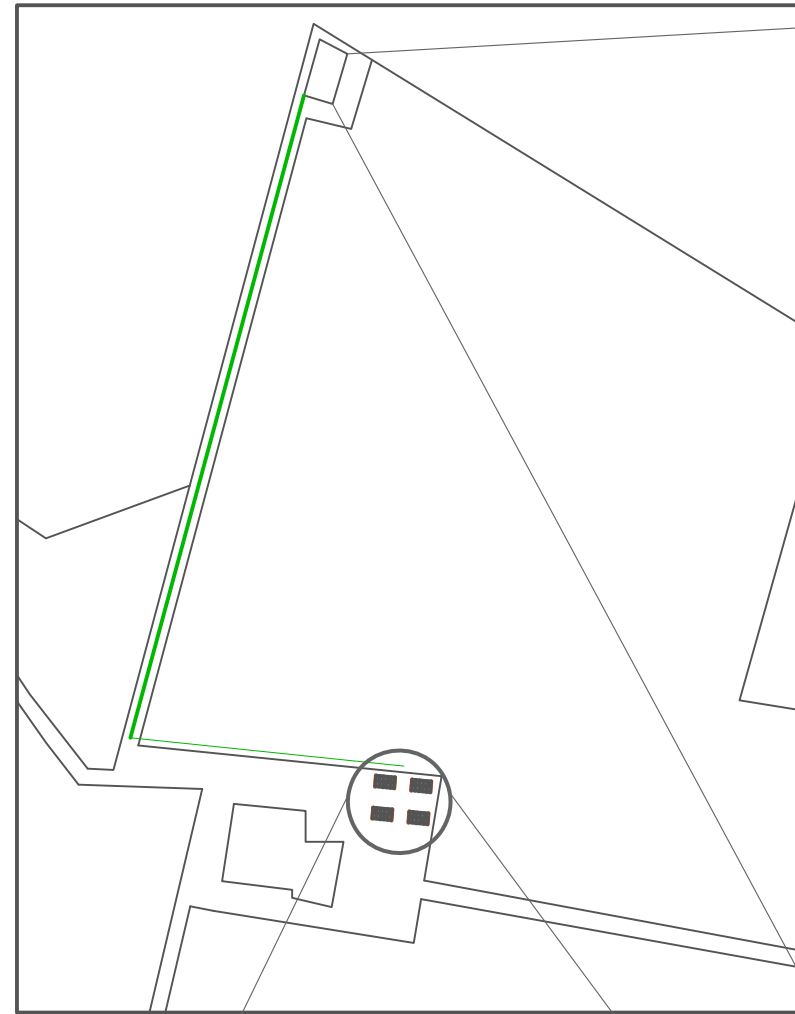
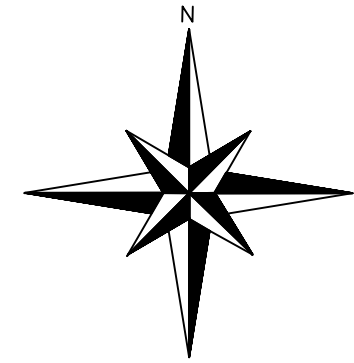
DENOMINACIÓN: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS MÓDULOS FV		PLANO: 21
PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:2.000	FECHA: 12-05-2019
	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	FIRMA: 



Vivienda Principal

Zapata HM-20

DENOMINACIÓN: CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS MÓDULOS FV		PLANO: 22
TÍTULO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:500	FECHA: 23-03-19
		FIRMA: 



- Caseta de riego y cabezal de riego
- Estructura módulo
- C.C.C Cuadro de Conexiones Continua
- Grupo motobomba
- Contador bidireccional
- Inversor
- Variador de frecuencia
- Programador de riego
- Sensor de radiación

DENOMINACIÓN: ESQUEMA ELÉCTRICO		PLANO: 23
TÍTULO: PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA A RIEGO LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO EN UNA PLANTACIÓN DE CÍTRICOS EN SAGUNTO		
ALUMNO: MARCEL PITARCH MARÍN	ESCALA: 1:5.000	FECHA: 23-03-19
		FIRMA:

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 Nº3. PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutora: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

TÍTULO I. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO	1
TÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	1
TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	1
CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE TÉCNICA	1
Artículo 1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	1
Artículo 2. EJECUCIÓN DE OBRA	2
Artículo 3. MAQUINARIA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	2
Artículo 4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2
Artículo 5. Mantenimiento de la Instalación	2
CAPÍTULO II: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	4
Artículo 6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4
Artículo 6.1. Plazo de ejecución	4
Artículo 6.3. Modificación de la programación de obra	5
Artículo 6.4. Ejecución de las obras	5
Artículo 6.5. Gastos	6
Artículo 6.6. Control de calidad.....	6
CAPÍTULO III: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	6
Artículo 7. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA	6
Artículo 7.1. Base fundamental.....	6
Artículo 7.2. Garantía	6
Artículo 7.3. Aumento del volumen de obras.....	6
Artículo 7.4. Modificación o supresión de unidades de obra	7
Artículo 7.5. Aceptación de la oferta	7
CAPÍTULO IV: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL	7
Artículo 8. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS	7
Artículo 9. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO	7
Artículo 10. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA.....	8
Artículo 10.1. Promotor	8
Artículo 10.2. Director de obra o director facultativo	8
Artículo 10.3. Contratista	8

Artículo 11. DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA	8
TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	11
CAPÍTULO I: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE TÉCNICA	11
Artículo 12. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE RIEGO Y MEDICIÓN	11
Artículo 12.1. Colocación del cerramiento perimetral	11
Artículo 12.2. Colocación de la puerta de acceso	11
Artículo 12.3. Preparación del terreno	12
Artículo 12.5. Instalación de riego localizado	13
Artículo 12.6. Plantación del cultivo	13
Artículo 13. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y MEDICIÓN	13
Artículo 13.1. Pasos para la ejecución de la obra	13
Artículo 13.2. Comienzo de la obra y plazo de ejecución	14
Artículo 13.3. Obras complementarias	14
Artículo 14. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS...	14
Artículo 15. CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES.....	15
Artículo 15.1. Condiciones generales.....	15
Artículo 15.2. Cerramiento perimetral.....	16
Artículo 15.3. Puerta de acceso	16
Artículo 15.4. Plantas	16
Artículo 15.5. Envases	18
Artículo 15.6. Agua	18
Artículo 15.7. Tuberías	18
Artículo 15.7.1 PE	18
Artículo 15.7.2. PVC.....	18
Artículo 15.8. Módulos fotovoltaicos	19
Artículo 15.9. Estructura soporte	20
Artículo 15.10. Inversor.....	20
Artículo 15.11. Cableado	22
Artículo 15.12. Protecciones y puesta a tierra	22
Artículo 15.8. Otros materiales.....	23
Artículo 15.9. Muestras de materiales	23

Artículo 15.10. Reconocimiento de los materiales.....	23
Artículo 15.11. Maquinaria y aparatos	24
Artículo 15.12. Pruebas.....	24
Artículo 16. INSTALACIONES.....	24
Artículo 16.1 Instalación del riego	24
Artículo 16.1.1 Colocación de las tuberías.....	24
Artículo 16.1.2 Dispositivos auxiliares a la red y materiales.....	25
Artículo 16.2 Instalación fotovoltaica	26
Artículo 16.2.1. Orientación, inclinación y sombras	26
Artículo 16.2.2. Dimensionado del sistema	26
Artículo 17. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN	27
Artículo 17.1. Mantenimiento de los componentes de la instalación.....	27
CAPÍTULO II: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	29
Artículo 18. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	29
Artículo 18.1. Suministro de los materiales	29
Artículo 18.2. Seguridad y salud.....	30
Artículo 18.3. Residencia del contratista	30
Artículo 18.4. Presencia en obra	30
Artículo 18.5. Reclamaciones	30
Artículo 18.6. Despidos	31
Artículo 18.7. Libro de órdenes.....	31
Artículo 19. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	31
Artículo 19.1. Ritmo de trabajo.....	31
Artículo 19.2. Plazo de ejecución	31
Artículo 19.3. Modificaciones y alteraciones del proyecto.....	31
Artículo 19.4. Medios auxiliares.....	32
Artículo 19.5. Excavación de zanjas para tuberías.....	32
Artículo 19.6. Relleno y apisonado de zanjas para tuberías	32
Artículo 19.7. Pérdidas o averías.....	32
Artículo 19.8. Trabajos defectuosos.....	32
Artículo 19.9. Obras y vicios ocultos	33

Artículo 19.10 Materiales no utilizables o defectuosos.....	33
Artículo 20. RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	33
Artículo 20.1 Recepción provisional.....	33
Artículo 20.2. Recepción definitiva	33
Artículo 20.3. Recepción de la instalación	34
Artículo 21. FACULTADES GENERALES DEL DIRECTOR DE OBRA.....	34
Artículo 22. CONSERVACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	34
CAPÍTULO III: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	35
Artículo 23. BASE FUNDAMENTAL	35
Artículo 24. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FINANZAS	35
Artículo 24.1 Garantías.....	35
Artículo 24.2. Fianzas	35
Artículo 24.3. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza	35
Artículo 24.4. Devolución de la fianza.....	35
Artículo 25. PRECIOS	36
Artículo 25.1 Precios contradictorios.....	36
Artículo 25.2. Reclamación de aumento de precios	36
Artículo 25.3 Revisión de precios.....	36
Artículo 25.4. Abono de las unidades de obra	37
Artículo 25.5. Obras Incompletas.....	38
Artículo 25.6 Conservación de las obras	38
Artículo 25.7 Ensayos, pruebas y replanteos	38
Artículo 25.8. Valoración de unidades de obra no especificadas	38
Artículo 25.9. Control	38
Artículo 26. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	38
Artículo 26.1. Liquidación y Abono de las Obras	38
Artículo 26.2. Valoración de los Trabajos Realizados	39
Artículo 26.3. Certificaciones	39
Artículo 26.4. Carácter del Pago o Aceptación de las Certificaciones de Obra Ejecutada.....	40
Artículo 26.5. Hojas Provisionales de Reparación	40
Artículo 26.6. Retención de Garantía.....	40

CAPÍTULO IV: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE LEGAL	40
Artículo 27. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	40
Artículo 28. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN LA DIRECCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	41
Artículo 29. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	41
Artículo 30. ACCIDENTES DE TRABAJO	41
Artículo 31. CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN LABORAL	41
Artículo 32. DAÑOS A TERCEROS	42
Artículo 33. PLAZO PARA DAR COMIENZO A LAS OBRAS	42
Artículo 34. PLAZO DE EJECUCIÓN	42
Artículo 35. PLAZO DE GARANTÍA.....	42
Artículo 36. MEMORIA DEL PROYECTO	42
Artículo 37. MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO	43
Artículo 38. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	43
Artículo 39. FALTAS Y MULTAS	44
Artículo 40. DOCUMENTOS QUE PUEDE RECLAMAR EL CONTRATISTA	44
Artículo 41. LIBRO DE ÓRDENES	44
Artículo 42. CUESTIONES NO PREVISTAS	44

TÍTULO I. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones tiene como objetivo definir y describir las condiciones que se deben cumplir durante la fase ejecutiva del presente Proyecto de transformación agraria a riego localizado con bombeo fotovoltaico en plantación de cítricos en el término municipal de Sagunto (Valencia)

Las presentes Prescripciones serán de obligado cumplimiento por el contratista, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra, con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

TÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Tal y como se recoge en la Memoria y Anejos de este proyecto, y donde queda suficientemente detallado, se pretende realizara una transformación agrícola de una finca de cítricos de estado avanzado en Sagunto (Valencia) con riego tradicional a un riego localizado, utilizando un bombeo alimentado por una instalación fotovoltaica.

Las obras se realizarán en el polígono 21 en la parcela 47 del término municipal de Sagunto, perteneciendo a la empresa ANTONIO LLUSAR Y C.I.A. S.L.

Las fases o actividades que componen el proyecto son:

- 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
- Cercado

TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE TÉCNICA

Artículo 1. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al

replanteo general de las obras. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación de replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo a las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

Artículo 2. EJECUCIÓN DE OBRA

Todas las obras se ejecutarán siempre atendiendo a las reglas de buena construcción, con sujeción a las normas del presente Pliego.

Para la resolución de aquellos casos no comprendidos en las prescripciones citadas en este Pliego, se estará a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.

Artículo 3. MAQUINARIA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA

La maquinaria que se precisa para la ejecución de los trabajos a realizar en la parcela de actuación deberá ajustarse a lo que se describe en el presente Pliego.

Si la Dirección de Obra lo considera necesario, se podrá cambiar cualquier máquina descrita por otra que se considere más oportuna para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Se atenderá que la adquisición de la maquinaria se deba tanto a su buena calidad como a la facilidad de recambios de cualquiera de sus partes en caso de rotura o desgaste.

No deberá presentar parte alguna que pudiera ocasionar accidentes graves a los trabajadores, estando debidamente protegidas las partes que presenten cierto peligro como cadenas, correas y demás partes móviles.

Artículo 4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Tanto las conexiones de las electroválvulas de los dos sectores, se hará atendiendo al Reglamento de Baja Tensión por personal cualificado.

Artículo 5. Mantenimiento de la Instalación

Una vez realizada la instalación, se debe llegar a un acuerdo de contrato para el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de todos los elementos de la instalación. Es preferible que este contrato de mantenimiento sea con la misma empresa

instaladora que ha realizado el proyecto, pero se puede contratar otra empresa externa dedicada a tal fin.

En estos aspectos generales podemos diferenciar dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo constará de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. Algunas de las actividades u operaciones que se deben de llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: Situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructuras soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores...
- Inversor y variador de frecuencia: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

Por otro lado, tenemos el mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Algunas de estas actividades son:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2 del pliego de condiciones del IDEA y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación.
- La visita mencionada en el párrafo anterior, se refiere a que el instalador deberá de acudir en un plazo máximo de 48 horas, a la instalación si esta no funcionara,

o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.

- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de una empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.

CAPÍTULO II: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Artículo 6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El contratista responde como patron del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones laborales vigentes y de cuanto figura en el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Artículo 6.1. Plazo de ejecución

Si en el contrato de adjudicación de obra se adopta un plazo de ejecución de la misma y el Contratista incumple dicho plazo, la Dirección Facultativa subrogada por la propiedad, podrá retener el abono de las certificaciones hasta que lo crea oportuno, independientemente de si el Contratista está también afectado por una cláusula de penalización en el contrato anteriormente citado entre él y la Propiedad.

El plazo de ejecución de la obra no se considera afectado por aumento del volumen de obra siempre y cuando dicho aumento no exceda del 15% del presupuesto inicial.

El incumplimiento en el plazo de ejecución de la obra por parte del Contratista obligará a éste a abonar a la Dirección Facultativa gastos que por este motivo de incumplimiento le ocasione.

Si en el contrato de adjudicación de obra no existe ninguna cláusula de plazo de ejecución de la misma, o si la hay, no existe para su incumplimiento penalización alguna, la Dirección Facultativa se reserva el derecho de subcontratar los trabajos que a su

requerimiento no sean ejecutados en el plazo y forma que se le indique al Contratista sin que éste tenga derecho a indemnización ni reclamación alguna.

Una vez pactado y aceptado el plazo de ejecución para la obra por parte del Contratista, no será en ningún modo causa justificada de retraso e incumplimiento del mencionado plazo una deficiente información, localización o acopio de los materiales necesarios para la construcción, así como la correspondiente previsión de personal para la ejecución de los trabajos a los que se ha comprometido.

A excepción de los riesgos catastróficos, no será motivo de la ampliación de plazo los agentes atmosféricos ni demás causas.

Artículo 6.2. Prestaciones

Respecto a las ayudas de ejecución y montaje, el Contratista se obliga, a requerimiento de la Dirección Facultativa y sin que afecte a la marcha normal de la obra, a las siguientes prestaciones:

-Prestación de los materiales de construcción y de la mano de obra que le sean solicitados, tanto para ayudar a instalaciones como a descarga de materiales.

-Prestación de la energía eléctrica que sea necesaria para las distintas zonas de instalación, bien sea por suministro ordinario o por grupos electrógenos, con la potencia suficiente requerida, aumentado si fuera preciso en el número de elementos suministradores de energía.

Artículo 6.3. Modificación de la programación de obra

El Contratista aceptará las modificaciones en el orden de los trabajos que le imponga la Dirección Facultativa sin modificar los precios y los plazos de las unidades afectadas.

Si el Contratista se considera gravemente perjudicado por el orden establecido, deberá hacerlo constar por escrito a la Dirección Facultativa en un plazo máximo de tres días hábiles contados a partir de la fecha de la orden.

La Dirección Facultativa considerará la propuesta del Contratista en el conjunto de la obra pasando a tomar la decisión.

Artículo 6.4. Ejecución de las obras

El Contratista efectuará los trabajos objeto de este Proyecto ajustándose a las instrucciones que en cada momento reciba de la Dirección Facultativa obligándose a cumplir sus órdenes e indicaciones y a ejecutar cuanto sea necesario para la inmejorable realización y aspecto de las obras.

Artículo 6.5. Gastos

Los gastos que se produzcan por cambio, rechazo, derribo, construcción, etc. de los materiales empleados serán por cuenta del Contratista. Los retrasos que se produzcan por tal causa no serán excusa ni justificación para el incumplimiento del gasto convenido.

El consumo de agua y energía eléctrica, así como los gastos que se originen de las gestiones de organismos, acometidas, instalaciones, etc. para la ejecución de la obra, serán por cuenta del Contratista y no producirán repercusión alguna en los precios del presupuesto pactado.

Artículo 6.6. Control de calidad

Durante el transcurso de la obra, se realizarán análisis y ensayos de los materiales utilizados en la ejecución de la obra, cuyo gasto correrá a cargo del Contratista. Estos ensayos serán ordenados por la Dirección Facultativa según crea conveniente, siendo rechazados todos aquellos materiales que a juicio de la Dirección Facultativa no presenten las debidas garantías y calidades convenientes, aun cuando se comprueben una vez colocados.

CAPÍTULO III: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Artículo 7. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

Artículo 7.1. Base fundamental

Todas las obras e instalaciones se ejecutarán con entera sujeción a los planos del Proyecto, a cuanto se determine en este pliego, a los estados de medición y cuadro de precios del presupuesto, que la Dirección Facultativa pueda dictaminar en cada caso particular.

Artículo 7.2. Garantía

El plazo de garantía será de un año, siendo en este periodo por cuenta del Contratista las obras de conservación y reparación de las obras en contrata.

Artículo 7.3. Aumento del volumen de obras

En caso de aumentar la ejecución de las obras el volumen de las mismas, seguirán vigentes los precios ofertados en el presupuesto inicial. Del mismo modo ocurrirá para las unidades de obra. Para unidades de obra nuevas, no ofertadas inicialmente, se confeccionará el correspondiente precio, que se someterá a la Dirección Facultativa y no se ejecutará sin su aprobación previa. Los precios contradictorios tendrán como base los precios unitarios que sirvieron de base para la adjudicación de la obra.

Artículo 7.4. Modificación o supresión de unidades de obra

La Dirección Facultativa podrá suprimir o modificar las unidades de obra que crea convenientes, en ambos casos el Contratista no tendrá opción ni derecho a reclamación alguna, salvo tratándose de modificación que podrá pasar el correspondiente precio contradictorio para su aprobación.

Artículo 7.5. Aceptación de la oferta

Una vez recibida y aceptada la oferta del Contratista, no será motivo de precio contradictorio los precios aceptados de la misma que pretendan por parte del Contratista ser modificados por causas imputables a deficiencia en la información, localización, calidad y otros datos que se supone deba el Contratista tener en cuenta cuando confeccionó su oferta.

CAPÍTULO IV: CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 8. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que el Propietario entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos de carácter contractual los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadro de Precios y Presupuesto Parcial y General que se incluyen en el presente proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios, tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte la oportuna modificación del proyecto.

Artículo 9. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Corresponde al Director de las obras la interpretación técnica del proyecto y la facultad de dictar las órdenes para su desarrollo.

En el caso de contradicciones entre Planos y Pliego de Condiciones Técnicas, prevalece lo prescrito por este último.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones Técnicas y omitido en los planos o viceversa, habrá que ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos siempre que, a juicio del Director de obra, éste tenga precio en el contrato.

El contratista no podrá aducir, en ningún caso, indefinición del proyecto. Si a su juicio considera que existe alguna indefinición, deberá solicitar por escrito al

Director de Obra la correspondiente definición con la antelación suficiente a su realización. El Director de obra deberá contestar en el plazo de un mes a la citada solicitud.

Artículo 10. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA

Artículo 10.1. Promotor

El Promotor dispone de los terrenos o parcelas donde se va a ejecutar el presente Proyecto, siendo estos terrenos de propiedad privada.

Artículo 10.2. Director de obra o director facultativo

La propiedad nombrará, en representación suya, a un Ingeniero Director, en quien recaerán las labores de dirección, control y seguimiento de las obras del presente proyecto. No será responsable ante la propiedad, de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Artículo 10.3. Contratista

El Contratista será la persona encargada de la ejecución de las obras, bajo la supervisión técnica de la Dirección Facultativa. Éste proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con la máxima eficacia.

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director, o a sus subalternos delegados, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo y facilitando el acceso a todas las partes de la obra.

Artículo 11. DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA

Además de las disposiciones particulares obtenidas en el presente Pliego, serán de aplicación las condiciones generales contenidas en:

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 el 8 de abril y su modificación del 17 de marzo de 1973, con su Reglamento del 25 de noviembre de 1975.
- Reglamentación del Trabajo y demás disposiciones vigentes en materia laboral.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de aguas aprobado por la Orden Ministerial del M.O.P.U. del 28 de febrero de 1974.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973 del 20 de septiembre y modificaciones Real Decreto 842/2002.
- RD 289/2003 de 7 marzo, referente a la comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- Norma UNE del Instituto de Racionalización y Normalización, o en su defecto, aquellas que se indiquen en cada apartado.
- Normas para la Redacción de Proyectos de Riego por Aspersión del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) del M.A.P.A. de 1981.
- Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones, de la Dirección General de Obras Hidráulicas del M.O.P.U. de noviembre de 1976.
- Normas UNE 53.020 y 53.195, que especifican la metodología para la determinación de la densidad de los materiales de las tuberías.
- Norma UNE 53.098, que especifica la metodología para la determinación del índice de fluidez de los materiales.
- Norma UNE 53.135 y 53.272, que especifican la metodología para la determinación del contenido en volátiles de los materiales.
- Norma UNE 12.202, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión.
- Norma UNE-EN 1.452, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión.
- Norma UNE 53.331, que establece los criterios para el cálculo de los esfuerzos mecánicos en las tuberías de PVC y PE y la relación de tubos a utilizar.
- Recomendaciones de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos.
- ASAE, EP 458, sobre la evaluación de la uniformidad de riego.
- ASEA, EP 405, sobre la uniformidad de la aplicación del agua de riego.
- Reglamento de Aparatos a Presión

Además, serán necesarias las condiciones generales de la parte que afecta a la instalación fotovoltaica. Las leyes y normativas en las cuales se basa la parte de fotovoltaica, y por las cuales se definirán las características técnicas de los elementos de la instalación y la calidad mínima de la misma son las siguientes:

- Ley 54/1997 de noviembre del sector eléctrico (BOE no285 de 28/11/1977).
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE no126, de 26/05/2007).

En cuanto al ámbito de seguridad y salud para el desarrollo de la obra, la legislación es la siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real decreto 485/97 del 14 de Abril; disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real decreto 1407/1992 modificado por el real decreto de 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual- EPI.
- Real decreto 773/1997 del 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- Real decreto 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 1435/1992 modificado por el real decreto 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.
- Real decreto 1495/1986 modificada por el real decreto 830/1991, aprueba el reglamento de seguridad en las máquinas.
- Real decreto 1316/1989, del ministerio de relaciones con las cortes y de la secretaria del gobierno. 27/10/1989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

- Real decreto 245/1989 del ministerio de industria y energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 17/11/1989. Modificación del real decreto 245/1989,27/02/1989.
- Orden del ministerio de industria, comercio y turismo. 18/07/1991 modificación del anexo I del real decreto 245/1989, 27/02/1989.
- Real decreto 711992 del ministerio de industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del real decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 29/03/1996. Modificación del anexo I del real decreto 245/1989.
- Real decreto 487/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

CAPÍTULO I: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE TÉCNICA

Artículo 12. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE RIEGO Y MEDICIÓN

Artículo 12.1. Colocación del cerramiento perimetral

Los trabajos de instauración de la malla se realizarán antes de la plantación como se describen a continuación:

Primeramente, atendiendo al Anejo 7. Actuaciones previas a la plantación, mediante una cinta métrica se realizará el marcaje, con pintura, de los puntos de ahoyado donde irán los postes. Mediante una retroexcavadora mixta hidráulica de ruedas, con ahoyador para cerramientos, se realizarán un total de 620 hoyos cilíndricos de 20x20cm.

Se colocar los 620 postes tipo cuadrada de 60x60x2 de 2,05 m de longitud. Se realizará la medición según el número de postes y m lineales de cercado colocados.

Artículo 12.2. Colocación de la puerta de acceso

Primeramente, se realizarán hoyos de 30x50 cm usando una retroexcavadora mixta hidráulica de ruedas, con ahoyador para cerramientos, creándose un total de 6 hoyos cilíndricos. Seguidamente se colocarán los postes y los tornapuntas, estos últimos

en la dirección de la cerca, empotrándose en el suelo con cemento HM-20/P/20 como los postes, empleándose en la operación 0,13m³ por hoyo.

Posteriormente una vez haya fraguado el cemento se colocarán los marcos de las hojas en los postes.

La puerta estará constituida por dos hojas galvanizada, de las mismas características que el cerco (20x20 de luz), montada sobre un marco con 2 refuerzos diagonales, formado por tubos de acero galvanizado de 20 mm de diámetro. Los dos postes sobre los que van montada serán de 100 mm de diámetro además tendrá 2 refuerzos o tornapuntas acompañantes por poste, que serán de 50 mm de diámetro y altura de 2 m y 1 m respectivamente. La puerta tendrá cerrojo con candado y pasadores de anclaje inferiores.

Se realizará la medición según el número de puertas colocadas.

Artículo 12.3. Preparación del terreno

Limpieza, desbroce del terreno y arranque del arbolado

En primer lugar, se procederá al talado de los árboles (cítricos) mediante el empleo de un trabajador con motosierra. El talado de los árboles se realiza de la siguiente forma, primeramente, se cortan las ramas secundarias que conforman la copa, todo seguido se talan las ramas principales de mayor tamaño y finalmente se corta el tronco a unos escasos centímetros del suelo. Una vez realizado el talado de los árboles se procederá a realizar el apilado de la leña para su posterior quema y el destocoado de dichas especies arbóreas taladas. Ambas funciones se realizarán mediante una máquina retroexcavadora, la cual tiene suficiente capacidad para arrancar el tronco junto con las raíces. Una vez extraídos, los tocones serán retirados para la utilización de leña, en cambio las ramas se quemarán, siempre y cuando se disponga del correspondiente permiso de quema. Además, se realizará la limpieza y desbroce del terreno mediante elementos mecánicos, eliminando toda la cubierta vegetal y las especies arbustivas de pequeño tamaño que se encuentren por los márgenes de la parcela.

Eliminación de los muretes de obra

Tal y como nos ha planteado el proyectista, los bancales de mayor pendiente, se mantendrán, ya que, sin ellos, se dificulta el cultivo de los cítricos, debido al elevado desnivel. En cambio, los de la parte inferior, se eliminarán, con la finalidad de poseer una única superficie lisa que facilite las tareas agrícolas.

Para la eliminación de los muretes de obra, se necesitará una retroexcavadora que rompa y extraiga los materiales que forman el murete, además de un tractor con remolque o un camión para el transporte y eliminación de los restos de obra extraídos.

Artículo 12.4. Conformación de las mesetas para el nuevo cultivo

Las dimensiones medias de la meseta en una plantación a marco de 6 x 4 metros, serán de 3 m de anchura, 0,5 m de altura, con una longitud de la base de 1,25 m.

Se realizará mediante un tractor con acaballadora. Las mesetas realizadas tendrán una altura máxima de 0,50-0,60 m.

Artículo 12.5. Instalación de riego localizado

Para la instalación de la red de riego, es necesario la apertura de zanjas. Para ello, es necesario una retroexcavadora que realizará dicha apertura de zanjas y posteriormente se dispondrá a taparlas una vez instalado toda la instalación referente al riego localizado.

Las zanjas tendrán unas dimensiones de 200 mm de anchura y una profundidad entre los 500 y 600 mm, para el caso que vaya albergado una única tubería y en el caso de que vayan dos tuberías las dimensiones serán de 350 mm de ancha y la misma profundidad.

Artículo 12.6. Plantación del cultivo

Los plántones procederán de un vivero autorizado que garantice la sanidad del material vegetal y el desarrollo vegetativo de la plantación. Las plantas que nos lleguen del vivero deberán ser vigorosas, bien formadas y con todo el tallo recubierto de hojas hasta la soldadura del injerto. Los árboles se deben plantar de forma tal que una vez asentados en el suelo queden a la misma profundidad que tenían en el vivero. Para ello, se plantará varios centímetros más altos, ya que el árbol posteriormente bajará con los riegos.

Artículo 13. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y MEDICIÓN

Artículo 13.1. Pasos para la ejecución de la obra

Los pasos para la ejecución de la obra serán los siguientes:

- Movimiento de tierras.
- Cimentación para las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje de las estructuras soporte.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.
- Montaje de los elementos solares dentro de los cuartos habilitados para tal fin.

- Colocación del cableado y su correspondiente conexionado.

Artículo 13.2. Comienzo de la obra y plazo de ejecución

El comienzo de la obra será el estipulado por la empresa instaladora y el propietario de la instalación final.

El plazo de ejecución de la obra también será el estipulado previamente por ambas partes.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso en lo acordado.

Artículo 13.3. Obras complementarias

La empresa contratada para la realización de la obra, deberá de realizar una serie de actividades previas antes de empezar a realizar la instalación fotovoltaica, con el fin de facilitar y hacer más cómodo el futuro trabajo.

Se deberá desalojar una serie de escombros pertenecientes a una instalación anterior que se encuentra donde se ubicará la instalación solar fotovoltaica.

Este tipo de obras no producirá ningún cambio en el presupuesto presentado por la empresa contratada.

Artículo 14. PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Lluvias

Durante la época de lluvias, los trabajos podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando la pesadez del terreno lo justifique, en base a las dificultades y a las consecuencias negativas que puedan conllevar.

Sequía

Los trabajos de plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando de la falta de tempero puede deducirse un fracaso en la obra.

Heladas

En época de heladas, la hora del comienzo de los trabajos será marcada por el Ingeniero Director.

Incendios

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que sean dictadas por el Ingeniero Director.

En todo caso, se adoptarán las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir. Se dispondrá a pie de máquina, de un extintor de polvo de 15 Kg eficaz contra llamas de tipo A, B y C.

Artículo 15. CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES

Artículo 15.1. Condiciones generales

Todos los materiales empleados cumplirán con las condiciones que para cada uno de ellos se especifican en las condiciones particulares.

La Dirección Facultativa determinará en cada caso los que a su juicio reúnan esas condiciones y dentro del criterio de justicia se reserva el derecho a ordenar que sean retirados, demolidos o reemplazados durante la fase de construcción o en el periodo de garantía.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobados por la Dirección Facultativa.

Además, las instalaciones eléctricas realizadas en dicho proyecto tienen que cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la legislación aplicable.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos.

Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en castellano.

Artículo 15.2. Cerramiento perimetral

La malla electrosoldada empleada para el cerramiento será de 2,03 m de altura con una luz o apertura de 20 x 5 cm y estará anclada por Son postes tubulares, cuadrados, galvanizados y plastificados, con sus accesorios correspondientes, con una altura de 2,05 m.

Estos se colocarán cada 3 m sobresaliendo 1,95 m del suelo. Cuando se instalan los postes en un muro de hormigón, es necesario asegurarse de que el agua no permanece en el interior del poste

Artículo 15.3. Puerta de acceso

La puerta será de 5m de anchura y 2 m de altura estará constituida por dos hojas de 2,5 m con malla soldada galvanizada de las mismas características que el cerco (20 x 5 cm), montada sobre un marco con 2 refuerzos diagonales, formado por tubos de acero galvanizado de 48mm de diámetro.

La puerta tendrá cerrojo con candado y pasadores de anclaje inferiores.

Artículo 15.4. Plantas

Toda planta empleada deberá cumplir con el RD 289/2003 de 7 marzo, referente a la comercialización de los materiales vegetales de reproducción.

La planta debe presentar un aspecto de no haber sufrido desecaciones o temperaturas elevadas durante el transporte, especialmente en lo referido a la turgencia y coloraciones adecuadas. Así mismo, el cuello de la raíz debe estar bien lignificado y las partes verdes suficientemente endurecidas. En todo caso se atenderá a lo establecido en la normativa vigente.

Toda planta a emplear deberá satisfacer las condiciones morfológicas mínimas exigidas por la normativa aplicable. Vendrá en envase fabricado en PVC con un volumen mínimo de 235 cm³ así como contar con elementos que favorezcan el autorrepicado natural de la raíz y eviten la espiralización, siendo motivo suficiente de rechazo de la partida de planta aquellos envases que no cumplan estas características. Así mismo, se rechazarán las plantas cultivadas con prácticas de cultivo no apropiadas que provoquen el revirado de las raíces, sin un claro geotropismo y sistemas radicales poco desarrollados y descompensados en la parte aérea.

Deberá aportarse la siguiente documentación de todos los lotes de planta a utilizar en la plantación:

-Documento de Proveedor. Numerado e identificado por lote de planta, que reúna la información requerida según el RD 289/2003 necesaria para identificar el lote desde el punto de vista genético y el seguimiento de los proveedores, así como las características del material, tipo de planta o de semilla, de acuerdo a las procedencias, categoría del material forestal de reproducción, tipo, edad, tamaño.

-Pasaporte Fitosanitario. Este documento acredita que las plantas han sido sometidas a los controles exigidos en el RD 85/2005 relativos a impedir la introducción y la difusión en la U.E. de las plagas y enfermedades de cuarentena, aunque no garantiza la calidad fitosanitaria de la planta respecto de las plagas y enfermedades autóctonas.

Una vez comprobada la adecuación de las plantas por los documentos anteriores respecto a las exigencias de índole genético, se realizará un control de la calidad exterior, es decir, de las características cualitativas y cuantitativas de las plantas que constituyan los diferentes lotes.

Al menos el 95% de las plantas de cada lote deben presentar una calidad cabal y comercial.

No se consideran de calidad cabal o comercial las plantas que presentan algunos de los siguientes defectos:

- Heridas distintas de las causadas por la poda o heridas debidas a los daños de arranque.
- Ausencia de yemas susceptibles de producir un brote apical.
- Tallos múltiples.
- Sistema radicular deformado.
- Signos de desecación, recalentamiento, enmohecimiento, podredumbre o daños causados por organismos nocivos.
- Desequilibrio entre la parte aérea y la parte radical.

Se exigirá al Contratista que realice un control de calidad de una muestra representativa de los lotes previa a la plantación. Las plantas deberán ser enviadas a centros cualificados para la realización de dichos controles, preferiblemente el CEAM de Valencia por cercanía a la zona de actuación. Estos análisis deben confirmar que el material que se va a emplear en la plantación es de buena calidad.

Los datos mínimos que deben de ser contemplados son:

- Vivero Productor
- Número de Registro
- Fecha de Valoración
- Hongo Inoculado
- Muestras por Lote

Artículo 15.5. Envases

El envase será individual de 450 ml de capacidad, con estrías presentado dentro de bandejas de 20 para su transporte.

La figura geométrica del envase debe permitir extraer de forma fácil y rápida la planta, sin que se deshaga el cepellón o se dañen las raíces, así como favorecer el autorrepicado y evitar la espiralización de las raíces.

Artículo 15.6. Agua

El Contratista deberá procurar toda el agua que haya que emplearse en la realización del presente Proyecto, pudiendo llegar a un acuerdo con el Promotor si dispone de una fuente cercana de suministro de agua.

En general, podrá utilizar toda el agua que no suponga un peligro para la supervivencia de las plantas por lo que deberá estar exento de aceites, ácidos, exceso de sales y otras sustancias perjudiciales.

Artículo 15.7. Tuberías

Artículo 15.7.1 PE

Se utilizarán para el conjunto de laterales tuberías de PE 40 según norma UNE-EN12.202, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión, de 32 mm de diámetro comercial y PN 4.

El Contratista presentará al Director Facultativo los documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Artículo 15.7.2. PVC

Para las tuberías terciarias y la red de distribución se utilizarán tuberías de PVC PN 6 fabricadas según la normativa UNE -EN 1.452, sistemas de canalización en materiales

plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión, de 40, 65, 90, 110 y 125 mm de diámetro comercial.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

Artículo 15.8. Módulos fotovoltaicos

Todos los módulos deberán de satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos.

Este requisito se justificará, mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria la justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreado parcial, tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que el módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquier de sus elementos, así como falta de alineación de las células o burbujas en el encapsulante.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos que no se utilicen módulos no cualificados, deberá de justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Artículo 15.9. Estructura soporte

Se dispondrán de las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, siendo posible la necesidad de sustitución de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de agentes ambientales.

La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

La tornillería empleada deberá de ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirá tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

Artículo 15.10. Inversor

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija.

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de las mismas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente en aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío.

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la siguiente tabla:

Tabla 2 Rendimiento del inversor

Tipo de inversor		Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda senoidal	$P_{NOM} \leq 500VA$	>85%	>75%
	$P_{NOM} > 500VA$	>90%	>85%
Onda no senoidal		>90%	>85%

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos la siguiente información:

- Potencia nominal.
- Tensión nominal de entrada.
- Tensión y frecuencia nominales de salida.
- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y terminales.

Artículo 15.11. Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán una sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1.5% a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

Artículo 15.12. Protecciones y puesta a tierra

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura 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. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

- Grado de protección: IP40
- Normativa que cumple: UNE 60439-3
- Resistencia al fuego: IEC 60695-2-1
- Otras características: Fondo y tapa frontal 650 °C/30sg
- Módulo para ICP.

Artículo 15.8. Otros materiales

Los demás materiales que, sin estar especificados en el presente Pliego, hayan de ser utilizados en la ejecución de la obra, serán de primera calidad y no podrán emplearse sin haber dado el visto bueno la Dirección Facultativa, que podrá rechazarlos si a su juicio no requieren las condiciones exigibles. El Contratista no tendrá derecho a reclamación de ningún tipo por las condiciones que se exijan para estos materiales.

Artículo 15.9. Muestras de materiales

De todos los materiales, el Contratista deberá presentar oportunamente muestras para su comprobación, las cuales se conservarán para comprobar, en su momento, por comparación los materiales empleados.

Artículo 15.10. Reconocimiento de los materiales

Todos los materiales serán reconocidos, si se cree conveniente, por la Dirección

Facultativa antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrá procederse a su colocación, siendo retirados de la obra los que sean desechados.

Este reconocimiento previo, de realizarse, no constituye la aprobación definitiva ya que pueden ser rechazados después de colocados aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento. Los gastos que se originen en ese caso serán todos por cuenta del Contratista.

Artículo 15.11. Maquinaria y aparatos

Los aparatos, máquinas y demás útiles que sea necesario emplear para la ejecución de la obra, reunirán las mejores condiciones para su funcionamiento.

Artículo 15.12. Pruebas

En todos aquellos casos en que no se especifique lo contrario en este Pliego, será obligación del Contratista suministrar los aparatos y útiles necesarios para efectuar las pruebas de los materiales siendo de su cuenta los gastos que originen éstas y los análisis a que crea conveniente someterlos la Dirección Facultativa.

Artículo 16. INSTALACIONES

Artículo 16.1 Instalación del riego

Artículo 16.1.1 Colocación de las tuberías

Se utilizarán tuberías de PE 40 según norma UNE 12.202 de 32 mm de diámetro comercial y PN 4 para las laterales.

El Contratista presentará al Director Facultativo los documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Para las tuberías terciarias y la red de transporte se utilizarán tuberías de PVC PN 6 fabricadas según la normativa UNE EN 1.452 de diámetros comerciales 40, 65, 90, 110 y 125 mm de diámetro comercial.

La unión se podrá realizar por junta de goma o mediante encolado.

Si se opta por la segunda opción las superficies de los tubos para su machihembrado deberán de estar limpias, lisas y pulidas. Se aplicará un disolvente de tolueno para limpiar de polvo e impurezas y de esta forma asegurar un buen acoplamiento. Después de cinco minutos de secado del disolvente, se extenderá pegamento de PVC uniformemente por la boca interior del tubo hembra y el exterior el tubo macho y se procederá a insertarlos. En ningún caso se debe realizar esta operación girando un tubo sobre otro, simplemente se deslizará un tubo hacia otro y se dejará descansar la unión sobre la arena de rellano de la zanja.

Habrà que dejar un tiempo de tres horas para asegurar el total fraguado del pegamento antes de proceder a nuevas manipulaciones de los tubos conectados.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

Tolerancias

La tolerancia del diámetro exterior de las tuberías es de 0,009 Dn.

La tolerancia del espesor de la pared de las tuberías es de 0,1 s + 0,2 mm

Ensayos

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia entre la Dirección Facultativa y el Contratista sobre su calidad.

Artículo 16.1.2 Dispositivos auxiliares a la red y materiales

Con el nombre de dispositivos auxiliares a la red se agrupan todos aquellos aparatos y accesorios que formando parte de la red de riego facilitan el buen funcionamiento de ésta y consiguen su protección.

Teniendo en cuenta la dotación de elementos de gestión proporcionado por el regadío social, solamente se precisarán de válvulas hidráulicas para un funcionamiento óptimo de nuestro sistema de riego. El regadío social proporciona en cada una de las tres tomas de agua, un hidrante, un sistema de alimentación eléctrica, un equipo de filtrado y una toma de parcela.

Solamente se añadirá por subunidad, al inicio de la tubería terciaria, una arqueta de prefabricado de hormigón que contará de una válvula de mariposa y una electroválvula. Esta última será controlada por un sencillo programador que se insertará en cada hidrante. Para dar servicio a las electroválvulas, se precisará de la instalación de un sistema eléctrico, que irá enterrado en la zanja.

El emisor seleccionado es el gotero autocomensante de la casa comercial REGAVER de color de base negro, que es el correspondiente a un caudal de 4 l/h.

Ensayos

Los materiales objeto de este apartado deberán satisfacer las exigencias del Proyecto.

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia entre la Dirección Facultativa y el Contratista sobre su calidad. Los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del Contratista.

Artículo 16.2 Instalación fotovoltaica

Artículo 16.2.1. Orientación, inclinación y sombras

Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distinta a las óptimas, en el periodo de diseño no serán superiores a los valores especificados en la siguiente tabla:

Tabla 1 Valor máximo permitido de pérdidas por orientación, inclinación y sombras

Pérdidas de radiación del generador	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

En la instalación no existe ningún elemento que proyecte sombra sobre los paneles fotovoltaicos, por tanto, se tomará como valor máximo permitido el del primer apartado de la tabla anterior.

En aquellos casos en los que por razones justificadas no se cumpla lo expuesto en la anterior tabla se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose en la memoria.

Artículo 16.2.2. Dimensionado del sistema

Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este pliego de condiciones.

Se realizará una estimación aproximada de consumo según las necesidades de la instalación.

Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido para cubrir las necesidades de consumo según lo estipulado.

La empresa instaladora podrá elegir el tamaño del generador y de los acumuladores en función, de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar.

El tamaño del generador será como máximo un 20% superior a la potencia requerida para satisfacer la necesidad calculada anteriormente.

Como norma general, la autonomía mínima en sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido.

Artículo 17. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Artículo 17.1. Mantenimiento de los componentes de la instalación

Inversor y variador de frecuencia

Algunas de las actividades que se pueden realizar para mantener los inversores y los variadores de frecuencia no difiere mucho de las especificaciones generales, siendo algunas de estas actividades a realizar las siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

Cableado y canalizaciones

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiará por zonas.

Cuadros de conexión:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual del buen estado del cuadro o caja de conexión, con el fin de conservar sus propiedades de estanqueidad.
- Inspección visual de las señales de los cables y de las señales de advertencia.

Conexión entre módulos:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.

- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.

Canalizaciones:

- Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
- Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños y de ser así, eliminar esta obstrucción.
- Comprobar el buen aislamiento de los cables que circulan por cada uno de ellos.
- Asegurarse de que por cada canalización va el circuito correcto, cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.

Protecciones

Las protecciones son otro de los puntos clave de la instalación, debido a que un fallo en estos elementos puede provocar un daño material o poner en peligro la integridad de los usuarios de la instalación. Por tanto, algunas de las actividades que se deben llevar a cabo para que esto no ocurra son las siguientes:

- Control del buen funcionamiento de los interruptores.
- Inspección visual del buen estado del conexionado.
- Control del funcionamiento y de actuación de los elementos de seguridad y protecciones como fusibles, puestas de tierra e interruptores de seguridad.
- Realización de pruebas en cada uno de los elementos de la instalación solar fotovoltaica, debido a que cada uno de ellos lleva incorporado una serie de protecciones.

Puesta a tierra

Para asegurar una buena circulación de las corrientes de defecto a tierra, debemos de realizar el mantenimiento de esta parte de la instalación. Las actividades para tal fin que se deben realizar son las siguientes:

- Revisión anual en la época en el que el terreno se encuentre más seco.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra.
- Medición de la resistividad del terreno.
- Comprobación de la continuidad de la instalación a tierra.

- Comprobación de todas las masas metálicas a tierra.
- Revisión cada 5 años de los conductores de enlace del electrodo con el punto de puesta a tierra.

Estructura soporte

- Comprobar la estructura visualmente con posibles daños o desperfecto causados por la oxidación o por algún agente ambiental.
- Comprobación de que los paneles fotovoltaicos estén bien sujetos a esta.
- Comprobación de que la orientación de estas estructuras sea la adecuada cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.
- Comprobación de que las cimentaciones que sujetan estas estructuras estén en buen estado.

Paneles solares

Con objeto de un rendimiento óptimo de la instalación el buen mantenimiento de los generadores fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Se realizará una inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea elevada, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones, oscilaciones y estado de la conexión a tierra de la carcasa.
- Realización de un apriete de bordes y conexiones y se comprueba el estado de los diodos de protección o antiretorno que evitarán el efecto isla, explicado con anterioridad en la presente memoria.
- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y apriete de los tornillos.

CAPÍTULO II: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Artículo 18. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Artículo 18.1. Suministro de los materiales

El Contratista aportará a la obra todos los materiales que se precisen para su ejecución. La propiedad se reserva el derecho de aportar a la obra aquellos materiales o unidades que estime necesarios, en cuyo caso deducirá en la liquidación

correspondiente a la cantidad contratada y con precios de acuerdo o iguales a los del presupuesto aceptado.

Artículo 18.2. Seguridad y salud

El Contratista quedará obligado a tomar tantas precauciones sean necesarias para proteger a todo el personal del riesgo de accidentes, de acuerdo con la ley vigente referente a la seguridad en el trabajo.

Artículo 18.3. Residencia del contratista

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción final, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por su parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 18.4. Presencia en obra

El Contratista o representante estarán presentes en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa a las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios, y suministrándole los datos previos para la comprobación de mediciones y liquidaciones de tajos.

Artículo 18.5. Reclamaciones

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 18.6. Despidos

El despido por insubordinación, incapacidad y mala fe por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargado de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Artículo 18.7. Libro de órdenes

En las oficinas de la Dirección, el Contratista tendrá un libro de órdenes donde, siempre que lo juzgue conveniente, escribirá el director órdenes que necesite darle, que firmará el Contratista como enterado, expresando la hora en que lo verifique. Dichas órdenes serán de cumplimiento obligatorio siempre que en las 24 horas siguientes el Contratista no presente reclamación alguna.

Artículo 19. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

Artículo 19.1. Ritmo de trabajo

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos, ni reducirlos a menos escala de la que le corresponde según el plazo en que deban terminarse las obras.

Artículo 19.2. Plazo de ejecución

El Contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro del plazo de ejecución que se señale en el Pliego de Condiciones del contrato, a partir de la fecha establecida para dar comienzo a las obras.

Artículo 19.3. Modificaciones y alteraciones del proyecto

Si se acordase introducir modificaciones en el Proyecto que supongan un aumento o reducción de una clase de fábrica, o sustitución por otra, siempre que ésta esté comprendida en la Contrata, será obligatorio para el Contratista cumplir estas disposiciones, sin derecho a reclamar ninguna indemnización por los pretendidos beneficios que hubiera podido obtener en la parte reducida o suprimida.

Si por llevar a cabo modificaciones se juzga necesario suspender todas o parte de las obras contratadas, se comunicará por escrito la orden al Contratista, procediéndose a la medición de la obra ejecutada en la parte a que alcance la suspensión, extendiéndose el acta del resultado.

Artículo 19.4. Medios auxiliares

El Contratista adoptará cuantas medidas estime necesarias para evitar caídas de operarios y/o desprendimientos de herramientas que pudieran herir a alguna persona.

Serán de cuenta y riegos del Contratista, las máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares. Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra de acuerdo con la legislación vigente.

Artículo 19.5. Excavación de zanjas para tuberías

Las zanjas se realizarán por medio de una retroexcavadora mixta teniendo un espesor de 0-2 o 0,4 m y una profundidad de 0,50 m y serán ensanchadas en los puntos de unión de tuberías, así como los lugares donde vayan a ir las arquetas.

El material de excavación se colocará separado del borde de la zanja para evitar que se produzcan derrumbes. El fondo de la zanja debe dejarse plano, libre de piedras, raíces u otros elementos para posteriormente ser nivelado y refinado usándose para ello una cama de 10 cm de arena de río.

Artículo 19.6. Relleno y apisonado de zanjas para tuberías

No se realizarán hasta tanto lo ordene la Dirección Facultativa, tras haber efectuado cuantas verificaciones estime oportunas y respecto a la colocación y buen estado de las tuberías incluidos sus empalmes y uniones, e incluso después de comprobar su buen funcionamiento en prueba. El material de relleno será de la tierra procedente de la excavación.

Artículo 19.7. Pérdidas o averías

El Contratista no tendrá derecho a reclamación ni indemnización de ningún tipo por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, salvo en casos de fuerza mayor.

Artículo 19.8. Trabajos defectuosos

Cuando el Ingeniero Director o su presentante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de

los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean reparadas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Artículo 19.9. Obras y vicios ocultos

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las reparaciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo 19.10 Materiales no utilizables o defectuosos

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptivas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicado serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Artículo 20. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Artículo 20.1 Recepción provisional

Se hará al mes siguiente de haberse terminado totalmente los trabajos de la instalación si, por una parte, la ejecución de éstos y la calidad de los materiales utilizados son conformes en todo a las normas del presente Pliego de Condiciones y si, por otra parte, los ensayos de funcionamiento confirman las garantías ofrecidas por el Contratista.

Artículo 20.2. Recepción definitiva

Tendrá lugar un año después de la recepción provisional. Durante este período de garantía el Contratista sustituirá a su costa todas las partes de la instalación que fuesen

defectuosas por construcción o montaje manifiestos y ocultos aún cuando en la recepción provisional no se hubiesen hecho patentes tales defectos.

No están comprendidos en esta obligación los trabajos de conservación normal, como tampoco los que fueran consecuencia de un abuso, de torpeza, de uso anormal o de falta de conservación, cuya prueba tendrá que aportar en este caso el Contratista.

Artículo 20.3. Recepción de la instalación

Una vez terminada la obra, se procederá a una recepción de obra provisional, la cual no se hará del todo efectiva hasta pasar una serie de pruebas técnicas que indiquen tanto el buen funcionamiento de la misma, como el cumplimiento de los aspectos de seguridad y salud necesarios para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad de los usuarios de la misma.

Las pruebas mínimas a realizar por la empresa instaladora para llevar a cabo la entrega final de la obra serán:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema. La instalación tendrá que estar funcionando un mínimo de 240 horas seguidas sin interrupciones ni fallos.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente en las baterías.

Al finalizar la obra, el instalador entregará al propietario de la instalación un documento\albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación.

Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada uno un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en castellano.

La empresa instaladora estará obligada antes de retirarse de la instalación de realizar una limpieza de las zonas ocupadas y una retirada de la obra del material sobrante.

Artículo 21. FACULTADES GENERALES DEL DIRECTOR DE OBRA

El Director de la obra tendrá plena potestad para ordenar el cese y comienzo de las actividades, tal como se establece en el presente Pliego de Condiciones. El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones dictadas por el Director de obra, de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

Artículo 22. CONSERVACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La empresa contratada por el propietario de la instalación se verá obligado a mantener en buen estado los elementos que se encuentren en esa instalación y los que se vayan instalando hasta la fecha de recepción de la instalación provisional.

Si algún trabajador de la empresa contratada provocará algún daño sobre algún elemento de la instalación, este deberá de ser repuesto por parte de la empresa instaladora.

CAPÍTULO III: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Artículo 23. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas “Condiciones Particulares de Índole Económica”, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y su sujeción al Proyecto y Condiciones generales y particulares que rijan la ejecución de los distintos trabajos.

Artículo 24. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FINANZAS

Artículo 24.1 Garantías

El Ingeniero Director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas las presentará el Contratista antes de la firma de contrato.

Artículo 24.2. Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 24.3. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por Propiedad, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 24.4. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 10 días, una vez firmada el acta de recepción de la obra o si los hubiese se subsanen por parte del Contratista.

Artículo 25. PRECIOS

Artículo 25.1 Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma. El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad. La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos coincidiesen se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuese salvado por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio unitario. Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por Propiedad o por otro adjudicatario distinto. La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Director y a concluirla a satisfacción de éste.

Artículo 25.2. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras. Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 25.3 Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad

continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transporte, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado. Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentado los contratos.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento que varíe su precio, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario. Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios materiales, transportes, etc. que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 25.4. Abono de las unidades de obra

Solamente serán abonadas las unidades ejecutadas con arreglo a las condiciones de este Pliego y ordenadas por la Dirección Facultativa.

La Contrata presentará relación de las unidades acompañadas de los planos antedichos para ser revisados por la Dirección y servir de base para la certificación correspondiente. Para las valoraciones no comprendidas en la relación detallada que sigue, se atenderá al criterio fijado por la Dirección Facultativa.

Siendo el contrato para la terminación de la obra, se entiende que las unidades han de estar completamente terminadas, aunque algunos de los accesorios no aparezcan taxativamente determinados en los cuadros de precios y mediciones.

Artículo 25.5. Obras Incompletas

Cuando por rescisión u otras causas fuera preciso valorar sin terminar, se aplicarán los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra en otra forma que la establecida en dicho Cuadro de Precios. En ningún caso tendrá derecho el Contratista a reclamación, fundada en la insuficiencia de los precios del Presupuesto o su omisión de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

Artículo 25.6 Conservación de las obras

Solamente se abonarán cifras o partidas consignadas en el Presupuesto del Proyecto, como gastos por el trabajo de conservación de las obras, durante el plazo de garantía.

Artículo 25.7 Ensayos, pruebas y replanteos

Los ensayos, análisis y pruebas deben realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en estas obras reúnen las condiciones fijadas en el presente Pliego. Se verificarán por la Dirección Facultativa, corriendo con todos los gastos de las citadas pruebas y análisis el Contratista, estando comprendidos en el precio del Presupuesto.

Artículo 25.8. Valoración de unidades de obra no especificadas

La valoración de las obras no expresadas en el presente Pliego, se ejecutará aplicando a cada una la unidad de medida que le sea más apropiada, según el predominio de sus dimensiones, en la forma que estime más conveniente, la Dirección Facultativa, multiplicando el resultado por el precio unitario correspondiente.

Artículo 25.9. Control

La Contrata facilitará a la Dirección Facultativa el libre acceso a las instalaciones de sus proveedores, tanto los de viveros, como las empresas proveedoras de tuberías, etc. Podrá comprobar el ritmo de fabricación, así como cualquier otro que estime conveniente y que le facilitará el correspondiente proveedor.

Artículo 26. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 26.1. Liquidación y Abono de las Obras

Se abonarán al Contratista las obras que realmente ejecute con sujeción al proyecto aprobado y que sirvió de base a la oferta y a las modificaciones debidamente autorizadas por la Dirección.

Artículo 26.2. Valoración de los Trabajos Realizados

Dentro de la primera semana de cada mes, el Contratista someterá al juicio de la Dirección Facultativa la valoración de los trabajos realizados en el mes anterior, en la cual, con el debido detalle, se expresarán refiriéndose al origen las distintas unidades de obra ejecutadas.

Artículo 26.3. Certificaciones

Como norma general para la confección de las certificaciones se seguirá las siguientes bases:

a) Hojas de mediciones y totales indicando:

- Título del presupuesto
- Capítulo y unidad de obra
- Localización de la medición

b) Hojas de valoración:

- Título del presupuesto
- Capítulo
- Totales de la unidad de obra por su precio y producto
- Sumas parciales por capítulos
- Suma total de capítulos de cada título

c) Hojas de resumen de valoración:

- Título y valoración total
- Suma de títulos
- Beneficio industrial y tráfico de empresas
- Deducción de la garantía fijada
- Importe de la certificación

Al final del resumen se expresarán en letra el importe de la certificación, a continuación la fecha y tres espacios destinados al visto bueno de la Dirección Facultativa, conforme de la Constructora y conforme de la Propiedad.

El número de copias de certificación será como mínimo de 2 para la Dirección, una para la propiedad y otra para el Contratista

Artículo 26.4. Carácter del Pago o Aceptación de las Certificaciones de Obra Ejecutada

El pago o aceptación de las certificaciones de obra ejecutadas tendrá el carácter de “a cuenta” y no supondrán en ningún caso recepción o aprobación de las mismas que exima al Contratista de los vicios o defectos que pudieran existir.

Artículo 26.5. Hojas Provisionales de Reparos

Por la Dirección Facultativa y cuando lo considere necesario se redactarán al repasar las certificaciones, “Hojas provisionales de reparos” en las que se incluirán las unidades de obra en que existe discontinuidad o cualquier otra causa. Una vez redactada la “Hoja provisional de reparos”, se pasará copia al Constructor para que la estudie y analice.

Aquellos reparos en que subsista la discrepancia pasarán a la nota de reparos, la cual, autorizada por el Contratista y la Dirección, será objeto de cuantas aclaraciones y comprobaciones estimen oportunas unos y otros , pero en todo caso la certificación de las partidas que en ella figuren no se llevarán a cabo hasta el momento de liquidar el Proyecto parcial , y si aún hubiese diferencias respecto a algunas unidades de obra , la eventual certificación de éstas y su abono se incluirá en la liquidación de la obra total contratada al finalizar ésta.

Artículo 26.6. Retención de Garantía

Sobre el importe de cada certificación mensual de obra ejecutada, el Contratista hará una deducción del 10% que quedará como retención de garantía en poder de la Propiedad y que será abonada al Contratista a la firma del acta de recepción definitiva de la obra terminada, o si los hubiese se subsanen por parte del Contratista.

CAPÍTULO IV: CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 27. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista tiene obligación de ejecutar esmeradamente todas las obras y cumplir estrictamente todas las condiciones estipuladas y cuantas órdenes le sean dadas, verbales o escritas, por la Dirección Facultativa, entendiéndose que deben entregarse completamente terminadas cuantas obras afecten a este compromiso.

Si a juicio de la Dirección hubiese parte de la obra mal ejecutada, tendrá el Contratista la obligación de demolerla y volverla a ejecutar cuantas veces sea necesario hasta que quede a satisfacción de la Dirección, no dándole estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las malas condiciones de aquella se hubiesen notado después de la recepción provisional.

Artículo 28. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN LA DIRECCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista es el único responsable de la ejecución de las obras que hay contratadas, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la consecución, siendo de cuenta y riesgo del mismo.

Asimismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, ateniéndose a todas las disposiciones de política urbana y leyes comunes sobre la materia.

También se ajustará a lo que dispone respecto a entradas y salidas de vehículos en el terreno, vertederos y locales de acopio de materiales y su preparación, siendo responsable por su incumplimiento de los daños que pudieran causar sus operarios en las fincas inmediatas.

Artículo 29. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Es obligación del Contratista ejecutar todo cuanto disponga la Dirección, aunque no se halle expresamente determinado en este pliego.

Las dudas que pudiera ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por la Dirección Facultativa, así como la inteligencia de los planos, descripciones y detalles, debiendo someterse el Contratista a lo que disponga la Dirección Facultativa.

La administración se reserva en todo momento el derecho a comprobar las valoraciones y pagos de los compromisos de la Constructora de jornales, materiales, etc.

Artículo 30. ACCIDENTES DE TRABAJO

El Contratista deberá tener siempre en la obra el número de operarios proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de éstos que se esté ejecutando. Los operarios serán de aptitud reconocida y experimentados en sus respectivos oficios y debe haber un oficial encargado.

Artículo 31. CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN LABORAL

El Contratista queda obligado al cumplimiento de los preceptos de legislación laboral vigente, así como, de todas las disposiciones que se dicten por el Estado en lo referente a la contratación, garantías de seguridad de los obreros en las obras, seguros, etc.

Artículo 32. DAÑOS A TERCEROS

Si el Contratista causase algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar caídas de operarios, desprendimientos de herramientas y materiales que puedan herir o maltratar a alguien.

Artículo 33. PLAZO PARA DAR COMIENZO A LAS OBRAS

El Contratista deberá dar comienzo a las obras a los 10 días de habersele notificado la adjudicación de la subasta, dando notificación escrita del comienzo a la Dirección Facultativa.

Artículo 34. PLAZO DE EJECUCIÓN

El Contratista terminará la totalidad de los trabajos en la fecha estipulada en el contrato a cuyo vencimiento se hará la recepción provisional de la misma por la Dirección Facultativa.

Artículo 35. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de un año. Una vez transcurrido este plazo se verificará la recepción definitiva con las mismas personas y en las mismas condiciones que la provisional y estando las obras bien conservadas y en perfecto estado, el Contratista hará entrega de las mismas, quedando relevado de toda responsabilidad. En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que a juicio de la Dirección Facultativa y dentro del plazo que ésta marque, queden las obras del modo y forma que determine el presente Pliego.

Si del nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido se quedará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la administración crea procedente concederle un nuevo plazo que sea prorrogable.

Artículo 36. MEMORIA DEL PROYECTO

Siendo la memoria que acompaña al proyecto un documento que sólo sirve para mejorar conocimiento de la Dirección y no sirviendo de base para la Contrata, no se admitirá al Contratista reclamación alguna fundada en modificaciones que se hagan en el documento referido.

Artículo 37. MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO

Si antes de comenzar las obras, o durante su construcción, la Dirección decidiese ejecutar por su parte alguna de las obras que comprende en el Proyecto, modificación que impongan aumento o reducción y aún sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en la Contrata, serán obligatorias para el Contratista estas disposiciones, sin que tenga derecho a reclamar ninguna indemnización a tales efectos.

Si las reformas hiciesen variar los trabajos, participándose por escrito al Contratista con quince días de antelación, no podrá exigir indemnización alguna bajo ningún pretexto. Si no se avisase con la antelación debida tendrá derecho a que se abone el material inaprovechable después de haberlo entregado a la obra. También tendrá derecho, en caso de modificación, a que prorrogue prudencialmente, a juicio de la Dirección Facultativa, el plazo para la terminación de las obras.

No podrá hacerse alteración alguna de las partes del Proyecto sin la autorización escrita de la Dirección Facultativa. El Contratista se obliga a ejecutar en la obra las variaciones que se le notifiquen, así como las de mejora que se introduzcan, pero en uno u otro motivo se hará constar previamente y por escrito, el valor estipulado por estas modificaciones en las unidades correspondientes al cual se abonará dentro del plazo en que el trabajo se haya ejecutado.

Siempre que a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de las obras que por su índole particular requiriese especial cuidado, podrá señalar tres o más maestros acreditados para que el Contratista elija entre ellos al que hubiese de ejecutarlos, siempre que el precio que presenten los indicados maestros estén dentro del cuadro de precios que acompaña el proyecto, con un 5 % del rebaje en concepto de indemnización por gastos generales.

Artículo 38. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Para los casos en que se pueda y deba rescindirse el contrato, tanto por fallecimiento o quiebra del Contratista como por variaciones en las obras hechas, antes o después de comenzadas, por no ser posible hacerlo oportunamente, o por no ejecutarlas en el plazo estipulado, se aplicarán las diversas disposiciones contenidas en el presente pliego, o en su defecto, las expuestas para tales casos en el Pliego de Condiciones Generales.

Artículo 39. FALTAS Y MULTAS

Todas las faltas que el Contratista cometa durante la ejecución de las obras, así como las multas a que diese lugar con contradicción de las disposiciones vigentes son exclusivamente de su cuenta, sin derecho a indemnización alguna.

Artículo 40. DOCUMENTOS QUE PUEDE RECLAMAR EL CONTRATISTA

El Contratista podrá sacar de todos los documentos del Proyecto copias a sus expensas, cuyos originales le serán facilitados por la Dirección Facultativa en las oficinas de la Dirección, sin poderlos sacar de ellas y la misma dirección autorizará con su firma las anteriores copias si así conviniese al Contratista. También tendrá derecho a sacar copias de las realizaciones valoradas y de las certificaciones expedidas por la Dirección.

Artículo 41. LIBRO DE ÓRDENES

En las oficinas de la Dirección tendrá el Contratista un libro de órdenes en el que la Dirección Facultativa escribirá , siempre que lo juzgue conveniente, las que necesite darle sin perjuicio de ponerlas por oficio cuando crea conveniente. El Contratista firmará dichas órdenes como enterado, expresando la hora en que lo verifica.

El cumplimiento de dichas órdenes por oficio es obligatorio para el Contratista, al igual que las del presente Pliego de Condiciones, siempre que en las 24 horas siguientes a la firma como enterado, no presente reclamación sobre las mismas.

Artículo 42. CUESTIONES NO PREVISTAS

En las cuestiones que eventualmente puedan surgir en el curso de los trabajos, no previstas en este Pliego de Condiciones, la Dirección Facultativa dictará las órdenes oportunas para su resolución, siempre que estén previamente aprobadas. Las cuestiones cuya resolución requiera vía judicial, serán competencia de los Tribunales.

VALENCIA, 05 DE JUNIO DE 2019

El alumno autor del proyecto:

Fdo.: Marcel Pitarch Marín

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marcel Pitarch Marín', is written over a light blue rectangular background.

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 Nº4. PRESUPUESTO

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutora: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO
2. CUADRO DE MANO DE OBRA
3. CUADRO DE MATERIALES
4. CUADRO DE MAQUINARIA
5. CUADRO DE PRECIOS Nº1
6. CUADRO DE PRECIOS Nº2
7. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
8. PRESUPUESTO
9. PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto y medición

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 I12021-n	pie	Desarbolado de terrenos, incluido el trabajo propio de derribo de los árboles y el traslado de la maquinaria de un pie a otro, en el caso de árboles diseminados, con troncos de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación.			
		Total pie	5.000,000	2,08	10.400,00
1.2 I12024	pie	Arranque de tocones aislados, sin incluir arrastre o acordonado, en árboles con tronco de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación.			
		Total pie	5.000,000	3,10	15.500,00
1.3 I12006	ha	Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, y pocos tocones aislados y profundidad media de 50 cm.			
		Total ha	11,000	140,01	1.540,11
1.4 N001	m3	Eliminación de los muros de piedras que conforman los bancales, mediante el uso de una retroexcavadora, que permite el arranque y carga de los materiales al camión que se encarga de extraerlos de la finca. Sin descomponer.			
		Total m3	26,000	15,50	403,00
1.5 I12004	ha	Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, con rejas separadas hasta 90 cm como máximo y profundidad media de labor de 50 cm.			
		Total ha	11,000	125,80	1.383,80
1.6 A01003	m³	Excavación mecánica de zanja para tuberías, con retroexcavadora, en terreno compacto, medido sobre perfil.			
		Total m³	202,200	3,17	640,97
1.7 A01006	m³	Construcción de cama de tuberías con el material adecuado, con un grado de compactación superior al 90% del Ensayo Próctor Normal, con una distancia de transporte máxima de 3 km.			
		Total m³	28,450	21,49	611,39
1.8 A01007	m³	Relleno de zanjas con medios mecánicos.			
		Total m³	202,200	3,01	608,62

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 R001	m	Tubería de microirrigación PE 32 de 16 mm de diámetro y PN 4 atm (UNE 53367), con emisores integrados y autocompensantes separados cada metro y con un caudal nominal de 4l/h, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Paritda Alzada.			
		Total m	25.125,000	0,40	10.050,00
2.2 A0600111	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	79,000	1,62	127,98
2.3 A06007	m	Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	188,000	1,87	351,56
2.4 A0600712	m	Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	73,000	3,20	233,60
2.5 A06001	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	990,000	1,45	1.435,50
2.6 A0600111	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	253,760	1,62	411,09
2.7 A06007	m	Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	186,650	1,87	349,04
2.8 A06001	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	145,000	1,45	210,25

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.9 A06004	m	Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPA de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	293,630	2,65	778,12
2.10 A06010	m	Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPA de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	27,800	4,01	111,48
2.11 A06013	m	Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPA de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	519,680	5,11	2.655,56
2.12 A11004	ud	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPA, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado.			
		Total ud	1,000	324,80	324,80
2.13 A06013	m	Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPA de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	10,000	5,11	51,10
2.14 A06001	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPA de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
		Total m	18,000	1,45	26,10

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 A10010	ud	Válvula de mariposa de diámetro 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.			
		Total ud	1,000	284,11	284,11
3.2 I0020	Ud	Válvula antirretorno de PVC color teja. Accesorio de evacuación VAT-01 de PVC color teja. Ideal para evitar el retorno de aguas en tuberías de PVC. Completamente instaladas. Sin descomposición.			
		Total Ud	3,000	98,99	296,97
3.3 A10022	ud	Válvula de esfera de diámetro 125, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con cuerpo de bronce, instalada.			
		Total ud	23,000	35,85	824,55
3.4 A10035	ud	Válvula hidráulica de diafragma diámetro 150 mm, con solenoide, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y cubierta de fundición recubierta de poliéster, retén de diafragma y muelle de acero inoxidable, instalada.			
		Total ud	2,000	324,30	648,60
3.5 A11010	ud	Ventosa trifuncional diámetro 100 mm, cuerpo de fundición dúctil, revestimiento de pintura Epoxy, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, colocada.			
		Total ud	3,000	205,00	615,00
3.6 A11004	ud	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metroológica B. Instalado.			
		Total ud	1,000	324,80	324,80

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 I001	PA	Incluye los tres depósitos de 2000l de los fertilizantes NPK, un depósito de 1000l de microelementos y abonos quelatados y un depósito de 200l de ácidos. Completamente instalado. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	1.257,30	1.257,30
4.2 I002	Ud	El sistema automático de riego Water Control de Gardena hace que sea fácil controlar el riego desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de una aplicación. Por supuesto, también se puede poner en funcionamiento manualmente a través de un botón multifunción en el dispositivo. Gracias a la probada tecnología de válvulas, el smart Water Control funciona de forma especialmente fiable. La aplicación le advierte a tiempo de las heladas. El control de agua está conectado de forma segura al smart Gateway. Incluye un programador de riego automático, el montaje y la instalación necesaria. Completamente instalado. Sin descomposición.			
		Total Ud	1,000	411,50	411,50
4.3 I004	PA	Equipo formado por el Filtro de malla de limpieza automática de 70 m3/l y filtro de malla de menor tamaño. Corresponden a filtros autónomos (la limpieza por aspiración funciona lcon al presión de la red, sin energía eléctrica), funcionamiento continuo, presión máxima de trabajo de 10 Kg/cm2, trabaja con una pérdida de carga ma´xima reducida de 0,1 Kg/cm2. Trabaja eficazmente desde caudales bajos hasta los máximos previstos. El proceso de filtración es de alta calidad, debido a la malla de acero inoxidable sobre soporte de PVC. Son filtros ideales para aplicaciones de riego. Completamente instalados. Sin Descomposición.			
		Total PA	1,000	450,90	450,90
4.4 I005	PA	Compuesto por 3 manómetro con tubo Bourdon, aleación de cogue de DN 125 mm. Versión estándar. Modelos 111.10. Se incluye montaje y prueba. Fiable y económico. Los rangos de indicación son de 0 hasta 40 bar, así como indicación de presión negativa. La Tª ambiente admisible va desde -20 hasta los +60°C. La conexión a proceso es de aleación de cobre, la esfera es de aluminio, blanco, con tope, la aguja plástico negro y la caja de plástico negro. La mirilla es de plástico transparente, grimpada en al caja. Completamente instalados. Sin Descomposición.			
		Total PA	1,000	27,36	27,36
4.5 I006	PA	Bomba de dosificadora de pistón de accionamiento eléctrico monofásico de 2 CV. Bombas dosificadoras de pistón de inyección de abonos líquidos o solubles en disolución en agua de riego. Totalmente compacta, sin otros elementos exteriores que las mangueras de conexión. No produce pérdida de carga en la tubería de agua de riego. Bajo consumo de agua. Alta capacidad de inyección. Funciona a presiones comprendidas entre 1 y 12 Kg/cm2. Completamente instalados. Sin Descomposición.			
		Total PA	1,000	174,20	174,20
4.6 I007	Ud	Agitador vertical eléctrico. Contiene una turbina desmontable, carece de aristas para una mayor seguridad. El eje está fabricado en acero inoxidable, es recortable y de transmisión directa. El motor es monofásico 220V (50Hz). El sistema va sujeto al depósito mediante una pinza. Completamente instalados. Sin Descomposición.			
		Total Ud	4,000	123,10	492,40

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 P001	h	Eliminación del material vegetal del terreno de cultivo de forma mecánica utilizando labores cruzadas. Incluye carga y transporte a gestor autorizado. Sin Descomposición.			
		Total h	18,000	42,86	771,48
5.2 I12012	ha	Gradeo de roturación, doble pase, en terrenos con pendiente hasta el 15%.			
		Total ha	11,000	187,22	2.059,42
5.3 P002	h	Abonado de fondo del terreno de cultivo con un pase de subsolado acarreado por un tractor de 75 CV., Incluye abono necesario. Sin Descomposición.			
		Total h	19,000	235,55	4.475,45
5.4 P003	h	Estercolado mediante esparcidor acarreado por un tractor de 75 CV. Incluye estiercol necesario. Sin Descomposición.			
		Total h	2,000	164,25	328,50
5.5 P004	h	Marcaje manual y excavación del hoyo de plantación de forma mecánica con dimensiones mayores al cepellón del árbol. Sin Descomposición.			
		Total h	24,000	41,55	997,20

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 P1001	Ud	Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midnight sobre el patrón Citrange Carrizo. Sin descomposición.			
		Total Ud	4.051,000	4,10	16.609,10
6.2 P1002	Ud	Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midnight sobre el patrón Forner Alcaide Nº5. Sin descomposición.			
		Total Ud	532,000	4,10	2.181,20

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 C001	m3	Hormigonado de los caminos principales con hormigón estructural en masa HM-20, con un espesor de 40 mm. Completamente conformado. Sin descomposición.			
		Total m3	42,000	101,85	4.277,70
7.2 C002	m3	Cimentación con Hormigón en masa (HM-20), de las zapatas de las estructuras de los módulos fotovoltaicos, con varillas de 6mm de diámetro. Completamente conformado. Sin descomposición.			
		Total m3	12,000	54,36	652,32

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
8.1 FV001	Ud	Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-270P, con una potencia nominal de 270W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 19,2Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. La caja de conexiones que contiene es de TYCO IP67, con cables solares de 4mm2. Completamente instalados y montados. Sin descomposición.			
		Total Ud	40,000	311,19	12.447,60
8.2 FV002	Ud	1 variador de frecuencia/variador de velocidad modelo SD700SP0075 5, con sistema híbrido (capacidad de conectarse simultáneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 37 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Tiene unas dimensiones de 854 mm de alto, 300 de ancho y 358 de profundo, con un peso total aproximado de 67,5 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.			
		Total Ud	1,000	1.536,00	1.536,00
8.3 FV003	Ud	Inversor de String Inteligente. Modelo SUN2000-17KTL, con 6 strings de vigilancia inteligente y rápida solución de problemas. Puertos RS485 y USB para conectividad y gestión de datos. Pantalla LCD gráfico local y monitorización remoto. Eficiencia del 98,3%, 3 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones. Potencia nominal activa de CA es de 17 KW, con un rango de tensión de operación de MPPT de 200 V-950 V. Tiene unas dimensiones de 520 x 610 x 266 mm y un peso aproximado de 49 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.			
		Total Ud	1,000	1.875,50	1.875,50
8.4 FV004	Ud	Estructura de soportes inclinados dobles FV-925XL de la casa comercial SUNFER. Soporte con instalación al suelo y una inclinación de 35°. Las placas estarán dispuestas en 2 filas en vertical. Los materiales son de aluminio EN AW6005AT6 y la tornillería de acero inoxidable. Se necesita de zapatas de hormigón, hincado, micropilates o anclaje a losas de hormigón existentes. Completamente montado. Sin descomposición.			
		Total Ud	4,000	614,50	2.458,00
8.5 FV005	PA	Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica, PLC y generador fotovoltaico). Las líneas van enterradas en las zanjas de riego bajo tubo. Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	1.654,20	1.654,20
8.6 FV006	PA	Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	438,10	438,10
8.7 FV007	PA	Equipo de automatismo y de sensores compuesta por: un equipo PLC (controlador lógico programable), un conjunto de sensores de radiación distribuidos por la explotación, un conjunto de sondas de medida de tensión e intensidad para el PLC. Completamente instalados. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	788,80	788,80

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
9.1 EA001	PA	Valla por malla electrosoldada modelo Nylofor 3M, con una altura de 2,03m, anchura de 3m, con 4 pliegues, dimensión de malla de 20 x5 cm, i material de alambre galvanizado, soldaduras resistentes y plastificado con PVC o poliéster. Incluy postes de perfil galvanizados de 2,05 m de alto y con un diámetro de 60 mm. Además, de dos puertas de doble hoja, galvanizadas, con una altura de 2 m y una anchura de 5 m. Completamente instalado. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	24.770,50	24.770,50
9.2 EA002	PA	Sistema de alarma infrarroja con detector de movimiento con aviso a centralita. Está comunicado con la policia y guarda civil de la zona. Aviso y detección instantanea. Dispone de mandos a distancia para los propietarios con el fin de desactivarla en el momento de trabajo. Incluye cámara de verificación. Completamente instalada. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	285,43	285,43

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
10.1 GR001	PA	Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	260,00	260,00
10.2 GR002	PA	Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición.Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	192,40	192,40
10.3 GR003	PA	Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	166,40	166,40

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
11.1 L01009	mes	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 06 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Sin descomposición.			
	Total mes		2,000	151,77	303,54
11.2 ESS001	PA	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.			
	Total PA		1,000	879,65	879,65
11.3 ESS002	PA	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.			
	Total PA		1,000	101,40	101,40
11.4 ES003	PA	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.			
	Total PA		1,000	107,13	107,13
11.5 L01045	ud	Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,1 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición.			
	Total ud		10,000	4,01	40,10
11.6 L01054	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición.			
	Total ud		3,000	61,38	184,14
11.7 ESS005	PA	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.			
	Total PA		1,000	955,80	955,80

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
12.1 CC001	PA	Prueba de control de calidad en tuberías de PVC. UNE 104302. Incluye la prueba mediada espesor y anchura; prueba de presión y de estanqueidad; prueba de desgaste por envejecimiento. Incluye la toma de las muestras en la explotación agraria. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	350,75	350,75
12.2 CC002	PA	Prueba de control de calidad de funcionamiento de las placas solares. Incluye al técnico que realiza las pruebas in situ. Sin descomposición.			
		Total PA	1,000	262,44	262,44

Cuadro de mano de obra

Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad (Horas)	Total (euros)
1	Oficial 1ª	16,120	21,412 h	345,16
2	Peón régimen general	13,860	14,718 h	203,99
3	Cuadrilla formada por un oficial 1ª, un oficial 2ª, 1/2 peón régimen general y 10% de auxiliar administrativo.	40,050	20,392 h	816,70
			Importe total:	1.365,85

Cuadro de materiales

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
1	Arena (en cantera)	18,053	47,568 m ³	858,75
2	Válvula de mariposa de diámetro 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas), con desmultiplicador y volante, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, con p.p. de juntas y tornillería, a pie de obra.	310,285	1,000 ud	310,29
3	Válvula de esfera de diámetro 65 mm, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con cuerpo de bronce, a pie de obra.	181,213	23,000 ud	4.167,90
4	Carrete de desmontaje de fundición dúctil con bridas, de 125 mm de diámetro, 1,6 MPa, revestimiento de epoxi-poliéster, con tornillería bicromatada, a pie de obra.	194,300	2,000 ud	388,60
5	Tubo PVC ø 75 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	2,064	293,630 m	606,05
6	Tubo PVC ø 90 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	2,926	73,000 m	213,60
7	Tubo PVC ø 110 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	3,300	27,800 m	91,74
8	Tubo PVC ø 125 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	4,321	529,680 m	2.288,75
9	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B, a pie de obra.	375,093	2,000 ud	750,19
			Importe total:	9.675,87

Cuadro de maquinaria

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad	Total (euros)
1	Tractor orugas 171/190 CV	83,830	132,000 h	11.065,56
2	Tractor orugas 191/240 CV	105,330	49,734 h	5.238,48
3	Pala cargadora ruedas 131/160 CV	57,440	0,381 h	21,88
4	Retrocarga 71/100 CV, Cazo: 0,9-0,18 m ³	38,260	2,656 h	101,62
5	Retroexcavadora oruga hidráulica 131/160 CV Cazo: 1,0-1,5 m ³	73,140	260,624 h	19.062,04
			Importe total:	35.489,58

Cuadro de Precios N°1

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1	1 Movimiento de tierras pie Desarbolado de terrenos, incluido el trabajo propio de derribo de los árboles y el traslado de la maquinaria de un pie a otro, en el caso de árboles diseminados, con troncos de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación.	2,08	DOS EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
1.2	pie Arranque de tocones aislados, sin incluir arrastre o acordonado, en árboles con tronco de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación.	3,10	TRES EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
1.3	ha Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, y pocos tocones aislados y profundidad media de 50 cm.	140,01	CIENTO CUARENTA EUROS CON UN CÉNTIMO
1.4	m3 Eliminación de los muros de piedras que conforman los bancales, mediante el uso de una retroexcavadora, que permite el arranque y carga de los materiales al camión que se encarga de extraerlos de la finca. Sin descomponer.	15,50	QUINCE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
1.5	ha Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, con rejas separadas hasta 90 cm como máximo y profundidad media de labor de 50 cm.	125,80	CIENTO VEINTICINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
1.6	m³ Excavación mecánica de zanja para tuberías, con retroexcavadora, en terreno compacto, medido sobre perfil.	3,17	TRES EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
1.7	m³ Construcción de cama de tuberías con el material adecuado, con un grado de compactación superior al 90% del Ensayo Próctor Normal, con una distancia de transporte máxima de 3 km.	21,49	VEINTIUN EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.8	m³ Relleno de zanjas con medios mecánicos.	3,01	TRES EUROS CON UN CÉNTIMO
	2 Canalización		
2.1	m Tubería de microirrigación PE 32 de 16 mm de diámetro y PN 4 atm (UNE 53367), con emisores integrados y autocompensantes separados cada metro y con un caudal nominal de 4l/h, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Paritda Alzada.	0,40	CUARENTA CÉNTIMOS
2.2	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,62	UN EURO CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.3	m Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,87	UN EURO CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.4	m Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	3,20	TRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
2.5	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,45	UN EURO CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.6	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,62	UN EURO CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.7	m Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,87	UN EURO CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.8	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,45	UN EURO CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.9	m Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	2,65	DOS EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.10	m Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	4,01	CUATRO EUROS CON UN CÉNTIMO

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.11	m Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	5,11	CINCO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
2.12	ud Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado.	324,80	TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
2.13	m Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	5,11	CINCO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
2.14	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	1,45	UN EURO CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3 Valvulería			
3.1	ud Válvula de mariposa de diámetro 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.	284,11	DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
3.2	Ud Válvula antirretorno de PVC color teja. Accesorio de evacuación VAT-01 de PVC color teja. Ideal para evitar el retorno de aguas en tuberías de PVC. Completamente instaladas. Sin descomposición.	98,99	NOVENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.3	ud Válvula de esfera de diámetro 125, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con cuerpo de bronce, instalada.	35,85	TREINTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.4	ud Válvula hidráulica de diafragma diámetro 150 mm, con solenoide, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y cubierta de fundición recubierta de poliéster, retén de diafragma y muelle de acero inoxidable, instalada.	324,30	TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
3.5	ud Ventosa trifuncional diámetro 100 mm, cuerpo de fundición dúctil, revestimiento de pintura Epoxy, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, colocada.	205,00	DOSCIENTOS CINCO EUROS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
3.6	ud Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metroológica B. Instalado.	324,80	TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
4.1	4 Cabezal Riego PA Incluye los tres depósitos de 2000l de los fertilizantes NPK, un depósito de 1000l de microelementos y abonos quelatados y un depósito de 200l de ácidos. Completamente instalado. Sin descomposición.	1.257,30	MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
4.2	Ud El sistema automático de riego Water Control de Gardena hace que sea fácil controlar el riego desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de una aplicación. Por supuesto, también se puede poner en funcionamiento manualmente a través de un botón multifunción en el dispositivo. Gracias a la probada tecnología de válvulas, el smart Water Control funciona de forma especialmente fiable. La aplicación le advierte a tiempo de las heladas. El control de agua está conectado de forma segura al smart Gateway. Incluye un programador de riego automático, el montaje y la instalación necesaria. Completamente instalado. Sin descomposición.	411,50	CUATROCIENTOS ONCE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
4.3	PA Equipo formado por el Filtro de malla de limpieza automática de 70 m3/l y filtro de malla de menor tamaño. Corresponden a filtros autónomos (la limpieza por aspiración funciona con la presión de la red, sin energía eléctrica), funcionamiento continuo, presión máxima de trabajo de 10 Kg/cm2, trabaja con una pérdida de carga máxima reducida de 0,1 Kg/cm2. Trabaja eficazmente desde caudales bajos hasta los máximos previstos. El proceso de filtración es de alta calidad, debido a la malla de acero inoxidable sobre soporte de PVC. Son filtros ideales para aplicaciones de riego. Completamente instalados. Sin Descomposición.	450,90	CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
4.4	PA Compuesto por 3 manómetro con tubo Bourdon, aleación de cobre de DN 125 mm. Versión estándar. Modelos 111.10. Se incluye montaje y prueba. Fiable y económico. Los rangos de indicación son de 0 hasta 40 bar, así como indicación de presión negativa. La Tª ambiente admisible va desde -20 hasta los +60°C. La conexión a proceso es de aleación de cobre, la esfera es de aluminio, blanco, con tope, la aguja plástico negro y la caja de plástico negro. La mirilla es de plástico transparente, grimpada en la caja. Completamente instalados. Sin Descomposición.	27,36	VEINTISIETE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.5	PA Bomba de dosificadora de pistón de accionamiento eléctrico monofásico de 2 CV. Bombas dosificadoras de pistón de inyección de abonos líquidos o solubles en disolución en agua de riego. Totalmente compacta, sin otros elementos exteriores que las mangueras de conexión. No produce pérdida de carga en la tubería de agua de riego. Bajo consumo de agua. Alta capacidad de inyección. Funciona a presiones comprendidas entre 1 y 12 Kg/cm2. Completamente instalados. Sin Descomposición.	174,20	CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.6	Ud Agitador vertical eléctrico. Contiene una turbina desmontable, carece de aristas para una mayor seguridad. El eje está fabricado en acero inoxidable, es recortable y de transmisión directa. El motor es monofásico 220V (50Hz). El sistema va sujeto al depósito mediante una pinza. Completamente instalados. Sin Descomposición.	123,10	CIENTO VEINTITRES EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
5 Preparación del terreno de cultivo			
5.1	h Eliminación del material vegetal del terreno de cultivo de forma mecánica utilizando labores cruzadas. Incluye carga y transporte a gestor autorizado. Sin Descomposición.	42,86	CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
5.2	ha Gradeo de roturación, doble pase, en terrenos con pendiente hasta el 15%.	187,22	CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
5.3	h Abonado de fondo del terreno de cultivo con un pase de subsolado acarreado por un tractor de 75 CV., Incluye abono necesario. Sin Descomposición.	235,55	DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
5.4	h Estercolado mediante esparcidor acarreado por un tractor de 75 CV. Incluye estiércol necesario. Sin Descomposición.	164,25	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
5.5	h Marcaje manual y excavación del hoyo de plantación de forma mecánica con dimensiones mayores al cepellón del árbol. Sin Descomposición.	41,55	CUARENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
6 Material Vegetal			
6.1	Ud Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midknight sobre el patrón Citrange Carrizo. Sin descomposición.	4,10	CUATRO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
6.2	Ud Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midknight sobre el patrón Forner Alcaide Nº5. Sin descomposición.	4,10	CUATRO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
7 Cimentación			
7.1	m3 Hormigonado de los caminos principales con hormigón estructural en masa HM-20, con un espesor de 40 mm. Completamente conformado. Sin descomposición.	101,85	CIENTO UN EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
7.2	m3 Cimentación con Hormigón en masa (HM-20), de las zapatas de las estructuras de los módulos fotovoltaicos, con varillas de 6mm de diámetro. Completamente conformado. Sin descomposición.	54,36	CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
8 Instalación Fotovoltaica			
8.1	Ud Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-270P, con una potencia nominal de 270W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 19,2Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. La caja de conexiones que contiene es de TYCO IP67, con cables solares de 4mm2. Completamente instalados y montados. Sin descomposición.	311,19	TRESCIENTOS ONCE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
8.2	Ud 1 variador de frecuencia/variador de velocidad modelo SD700SP0075 5, con sistema híbrido (capacidad de conectarse simultáneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 37 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Tiene unas dimensiones de 854 mm de alto, 300 de ancho y 358 de profundo, con un peso total aproximado de 67,5 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.	1.536,00	MIL QUINIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS
8.3	Ud Inversor de String Inteligente. Modelo SUN2000-17KTL, con 6 strings de vigilancia inteligente y rápida solución de problemas. Puertos RS485 y USB para conectividad y gestión de datos. Pantalla LCD gráfico local y monitorización remoto. Eficiencia del 98,3%, 3 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones. Potencia nominal activa de CA es de 17 KW, con un rango de tensión de operación de MPPT de 200 V-950 V. Tiene unas dimensiones de 520 x 610 x 266 mm y un peso aproximado de 49 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.	1.875,50	MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
8.4	Ud Estructura de soportes inclinados dobles FV-925XL de la casa comercial SUNFER. Soporte con instalación al suelo y una inclinación de 35°. Las placas estarán dispuestas en 2 filas en vertical. Los materiales son de aluminio EN AW6005AT6 y la tornillería de acero inoxidable. Se necesita de zapatas de hormigón, hincado, micropilates o anclaje a losas de hormigón existentes. Completamente montado. Sin descomposición.	614,50	SEISCIENTOS CATORCE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
8.5	PA Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica, PLC y generador fotovoltaico). Las líneas van enterradas en las zanjas de riego bajo tubo. Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición.	1.654,20	MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
8.6	PA Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.	438,10	CUATROCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
8.7	PA Equipo de automatismo y de sensores compuesta por: un equipo PLC (controlador lógico programable), un conjunto de sensores de radiación distribuidos por la explotación, un conjunto de sondas de medida de tensión e intensidad para el PLC. Completamente instalados. Sin descomposición.	788,80	SETECIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
9.1	9 Elementos auxiliares PA Valla por malla electrosoldada modelo Nylofor 3M, con una altura de 2,03m, anchura de 3m, con 4 pliegues, dimensión de malla de 20 x5 cm, material de alambre galvanizado, soldaduras resistentes y plastificado con PVC o poliéster. Incluye postes de perfil galvanizados de 2,05 m de alto y con un diámetro de 60 mm. Además, de dos puertas de doble hoja, galvanizadas, con una altura de 2 m y una anchura de 5 m. Completamente instalado. Sin descomposición.	24.770,50	VEINTICUATRO MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
9.2	PA Sistema de alarma infrarroja con detector de movimiento con aviso a centralita. Está comunicado con la policía y guarda civil de la zona. Aviso y detección instantánea. Dispone de mandos a distancia para los propietarios con el fin de desactivarla en el momento de trabajo. Incluye cámara de verificación. Completamente instalada. Sin descomposición.	285,43	DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
10 Gestión de Residuos			
10.1	PA Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.	260,00	DOSCIENTOS SESENTA EUROS
10.2	PA Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición. Sin descomposición.	192,40	CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
10.3	PA Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.	166,40	CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
11 Seguridad y Salud			
11.1	mes Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 06 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Sin descomposición.	151,77	CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
11.2	PA Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	879,65	OCHOCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
11.3	PA Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	101,40	CIENTO UN EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
11.4	PA Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	107,13	CIENTO SIETE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
11.5	ud Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,1 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición.	4,01	CUATRO EUROS CON UN CÉNTIMO
11.6	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición.	61,38	SESENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
11.7	PA Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	955,80	NOVECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
12.1	12 Control de Calidad PA Prueba de control de calidad en tuberías de PVC. UNE 104302. Incluye la prueba mediada espesor y anchura; prueba de presión y de estanqueidad; prueba de desgaste por envejecimiento. Incluye la toma de las muestras en la explotación agraria. Sin descomposición.	350,75	TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
12.2	PA Prueba de control de calidad de funcionamiento de las placas solares. Incluye al técnico que realiza las pruebas in situ. Sin descomposición.	262,44	DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Cuadro de Precios N°2

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Movimiento de tierras		
1.1	pie Desarbolado de terrenos, incluido el trabajo propio de derribo de los árboles y el traslado de la maquinaria de un pie a otro, en el caso de árboles diseminados, con troncos de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	2,00 0,08	2,08
1.2	pie Arranque de tocones aislados, sin incluir arrastre o acordonado, en árboles con tronco de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	2,98 0,12	3,10
1.3	ha Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, y pocos tocones aislados y profundidad media de 50 cm. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	134,63 5,38	140,01
1.4	m3 Eliminación de los muros de piedras que conforman los bancales, mediante el uso de una retroexcavadora, que permite el arranque y carga de los materiales al camión que se encarga de extraerlos de la finca. Sin descomponer. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	14,90 0,60	15,50
1.5	ha Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, con rejas separadas hasta 90 cm como máximo y profundidad media de labor de 50 cm. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	120,96 4,84	125,80
1.6	m³ Excavación mecánica de zanja para tuberías, con retroexcavadora, en terreno compacto, medido sobre perfil. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	3,05 0,12	3,17
1.7	m³ Construcción de cama de tuberías con el material adecuado, con un grado de compactación superior al 90% del Ensayo Próctor Normal, con una distancia de transporte máxima de 3 km. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	20,66 0,83	21,49
1.8	m³ Relleno de zanjas con medios mecánicos. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	2,89 0,12	3,01
	2 Canalización		
2.1	m Tubería de microirrigación PE 32 de 16 mm de diámetro y PN 4 atm (UNE 53367), con emisores integrados y autocompensantes separados cada metro y con un caudal nominal de 4l/h, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Paritda Alzada. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	0,39 0,01	0,40
2.2	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos	1,56 0,06	1,62

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.3	m Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1,80 0,07	1,87
2.4	m Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	3,08 0,12	3,20
2.5	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1,39 0,06	1,45
2.6	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1,56 0,06	1,62
2.7	m Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1,80 0,07	1,87
2.8	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1,39 0,06	1,45
2.9	m Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	2,55 0,10	2,65

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.10	m Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	3,86 0,15	4,01
2.11	m Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	4,91 0,20	5,11
2.12	ud Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	312,31 12,49	324,80
2.13	m Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	4,91 0,20	5,11
2.14	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1,39 0,06	1,45
3 Valvulería			
3.1	ud Válvula de mariposa de diámetro 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	273,18 10,93	284,11
3.2	Ud Válvula antirretorno de PVC color teja. Accesorio de evacuación VAT-01 de PVC color teja. Ideal para evitar el retorno de aguas en tuberías de PVC. Completamente instaladas. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	95,18 3,81	98,99
3.3	ud Válvula de esfera de diámetro 125, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con cuerpo de bronce, instalada. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	34,47 1,38	35,85

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.4	ud Válvula hidráulica de diafragma diámetro 150 mm, con solenoide, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y cubierta de fundición recubierta de poliéster, retén de diafragma y muelle de acero inoxidable, instalada. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	311,83 12,47	324,30
3.5	ud Ventosa trifuncional diámetro 100 mm, cuerpo de fundición dúctil, revestimiento de pintura Epoxy, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, colocada. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	197,12 7,88	205,00
3.6	ud Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	312,31 12,49	324,80
4 Cabezal Riego			
4.1	PA Incluye los tres depósitos de 2000l de los fertilizantes NPK, un depósito de 1000l de microelementos y abonos quelatados y un depósito de 200l de ácidos. Completamente instalado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1.208,94 48,36	1.257,30
4.2	Ud El sistema automático de riego Water Control de Gardena hace que sea fácil controlar el riego desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de una aplicación. Por supuesto, también se puede poner en funcionamiento manualmente a través de un botón multifunción en el dispositivo. Gracias a la probada tecnología de válvulas, el smart Water Control funciona de forma especialmente fiable. La aplicación le advierte a tiempo de las heladas. El control de agua está conectado de forma segura al smart Gateway. Incluye un programador de riego automático, el montaje y la instalación necesaria. Completamente instalado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	395,67 15,83	411,50
4.3	PA Equipo formado por el Filtro de malla de limpieza automática de 70 m3/l y filtro de malla de menor tamaño. Corresponden a filtros autónomos (la limpieza por aspiración funciona lcon al presión de la red, sin energía eléctrica), funcionamiento continuo, presión máxima de trabajo de 10 Kg/cm2, trabaja con una pérdida de carga ma´xima reducida de 0,1 Kg/cm2. Trabaja eficazmente desde caudales bajos hasta los máximos previstos. El proceso de filtración es de alta calidad, debido a la malla de acero inoxidable sobre soporte de PVC. Son filtros ideales para aplicaciones de riego. Completamente instalados. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	433,56 17,34	450,90
4.4	PA Compuesto por 3 manómetro con tubo Bourdon, aleación de cogue de DN 125 mm. Versión estándar. Modelos 111.10. Se incluye montaje y prueba. Fiable y económico. Los rangos de indicación son de 0 hasta 40 bar, así como indicación de presión negativa. La Tª ambiente admisible va desde -20 hasta los +60°C. La conexión a proceso es de aleación de cobre, la esfera es de aluminio, blanco, con tope, la aguja plástico negro y la caja de plástico negro. La mirilla es de plástico transparente, grimpada en al caja. Completamente instalados. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	26,31 1,05	27,36

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.5	PA Bomba de dosificadora de pistón de accionamiento eléctrico monofásico de 2 CV. Bombas dosificadoras de pistón de inyección de abonos líquidos o solubles en disolución en agua de riego. Totalmente compacta, sin otros elementos exteriores que las mangueras de conexión. No produce pérdida de carga en la tubería de agua de riego. Bajo consumo de agua. Alta capacidad de inyección. Funciona a presiones comprendidas entre 1 y 12 Kg/cm2. Completamente instalados. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	167,50 6,70	174,20
4.6	Ud Agitador vertical eléctrico. Contiene una turbina desmontable, carece de aristas para una mayor seguridad. El eje está fabricado en acero inoxidable, es recortable y de transmisión directa. El motor es monofásico 220V (50Hz). El sistema va sujeto al depósito mediante una pinza. Completamente instalados. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	118,37 4,73	123,10
5 Preparación del terreno de cultivo			
5.1	h Eliminación del material vegetal del terreno de cultivo de forma mecánica utilizando labores cruzadas. Incluye carga y transporte a gestor autorizado. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	41,21 1,65	42,86
5.2	ha Gradeo de roturación, doble pase, en terrenos con pendiente hasta el 15%. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	180,02 7,20	187,22
5.3	h Abonado de fondo del terreno de cultivo con un pase de subsolado acarreado por un tractor de 75 CV., Incluye abono necesario. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	226,49 9,06	235,55
5.4	h Estercolado mediante esparcidor acarreado por un tractor de 75 CV. Incluye estiércol necesario. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	157,93 6,32	164,25
5.5	h Marcaje manual y excavación del hoyo de plantación de forma mecánica con dimensiones mayores al cepellón del árbol. Sin Descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	39,95 1,60	41,55
6 Material Vegetal			
6.1	Ud Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midnight sobre el patrón Citrange Carrizo. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	3,94 0,16	4,10
6.2	Ud Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midnight sobre el patrón Forner Alcaide Nº5. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	3,94 0,16	4,10
7 Cimentación			
7.1	m3 Hormigonado de los caminos principales con hormigón estructural en masa HM-20, con un espesor de 40 mm. Completamente conformado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	97,93 3,92	101,85

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
7.2	m3 Cimentación con Hormigón en masa (HM-20), de las zapatas de las estructuras de los módulos fotovoltaicos, con varillas de 6mm de diámetro. Completamente conformado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	52,27 2,09	54,36
8 Instalación Fotovoltaica			
8.1	Ud Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-270P, con una potencia nominal de 270W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 19,2Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. La caja de conexiones que contiene es de TYCO IP67, con cables solares de 4mm2. Completamente instalados y montados. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	299,22 11,97	311,19
8.2	Ud 1 variador de frecuencia/variador de velocidad modelo SD700SP0075 5, con sistema híbrido (capacidad de conectarse simultáneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 37 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Tiene unas dimensiones de 854 mm de alto, 300 de ancho y 358 de profundo, con un peso total aproximado de 67,5 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1.476,92 59,08	1.536,00
8.3	Ud Inversor de String Inteligente. Modelo SUN2000-17KTL, con 6 strings de vigilancia inteligente y rápida solución de problemas. Puertos RS485 y USB para conectividad y gestión de datos. Pantalla LCD gráfico local y monitorización remoto. Eficiencia del 98,3%, 3 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones. Potencia nominal activa de CA es de 17 KW, con un rango de tensión de operación de MPPT de 200 V-950 V. Tiene unas dimensiones de 520 x 610 x 266 mm y un peso aproximado de 49 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1.803,37 72,13	1.875,50
8.4	Ud Estructura de soportes inclinados dobles FV-925XL de la casa comercial SUNFER. Soporte con instalación al suelo y una inclinación de 35°. Las placas estarán dispuestas en 2 filas en vertical. Los materiales son de aluminio EN AW6005AT6 y la tornillería de acero inoxidable. Se necesita de zapatas de hormigón, hincado, micropilates o anclaje a losas de hormigón existentes. Completamente montado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	590,87 23,63	614,50
8.5	PA Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica, PLC y generador fotovoltaico). Las líneas van enterradas en las zanjas de riego bajo tubo. Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	1.590,58 63,62	1.654,20
8.6	PA Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente instalado y probado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	421,25 16,85	438,10
8.7	PA Equipo de automatismo y de sensores compuesta por: un equipo PLC (controlador lógico programable), un conjunto de sensores de radiación distribuidos por la explotación, un conjunto de sondas de medida de tensión e intensidad para el PLC. Completamente instalados. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	758,46 30,34	788,80

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
9.1	<p>9 Elementos auxiliares</p> <p>PA Valla por malla electrosoldada modelo Nylofor 3M, con una altura de 2,03m, anchura de 3m, con 4 pliegues, dimensión de malla de 20 x5 cm, i material de alambre galvanizado, soldaduras resistentes y plastificado con PVC o poliéster. Incluye postes de perfil galvanizados de 2,05 m de alto y con un diámetro de 60 mm. Además, de dos puertas de doble hoja, galvanizadas, con una altura de 2 m y una anchura de 5 m. Completamente instalado. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	23.817,79 952,71	24.770,50
9.2	<p>PA Sistema de alarma infrarroja con detector de movimiento con aviso a centralita. Está comunicado con la policía y guarda civil de la zona. Aviso y detección instantánea. Dispone de mandos a distancia para los propietarios con el fin de desactivarla en el momento de trabajo. Incluye cámara de verificación. Completamente instalada. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	274,45 10,98	285,43
10.1	<p>10 Gestión de Residuos</p> <p>PA Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	250,00 10,00	260,00
10.2	<p>PA Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	185,00 7,40	192,40
10.3	<p>PA Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	160,00 6,40	166,40
11.1	<p>11 Seguridad y Salud</p> <p>mes Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 06 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	145,93 5,84	151,77
11.2	<p>PA Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	845,82 33,83	879,65
11.3	<p>PA Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	97,50 3,90	101,40
11.4	<p>PA Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.</p> <p><i>Sin descomposición</i> 4 % Costes indirectos</p>	103,01 4,12	107,13

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
11.5	ud Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,1 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	3,86 0,15	4,01
11.6	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	59,02 2,36	61,38
11.7	PA Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	919,04 36,76	955,80
12 Control de Calidad			
12.1	PA Prueba de control de calidad en tuberías de PVC. UNE 104302. Incluye la prueba mediada espesor y anchura; prueba de presión y de estanqueidad; prueba de desgaste por envejecimiento. Incluye la toma de las muestras en la explotación agraria. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	337,26 13,49	350,75
12.2	PA Prueba de control de calidad de funcionamiento de las placas solares. Incluye al técnico que realiza las pruebas in situ. Sin descomposición. <i>Sin descomposición</i> <i>4 % Costes indirectos</i>	252,35 10,09	262,44

Cuadro de Precios Descompuestos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 Movimiento de tierras				
1.1	I12021-n	pie	Desarbolado de terrenos, incluido el trabajo propio de derribo de los árboles y el traslado de la maquinaria de un pie a otro, en el caso de árboles diseminados, con troncos de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación.	
			Sin descomposición	2,000
	4,000 %		Costes indirectos	2,000
			Precio total redondeado por pie	2,08
Son dos Euros con ocho céntimos				
1.2	I12024	pie	Arranque de tocones aislados, sin incluir arrastre o acordonado, en árboles con tronco de diámetro superior a 25 cm. Dejándolos fuera del lugar de plantación.	
			Sin descomposición	2,981
	4,000 %		Costes indirectos	2,981
			Precio total redondeado por pie	3,10
Son tres Euros con diez céntimos				
1.3	I12006	ha	Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, y pocos tocones aislados y profundidad media de 50 cm.	
			Sin descomposición	134,625
	4,000 %		Costes indirectos	134,625
			Precio total redondeado por ha	140,01
Son ciento cuarenta Euros con un céntimo				
1.4	N001	m3	Eliminación de los muros de piedras que conforman los bancales, mediante el uso de una retroexcavadora, que permite el arranque y carga de los materiales al camión que se encarga de extraerlos de la finca. Sin descomponer.	
			Sin descomposición	14,904
	4,000 %		Costes indirectos	14,904
			Precio total redondeado por m3	15,50
Son quince Euros con cincuenta céntimos				
1.5	I12004	ha	Roturación o desfonde de terrenos con gran cantidad de piedras o raíces, con rejas separadas hasta 90 cm como máximo y profundidad media de labor de 50 cm.	
			Sin descomposición	120,962
	4,000 %		Costes indirectos	120,962
			Precio total redondeado por ha	125,80
Son ciento veinticinco Euros con ochenta céntimos				
1.6	A01003	m³	Excavación mecánica de zanja para tuberías, con retroexcavadora, en terreno compacto, medido sobre perfil.	
			Sin descomposición	3,048
	4,000 %		Costes indirectos	3,048
			Precio total redondeado por m³	3,17
Son tres Euros con diecisiete céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.7	A01006	m ³	Construcción de cama de tuberías con el material adecuado, con un grado de compactación superior al 90% del Ensayo Próctor Normal, con una distancia de transporte máxima de 3 km.	
			Sin descomposición	20,663
		4,000 %	Costes indirectos	0,83
			Precio total redondeado por m³	21,49
			Son veintiun Euros con cuarenta y nueve céntimos	
1.8	A01007	m ³	Relleno de zanjas con medios mecánicos.	
			Sin descomposición	2,894
		4,000 %	Costes indirectos	0,12
			Precio total redondeado por m³	3,01
			Son tres Euros con un céntimo	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 Canalización				
2.1	R001	m	Tubería de microirrigación PE 32 de 16 mm de diámetro y PN 4 atm (UNE 53367), con emisores integrados y autocompensantes separados cada metro y con un caudal nominal de 4l/h, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Paritda Alzada.	
			Sin descomposición	0,385
	4,000 %		Costes indirectos	0,385
			Precio total redondeado por m	0,40
Son cuarenta céntimos				
2.2	A0600111	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,558
	4,000 %		Costes indirectos	1,558
			Precio total redondeado por m	1,62
Son un Euro con sesenta y dos céntimos				
2.3	A06007	m	Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,798
	4,000 %		Costes indirectos	1,798
			Precio total redondeado por m	1,87
Son un Euro con ochenta y siete céntimos				
2.4	A0600712	m	Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	3,077
	4,000 %		Costes indirectos	3,077
			Precio total redondeado por m	3,20
Son tres Euros con veinte céntimos				
2.5	A06001	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,394
	4,000 %		Costes indirectos	1,394
			Precio total redondeado por m	1,45
Son un Euro con cuarenta y cinco céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.6	A0600111	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,558
		4,000 %	Costes indirectos	0,06
			Precio total redondeado por m	1,62
				Son un Euro con sesenta y dos céntimos
2.7	A06007	m	Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,798
		4,000 %	Costes indirectos	0,07
			Precio total redondeado por m	1,87
				Son un Euro con ochenta y siete céntimos
2.8	A06001	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,394
		4,000 %	Costes indirectos	0,06
			Precio total redondeado por m	1,45
				Son un Euro con cuarenta y cinco céntimos
2.9	A06004	m	Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	2,548
		4,000 %	Costes indirectos	0,10
			Precio total redondeado por m	2,65
				Son dos Euros con sesenta y cinco céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.10	A06010	m	Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	3,856
		4,000 %	Costes indirectos	0,15
			Precio total redondeado por m	4,01
			Son cuatro Euros con un céntimo	
2.11	A06013	m	Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	4,913
		4,000 %	Costes indirectos	0,20
			Precio total redondeado por m	5,11
			Son cinco Euros con once céntimos	
2.12	A11004	ud	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embreado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado.	
			Sin descomposición	312,308
		4,000 %	Costes indirectos	12,49
			Precio total redondeado por ud	324,80
			Son trescientos veinticuatro Euros con ochenta céntimos	
2.13	A06013	m	Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	4,913
		4,000 %	Costes indirectos	0,20
			Precio total redondeado por m	5,11
			Son cinco Euros con once céntimos	
2.14	A06001	m	Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	
			Sin descomposición	1,394
		4,000 %	Costes indirectos	0,06
			Precio total redondeado por m	1,45
			Son un Euro con cuarenta y cinco céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 Valvulería				
3.1	A10010	ud	Válvula de mariposa de diámetro 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.	
			Sin descomposición	273,183
		4,000 %	Costes indirectos	10,93
			Precio total redondeado por ud	284,11
Son doscientos ochenta y cuatro Euros con once céntimos				
3.2	I0020	Ud	Válvula antirretorno de PVC color teja. Accesorio de evacuación VAT-01 de PVC color teja. Ideal para evitar el retorno de aguas en tuberías de PVC. Completamente instaladas. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	95,183
		4,000 %	Costes indirectos	3,81
			Precio total redondeado por Ud	98,99
Son noventa y ocho Euros con noventa y nueve céntimos				
3.3	A10022	ud	Válvula de esfera de diámetro 125, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con cuerpo de bronce, instalada.	
			Sin descomposición	34,471
		4,000 %	Costes indirectos	1,38
			Precio total redondeado por ud	35,85
Son treinta y cinco Euros con ochenta y cinco céntimos				
3.4	A10035	ud	Válvula hidráulica de diafragma diámetro 150 mm, con solenoide, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, cuerpo y cubierta de fundición recubierta de poliéster, retén de diafragma y muelle de acero inoxidable, instalada.	
			Sin descomposición	311,827
		4,000 %	Costes indirectos	12,47
			Precio total redondeado por ud	324,30
Son trescientos veinticuatro Euros con treinta céntimos				
3.5	A11010	ud	Ventosa trifuncional diámetro 100 mm, cuerpo de fundición dúctil, revestimiento de pintura Epoxy, embridada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, colocada.	
			Sin descomposición	197,115
		4,000 %	Costes indirectos	7,89
			Precio total redondeado por ud	205,00
Son doscientos cinco Euros				
3.6	A11004	ud	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado.	
			Sin descomposición	312,308
		4,000 %	Costes indirectos	12,49
			Precio total redondeado por ud	324,80
Son trescientos veinticuatro Euros con ochenta céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 Cabezal Riego				
4.1	I001	PA	Incluye los tres depósitos de 2000l de los fertilizantes NPK, un depósito de 1000l de microelementos y abonos quelatados y un depósito de 200l de ácidos. Completamente instalado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	1.208,942
		4,000 %	Costes indirectos	1.208,942 48,36
			Precio total redondeado por PA	1.257,30
Son mil doscientos cincuenta y siete Euros con treinta céntimos				
4.2	I002	Ud	El sistema automático de riego Water Control de Gardena hace que sea fácil controlar el riego desde cualquier lugar y en cualquier momento a través de una aplicación. Por supuesto, también se puede poner en funcionamiento manualmente a través de un botón multifunción en el dispositivo. Gracias a la probada tecnología de válvulas, el smart Water Control funciona de forma especialmente fiable. La aplicación le advierte a tiempo de las heladas. El control de agua está conectado de forma segura al smart Gateway. Incluye un programador de riego automático, el montaje y la instalación necesaria. Completamente instalado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	395,673
		4,000 %	Costes indirectos	395,673 15,83
			Precio total redondeado por Ud	411,50
Son cuatrocientos once Euros con cincuenta céntimos				
4.3	I004	PA	Equipo formado por el Filtro de malla de limpieza automática de 70 m3/l y filtro de malla de menor tamaño. Corresponden a filtros autónomos (la limpieza por aspiración funciona con la presión de la red, sin energía eléctrica), funcionamiento continuo, presión máxima de trabajo de 10 Kg/cm2, trabaja con una pérdida de carga máxima reducida de 0,1 Kg/cm2. Trabaja eficazmente desde caudales bajos hasta los máximos previstos. El proceso de filtración es de alta calidad, debido a la malla de acero inoxidable sobre soporte de PVC. Son filtros ideales para aplicaciones de riego. Completamente instalados. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	433,558
		4,000 %	Costes indirectos	433,558 17,34
			Precio total redondeado por PA	450,90
Son cuatrocientos cincuenta Euros con noventa céntimos				
4.4	I005	PA	Compuesto por 3 manómetro con tubo Bourdon, aleación de cobre de DN 125 mm. Versión estándar. Modelos 111.10. Se incluye montaje y prueba. Fiable y económico. Los rangos de indicación son de 0 hasta 40 bar, así como indicación de presión negativa. La Tª ambiente admisible va desde -20 hasta los +60°C. La conexión a proceso es de aleación de cobre, la esfera es de aluminio, blanco, con tope, la aguja plástico negro y la caja de plástico negro. La mirilla es de plástico transparente, grimpada en la caja. Completamente instalados. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	26,308
		4,000 %	Costes indirectos	26,308 1,05
			Precio total redondeado por PA	27,36
Son veintisiete Euros con treinta y seis céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4.5	I006	PA	Bomba de dosificadora de pistón de accionamiento eléctrico monofásico de 2 CV. Bombas dosificadoras de pistón de inyección de abonos líquidos o solubles en disolución en agua de riego. Totalmente compacta, sin otros elementos exteriores que las mangueras de conexión. No produce pérdida de carga en la tubería de agua de riego. Bajo consumo de agua. Alta capacidad de inyección. Funciona a presiones comprendidas entre 1 y 12 Kg/cm2. Completamente instalados. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	167,500
		4,000 %	Costes indirectos	167,500 6,70
			Precio total redondeado por PA	174,20
			Son ciento setenta y cuatro Euros con veinte céntimos	
4.6	I007	Ud	Agitador vertical eléctrico. Contiene una turbina desmontable, carece de aristas para una mayor seguridad. El eje está fabricado en acero inoxidable, es recortable y de transmisión directa. El motor es monofásico 220V (50Hz). El sistema va sujeto al depósito mediante una pinza. Completamente instalados. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	118,365
		4,000 %	Costes indirectos	118,365 4,74
			Precio total redondeado por Ud	123,10
			Son ciento veintitres Euros con diez céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
5 Preparación del terreno de cultivo				
5.1	P001	h	Eliminación del material vegetal del terreno de cultivo de forma mecánica utilizando labores cruzadas. Incluye carga y transporte a gestor autorizado. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	41,210
		4,000 %	Costes indirectos	41,210 <u>1,65</u>
			Precio total redondeado por h	42,86
Son cuarenta y dos Euros con ochenta y seis céntimos				
5.2	I12012	ha	Gradeo de roturación, doble pase, en terrenos con pendiente hasta el 15%.	
			Sin descomposición	180,019
		4,000 %	Costes indirectos	180,019 <u>7,20</u>
			Precio total redondeado por ha	187,22
Son ciento ochenta y siete Euros con veintidos céntimos				
5.3	P002	h	Abonado de fondo del terreno de cultivo con un pase de subsolado acarreado por un tractor de 75 CV., Incluye abono necesario. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	226,490
		4,000 %	Costes indirectos	226,490 <u>9,06</u>
			Precio total redondeado por h	235,55
Son doscientos treinta y cinco Euros con cincuenta y cinco céntimos				
5.4	P003	h	Estercolado mediante esparcidor acarreado por un tractor de 75 CV. Incluye estiércol necesario. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	157,933
		4,000 %	Costes indirectos	157,933 <u>6,32</u>
			Precio total redondeado por h	164,25
Son ciento sesenta y cuatro Euros con veinticinco céntimos				
5.5	P004	h	Marcaje manual y excavación del hoyo de plantación de forma mecánica con dimensiones mayores al cepellón del árbol. Sin Descomposición.	
			Sin descomposición	39,952
		4,000 %	Costes indirectos	39,952 <u>1,60</u>
			Precio total redondeado por h	41,55
Son cuarenta y un Euros con cincuenta y cinco céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6 Material Vegetal				
6.1	PI001	Ud	Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midnight sobre el patrón Citrange Carrizo. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	3,942
		4,000 %	Costes indirectos	0,16
			Precio total redondeado por Ud	4,10
Son cuatro Euros con diez céntimos				
6.2	PI002	Ud	Suministro y plantación del naranjo dulce variedad Valencia Midnight sobre el patrón Forner Alcaide Nº5. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	3,942
		4,000 %	Costes indirectos	0,16
			Precio total redondeado por Ud	4,10
Son cuatro Euros con diez céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
7 Cimentación				
7.1	C001	m3	Hormigonado de los caminos principales con hormigón estructural en masa HM-20, con un espesor de 40 mm. Completamente conformado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	97,933
		4,000 %	Costes indirectos	97,933 3,92
			Precio total redondeado por m3	101,85
Son ciento un Euros con ochenta y cinco céntimos				
7.2	C002	m3	Cimentación con Hormigón en masa (HM-20), de las zapatas de las estructuras de los módulos fotovoltaicos, con varillas de 6mm de diámetro. Completamente conformado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	52,269
		4,000 %	Costes indirectos	52,269 2,09
			Precio total redondeado por m3	54,36
Son cincuenta y cuatro Euros con treinta y seis céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
8 Instalación Fotovoltaica				
8.1	FV001	Ud	Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-270P, con una potencia nominal de 270W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 19,2Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. La caja de conexiones que contiene es de TYCO IP67, con cables solares de 4mm2. Completamente instalados y montados. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	299,221
		4,000 %	Costes indirectos	299,221 11,97
			Precio total redondeado por Ud	311,19
Son trescientos once Euros con diecinueve céntimos				
8.2	FV002	Ud	1 variador de frecuencia/variador de velocidad modelo SD700SP0075 5,con sistema híbrido(capacidad de conectarse simultaneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 37 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Tiene unas dimensiones de 854 mm de alto, 300 de ancho y 358 de profundo, con un peso total aproximado de 67,5 Kg. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	1.476,923
		4,000 %	Costes indirectos	1.476,923 59,08
			Precio total redondeado por Ud	1.536,00
Son mil quinientos treinta y seis Euros				
8.3	FV003	Ud	Inversor de String Inteligente. Modelo SUN2000-17KTL, con 6 strings de vigilancia inteligente y rápida solución de problemas. Puertos RS485 y USB para conectividad y gestión de datos. Pantalla LCD gráfico local y monitorización remoto. Eficiencia del 98,3%, 3 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones. Potencia nominal activa de CA es de 17 KW, con un rango de tensión de operación de MPPT de 200 V-950 V. Tiene unas dimensiones de 520 x 610 x 266 mm y un peso aproximado de 49 Kg. Completamente isntalado y probado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	1.803,365
		4,000 %	Costes indirectos	1.803,365 72,14
			Precio total redondeado por Ud	1.875,50
Son mil ochocientos setenta y cinco Euros con cincuenta céntimos				
8.4	FV004	Ud	Estructura de soportes inclinados dobles FV-925XL de la casa comercial SUNFER. Soporte con instalación al suelo y una inclinación de 35º. Las placas estarán dispuestas en 2 filas en vertical. Los materiales son de aluminio EN AW6005AT6 y la tornillería de acero inoxidable. Se necesita de zapatas de hormigón, hincado, micropilates o anclaje a losas de hormigón existentes. Completamente montado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	590,865
		4,000 %	Costes indirectos	590,865 23,64
			Precio total redondeado por Ud	614,50
Son seiscientos catorce Euros con cincuenta céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
8.5	FV005		PA Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica, PLC y generador fotovoltaico). Las líneas van enterradas en las zanjas de riego bajo tubo. Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	1.590,577
		4,000 %	Costes indirectos	1.590,577 <u>63,62</u>
			Precio total redondeado por PA	1.654,20
			Son mil seiscientos cincuenta y cuatro Euros con veinte céntimos	
8.6	FV006		PA Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente isntalado y probado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	421,250
		4,000 %	Costes indirectos	421,250 <u>16,85</u>
			Precio total redondeado por PA	438,10
			Son cuatrocientos treinta y ocho Euros con diez céntimos	
8.7	FV007		PA Equipo de automatismo y de sensores compuesta por: un equipo PLC (controlador lógico programable), un conjunto de sensores de radiación distribuidos por la explotación, un conjunto de sondas de medida de tensión e intensidad para el PLC. Completamente instalados. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	758,462
		4,000 %	Costes indirectos	758,462 <u>30,34</u>
			Precio total redondeado por PA	788,80
			Son setecientos ochenta y ocho Euros con ochenta céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
9 Elementos auxiliares				
9.1	EA001		PA Valla por malla electrosoldada modelo Nylofor 3M, con una altura de 2,03m, anchura de 3m, con 4 pliegues, dimensión de malla de 20 x5 cm, i material de alambre galvanizado, soldaduras resistentes y plastificado con PVC o poliéster. Incluy postes de perfil galvanizados de 2,05 m de alto y con un diámetro de 60 mm. Además, de dos puertas de doble hoja, galvanizadas, con una altura de 2 m y una anchura de 5 m. Completamente instalado. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	23.817,788
		4,000 %	Costes indirectos	23.817,788 952,71
			Precio total redondeado por PA.....	24.770,50
Son veinticuatro mil setecientos setenta Euros con cincuenta céntimos				
9.2	EA002		PA Sistema de alarma infrarroja con detector de movimiento con aviso a centralita. Está comunicado con la policía y guarda civil de la zona. Aviso y detección instantanea. Dispone de mandos a distancia para los propietarios con el fin de desactivarla en el momento de trabajo. Incluye cámara de verificación. Completamente instalada. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	274,452
		4,000 %	Costes indirectos	274,452 10,98
			Precio total redondeado por PA	285,43
Son doscientos ochenta y cinco Euros con cuarenta y tres céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
10 Gestión de Residuos				
10.1	GR001		PA Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	250,000
		4,000 %	Costes indirectos	250,000 10,00
			Precio total redondeado por PA	260,00
				Son doscientos sesenta Euros
10.2	GR002		PA Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	185,000
		4,000 %	Costes indirectos	185,000 7,40
			Precio total redondeado por PA	192,40
				Son ciento noventa y dos Euros con cuarenta céntimos
10.3	GR003		PA Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.	
			Sin descomposición	160,000
		4,000 %	Costes indirectos	160,000 6,40
			Precio total redondeado por PA	166,40
				Son ciento sesenta y seis Euros con cuarenta céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
11 Seguridad y Salud				
11.1	L01009	mes	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 06 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	145,933
			Costes indirectos	5,84
			Precio total redondeado por mes	151,77
Son ciento cincuenta y un Euros con setenta y siete céntimos				
11.2	ESS001	PA	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	845,817
			Costes indirectos	33,83
			Precio total redondeado por PA	879,65
Son ochocientos setenta y nueve Euros con sesenta y cinco céntimos				
11.3	ESS002	PA	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	97,500
			Costes indirectos	3,90
			Precio total redondeado por PA	101,40
Son ciento un Euros con cuarenta céntimos				
11.4	ES003	PA	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	103,010
			Costes indirectos	4,12
			Precio total redondeado por PA	107,13
Son ciento siete Euros con trece céntimos				
11.5	L01045	ud	Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,1 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	3,856
			Costes indirectos	0,15
			Precio total redondeado por ud	4,01
Son cuatro Euros con un céntimo				
11.6	L01054	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	59,020
			Costes indirectos	2,36
			Precio total redondeado por ud	61,38
Son sesenta y un Euros con treinta y ocho céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
11.7	ESS005		PA Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	919,038
			Costes indirectos	36,76
			Precio total redondeado por PA	955,80
			Son novecientos cincuenta y cinco Euros con ochenta céntimos	

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
12 Control de Calidad				
12.1	CC001		PA Prueba de control de calidad en tuberías de PVC. UNE 104302. Incluye la prueba mediada espesor y anchura; prueba de presión y de estanqueidad; prueba de desgaste por envejecimiento. Incluye la toma de las muestras en la explotación agraria. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	337,260
			Costes indirectos	13,49
			Precio total redondeado por PA	350,75
			Son trescientos cincuenta Euros con setenta y cinco céntimos	
12.2	CC002		PA Prueba de control de calidad de funcionamiento de las placas solares. Incluye al técnico que realiza las pruebas in situ. Sin descomposición.	
		4,000 %	Sin descomposición	252,346
			Costes indirectos	10,09
			Precio total redondeado por PA	262,44
			Son doscientos sesenta y dos Euros con cuarenta y cuatro céntimos	

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	31.087,89
CAPITULO 2. CANALIZACIÓN	17.116,18
CAPITULO 3. VALVULERÍA	2.994,03
CAPITULO 4. CABEZAL RIEGO	2.813,66
CAPITULO 5. PREPARACIÓN DEL TERRENO DE CULTIVO	8.632,05
CAPITULO 6. MATERIAL VEGETAL	18.790,30
CAPITULO 7. CIMENTACIÓN	4.930,02
CAPITULO 8. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	21.198,20
CAPITULO 9. ELEMENTOS AUXILIARES	25.055,93
CAPITULO 10. GESTIÓN DE RESIDUOS	618,80
CAPITULO 11. SEGURIDAD Y SALUD	2.571,76
CAPITULO CONTROL DE CALIDAD	613,19

REDONDEO.....

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM)136.422,01

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS CIENTO TREINTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON UN CÉNTIMO.

Fdo. Marcel Pitarch Marín



Graduado en el Máster en Ingeniería Agronómica

VALENCIA, JUNIO 2019

Proyecto: Proyecto de Transformación agraria a riego localizado con bombeo solar en plantación de cítricos en el T.M de Sagunto...

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 Riego	2.813,66
Capítulo 5 Preparación del terreno de cultivo	8.632,05
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	136.422,01
15% de gastos generales	20.463,30
6% de beneficio industrial	8.185,32
Suma	165.070,63
21% IVA	34.664,83
Presupuesto de ejecución por contrata	199.735,46

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata 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

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 Nº5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Marcel Pitarch Marín

Tutora: Carmen Virginia Palau Estevan

Co-Tutor: Pablo González Altozano

Curso Académico: 2018/2019

VALENCIA, JUNIO DE 2019

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud	1
1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	2
1.3. Datos del proyecto de obra	2
2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA	2
3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.....	3
3.1. Movimiento de tierras	3
3.2. Cimentación	4
3.3. Instalaciones de electricidad	4
4. BOTIQUÍN.....	5
5. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	5
6. TRABAJOS POSTERIORES	5
7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR	6
8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	6
9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	6
10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	7
11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS	8
12. LIBRO DE INCIDENCIAS	9
13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	9
13. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	10
14. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	10

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan **todos** los supuestos siguientes:

- a) Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) **es inferior** a 450.000 euros.

$$PEC = PEM + \text{Gastos Generales} + \text{Beneficio Industrial} = 199.735,46 \text{ €.}$$

$$PEM = \text{Presupuesto de Ejecución Material.}$$

- b) La duración estimada de la obra **no es superior** a 30 días o no se emplea en ningún momento a **más** de 20 trabajadores **simultáneamente**.

$$\text{Plazo de ejecución previsto} = 61 \text{ días.}$$

$$\text{Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente} = 4-6$$

- c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).

$$\text{Nº de trabajadores-día} = 1090$$

Este número se puede estimar con la siguiente expresión: $\frac{PEM \times MO}{CM}$

- PEM = Presupuesto de Ejecución Material.

- MO = Influencia del coste de la mano de obra en el PEM en tanto por uno (varía entre 0,4 y 0,5)

- CM = Coste medio diario del trabajador de la construcción (varía entre 40 y 50 €.)

- d) **No es** una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Se cumplen dos de los cuatro supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997, por lo que sería necesario realizar un Estudio de Seguridad y Salud. En este caso, en el presente proyecto se redacta únicamente el ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, el cual servirá como punto básico de partida para la elaboración del posterior estudio completo.

1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.3. Datos del proyecto de obra

Tipo de Obra: Transformación agraria a riego localizado con bombeo fotovoltaico

Situación: Partida de Cabeçolet

Población: Sagunto (Valencia)

Promotor: Antonio Llusar y CIA

Proyectista: Marcel Pitarch Marín

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto: Marcel Pitarch Marín

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).

- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

3.1. Movimiento de tierras

<i>Riesgos más frecuentes</i>	<i>Medidas Preventivas</i>	<i>Protecciones Individuales</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de operarios al mismo nivel • Caídas de objetos sobre operarios • Caídas de materiales transportados • Choques o golpes contra objetos • Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria • Lesiones y/o cortes en manos y pies • Sobreesfuerzos • Ruido, contaminación acústica • Cuerpos extraños en los ojos 	<ul style="list-style-type: none"> • Talud natural del terreno • Entibaciones • Limpieza de bolos y viseras • Apuntalamientos, apeos. • Tableros o planchas en huecos horizontales. • Separación tránsito de vehículos y operarios. • Avisadores ópticos y acústicos en maquinaria. • Protección partes móviles maquinaria • Cabinas o pórticos de seguridad. • No acopiar materiales junto borde excavación. • Conservación adecuada vías de circulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Botas o calzado de seguridad • Guantes de lona y piel • Gafas de seguridad • Protectores auditivos • Cinturón antivibratorio • Ropa de trabajo

3.2. Cimentación

<i>Riesgos más frecuentes</i>	<i>Medidas Preventivas</i>	<i>Protecciones Individuales</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de operarios al mismo nivel • Caída de objetos sobre operarios • Choques o golpes contra objetos • Lesiones y/o cortes en manos y pies • Sobreesfuerzos • Cuerpos extraños en los ojos • Dermatitis por contacto de hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> • Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas • Mantenimiento adecuado de la maquinaria • 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Botas o calzado de seguridad • Guantes impermeables • Gafas de seguridad • Protectores auditivos • Ropa de trabajo

3.3. Instalaciones de electricidad

<i>Riesgos más frecuentes</i>	<i>Medidas Preventivas</i>	<i>Protecciones Individuales</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Caídas de objetos sobre operarios • Choques o golpes contra objetos • Lesiones y/o cortes en manos • Contactos eléctricos directos • Contactos eléctricos indirectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas • Mantenimiento adecuado de la maquinaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad • Botas o calzado de seguridad • Guantes de lona y piel • Gafas de seguridad • Ropa de trabajo

4. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

5. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto **se ha reservado un Capítulo** con una partida alzada de 2.571,76 EUROS **para Seguridad y Salud.**

6. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

<i>Riesgos más frecuentes</i>	<i>Medidas Preventivas</i>	<i>Protecciones Individuales</i>
<ul style="list-style-type: none">• Caídas al mismo nivel en suelos• Caídas por resbalones• Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria• Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos• Contactos eléctricos directos e indirectos• Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio	<ul style="list-style-type: none">• Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas	<ul style="list-style-type: none">• Ropa de trabajo• Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas

7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un **aviso** a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y

complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.

- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
 3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
 4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
 5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

12. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de **veinticuatro horas** una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

13. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

14. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En Valencia, a 05 de JUNIO de 2019

Fdo: El Promotor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Flores', on a light-colored background.

Fdo: El Ingeniero

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. ...', on a light-colored background.

