

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA**

**Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Agrícola y del Medio Rural**

**PROYECTO DE MEJORA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRARIA EN  
EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANADILLA DE ABONA PARA  
DEDICARLA A LA PRODUCCIÓN DEL “HIGO PICO”**

*(Opuntia ficus-indica)*

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Agraria



**Autor**

Arturo Rodríguez Falcón

**Curso académico 2021-2022**

**PROYECTO DE MEJORA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE GRANADILLA DE ABONA PARA DEDICARLA  
A LA PRODUCCIÓN DEL “HIGO PICO” (*Opuntia ficus-indica*)**

**Autor:** Arturo Rodríguez Falcón

**Palabras clave:** *Opuntia ficus-indica*, higo pico, nopal, explotación.

RESUMEN

El interés detrás del cultivo de la *Opuntia ficus-indica* parte de la creciente necesidad de agua. Se ha demostrado que esta especie, a diferencia de otros frutales, cuenta con una potente capacidad de adaptación a distintos entornos y posee un gran potencial productivo a pesar de su bajo consumo de agua y nutrientes.

En el presente proyecto, se estudia la viabilidad de implantar una explotación del cultivo de la *Opuntia ficus-indica* adaptado a la zona de Granadilla de Abona, en el sur de la isla de Tenerife. Para ello, se han realizado los cálculos correspondientes. El proyecto consiste de un estudio y dimensionamiento de las instalaciones necesarias, así como de un estudio de mercado y un análisis de viabilidad.

**PROJECT FOR THE IMPROVEMENT OF AN AGRICULTURAL  
EXPLOITATION IN THE MUNICIPALITY OF GRANADILLA DE ABONA TO  
DEDICATE IT TO THE PRODUCTION OF “HIGO PICO”**

*(Opuntia ficus-indica)*

**Author:** Arturo Rodríguez Falcón

**Keywords:** prickly pear, *Opuntia ficus-indica*, nopal, exploitation.

ABSTRACT

The interest behind the cultivation of *Opuntia ficus-indica* grows from the need for water. It has been shown that this species, unlike other fruit trees, has a powerful ability to adapt

to different environments and has great productive potential despite its low water and nutrient consumption.

In this project, the feasibility of establishing a farm for the cultivation of *Opuntia ficus-indica* adapted to the area of Granadilla de Abona, in the south of the island of Tenerife, is studied. For this, the corresponding calculations have been carried out. The project consists of a study and dimensioning of the necessary facilities, as well as a market study and a feasibility analysis



# DOCUMENTO 1

## MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

I

MEMORIA

## ÍNDICE

1.	Antecedentes y objetivos del proyecto.....	6
2.	Situación y emplazamiento.....	6
3.	Estado actual de la finca.....	6
4.	Justificación de la propuesta de mejora.....	7
5.	Descripción del contenido del proyecto.....	7
6.	Historia del cultivo.....	8
7.	Cultivo.....	8
1.7.1	Necesidades ecológicas .....	8
1.7.2	Botánica y fisiología de la especie.....	9
1.7.3	Plagas y enfermedades.....	9
1.7.4	Labores culturales.....	9
1.7.4.1	Preparación del terreno.....	9
1.7.4.2	Plantación.....	10
1.7.4.3	Propuesta de sistema de conducción y poda.....	10
1.7.4.4	Riego y fertilización.....	10
1.7.4.5	Protección del cultivo.....	11
1.7.4.6	Recolección.....	12
8.	Estado del suelo y del agua.....	12
1.8.1	Estado del suelo.....	12
1.8.2	Estado del agua.....	13
9.	Descripción de las obras, instalaciones y maquinaria.....	14
1.9.1	Acondicionamiento del terreno y movimientos de tierra.....	14

1.9.1.1	Limpieza y desbroce de la zona.....	14
1.9.1.2	Subsolado.....	14
1.9.1.3	Acondicionamiento del terreno.....	14
1.9.2	Instalación del sistema de riego .....	14
1.9.2.1	Instalación del cabezal .....	15
1.9.2.2	Instalación de conducciones .....	15
1.9.3	Instalación eléctrica.....	16
10.	Instalación de equipo post-cosecha.....	16
11.	Estudio de gestión de residuos.....	17
12.	Estudio de seguridad y salud en el trabajo.....	17
13.	Estudio de impacto ambiental.....	18
14.	Estudio económico.....	18
15.	Presupuesto.....	18



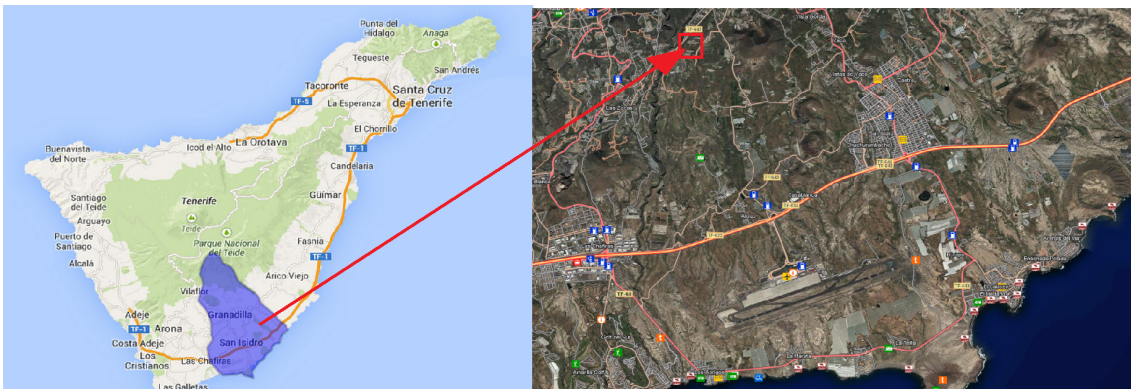
## 1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene como objeto el diseño de una explotación de tuneras en una finca en el sur de la isla de Tenerife (Granadilla de Abona). Además, se realizará un estudio de mercado y un análisis económico que estudie la viabilidad de implantar una explotación que produzca el fruto conocido como “tuno”, “higo pico”, “higo chumbo” o “nopalitos”. Para ello, se estudiarán precios de mercado nacionales e internacionales y se explorará la viabilidad de su exportación al extranjero.

## 2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

El terreno donde se ha realizado el estudio se encuentra ubicado en el término municipal de Granadilla de Abona, en el barrio de Los Muros, Charco del Pino, en el sur de isla de Tenerife, con referencia catastral 38017ª01000024. Las coordenadas UTM de la finca son: **X: 343.198,62 Y: 3.108.375,85**

**Imagen 1.** Localización de la finca.



**Fuente:** Google maps.

## 3. ESTADO ACTUAL DE LA FINCA.

La finca está compuesta por una vivienda de 100m<sup>2</sup>, un almacén de 110m<sup>2</sup>, una caseta para el cabezal de riego de 8m<sup>2</sup> y 17 parcelas conectadas por una servientía que permite el acceso a la totalidad de las terrazas con vehículo. De las 17 parcelas, las dos ubicadas en la parte superior de la finca estaban destinadas al cultivo en invernadero de crisantemos, aunque en la actualidad se encuentran incultos. La parcela que se encuentra próxima a la izquierda de la vivienda es utilizada por el propietario para el cultivo de algunos frutales y arboles ornamentales. De esta forma, quedan 14 parcelas cultivables, con una superficie total de 33473.84m<sup>2</sup>

#### **4. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA.**

La tunera (*Opuntia ficus-indica*) o chumbera, se trata de la cactácea de mayor importancia agronómica a nivel mundial. No solo por sus nutritivos frutos, sino también por sus cladodios, que pueden ser utilizados tanto para uso alimenticio como forrajero. Además, es utilizada como biomasa para uso industrial y también como huésped para inocular la cochinilla (*Dactylopius coccus*) y extraer de la misma el ácido carmínico para la elaboración de tintes.

Se escogió este cultivo por los condicionantes que el promotor impuso para la elaboración del proyecto, que fueron: la baja necesidad de agua de riego del cultivo (así como de otros insumos), una demanda de mano de obra lo más baja posible, y la facilidad del cultivo.

El interés detrás del cultivo de esta especie arbustiva parte de la creciente escasez de recursos, en concreto, del agua. Como ya sabemos, el agua en las Islas Canarias se trata de un bien escaso y, por ende, es nuestra responsabilidad como técnicos comprometidos con el medioambiente estudiar la viabilidad de implantar explotaciones de cultivos adaptados a la zona y que cuenten con un uso del agua más eficiente. Para ello, se realizarán los cálculos correspondientes para la implantación de una explotación de tuneras intensiva con todo lo que ello eso supone.

Tras la elaboración del estudio económico para el proyecto, se ha visto que el cultivo, además de cumplir con los requerimientos del promotor, resulta económicamente viable.

Se ha escogido la variedad “Moscatel” por recomendación de dos productores de la isla de Gran Canaria que, a lo largo de su dilatada experiencia, han concluido que reúne los requisitos que puede exigir una nueva plantación: la alta productividad, las buenas cualidades organolépticas del fruto, y la baja incidencia de plagas y enfermedades.

#### **5. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es el cálculo y diseño de las obras e instalaciones necesarias para el establecimiento de una explotación de higos picos en una finca agrícola. Además, se tendrá en cuenta la descripción detallada del mantenimiento y de las labores necesarias para el normal funcionamiento de la explotación, desde el cultivo hasta el manejo postcosecha de sus frutos. El proyecto aborda también el diseño agronómico e hidráulico, así como los equipos necesarios para impulsar el agua de riego desde un estanque. Por último, se presenta la programación y ejecución de la obra y un análisis de

viabilidad económica, además de los planos necesarios para la correcta ejecución de las instalaciones, el presupuesto, un estudio básico de seguridad y salud y un pliego de condiciones.

## **6. HISTORIA DEL CULTIVO.**

Existen diversos estudios que verifican el uso alimenticio de especies ancestrales de la especie *Opuntia ficus-indica* desde hace más de 8000 años A.C. en América Central (Reyes Agüero et al., 2005), aunque no fueron introducidas en Europa hasta el siglo 1500 D.C., en uno de los primeros viajes del colonizador Cristóbal Colón (Kiesling, 1999). Aunque no está del todo claro, las primeras plantas introducidas pudieron ser de la especie *Opuntia ficus-indica* u *Opuntia amychlaea* por su exótico atractivo ornamental.

Se cree que las primeras opuntias crecidas en Europa fueron en Sevilla o Cádiz debido a que estas ciudades eran dos lugares de llegada de los viajes provenientes de las Indias y que de ahí se dispersaron a jardines botánicos y mansiones aristocráticas hasta llegar a otros países europeos como Italia, Alemania, Países Bajos, Inglaterra... (Donkin, 1977).

Debido a que el interés de los primeros colonizadores se basaba en la búsqueda de productos que generarán ganancia inmediata, y dados el recelo y la desconfianza que existía acerca de los productos consumidos por los nativos, pasaron varios siglos hasta que los frutos del género *Opuntia* se apreciaron en el resto del mundo.

Canarias fue de los lugares pioneros en lo que respecta su cultivo. Tras el decreto del 29 de junio de 1822, Fernando VII ordena su propagación y se implantan los primeros cultivos en Canarias en el año 1822, donde se empiezan a llevar explotaciones para extraer el valioso colorante de la “cochinilla del carmín”. (*Dactylopius coccus*).

## **7. CULTIVO.**

La tunera (*Opuntia ficus-indica*), es la cactácea de mayor importancia agronómica a nivel mundial. Esto no solo se debe a la producción de sus frutos, sino también al uso forrajero y alimenticio de sus cladodios (Kiesling, 1999).

### **7.1 Necesidades ecológicas.**

Aunque la *Opuntia Ficus-Indica* esté especialmente adaptada a altas temperaturas, a partir de los 25°C se ve afectada a la absorción de CO<sub>2</sub>, por lo que conviene que esta sea

la máxima temperatura a la que se le exponga, recomendándose una exposición a temperaturas entre los 15°C y los 25°C.

Además, para su correcto desarrollo debe de recibir un mínimo de 400-600 mm de agua anuales y estar cultivada en suelos con buena capacidad de drenaje, ya que las raíces son sensibles a la hipoxia. Otro factor a tener en consideración es la salinidad, ya que puede provocar grandes mermas productivas. Para una mayor profundización acerca de las necesidades ecológicas, consúltese el anejo 1 “Cultivo del higo pico”.

### ***7.2 Botánica y fisiología de la especie.***

La *Opuntia Ficus-Indica* pertenece a la familia *cactaceae*, característica por su gran adaptación en condiciones extremas. Su fisiología y su forma de asimilar el CO<sub>2</sub> (metabolismo CAM) le permite ahorrar agua y energía posibilitando su supervivencia en zonas áridas y con escasez de agua. Además, sus raíces facilitan una eficiente absorción de agua y nutrientes por su amplio crecimiento horizontal. Para mayor comprensión del comportamiento de esta especie, consúltese el anejo 2 “Botánica y fisiología de la especie”.

### ***7.3 Plagas y enfermedades.***

La especie se enfrenta a varios tipos de enfermedades causadas por diferentes patógenos. Entre otros motivos, esto se debe a que el cultivo de la *Opuntia ficus-indica* se encuentra cada vez más extendido y, además de cultivarse en zonas con condiciones extremas, también se cultiva en ambientes más templados donde la proliferación de enfermedades es mucho mayor. En el anejo 3 “Plagas y enfermedades”, se mencionan las plagas de mayor significancia a nivel mundial y aquellas que afectan a la especie en Canarias, entre las que se encuentran insectos, hongos y bacterias.

### ***7.4 Labores culturales.***

#### ***7.4.1 Preparación del terreno.***

Antes de implantar el cultivo, es necesario llevar a cabo una preparación adecuada del suelo utilizado, asegurando que las terrazas o parcelas de cultivo que componen la finca se encuentren niveladas y sin obstáculos para que pueda utilizarse la maquinaria sin dificultades. Se recomienda labrar el suelo con subsolador a una profundidad mínima de 50cm ya que a pesar de que es una especie que desarrolla su sistema radicular de forma superficial, en épocas donde la planta reciba menos agua, puede utilizar agua de capas

más profundas. Labrando en profundidad, se evitará la compactación del suelo y se minimizará el riesgo de falta de oxígeno en el sistema radicular.

Otra labor importante antes de empezar la plantación es la eliminación de plantas silvestres que puedan competir con el cultivo, ya que durante las primeras etapas de crecimiento puede afectar al desarrollo normal del mismo.

#### **7.4.2 *Plantación.***

La plantación se realizará por propagación vegetativa: se adquirirán cladodios, seleccionándolos previamente de plantas con un cierto potencial productivo y libres de plagas y enfermedades. Para plantar los cladodios seleccionados, se enterrarán los mismos a una tercera parte de su longitud total de modo que la parte inferior quede enterrada y proporcione cierta estabilidad a la planta.

#### **7.4.3 *Propuesta de sistema de conducción y poda.***

Aunque existen diversos sistemas de conducción, la propuesta seleccionada en el proyecto será en seto. Podando las plantas de esta forma, se potenciará la zona de la copa, que es la que más incidencia solar recibe, y se desechará el material vegetal que quede en las zonas bajas, pues supone un sumidero de energía al no recibir apenas luz.

Debido al crecimiento vigoroso del cultivo, se hacen indispensables buenas prácticas de poda para poder conseguir rendimientos productivos adecuados. El cultivo necesita de un plan estricto de poda ya que, de lo contrario, las plantas crecerán sin control, generando un exceso de cladodios que impida recoger fruta. Se pueden consultar las prácticas propuestas para su control en el anejo 1 “Cultivo del higo pico”.

#### **7.4.4 *Riego y fertilización.***

La disponibilidad del agua juega un papel crucial en el potencial productivo de frutos de la *Opuntia*. Durante el desarrollo de ciertos estados fenológicos, este suceso puede marcar la diferencia entre una planta de producción abundante o escasa, concretamente durante el crecimiento de los frutos y la formación de yemas vegetativas (García de Cortázar et al., 1992). Es por ello por lo que se debe asegurar una cantidad de agua mínima, especialmente en aquellas épocas del año en las que escasea la lluvia, como el verano. A modo general, el nivel óptimo la pluviometría debería superar los 300 mm anuales si se desea una producción de frutos adecuada, por lo que se recomienda suministrar riego suplementario de no ser así.

Diversas fuentes consultadas constatan la importancia de que la planta reciba agua durante la formación y desarrollo del fruto, y existen evidencias de que esto tiene una gran relevancia con respecto al tamaño de la fruta y al porcentaje de pulpa del fruto.

En lo que respecta el tipo de sistema de riego, suelen utilizarse los riegos por goteo o por micro-aspersión. En este caso se utilizará riego por goteo, ya que tiene la ventaja de potenciar una menor proliferación de plantas silvestres que compitan con el cultivo, aunque debido a que la Opuntia posee raíces con crecimiento horizontal y superficial, requerirán de un mayor número de goteros por planta.

Por otro lado, y en lo que respecta a las necesidades de fertilización del cultivo, existen evidencias que respaldan que el uso de fertilización suplementaria potencia la producción de frutos. Aunque se carece de estudios fiables que establezcan una recomendación adecuada de fertilización, se puede utilizar como guía la tabla de normas provisionales proporcionada por la FAO, que establece los niveles de los diferentes parámetros que deben de existir en el suelo para su óptimo desarrollo:

**Tabla 1.** Normas provisionales. **Fuente:** FAO, (Inglese et al., 2018).

Suelo (parámetro)	Norma	Cladodio terminal	Norma (%DM)
pH (agua)	6.5-7.5	N	<sup>b</sup>
P (mg kg <sup>-1</sup> )	20-30	P	0.1-0.3
K (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	80-100	K	1.5-4.0
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	> 400	Ca	2.0-4.5
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	100-150	Mg	1.0-1.5
Na (mg kg <sup>-1</sup> )	< 200	Na	0.02-0.03
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	30-70		
Ca/N	4.0		
K/N	3.4		
N/P	4.5		
Ca/Mg	3.0		

<sup>a</sup> donde (Ca+Mg)/K>8

<sup>b</sup> plantas jóvenes (0-2 años); 0.6-0.8%; plantas maduras (≥3 años); 0.9-1.3%.

#### 7.4.5 *Protección del cultivo.*

Las plantas de tunera pueden tener un tiempo productivo de más de 25 años, pero para lograr que el cultivo se mantenga sano y con su máximo potencial, será necesaria la realización de medidas de prevención de daños.

Para proteger el cultivo de posibles plagas y enfermedades, es necesario vigilar continuamente el cultivo, de tal forma que, si encontrase algún signo de amenaza, se actúe a la mayor brevedad posible.

En el momento de cosecha y poda, se deberán desinfectar regularmente las herramientas y aperos, y tras la realización de cortes en la planta, han de utilizarse fungicidas con base de cobre en las heridas ocasionadas para evitar la propagación de posibles enfermedades.

En el caso de la aparición de algún síntoma de plaga o enfermedad, deben utilizarse los tratamientos químicos que correspondan según la amenaza concreta – se recomienda eliminar las palas infectadas para su posterior entierro, de tal forma que se minimice la propagación de plagas.

#### **7.4.6 *Recolección.***

Los frutos serán recogidos de forma manual por los operarios, entre los meses de agosto y octubre. Que la fruta llegue adecuadamente al punto de venta en condiciones aceptables depende en gran medida de la cautela que se tenga en el momento de la recolección. Los operarios extraerán los frutos con sumo cuidado cortando una pequeña parte del cladodio que los sujeta, para evitar heridas en los frutos por las que puedan introducirse patógenos. Después de haber sido recolectados, los frutos se transportarán al almacén donde se cepillarán, clasificarán por calibre y empaquetarán, quedando preparados para ser llevados hasta el punto de venta. Para más detalle, consúltese el anejo 4 “Estudio de la postcosecha y empaquetado”.

### **8. ESTADO DEL SUELO Y DEL AGUA.**

#### **8.1 *Estado del suelo.***

De todas las muestras recogidas, se realizaron dos analíticas de suelo. De las 14 terrazas de cultivo, se recogieron muestras de 4 terrazas diferentes. El método de extracción de tierra seguido fue el que indica la página de agricultura y desarrollo rural del cabildo de Tenerife. Los valores recomendados utilizados en la interpretación han sido obtenidos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA, o más conocida como FAO.

Los valores de pH que presentan las analíticas de suelo son superiores a los recomendados, considerándose este un suelo básico, mientras que el suelo de preferencia debería ser neutro.

En la analítica 1, el valor de CE se encuentra dentro de parámetros óptimos para el cultivo, es decir por debajo de 2dS/m. En cambio, la segunda analítica muestra más del doble de este valor.

La concentración de fósforo en ambas analíticas es superior a la recomendada, especialmente en la analítica 2. Como mucho, este valor debería estar a 30 mg/Kg.

Los valores publicados por la FAO recomiendan un valor entre 0.823-1.234 meq/100g de Mg, mientras que en las analíticas los valores son muy superiores, concretamente de 13.8 meq/100g.

El potasio se encuentra muy por encima de los valores recomendados, siendo el máximo recomendado de 0.256 meq/100g de y las analíticas muestran un valor mínimo de 3.9 meq/100g.

La cantidad de sodio que muestran ambas analíticas es semejante y se encuentra por encima de los valores adecuados. Esta debe de estar por debajo de 0.87 meq/100g de Na<sup>+</sup>.

La concentración de calcio está por encima de los 400 mg/Kg, considerándose así dentro de los parámetros óptimos, por lo que no se recomienda la aplicación de enmiendas.

### ***8.2 Estado del agua.***

Con la analítica y el estudio de la misma presentado en anejo 5: “Estudio del suelo y del agua”, se determina que el agua de riego es apropiada para su uso.

Esta presenta una conductividad eléctrica de 1.10 mS/cm y con bajo contenido en sodio. Debido a la cantidad de calcio existe cierto riesgo de obturaciones. El nivel de boro se debe vigilar debido a que presenta un valor de 0.83 mg/L lo cual puede ser potencialmente peligroso si aumentara a más de 1 mg/l. El contenido de K<sup>+</sup> mostrado en la analítica es de 0.29 mmol/l, un valor bajo.



## **9. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS, INSTALACIONES Y MAQUINARIA.**

Las obras reflejadas en el presente proyecto son las necesarias para la explotación del cultivo y manejo postcosecha de los frutos de las tuneras, establecidas en el Término Municipal de Granadilla de Abona, en la isla de Tenerife. A continuación, se exponen dichas obras.

### ***9.1 Acondicionamiento del terreno y movimientos de tierra.***

Esta labor se dividirá a su vez en 3 subtareas:

#### ***9.1.1 Limpieza y desbroce de la zona.***

Antes de llevar a cabo la plantación de los cladodios, será necesario que un operario retire a mano o con desbrozadora todo el material vegetal ajeno a la futura. Debido a la existencia reciente de otra explotación agrícola en el mismo terreno, no hay mucha cantidad de material vegetal que retirar.

#### ***9.1.2 Subsolado.***

Posteriormente, se realizará un subsolado con una profundidad de 50 cm mediante la utilización de un apero arrastrado por tractor agrícola. Esta operación trata de facilitar el crecimiento radicular del cultivo al romper las distintas capas del suelo. De esta forma, se mejoran las capacidades de aireación y permeabilización del terreno, además de desenterrar posibles restos de residuos generados por el anterior cultivo.

#### ***9.1.3 Acondicionamiento.***

Antes de realizar la plantación de los cladodios se modificará el suelo, aireándolo y moviendo la tierra. Por ello, se debe rastrillar cualquier tipo de residuo, piedras y elementos que queden en el terreno y que puedan obstaculizar el paso de la maquinaria. Además, es muy importante que el terreno quede lo más llano posible, ya que, de no ser así, se producirá una menor uniformidad de riego.

### ***9.2 Instalación del sistema de riego.***

La instalación de riego se divide en 14 unidades operacionales alimentadas por una tubería principal que conecta con el cabezal en la caseta de riego. Se utilizarán tuberías emisoras de régimen turbulento (PEBD/0.25MPa-16mm). Los puntos de emisión tendrán un caudal de 3.6 litros a una presión nominal de 10.15 m.c.a., e irán distanciados a 50cm.

La instalación hidráulica se dividirá en 2:

### **9.2.1 Instalación del cabezal.**

Para ello, debe despejarse la pequeña construcción de 16 m<sup>2</sup> ya existente y provista para este uso e instalar los equipos propuestos o de características similares. Por su lado, el cabezal está compuesto por:

- 1 Electrobomba centrífuga 2900 rpm – 3 kW
- 1 Filtro de malla Ø 2”
- 1 Filtro de arena Ø 2”
- 4 Depósitos de 250l.
- Inyector eléctrico de fertilizante 0.5 HP - 200 l/h
- Soplador de 0.4 kW para evitar sedimentaciones en los 4 depósitos.
- Válvulas y accesorios que permitan el mantenimiento y seguridad de la instalación.

Posteriormente, se procederá a llevar a cabo la instalación eléctrica necesaria para los equipos que la requieran. Los operarios deben seguir las pautas de instalación sugeridas por el fabricante de los equipos elegidos.

### **9.2.2 Instalación de conducciones.**

El diámetro de las diferentes conducciones se ha estimado tal y como se muestra en el anejo 7: “Cálculo y dimensionamiento de la instalación de riego”. Se debe llevar a cabo la instalación de las conducciones según el trazado establecido documento 4 “Planos”.

Se establece que toda conducción por encima de los 40mm de diámetro nominal debe estar fabricada de polietileno de alta densidad.

Todas las subunidades de riego estarán conectadas con tuberías secundarias de PEAD/0.63MPa- Ø 50 y 63 mm, a excepción de las parcelas 4,5,10 y 11 que conectan sus terciarias directamente a la tubería principal de PEAD/0.63MPa- Ø 63mm. Las tuberías terciarias alimentarán por un punto intermedio a los laterales a excepción de las de la parcela 7, que lo harán por un extremo. Éstas serán de PEBD/0.4MPa- Ø 32mm y PEAD/0.63MPa- Ø 40 y 50mm.

Cada hilera de cladodios contará con dos líneas de laterales a ambos lados de la línea de cultivo.

En los casos que se indica en los planos, los operarios deben cavar zanjas de 50cm de profundidad para enterrar aquellas tuberías que entorpezcan las labores habituales de la explotación.

Las electroválvulas posicionadas al inicio de las secundarias o terciarias de las parcelas irán conectadas con un cable protegido por una tubería de polietileno que, a su vez, irá junto a la tubería que conectan con el cabezal de riego, donde estará ubicado el programador de riego. Aguas arriba de cada electroválvula se conectará una válvula de compuerta por si se produce algún tipo de rotura o fallo de la señal eléctrica.

### ***9.3 Instalación eléctrica.***

Se realizará la instalación necesaria para el correcto funcionamiento de la maquinaria ubicada en el almacén y en la caseta de riego. A partir del contador con conexión trifásica se encuentra conectada una derivación individual con características suficientes para realizar el acople directo de la instalación. La instalación eléctrica consiste en:

-Cuadro general: Instalación dentro del almacén de un cuadro general de mando y protección del que se derivará a dos cuadros secundarios

-Cuadro secundario 1: Este cuadro derivará del CGMP para alimentar a los equipos ubicados dentro del almacén y a la luminaria necesaria para poder realizar los trabajos requeridos en la explotación.

-Cuadro secundario 2: Este subcuadro se alimentará con un cable enterrado que llegará hasta la caseta de riego tal y como se muestra en el documento 2 “Planos”. De aquí el cuadro secundario 2, alimentará a la luminaria ubicada dentro, a la bomba centrífuga, al soplador, al dosificador de fertilizante y al programador y las electroválvulas conectadas a él.

Se puede consultar en detalle las características de la instalación eléctrica en el anejo 9 “Cálculo y dimensionamiento del sistema eléctrico”.

## **10. INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE POST-COSECHA.**

El equipo necesario para preparar los frutos recolectados para su comercialización consta de:

-Túnel de cepillado o “desespinaadora” encargada de adecuar los frutos para su comercialización quitándole gloquidias y espinas para que los frutos se encuentren listos para su consumo. La “desespinaadora” debe de tener una capacidad mínima de “desespina” de 300 Kg/hora y una potencia de 740 W.

Estos equipos se explican con más detalle en el anejo 4 “Estudio de la postcosecha y empaquetado”, y se deben instalar siguiendo las instrucciones de montaje recomendadas por el fabricante y optimizando el espacio del almacén para que se faciliten las labores de empaquetamiento y recogida.

## **11. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.**

Durante el establecimiento de la explotación, se estima que puedan generarse residuos por lo que De acuerdo con el RD 105/2008 y el Plan Insular de Residuos de Tenerife (PTEOR), aprobado por el Excmo. Cabildo de Tenerife, por el que se regula, entre otros, la gestión de los residuos de construcción y demolición en la isla de Tenerife, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 89.2, con el siguiente contenido: cantidad y composición de los RCDs, plan de tratamiento de los RCDs, destino final de los RCDs, coste de la gestión adecuada de los RCDs.

## **12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

No es de aplicación la redacción de un Estudio completo de Seguridad y Salud por no ajustarse la naturaleza del presente proyecto a lo prescrito por el RD 1627/1997, por el que se establecen las siguientes disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:

- Presupuesto de ejecución por contrata igual o superior a 450.759,07 €.
- Duración estimada superior a 30 días laborales, con empleo simultáneo de 20 o más trabajadores.
- Volumen de mano de obra estimada superior a 500 días de trabajo.
- Obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas

Según el artículo 4, apartado 2, se deberá elaborar un estudio básico seguridad y salud debido a que las características del proyecto no se incluyen en lo indicado en el apartado 1 del mismo artículo. Por esto, se ha realizado un estudio de seguridad y salud básico, a consultar en el Anejo “Estudio de Seguridad y Salud Básico” (Anejo 10).

### **13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

No se ha redactado un estudio de impacto ambiental debido a que no se encuentra en una zona de sensibilidad ecológica y no se encuentra incluido en el Anexo I de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.

### **14. ESTUDIO ECONÓMICO.**

Se han realizado diferentes métodos para estudiar la viabilidad de implantar el proyecto con todas sus condiciones. Para ello, se ha tenido en cuenta la estimación de los pagos y los cobros de la explotación. Los resultados son:

Teniendo en cuenta que la vida útil de la explotación se establecerá en 25 años el valor actual neto (VAN) asciende a 931.081,94€.

La tasa interna de retorno (TIR) es del 15.87%.

La tasa de recuperación o “pay-back” se producirá a partir de 8.8 años desde el año de la inversión. Es decir que en el año 9 se podría cerrar el proyecto sin haber generado pérdidas.

Estudiando los valores obtenidos, se puede concluir que la inversión es económicamente viable.

### **15. PRESUPUESTO.**

A continuación, se muestra el resumen del presupuesto del proyecto donde se pueden ver los importes por capítulo, los porcentajes aplicados y los presupuestos de ejecución material, de ejecución por contrata y general.

Totales por capítulo:

- Capítulo 1: Ensayos de tierra y agua existentes en la finca: 1557,70€ (2.15%).
- Capítulo 2: Preparación del terreno para el uso agrícola proyectado: 6506,48€ (8.97%).
- Capítulo 3: Plantación agrícola proyectada: 3727,91€ (5.14%).
- Capítulo 4: Instalación eléctrica: 4064,53€ (5.60%).
- Capítulo 5: Instalación de riego automatizado: 30.324,09€ (41.80%).
- Capítulo 6: Maquinaria para la explotación agrícola proyectada: 23.625,00€ (32.56%).
- Capítulo 7: Seguridad y salud en el trabajo. 1634,85€ (2.25%).
- Capítulo 8: Gestión de residuos: 1111.49€ (1.53%).

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 72.552,05€**

En caso de contratarse la ejecución del presente proyecto de mejora de explotación agraria a una empresa especializada

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>72.552,05€</b>
<b>16% Gastos generales de empresa</b>	<b>11.608,328€</b>
<b>6% Beneficio industrial</b>	<b>4.353,123€</b>
	<b>-----</b>
	<b>88.513,501€</b>
<b>7% I.G.IC. s/88.513,501€</b>	<b>6.195,95€</b>
	<b>-----</b>
<b><u>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....</u></b>	<b><u>94.709,45€</u></b>

## II

# ANEJOS A LA MEMORIA

## ÍNDICE DE ANEJOS

1. Anejo 1: Cultivo del higo pico.....	22
2. Anejo 2: Botánica y fisiología de la Opuntia Ficus-Índica .....	26
3. Anejo 3: Plagas y enfermedades .....	31
4. Anejo 4: Estudio de la postcosecha y empaquetado.....	40
5. Anejo 5: Estudio del suelo y del agua .....	44
6. Anejo 6: Estudio climático .....	53
7. Anejo 7: Cálculo de las necesidades hídricas .....	63
8. Anejo 8: Cálculo y dimensionamiento de la instalación de riego.....	75
9. Anejo 9: Cálculo y dimensionamiento de la instalación eléctrica .....	109
10. Anejo 10: Estudio de seguridad y salud en el trabajo.....	116
11. Anejo 11: Estudio de mercado.....	167
12. Anejo 12: Análisis económico y estudio de viabilidad .....	178
13. Anejo 13. Plan de gestión de residuos.....	186



## ANEJO 1

### **CULTIVO DEL HIGO PICO**

#### ÍNDICE

1.1 Ecología del cultivo.....	23
1.2 Densidad de plantación.....	23
1.3 Poda y triturado de restos de poda.....	24
1.3.1 Poda de formación.....	24
1.3.2 Poda de mantenimiento.....	25
1.3.3 Poda de verano.....	25
1.3.4 Restos de poda.....	25

### ***1.1 Ecología del cultivo***

El cultivo del higo pico posee un gran potencial y atractivo debido, en gran parte, a la escasa necesidad de recursos para su mantenimiento en comparación a otros cultivos. Su manifiesta adaptación a temperaturas extremas y su resistencia a la sequía hacen de este arbusto un ejemplar perfecto para ser cultivado en ambientes secos y de escasa pluviometría. Aunque esta especie puede sobrevivir en casi cualquier ambiente, no soporta bien el frío excesivo (por debajo de los  $-5^{\circ}\text{C}$ ) ya que puede resultar en el aborto de flores y en la parada vegetativa de la planta, siendo el rango de temperatura diurna/nocturna óptimo de  $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ . Variaciones por encima o por debajo de esta relación influirán en la absorción de  $\text{CO}_2$  de la planta afectando directamente al rendimiento de la misma, especialmente durante la emisión de flores y la producción de frutos (Nobel, 2002).

La pluviometría óptima para la tunera oscila entre los 400-600 mm/año, dependiendo del tipo de suelo con el que se trabaje (Le Houérou, 1992). Deben evitarse zonas donde se produzca habitualmente lluvia en forma de granizo ya que puede dañar la planta y sus frutos. Para maximizar el rendimiento del cultivo, será necesario la aplicación de riego suplementario, sobre todo en las fases críticas del desarrollo vegetativo, en la implantación del cultivo y fructífero.

Los suelos adecuados para este tipo de cultivo son variados, ya que a pesar de que el cultivo se desarrolla mejor en suelos arenosos/areno-limosos, se puede adaptar a suelos más pesados siempre y cuando estos drenen adecuadamente, debido a la sensibilidad a la falta de oxígeno del cultivo. La tunera prefiere suelos con pH neutros o ligeramente alcalinos, y tolera concentraciones de carbonato cálcico por encima del 40 %, mientras que se considera sensible a las altas concentraciones de NaCl y a suelos muy salinos en general ( $>2\text{dSm}^{-1}$ ).

### ***1.2 Densidad de plantación***

Las densidades de plantación utilizadas en cultivos a nivel mundial son muy variadas. Existen datos que oscilan desde 278 plantas/Ha a 1666 plantas/Ha. En el caso de cultivos con marcos de plantación más estrechos, se obtienen mejores rendimientos en los primeros años, pero existe el inconveniente de tener que realizar podas frecuentes para evitar el sombreado excesivo producido por la gran densidad de cladodios, e incluso, es

necesario la eliminación de algunas plantas para que las plantas adultas se desarrollen con el espacio suficiente. Además, las altas densidades de cladodios conllevan una proliferación más eficaz de las plagas, pudiendo mermar considerablemente la producción de higos picos. En marcos de plantación menos densos, esto último es más controlable, aunque los rendimientos suelen ser menores (por regla general).

En esta explotación se optará por un marco de plantación teórico de  $8m^2$ , es decir alrededor de 1250 plantas por hectárea.

### ***1.3 Poda y triturado de restos de poda.***

Para asegurar el máximo rendimiento del cultivo, este debe realizar una correcta asimilación de CO<sub>2</sub>. Para ello, la radiación solar juega un papel crucial, por lo que deben realizarse prácticas de poda regularmente que garanticen la máxima exposición al sol posible en los cladodios fértiles – de no ser así, los cladodios de un año, que son los que mayor potencial fértil poseen, desarrollarán menos masa seca por estar sombreados, y no producirán frutos.

Además, algo a tener en cuenta en el cultivo de la *Opuntia Ficus-Indica* es que se trata de un arbusto que tiende a un desarrollo vigoroso vegetativo que puede llegar a alcanzar alturas indeseadas para la recolección de frutos e incluso a entorpecer el paso de la maquinaria que transita por los pasillos. Como en muchos frutales, se debe intentar realizar las prácticas de poda durante la época de mayor parada vegetativa (cuando las temperaturas son más bajas): en invierno.

#### ***1.3.1 Poda de formación.***

La poda de formación es necesaria para formar la estructura del arbusto en su temprana edad. En este caso, será en forma de seto. Se hará de forma manual por encontrarse en etapas tempranas de desarrollo vegetativo y requerir de una poda más precisa: se podarán los cladodios de las zonas bajas de los arbustos por el punto de inserción, tratando de respetar un patrón piramidal invertido. De esta forma, se potenciará una estructura con mayor volumen en las zonas superiores y menor volumen en las inferiores.

La poda de formación comenzará a partir del año de establecimiento del cultivo y se respetarán de 4 a 7 ramas principales bien desarrolladas y espaciadas (dependiendo del vigor de las plantas) que partirán de cladodio madre o inicial (Potgieter, 2007).

### **1.3.2 Poda de mantenimiento.**

La poda de mantenimiento garantiza que se mantenga un equilibrio entre la parte fructífera de la planta y la parte vegetativa. Aunque ambas son importantes para el correcto desarrollo del cultivo, si se produce excesivo material vegetativo no se obtendrá el máximo rendimiento posible. Por esto, se recomienda podar el 40-50% de los cladodios terminales además de aquellos que se encuentren a menos de 0.5m del suelo y a más de 1.8m, ya que dificultarían la recolección de los frutos (Oelofse et al., 2006).

Considerando que la poda de mantenimiento se realizará en plantas más adultas, se propone llevarla a cabo en dos pases. El primer pase se puede llevar a cabo de forma mecanizada, para lo que será necesario la utilización de un tractor con un apero especializado que pade todos los cladodios por encima de 1.8m y elimine todos aquellos que se queden por debajo de los 0,5m – de esta manera, se mantendrá el sistema de conducción propuesto en forma de seto. Posteriormente, y para una poda más precisa, sería recomendable realizar un segundo pase a mano intentando desechar aquellas palas que queden cortadas a la mitad para cortarlas por el punto de unión y desechar algunos cladodios que se entrecrucen para así reducir la densidad de la copa.

### **1.3.3 Poda de verano.**

Debido a que la aparición de botones florales coincide también con la de los botones vegetativos, es importante retirar aquellos cladodios emergentes que puedan llegar a dañar los frutos si se encuentran a poca distancia. Los frutos dañados por las espinas de estos cladodios suponen una pérdida de calidad en el fruto, además de que su eliminación reduce la competitividad que este emergente crecimiento vegetativo puede tener por los nutrientes con el fruto.

### **1.3.4 Restos de poda.**

Los restos procedentes de las diferentes podas serán recogidos y colocados en un camión por los operarios para poder ser transportados a una explotación ganadera. El alto potencial forrajero de los cladodios de la *Opuntia Ficus-Indica* hacen de este “residuo” de la poda un alimento complementario en las dietas de algunos rumiantes. A pesar de tener poca fibra y proteína cruda, tiene alto contenido en agua, vitamina A y C, Ca-P, carbohidratos y mucílagos.

## ANEJO 2

### **BOTÁNICA Y FISIOLOGÍA DE LA OPUNTIA FICUS-INDICA.**

#### ÍNDICE

2.1 Fisiología de la especie.....	27
2.2 Botánica de la especie.....	28

## ***2.1 Fisiología de la especie.***

Las tuneras se caracterizan por tener un metabolismo del tipo CAM (Crassulacean Acid Metabolism). Gracias a esto, presentan una ventaja adaptativa frente a temperaturas extremas: el carbono se fija durante la noche, manteniendo sus estomas cerrados durante el día (momento donde suele darse una mayor pérdida de agua para las plantas). Las Opuntias acumulan el CO<sub>2</sub> resultante de la fotosíntesis y lo almacenan en forma de malato en las vacuolas de la clorénquima celular, reduciendo de esta forma la transpiración y, por ende, la pérdida de agua.

Cuando cae la noche, las estomas de la planta se abren y el CO<sub>2</sub> captado pasa al espacio intracelular de las células mesófilas y, posteriormente, al citoplasma. A continuación, la enzima fosfoenolpiruvato carboxilasa (PEPC) se combina con el CO<sub>2</sub> entrante y con el compuesto de 3 carbonos llamado fosfoenolpiruvato (PEP) (producido a partir de almidón) para producir oxalacetato (OAA). Con la utilización de nicotinamida adenina dinucleótida (NADH) el oxalacetato se convierte en la enzima Malato deshidrogenasa (NADP<sup>+</sup>). Una vez ocurre esto, en vez pasar al ciclo de Kelvin, este malato es transportado hacia la vacuola para ser almacenado y utilizado posteriormente. Este transporte solo puede ocurrir a temperaturas bajas.

La baja concentración de malato en el citoplasma de la célula hace que el compuesto PEPC-quinasa deje de estar inhibido y transfiera un grupo fosfato a la enzima PEPC haciendo más eficiente la catalización de la formación de oxalacetato (OAA).

Aunque el PEPC se está produciendo constantemente, se inhibe durante el día debido a la desfosforilación producida gracias a la PEP fosfatasa y la unión de malato. Una vez el malato es transportado dentro de la vacuola, se convierte en ácido málico, una forma no iónica del malato, para que sea posible su almacenamiento. Durante la noche, las vacuolas se llenan de ácido málico llegando a ocupar más del 90% de las células de la clorénquima.

Una vez se hace el día, los estomas se cierran y el ácido málico se transporta desde la vacuola hasta el estroma del cloroplasto donde es descarboxilado. El CO<sub>2</sub> es liberado en el citosol y se fija en el cloroplasto por la ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa (Rubisco), para la posterior síntesis de glucanos, entre los que se encuentra el almidón.

## **2.1 Botánica de la especie.**

La especie arbustiva *Opuntia Ficus-Indica* perteneciente a la familia *Cactaceae* posee un gran sistema radicular adaptado para sobrevivir en ambientes áridos y de escasa disponibilidad de agua. La distribución de las raíces es muy dependiente de las condiciones del suelo en el que se desarrolle. De encontrarse en un suelo en el que exista buena aireación y disponibilidad de agua, la planta tenderá a formar una raíz pivotante que puede llegar a alcanzar unos 30cm de profundidad. De encontrarse en una situación más desfavorable, crecerán raíces a partir de la pivotante para poder absorber agua a mayor profundidad, aunque la mayoría de ellas se encontrarán también a unos 30 cm de profundidad, pudiendo extenderse horizontalmente hasta los 8 metros (Inglese et al., 2018).

Las raíces de *Opuntia* cuentan con un esqueleto principal recubierto de tejido peridérmico que alcanza hasta 30cm de grosor. A partir de las raíces principales, nacen otras laterales cuya función es la rápida absorción del agua disponible. Estas raíces absorbentes nacen de yemas latentes posicionadas en el córtex de raíces de mayor edad y tienen un crecimiento sorprendentemente rápido y efímero que se activa a las pocas horas de la aparición de humedad en el suelo y muere con su desaparición.

Existen también raíces adventicias nacidas de haces de raíces más anchas, desarrollándose en su base apéndices en forma de brácteas y pudiendo ser de tipo carnoso y con muchos pelos radicales, o largas y delgadas.

Otras raíces dignas de mención son aquellas que se desarrollan a partir de las areolas. Cuando las areolas entran en contacto con el suelo emiten raíces que poseen un crecimiento muy veloz, y se cubren de pelos radicales. Cuando terminan de desarrollarse, estos pelos radicales desaparecen y las raíces se vuelven más gruesas, con caliptra y células epidérmicas formando apéndices bracteados.

Esta cactácea posee un tallo principal lignificado que permite a la planta alcanzar alturas de 1.5m a 3m. El tallo puede tener color marrón, verde o gris con forma cilíndrica y tratándose de un *Opuntia* adulta puede oscilar entre los 20cm y los 40cm de grosor. Los cladodios cuentan con diferentes formas y pueden ser elípticos obovados, ovados, circulares, oblongos y rómbicos. Su tamaño varía dependiendo de la edad de la planta. Siendo adulta (a partir de los 2-3 años de edad), los cladodios oscilan entre una longitud de 25cm-65cm, 15cm-30cm de ancho y 1cm-3cm de grosor (Reyes-Agüero et al., 2005).

Las areolas son yemas axilares especializadas que dan origen a espinas, gloquidias, tricomas, flores y raíces. Estas zonas meristemáticas de distribución helicoidal

se desarrollan en la base de los podarios cuando los cladodios son jóvenes. El podario se trata de un tejido verde, y efímero, ya que se marchita en cuanto el cladodio se desarrolla. Una vez las areolas se forman en la parte baja de la base de este meristemo, se desarrollan 1 o 2 espinas centrales y otra lateral, siendo las centrales más longevas y presentando gloquidias cuando crecen.

Además, en cladodios desarrollados, se pueden apreciar entre 40 y 80 areolas por cada 100cm<sup>2</sup>, con formas elípticas, obovadas, ovadas y rómbicas y con una longitud de 2-8mm de longitud y 2-5mm de grosor. Los cladodios adultos suelen deshacerse de las espinas cuando incrementa la temperatura, aunque existen ocasiones aureolas en la base del cladodio con una espina acicular y de color blanco y de entre 3-10mm. Las espinas suelen contener una superficie rugosa mientras que las gloquidias son lisas. Las gloquidias son duras, punzantes y organizan en grupos de 7-12 situadas en las cavidades de las areolas, donde también se desarrolla una capa de felógeno.

Al igual que las espinas y las gloquidias, las yemas florales (o areolas en este caso) se desarrollan en una etapa temprana. Las areolas parten de la axila del primordio de la hoja como una masa de células hasta transformarse en un meristemo apical. Después de un tiempo variable el meristemo entra en dormancia hasta que se activa de nuevo brotando en una rama con hojas y areolas o bien en un brote altamente modificado, o también conocido como flor.

Las flores aparecen mayormente en cladodios de 1 año de edad y el crecimiento vegetativo de nuevos cladodios se da generalmente en los de 2 años de edad. Se pueden llegar a desarrollar 20 meristemas o más por cladodio, aunque solo se podrá desarrollar un crecimiento en él, ya sea de yema vegetativa o de flor. Las flores son actinomorfas y hermafroditas. La diferenciación de las yemas suele ocurrir entre 50-60 días después de la activación del meristemo.

En el perianto, los sépalos son de forma oblonga y se encuentran unidos en la base, siendo más pequeños en tamaño que los pétalos, que suelen ser de color amarillo o rosa. Las flores amarillas, naranjas o rosadas contienen muchos estambres unidos en su base y reclinados hacia el pistilo de forma centrífuga, con filamentos blancos o amarillos.

Se desarrollan antes los estambres (protandria), suceso que explica la naturaleza autogámica de la especie. El estilo es de color blanco, o rosado con forma cilíndrica y el estigma suele ser verde o amarillo con 5-12 lóbulos.

El fruto se trata de una baya carnosa simple proveniente de un ovario ínfero. Suele tener forma de turbina, aunque también puede ser cilíndrico, encontrándose colores como



el amarillo, el rojo purpureo, el amarillo verdoso e incluso el amarillo rojizo. El peso varía mucho dependiendo de la variedad estudiada, pero puede oscilar entre los 45-250g. Está formado por numerosos tricomas y su tamaño viene determinado por el número de óvulos fecundados y el número de semillas abortadas (que suele ser variable dependiendo de la variedad).

## ANEJO 3

### **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

#### ÍNDICE

3.1 Hongos .....	32
3.2 Bacterias.....	33
3.3 Insectos.....	34
3.3.1 Hemípteros.....	34
3.3.2 Coleópteros.....	36
3.3.3 Lepidópteros.....	38
3.3.4 Dípteros.....	39

A continuación, se citan algunas plagas y enfermedades más importantes a nivel mundial:

### **3.1 Hongos.**

#### ***BOTRYODIPLODIA THEOBROMAE (PAT.).***

Este hongo cuenta con un gran número de hospederos diferentes entre los que se encuentra incluso el ser humano. Ataca tanto a los frutos como a los cladodios, causándoles pudrición. Se manifiesta con manchas de 15-40mm de diámetro de color negro y con exudaciones gomosas en su exterior.

#### ***PSEUDOCERCOSPORA OPUNTIAE AYALA-ESCOBAR, BRAUN & CROU***

Este patógeno tiene como hospedero principal al género Opuntia en su totalidad y ataca a los cladodios, generando en ellos manchas circulares de 3-4cm que empiezan manifestándose de color marrón hasta que se tornan negras, de ahí el nombre común de la enfermedad “mancha negra”.

#### ***ALTERNARIA SPP.***

Este género de hongos se caracteriza por ser altamente polífago. Los primeros síntomas suelen ser manchas cloróticas alrededor de las espinas, por donde habitualmente penetra el hongo.

Existen varias especies de Alternaria que atacan al género Opuntia, a resaltar la *Alternaria alternata*, que genera manchas amarillas con dorado en sus bordes en frutos y cladodios, y daños en la postcosecha de los frutos, ocasionando en ellos pudriciones secas en la cascara de color negro (Granata y Sidoti, 1997).

#### ***PUCCINIA OPUNTIAE (MAGNUS) ARTHUR & HOLW***

Comúnmente conocida como “roya”, este hongo produce unas manchas color amarillo-naranja tanto en cladodios como en frutos, y cuando se seca produce pequeñas hendiduras en el tejido afectado. Se recomienda eliminar los cladodios infectados y enterrarlos para que no prolifere el patógeno.

#### ***PHYTOPHTHORA NICOTIANAE BREDI DE HAAN***

Se caracteriza por atacar la base de la planta, causando la pudrición del tallo. La base de la planta suele tornarse de un color café con secreciones y exudados gomosos hasta que detiene el crecimiento de esta, alcanzando el colapso. Suele producirse en suelos

de cultivo arcillosos que acumulan más agua y hacen posible la proliferación del hongo (Granada y Sidoti, 2002).

#### ***PYTHIUM APHANIDERMATUM EDSON (FITZP.)***

Este hongo ataca a infinidad de especies vegetales. Su manifestación en plantas de Opuntia se caracteriza por pequeñas manchas de color café cerca del suelo, hasta que se expande a los cladodios y, finalmente, hace que la planta colapse. Se asocia a medios de cultivo altamente húmedos y poco drenados.

#### ***FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. OPUNTIARUM (PETTINARI) W.L. GORD***

Los daños por fusarium denotan pudriciones en las raíces con coloración roja, además de afectar significativamente al desarrollo vegetativo de la planta, resultando en plantas enanas e incluso produciendo que marchiten. Para evitarlo, se recomienda facilitar el drenaje y evitar la compactación del suelo.

#### ***BOTRYTIS CINEREA***

También conocido como “moho gris”, infecta el fruto cuando se producen cortes durante la cosecha. Los síntomas en el fruto se caracterizan por tornar los tejidos más blandos y de color gris, hasta que se deterioran totalmente. Una forma de evitar la propagación de esta enfermedad es mediante el control de los daños producidos durante la cosecha.

#### ***PENICILLIUM SPP***

Existen diversas especies de este género que atacan a los frutos de Opuntia Ficus-Indica, por lo que es recomendable reducir los daños al fruto durante la recolección y el manejo postcosecha para reducir la incidencia del mismo. De lo contrario, aparecerán tejidos de color café y el fruto se volverá blanco, proliferando así masas de esporas en la superficie de la cáscara y donde se hayan producido las lesiones.

### ***3.2 Bacterias.***

#### ***ERWINIA CAROTOVORA SUBSP. CAROTOVORA***

Los síntomas suelen aparecer durante la primavera en cladodios y en frutos, y consisten en manchas húmedas de color café, con la zona más externa seca y con presencia de grietas. El control más eficaz es la observación y vigilancia del material vegetal de propagación adquirido, para evitar el establecimiento de la enfermedad

bacteriana en el cultivo. Además, se recomienda la aplicación de fungicidas con cobre para prevenir este tipo de patógenos

### ***3.3 Insectos.***

Existen numerosas especies de insectos que pueden alimentarse de la tunera, de los cuales, la mayoría lo hacen internamente (Zimmermann y Granata, 2002). Además de utilizar la planta para hospedar a su progenie, como es el caso de algunas chinches, lepidópteros y dípteros, los depredadores de esta especie atacan su raíz, tallos, cladodios y frutos, siendo de mayor riesgo aquellos que atacan al fruto.

Las plagas de insectos que más destacan son:

#### ***3.3.1 Hemípteros.***

##### ***DACTYLOPIUS OPUNTIAE***

También conocida como “cochinilla” o “cochinilla del carmín”, podría considerarse la plaga más importante a nivel insular e incluso mundial de la *Opuntia Ficus-Indica* debido a su gran incidencia en cultivos destinados tanto para producción de forraje como a la de fruta.

La hembra cuenta con un ciclo de vida compuesto por 4 etapas (huevo, ninfa de primer estadio, ninfa de segundo estadio y adulto). El huevo de esta especie es de color rojo brillante y su incubación se realiza dentro de la hembra adulta. Las ninfas de primer estadio de color rojizo emergen y tienen la característica de ser muy móviles – esta movilidad se va perdiendo a medida que avanza su desarrollo. Poco después de emerger, se van tornando de color blanco debido a las sustancias cerosas y filamentos céreos que van recubriendo su cuerpo.

Al cabo de aproximadamente 18 días, tras la primera muda, estas pasan al segundo estadio ninfal, el color de la ninfa oscurece, su tamaño crece paulatinamente y estas pierden su movilidad fijando su estilete de alimentación en el cladodio. Aproximadamente después de 20 días, termina el ciclo de la ninfa de segundo estadio se aprecia el marcado dimorfismo de la especie.

Los machos cuentan con 6 etapas en su ciclo de vida: huevo, ninfa de primer estadio, ninfa de segundo estadio, prepupa, pupa, adulto. Atendiendo a la bibliografía consultada, estos dos estadios adicionales a los de la hembra sugieren que los machos son de metamorfosis completa, mientras que las hembras cuentan con una metamorfosis

incompleta. Los machos al final del ciclo de la ninfa de segundo estadio se diferencian de las hembras por sus cuerpos alargados y recubiertos de filamentos cerosos, tejiendo un capullo cilíndrico. Es dentro del mismo donde se realizarán las mudas del macho.

En la fase de prepupa, el macho desarrolla la cabeza, patas y primordios alares. Durante la fase de pupa, este desarrolla las patas, antenas y el órgano copulador. Finalmente, emerge del capullo el macho alado dispuesto a fecundar a las hembras. El estadio de macho adulto es de vida efímera, ya que se reduce a 3-4 días.

En lo que respecta a la hembra, después del desarrollo del segundo estadio ninfal, ésta alcanza el estadio de adultez. La hembra adulta desarrolla una zona abdominal marcada y su cuerpo se recubre de masa de tejido algodonoso y más filamentos cerosos. Debajo de esta armadura natural ponen sus huevos, llegando a ovopositar más de 100 huevos. El estadio de adultez en la hembra puede durar de 35 a 40 días.

La dispersión de esta especie se ve favorecida por el viento, mientras que la lluvia la dificulta. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la cochinilla se encuentran entre los 25-29°C de temperatura y 50-80% de humedad.

Este insecto ataca solamente al género opuntia, por lo que se trata de un parásito fitófago obligado. Se fija a los cladodios succionando la savia de su interior hasta crear manchas de necrosis o incluso causando la muerte de los mismos. Cuando las poblaciones de cochinilla son muy altas puede ocasionar la muerte de planta entera, ya que imposibilita que estas realicen la fotosíntesis para sobrevivir.

El control de esta plaga se dificulta debido a la capa cerosa que protege a sus individuos, por lo que se aconseja la aplicación de prácticas culturales que minimicen el impacto del ataque de este insecto. Es de vital importancia para el cultivo estar siempre alerta a la aparición temprana de individuos, para así poder eliminarlos amputando el cladodio afectado o aplicando agua a presión con jabón potásico en la zona afectada. La realización de podas frecuentes en el cultivo evitara en cierta medida la rápida propagación de este cóccido, eliminando de esta forma posibles concentraciones poblacionales. Para evitar la reinfestación, será necesario triturar los cladodios afectados y enterrarlos en la medida de lo posible.

Otra opción viable es el control biológico mediante el uso de depredadores naturales que minimicen el crecimiento poblacional del *Dactylopius opuntiae*, como por ejemplo el *Cryptolaemus montrouzieri*, otra especie de cochinilla presente en la Islas Canarias según el banco de Datos de Biodiversidad Canario.

### 3.3.2 *Coleópteros.*

#### **FAMILIA CURCULIONIDAE, “PICUDOS”**

##### ***GERSTACKERIA SPP***

Los picudos de este género se encuentran ampliamente distribuidos en Centro América y Norte América. Son característicos porque se conoce que todos los individuos del género se alimentan de los cactus de *Opuntia*.

Su tamaño oscila entre los 5-6mm y son de color café oscuro con escamas blancas. No poseen forma alada y son sólo activos durante la noche. Tienen mayor incidencia entre marzo y septiembre, contando los adultos con una longevidad de 4-5 meses. El daño ocasionado por estos insectos es causado principalmente por las larvas que se alimentan de los cladodios jóvenes, donde también ocurre la oviposición.

##### ***METAMASIUS SPINOLAE***

También conocido como el picudo del nopal, se trata de uno de los picudos con mayor riesgo, debido a que en su estado larvario puede producir daños irremediables en la planta, pudiendo incluso derribar plantas enteras cuando se alimentan del tallo, aunque también puede alimentarse de cladodios más viejos.

Poseen un tamaño de unos 22-25cm de largo y son de color negro con manchas anaranjadas en sus élitros. Estos picudos no vuelan y están presentes prácticamente todo el año, especialmente durante la época de lluvia. Su vida de adultos puede alcanzar el año de vida.

Las larvas realizan túneles o galerías en el interior de los cladodios hacia la base de la planta, se observan los orificios de entrada tapados con acumulaciones gomosas sólidas localizadas en las uniones de las pencas del tallo. La pupa se localiza en la base de las plantas y presenta un cocón con apariencia momificada. El nopal produce una goma (mucilaginosa) que se endurece al contacto con el aire, se observa de otoño primavera.

##### ***CYLINDROCOPTURUS BIRADIATUS***

El “picudo de las espinas” es un coleóptero de color negro oscuro con una mancha en el dorso en forma de cruz. Durante el estado larvario, este insecto posee un color blanquecino turbio. El tamaño del adulto varía entre 3-3.5 mm de longitud y su esperanza de vida o varía de 4-5 meses.

Son especialmente dañinos durante su estado larvario, ya que se introducen en la areola dejando una marca de color amarillenta y realizando una secreción de tipo gomosa. Posteriormente, cuando se completa el ciclo biológico del insecto, la areola termina completamente seca y se desprende del cladodio, provocando el correcto desarrollo del mismo. Los adultos inciden menor daño, en forma de agujeros los cladodios.

Los huevos se depositan en la base de las areolas, rodeados de una secreción que produce la hembra que se seca rápidamente creando una barrera protectora alrededor de la progenie.

### ***FAMILIA CERAMBYCIDAE***

Dentro de esta familia, destaca el género *Moneilema* debido a que sus individuos se alimentan en su mayoría de especies de *Opuntia*. A destacar, la *moneilema variolaris*.

### ***MONEILEMA VARIOLARIS***

Como se suele dar en el caso de casi todos los coleópteros que atacan a esta especie, son las larvas las que mayor daño inciden en las plantas de *Opuntia*. Este insecto, de una longitud máxima de 15-25mm y con antenas de gran longitud, es de color negro brillante y, en ocasiones, con manchas blancas en los élitros. La larva es de color blanca con la cabeza de color negra y posee una longitud máxima entre 15-35mm.

Son insectos que se encuentran activos durante la noche y que pueden llegar a vivir varios meses. Los huevos son depositados de forma solitaria y en zonas de la planta donde existen grietas, pegados al tallo e incluso debajo de la tierra (Mann, 1969). Aunque suelen proliferar en primavera, puede realizarse una segunda generación en otoño, aunque de menos individuos.

Las larvas atacan sobre todo las uniones de mayor edad del nopal, dejando tras de sí galerías repletas de exudaciones de color negro. Se suelen mover bastante a lo largo de toda la planta en dirección hacia abajo, hasta la base del tallo, pudiendo provocar incluso el colapso de la planta.

Los adultos se alimentan de la superficie de la planta, masticando los bordes de cladodios recién formados y, en ocasiones, de frutos. Por ello, esta etapa de la especie es objetivo de control, ya que son más fáciles de localizar y controlar que las larvas.



### **3.3.3 *Lepidópteros.***

#### ***FAMILIA PYRALIDAE***

Las polillas de la familia *Pyralidae* son las mayores causantes de daños en el género *Opuntia*. Las especies que más destacan son:

#### ***METAPLEURA POTOSI***

En su estado de larva, posee un color anaranjado intenso, con líneas transversales negras. Al igual que sus parientes, durante su estado larvario es cuando más dañinas son para los opuntias, creando túneles por dentro de los cladodios y frutos, pudiendo hacer que colapsen algunos cladodios. Además, este lepidóptero cuenta con la habilidad de poder introducirse dentro del fruto sin dejar síntomas exteriores apreciables, por lo que puede suponer un gran problema si no se lleva un control riguroso de su presencia.

#### ***MEGASTES CYCLADES***

Esta especie produce una generación por año, siendo la hembra capaz de depositar más de 90 huevos en la superficie de los cladodios. Sus larvas de color blanco pueden llegar a producir grandes daños en el interior de los cladodios. Las polillas adultas se diferencian de sus parientes cercanos gracias al color anaranjado que rodea las alas con color pardo.

#### ***CACTOBLASTIS CACTORUM***

Esta especie deposita sus huevos uno encima de otro, desarrollando una forma de palo, pudiendo poner hasta 150 huevecillos. Sus larvas características por su color intenso y sus manchas negras, atacan al género *Opuntia* con bastante eficacia y agresividad, pudiendo producir la muerte en plantas de mediano y pequeño tamaño en cuestión de una estación. El acelerado ritmo de reproducción de esta especie le permite producir hasta 3 generaciones por año, por lo que se trata de una especie muy dañina que debe ser vigilada para restringir su propagación.

#### ***OLYCELLA NEPHELEPASA***

El gusano cebra se caracteriza porque sus larvas son de color negro con rayas blancas, produciendo grandes daños en cladodios jóvenes y adultos. Cuando estos se insertan en las palas, el cladodio excreta una secreción gomosa de color blanco-amarillo-verdoso, que compone sus heces y grumos verdes del nopal.

### **3.3.4 Dípteros.**

#### **CERATITIS CAPITATA**

La mosca de la fruta se trata de otra plaga de gran importancia en las islas Canarias. Estos dípteros ovopositan dentro de los frutos provocando pequeñas perforaciones y permitiendo la entrada de fitopatógenos responsables de la pudrición de los mismos.

Aproximadamente a los dos días los huevos de color blanquecino-amarillento eclosionan y las moscas que se encuentran en estado larvario penetran en la parte profunda del fruto, agujereando poco a poco y masticando y chupando la pulpa con sus mandíbulas. La etapa larvaria de este insecto dura entre once y trece días en condiciones favorables, es decir entre 16-32 grados y una humedad relativa entre 75-85% de humedad.;

Cuando llega el final del estado larvario, se deja caer al suelo, para después arquearse y saltar hasta enterrarse a poca profundidad y transformarse en pupa. Si la climatología es favorable este estado dura alrededor de los 10-12 días, aunque esta duración depende en gran medida del clima. Posteriormente, la mosca adulta emerge de la pupa y puede vivir entre 1 y 6 meses pudiendo producir hasta 8 generaciones anuales. Ambos sexos presentan color amarillo, blanco y negro. Poseen ojos verdes y tórax gris con manchas negras. Las hembras se diferencian de los machos porque son más grandes su abdomen posee una forma cónica.

Su control radica en el trapeo masivo. Este trapeo puede consistir en la colocación de trampas de plástico donde se coloquen cebos compuesto de una sustancia alimenticia y un insecticida. Un ejemplo ampliamente extendido es el caldo de fosfato diamónico diluido en agua, utilizando un insecticida como el Spinosad.

## ANEJO 4

### **ESTUDIO DE LA POST-COSECHA Y EMPAQUETADO**

#### ÍNDICE

4.1 Recolección.....	41
4.2 Preparación y empaquetado.....	42
4.3 Estudio postcosecha.....	43

#### **4.1 Recolección.**

La época de recolección de los frutos dependerá, en gran medida, de la variedad utilizada. Según la legislación vigente, no está permitido importar cladodios del extranjero, ya que la *Opuntia ficus-indica* está integrada dentro del Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, lo que genera la necesidad de utilizar cladodios ya existentes en la isla.

Distintos agricultores locales señalan la gran calidad de la variedad conocida localmente como “Moscatel”, con fruto de color blanco-amarillo y peso de entre 150-230 gramos. La época de recolección de ésta oscila entre los meses de agosto y noviembre, (fechas que variarán según las condiciones climáticas de cada año).

Una manera adecuada de saber el mejor momento de cosecha es esperar a la abscisión de las gloquidias o el cambio de color de los frutos.

Se aconseja recolectar los frutos en tandas o lotes. Dichos lotes deberán de calcularse en función de la capacidad de compra del distribuidor, de esta forma se puede asegurar que la fruta recolectada pueda ser almacenada antes de que se produzca su senescencia. Además, se debe tener en cuenta que la recogida de los frutos por parte del distribuidor debe ser lo más rápida posible ya que, en cámara de refrigeración, a partir de las 3 semanas el fruto pierde su atractivo comercial.

Debido a que la *Opuntia Ficus-Indica* es una especie con abundantes espinas y gloquidias, siempre es recomendable utilizar protección a la hora de recolectar los frutos, ya que pueden dañar la piel y los ojos del recolector. Además, es aconsejable llevar a cabo la cosecha durante la mañana, cuando el nivel de humedad es suficiente para que no se suspendan las gloquidias en el aire y puedan causar daños a los trabajadores. Debe hacerse a mano con ayuda de cuchillos para separar los frutos de los cladodios, de forma que el corte realizado sea lo más limpio posible evitando la entrada de patógenos. Se aconseja cortar el fruto con una pequeña fracción del cladodio para evitar daños en la fruta.

Una vez realizada la separación, cada recolector debe colocar la fruta en cestas individuales con sumo cuidado, ya que, de no ser así, podría dañarse y padecer de enfermedades, perdiendo así su valor comercial. Posteriormente, a medida que se vayan llenando las cestas individuales, los operarios deben colocarlas en un apero enganchado a un pequeño tractor que vaya moviéndose junto a ellos por las calles de la plantación. Se estima un rendimiento mínimo por hectárea de 10 toneladas a partir del tercer año desde la plantación. Posteriormente se estima que el rendimiento aumentará hasta llegar a 25 toneladas por hectárea a partir del séptimo año.

La época de recolección depende en gran medida de la climatología del año, aunque suele producirse de agosto hasta octubre.

Una técnica muy utilizada es la denominada “scozzlatura” que consiste en la remoción del primer flujo de flores para conseguir una segunda cosecha fuera de temporada. Esto permite que el agricultor comercialice los frutos a un precio más alto, aunque el rendimiento se ve afectado considerablemente. Se aconseja estudiar la posibilidad de llevarla a la práctica en un futuro, ya que puede llegar a ser beneficioso a largo plazo.

#### ***4.2 Preparación y empaquetado.***

Una vez realizada la cosecha, han de transportarse los frutos al almacén donde se procederá a su preparación y empaquetamiento para su posterior transporte y comercialización. El almacén debe contar con un mínimo de los siguientes elementos:

##### **Máquina desespinaadora:**

- Tolva o zona de recibo: Parte de la cadena de producción donde se descargarán los frutos para que proceda el cepillado. La tolva estará conectada al túnel de cepillado por una cinta que facilitará el avance de los frutos.
- Túnel de cepillado: Debido a que la mayoría de frutos tendrán aún gloquidias adheridas al exocarpo, será necesario un túnel equipado con rodillos que giren mientras avanza la cinta. Cada rodillo debe girar en dirección opuesta al que tiene adyacente. De esta forma, a medida que avancen los frutos, los rodillos se ocuparán de separar las gloquidias de los higos picos.
- Zona de clasificación: Tras pasar por el túnel de cepillado, las frutas libres de gloquidias y posibles espinas deben ser empujadas por la cinta hasta una zona amplia donde los operarios las separen en diferentes calibres y desechen aquellas que se hayan dañado o que no posean valor comercial. Además, colocarán los frutos en cajas de 0.60x0.40x0.10m con separadores para su posterior almacenamiento y recogida.

##### **Almacenamiento:**

Debido a que en el presente proyecto se estima que la producción será comercializada por un distribuidor que se encargue de comprar la producción de la explotación no se contempla adquirir cámara de refrigeración ya que el distribuidor se encargará del proceso de almacenamiento en cámara para la exportación. Se estima que

este recoja mercancía en la finca 2-3 veces por semana para recoger las cajas listas para su transporte.

#### ***4.3 Estudio postcosecha.***

Tratándose de un fruto no climatérico, el higo pico no contiene almidón, por lo que el mantenimiento de los azúcares totales solubles y de los ácidos orgánicos dependerá en gran medida de la variedad utilizada y del tipo de almacenamiento que se le preste. Siendo un fruto tropical, el daño por frío puede llegar a ser un gran problema en la postcosecha, por lo que se recomienda su comercialización lo antes posible.

Según la bibliografía consultada existe gran diferencia entre la resistencia de cada variedad de *Opuntia Ficus-Indica* al manejo postcosecha (López Castañeda et al., 2010). En este caso, se ha seleccionado esta especie debido a que, según agricultores locales, la variedad “Moscatel” se caracteriza por tener buena resistencia al manejo postcosecha y muy buenas propiedades organolépticas, entre otras cualidades.

Se estima que el fruto puede aguantar un máximo de 3 semanas hasta su comercialización, teniendo en cuenta 2 semanas en cámara de refrigeración y 1 semana/semana y media para su comercialización.

ANEJO 5

**ESTUDIO DEL SUELO Y DEL AGUA**

ÍNDICE

5.1 Estado del suelo.....	45
5.2 Estado del agua .....	49

### 5.1 Estado del suelo.

De todas las muestras recogidas, se realizaron dos analíticas de suelo. De las 14 terrazas de cultivo, se recogieron muestras de 4 terrazas diferentes. El método de extracción de tierra seguido fue el que indica la página de agricultura y desarrollo rural del cabildo de Tenerife. Los valores recomendados utilizados en la interpretación han sido obtenidos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA, o más conocida como FAO. Los resultados se muestran a continuación:

**Imagen 1.** Resultados de analíticas de suelo **Fuente:** Canarias Explosivos.

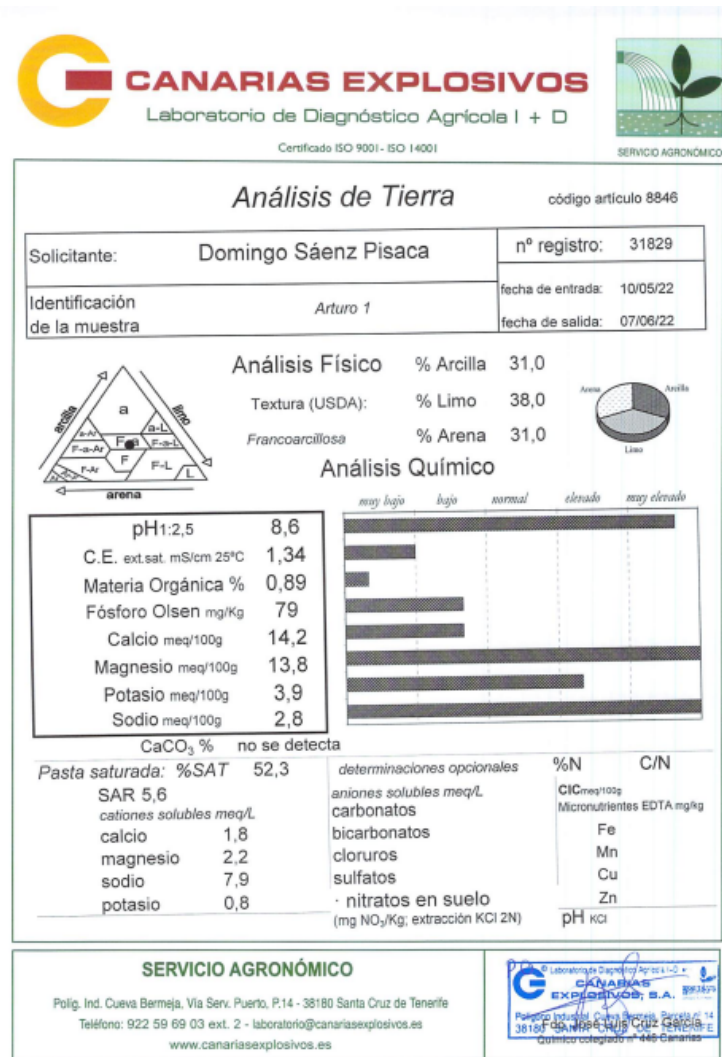
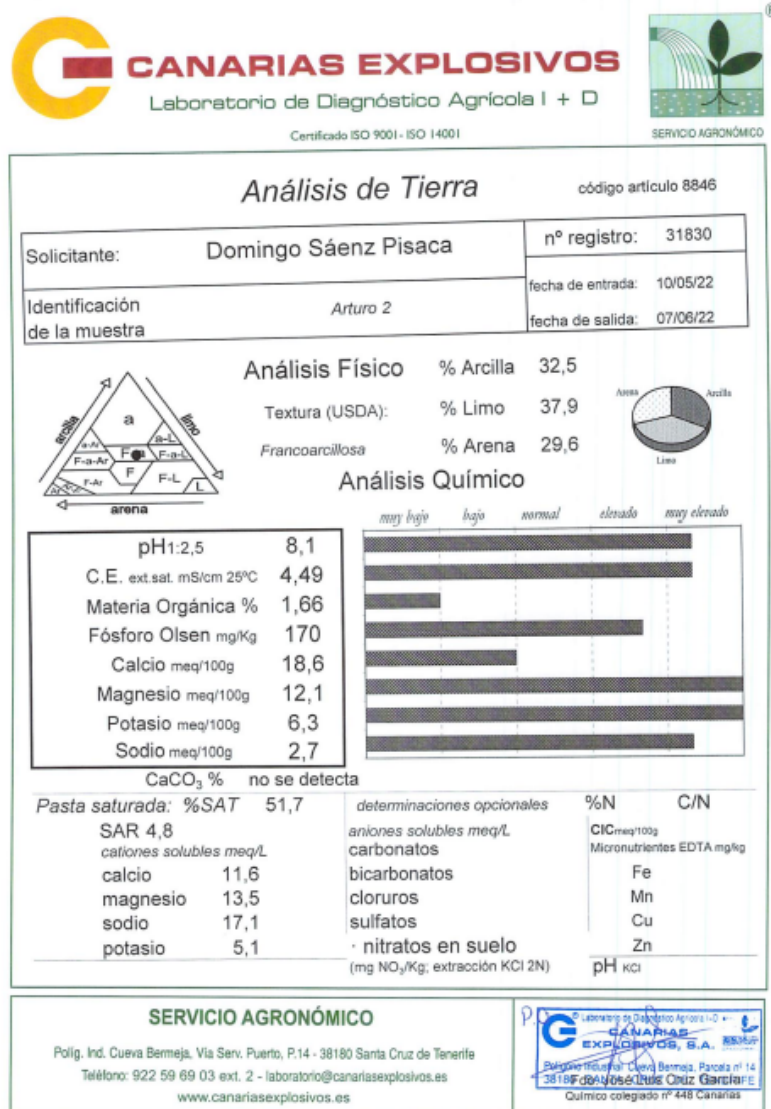




Imagen 2. Resultados de analíticas de suelo Fuente: Canarias explosivos



**Tabla 1.** Normas Provisionales. **Fuente:** FAO

Suelo (parámetro)	Norma	Cladodio terminal	Norma (%DM)
pH (agua)	6.5-7.5	N	<sup>b</sup>
P (mg kg <sup>-1</sup> )	20-30	P	0.1-0.3
K (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	80-100	K	1.5-4.0
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	> 400	Ca	2.0-4.5
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	100-150	Mg	1.0-1.5
Na (mg kg <sup>-1</sup> )	< 200	Na	0.02-0.03
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	30-70		
Ca/N	4.0		
K/N	3.4		
N/P	4.5		
Ca/Mg	3.0		

<sup>a</sup> donde (Ca+Mg)/K>8

<sup>b</sup> plantas jóvenes (0-2 años); 0.6-0.8%; plantas maduras (≥3 años); 0.9-1.3%.

Los valores de pH que presentan las analíticas de suelo son superiores a los recomendados, considerándose este un suelo básico, mientras que el suelo de preferencia debería ser neutro.

En la analítica 1, el valor se encuentra dentro de parámetros óptimos para el cultivo, es decir por debajo de 2ds/m. En cambio, la segunda analítica muestra más del doble de este valor.

El porcentaje de materia orgánica en ambas analíticas muestra un suelo pobre, que para el caso del cultivo en cuestión estaría dentro de parámetros aceptables.

La concentración de fósforo en ambas analíticas es superior a la recomendada, especialmente en la analítica 2. Como mucho, este valor debería estar a 30 mg/Kg.

La concentración de calcio se encuentra por encima del valor mínimo recomendado, considerándose así dentro de los parámetros óptimos.

Los sugeridos por la FAO indican un parámetro que se encuentre entre 0.823-1.234 meq/100g de Mg<sup>2+</sup>, mientras que en la analítica denota valores muy superiores.

El potasio se encuentra muy por encima de los valores recomendados, siendo el máximo sugerido de 0.256 meq/100g de K<sup>+</sup> y las analíticas muestran un valor mínimo de 3.9 meq/100g de K<sup>+</sup>.

La cantidad de sodio que muestran ambas analíticas es semejante y se encuentra por encima de los valores sugeridos. Esta debe de estar por debajo de 0.87 meq/100g de Na<sup>+</sup>.

**Imagen 2.** Resultados de las analíticas de agua.

Código	Determinaciones	Metodología Empleada	Otras Unidades			Resultado	Unidades	Interpretación USO PARA RIEGO		
<b>Aguas. Inorgánicos. Aniones</b>										
			ppm	g/L	meq/L			Tolerancia	Riesgo	Alto Riesgo
000353	Cloruros	Turbidimetrica con Nitrato de Plata PNT-AFG-007	277,24	0,28	7,82	7,82	mmol/L			
000370	Fosfatos (Ortofosfatos)	Absorción Cloruros-Yodo PNT-AFG-006	0,57	0,00	0,01	< 0,01	mmol/L			
000379	Nitratos	Absorción Cloruros-Yodo PNT-AFG-010	57,04	0,06	0,92	0,92	mmol/L			
000414	Sulfatos	Absorción Cloruros-Yodo (Sulfato de Bario) PNT-AFG-024	83,76	0,08	1,80	0,90	mmol/L			
<b>Aguas. Inorgánicos. Cationes</b>										
			ppm	g/L	meq/L					
000410	Sodio	FAAS con Acido Borico PNT-AFG-012	92,23	0,09	4,01	4,01	mmol/L			
000344	Calcio	FAAS con Acido Borico PNT-AFG-010	24,85	0,02	1,24	0,62	mmol/L			
000386	Potasio	FAAS con Acido Borico PNT-AFG-011	11,34	0,01	0,29	0,29	mmol/L			
000373	Magnesio	FAAS con Acido Borico PNT-AFG-010	24,31	0,02	2,00	1,00	mmol/L			
<b>Aguas. Inorgánicos. Otros</b>										
			ppm	g/L	meq/L					
000339	Bicarbonatos	Titulacion acido-base PNT-AFG-001	183,00	0,18	3,00	3,00	mmol/L			
000340	Boro	Absorción Cloruros-Yodo PNT-AFG-003				0,83	mg/L			
000348	Carbonatos	Titulacion acido-base PNT-AFG-001	0,00	0,00	0,00	0,00	mmol/L			
000359	Conductividad Eléctrica a 25°C	Electrometrica PNT-AFG-004				1,10	mS/cm			
000361	Nitrógeno Amoniacal	Absorción Cloruros-Yodo PNT-AFG-002				0,09	mg/L			
000404	Sales Totales Disueltas	Electrometrica PNT-AFG-007				0,73	g/L			
000360	pH	Potenciometrica PNT-AFG-003				6,93	U. pH.			
<b>Aguas. Inorgánicos. Metales</b>										
000354	Cobre	FAAS PNT-AFG-011				< 0,04	mg/L			
000374	Manganeso	FAAS PNT-AFG-011				< 0,03	mg/L			
000421	Zinc	FAAS PNT-AFG-011				< 0,01	mg/L			
000372	Hierro	FAAS PNT-AFG-011				< 0,06	mg/L			
<b>Aguas. Riego. Índices de Calidad de Segundo Orden</b>										
000364	Dureza total	Cálculo PNT-AFG-030				16,3	(°F)		MED DULCE	
000400	S.A.R (Relación de Absorción de Sodio)	Cálculo PNT-AFG-030				3,14			NO ALCALINIZANTE	
<b>Aguas. Riego. Normas Combinadas</b>										
000385	Norma Riverside (valor C)	Cálculo PNT-AFG-030				3			SALINIDAD ALTA (CS Salinity Lab, 1974)	
000383	Norma Green	Cálculo PNT-AFG-030							Buena Calidad	
000384	Norma Wilcox	Cálculo PNT-AFG-030							Admisible a Dudosa	
000391	Norma Riverside (valor S)	Cálculo PNT-AFG-030				1			BAJO CONT. SODIO (CS Salinity Lab, 1974)	

Código	Determinaciones	Metodología Empleada	Otras Unidades	Resultado	Unidades	Interpretación USO PARA RIEGO		
						Bajo	Medio	Elevado
<b>RIESGO DE OBSTRUCCIONES</b>								
000344	Calcio	TAKE Auto-Análisis		0.62	mmol/L			
000348	Carbonatos	Volumetrico colorimétrico		0.00	mmol/L			
000372	Hierro	TAKE		< 0.05	mg/L			
000374	Manganeso	TAKE		< 0.03	mg/L			
000383	pH	Potenciometría		6.93	U. pH.			
000404	Sales Totales Disueltas	Gravimetrico		0.73	g/L			

## 5.2 Estado del agua.

En el siguiente anejo se pretende evaluar la calidad del agua observando los parámetros físico-químicos de la misma para poder clasificar su estado. Como referencia se utilizará la guía para la interpretación de la calidad del agua de riego publicado en la FAO (Ayers y Westcott, 1994).

**Tabla 2.** Directrices para la interpretación de la calidad del agua de riego **Fuente:** (Ayers y Westcott, 1994)

Problema potencial de riego		Unidades	Grado de restricción de uso		
			Ninguno	De leve a moderado	Muy fuerte
<b>Salinidad</b> (afecta la disponibilidad de agua de los cultivos) <sup>2</sup>					
	CE <sub>w</sub>	dS/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
	(o)				
	TDS	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
<b>Infiltración</b> (afecta la tasa de infiltración de agua en el suelo. Evaluar el uso conjunto de EC <sub>w</sub> y SAR) <sup>3</sup>					
	Sar = 0 – 3				
		y CE <sub>w</sub> =	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
	= 3 – 6	=	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
	= 6 – 12	=	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
	= 12 – 20	=	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
	= 20 – 40	=	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
<b>Toxicidad iónica específica</b> (afecta a cultivos sensibles)					
	<b>Sodio (Na)<sup>4</sup></b>				
	riego superficial	Sar	< 3	3 – 9	> 9
	riego por aspersión	yo/l	< 3	> 3	
	<b>Cloruro (Cl)<sup>4</sup></b>				
	riego superficial	yo/l	< 4	4 – 10	> 10
	riego por aspersión	yo/l	< 3	> 3	
	<b>Boro (B)<sup>5</sup></b>	mg/l	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
	<b>Oligoelementos</b> (véase el cuadro 21)				
<b>Efectos varios</b> (afecta a cultivos susceptibles)					
	<b>Nitrógeno (NO<sub>3</sub> - N)<sup>6</sup></b>	mg/l	< 5	5 – 30	> 30
	<b>Bicarbonato (HCO<sub>3</sub>)</b>				
	(solo aspersión aérea)	yo/l	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5
	pH		Rango normal 6,5 – 8,4		

Las principales variables que interfieren en la calidad del agua son:

**pH:**

Los resultados indican un valor de 6.93 por lo que se puede clasificar el agua como dentro del rango normal ya que esta es neutra o está ligeramente acidificada.

**CE:**

El agua recogida en la muestra indica un valor de 1.10 mS/cm o lo que es lo mismo, 0.11dS/m. Esto indica que el agua no presenta restricción alguna para su uso debido a la conductividad.

**Na:**

La concentración de sodio en este caso es de 3.91 meq/l por lo que se encuentra por encima de los valores mínimos. Esto hace que el grado de restricción de uso sea de leve a moderado.

**B:**

La cantidad de boro en el agua ascienda a 0.8 mg/l por lo que se considera que el agua de riego tiene una restricción de uso de leve a moderada según el cultivo. En este caso no presenta problemas, siempre y cuando esta cantidad de boro no vaya en aumento.

**Cl:**

La restricción de uso debido a la concentración de cloruro en el agua se establece como leve a moderada ya que el valor de analítica es de 7.82mmol o lo que es lo mismo (para el caso del ión cloruro) 7.82 meq/l.

**SAR:**

La relación de la absorción de sodio es de 3.14 por lo que se puede concluir que el grado de restricción de uso debido al sodio es de leve a moderado.

**Índice de Scott:**

Siendo  $Na^+ - 0.65 * Cl^-$  a un valor negativo se aplica:

$$\text{Índice de Scott} = \frac{2040}{Cl^-}$$

$$7.29 = \frac{2040}{280}$$

Siguiendo la clasificación de Stabler para la interpretación del índice de Scott (Urbano Terrón,1992) se establece que siendo el valor obtenido de  $K= 7.29$ , la calidad del agua se clasifica como “tolerable”. Se debe de tener “especial cuidado para impedir la “acumulación de sales”

## ANEJO 6

### **ESTUDIO CLIMÁTICO**

#### ÍNDICE

6.1 Estación meteorológica.....	54
6.2 Precipitación efectiva .....	55
6.3 Evapotranspiración de referencia.....	58
6.4 Evapotranspiración de referencia máxima.....	60
6.5 Evapotranspiración del cultivo .....	61



### 6.1 Estación meteorológica

Los datos climáticos se han obtenido a partir de la estación meteorológica más cercana a la parcela objeto de proyecto. En este caso, se trata de la estación del cabildo de Tenerife, ubicada en el paraje del Charco de El Pino en el término municipal de San Miguel de Abona. Esta estación está situada a una altitud de 505m.s.n.m. y a una distancia de 1,5Km de la parcela estudiada.

A continuación, se adjuntan las coordenadas de la parcela y de la estación meteorológica:

**Tabla 1.** Coordenadas y altitud de la parcela y de la estación meteorológica.

**Fuente:** Elaboración propia.

UBICACIÓN	UTM	COTA (M S.N.M.)
Parcela objeto de estudio	X: 34319862 Y: 3108375	434
Estación meteorológica (Charco de El Pino)	X: 344478 Y: 3109181	505

En el presente proyecto, se utilizarán los datos climáticos obtenidos por la estación desde enero del año 2007 hasta enero del año 2022 (periodo de 15 años), así como las variables climáticas mensuales para la realización de medias estadísticas de la ETo media y máxima en formato .xls. Las variables climáticas utilizadas son:

**T:** Temperatura media (°C)

**T<sub>M</sub>:** Temperatura máxima promedio (°C)

**T<sub>m</sub>:** Temperatura mínima promedio (°C)

**P:** Precipitación (mm)

**HR:** Humedad relativa media (%)

**HR<sub>M</sub>:** Humedad relativa máxima promedio (%)

**HR<sub>m</sub>:** Humedad relativa mínima promedio (%)

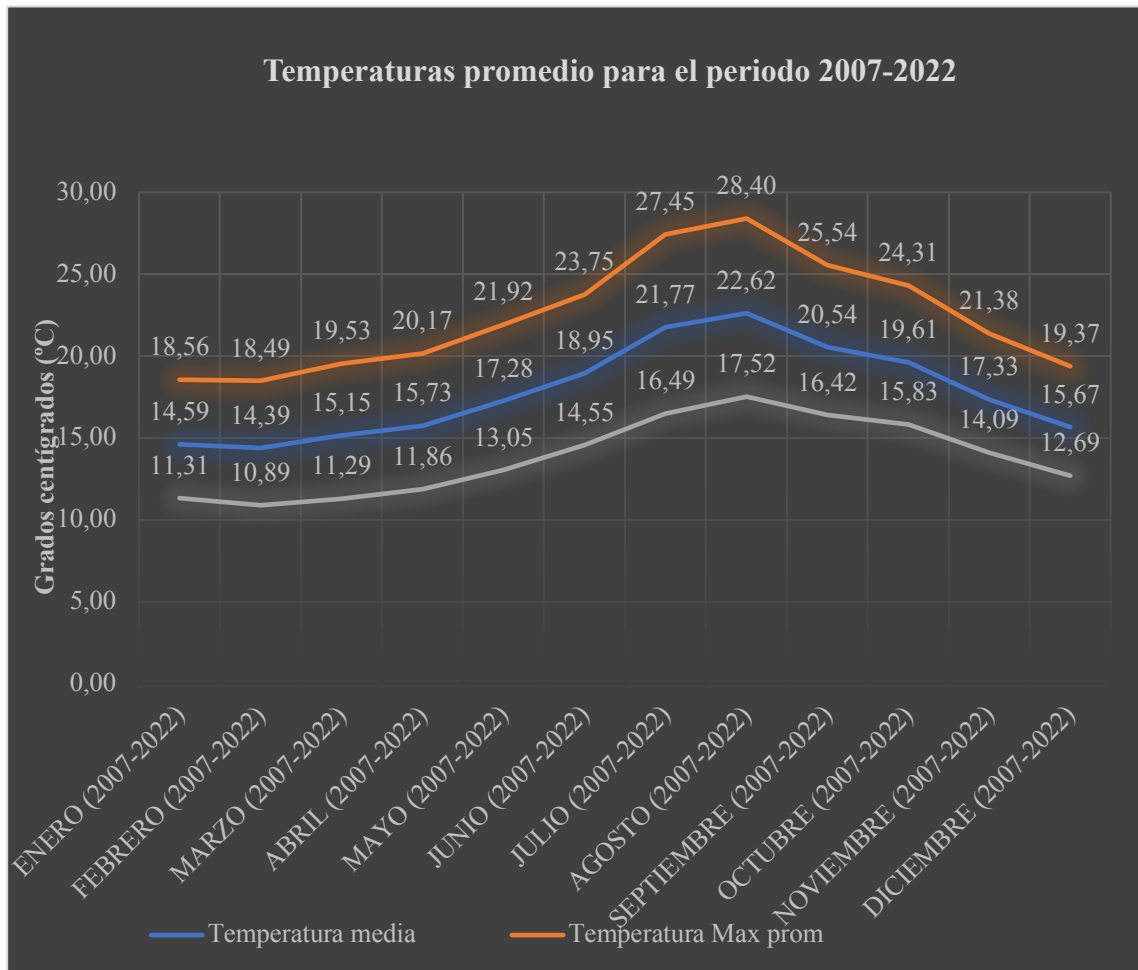
**V<sub>o</sub>:** Velocidad media del viento (m/s)

**V<sub>Max</sub>:** Velocidad y Dirección máxima media por cada 10 minutos (m/s ° sexagesimales)

**Rad:** Radiación Total (Wh/m<sup>2</sup> – día).

**Gráfica 1.** Temperaturas medias mensuales para el periodo de 2007-2022.

**Fuente:** Elaboración propia.



### 6.2 Precipitación efectiva.

El cálculo de precipitación efectiva se ha realizado según se especifica en el método del Bureau of Reclamation de los Estados Unidos:

$$P_e = \frac{P * (125 - 0.2P)}{125} \quad \text{Para } P \leq 250 \text{ mm}$$

$$P_e = 125 + 0.1 * P \quad \text{Para } P > 250 \text{ mm}$$

Partiendo de series anuales de lluvias mensuales, se calcula la totalidad de lluvias anuales. Para ello se asignó un valor de probabilidad a las precipitaciones de cada año

teniendo en cuenta la posición ordenada que ocupan de mayor a menor. Esta asignación se lleva a cabo con la siguiente fórmula:

$$1 - p_i = 100 * \left(\frac{i}{N + 1}\right)$$

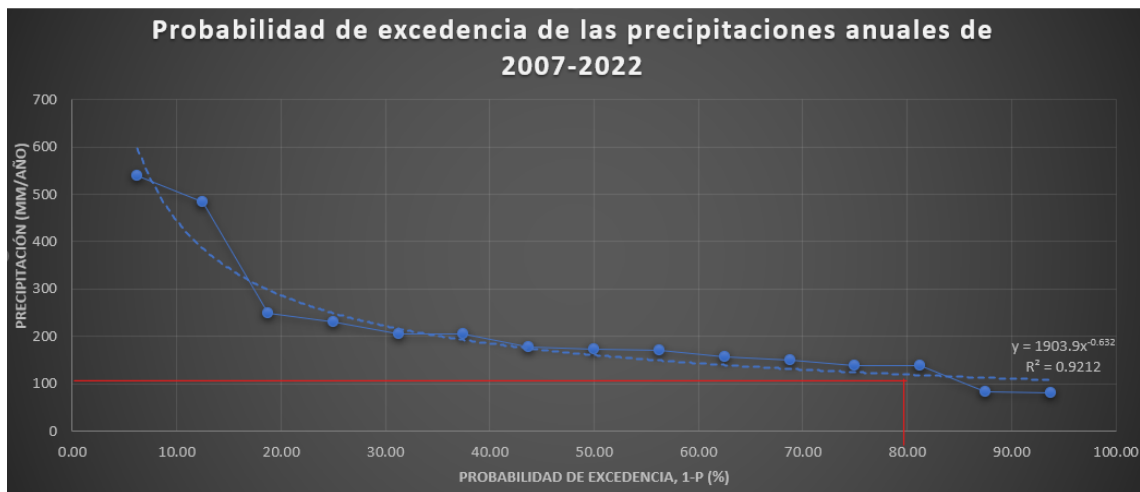
Donde:

*i*: Posición del valor de precipitación en la serie de datos ordenada.

*N*: Número de valores en la serie

Elaborando una gráfica con los resultados obtenidos, se obtiene una línea de tendencia por regresión y se escoge el valor que se corresponde con una probabilidad de excedencia del 80%. Es decir, se predice que existe un 80% de probabilidad de que la lluvia anual sea mayor al valor calculado, o lo que es lo mismo, cada 1.25 años la lluvia sería mayor o igual a dicho valor.

**Gráfica 2.** Representación de la probabilidad de excedencia de las precipitaciones anuales (2007-2022). Fuente: Elaboración propia.



Posteriormente, se procede al cálculo de la estimación de la lluvia probable mensual. Para ello, se tiene en cuenta de forma proporcional a la relación entre las lluvias del mes y la media de lluvias anuales con la siguiente fórmula:

$$P_{m(1-p)} = P_{a(1-p)} * \frac{P_M}{P_a}$$

Donde:

$P_{m(1-p)}$ : Lluvia del mes con probabilidad “1-p”.

$P_{a(1-p)}$ : Valor calculado anteriormente de lluvia anual con probabilidad “1-p”.

$P_M$ : Promedio de lluvia del mes  $m$  en el intervalo 2007-2022.

$P_a$ : Promedio anual de lluvia del intervalo de 2007-2022.

Finalmente, a partir del valor hallado correspondiente a la precipitación probable mensual (tomando como probabilidad el 80%) se calcula la precipitación efectiva:

$$P_{e_m} = \frac{P_{m_{80\%}} * (125 - 0.2 * P_{m_{80\%}})}{125}$$

Donde:

$P_{e_m}$ : Precipitación efectiva mensual.

$P_{m_{80\%}}$ : Lluvia probable mensual.

Obteniendo los siguientes datos de precipitación efectiva para el periodo estudiado:

**Tabla 2.** Datos de precipitación efectiva. **Fuente:** Elaboración propia.

MESES (2007-2022)	PRECIPITACIÓN EFECTIVA TOTAL (mm)	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm/mes)
ENERO	9.19	16.55
FEBRERO	22.67	41.80
MARZO	10.76	19.42
ABRIL	10.55	19.05
MAYO	1.73	3.08
JUNIO	1.81	3.21
JULIO	0.00	0.21
AGOSTO	1.16	2.10
SEPTIEMBRE	3.46	6.17

OCTUBRE	17.52	32.01
NOVIEMBRE	9.68	17.44
DICIEMBRE	27.31	50.78

**Gráfica 3.** Precipitaciones promedio total y efectiva para el periodo de 2007-2022.

**Fuente:** Elaboración propia



### 6.3 Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ )

Tras el análisis de los datos obtenidos por la estación de Charco del Pino durante los años 2007-2022, se calculó la evapotranspiración de referencia promedio para los diferentes meses del año. Para poder aplicar la fórmula de Penman Monteith propuesta por la FAO, fue necesaria la transformación de las variables climáticas obtenidas por la estación utilizando el programa proporcionado por la FAO llamado  $ET_0$  Calculator. Los datos de partida se adjuntan a continuación:

**Tabla 3.** Promedio de los datos obtenidos por la estación. Enero 2007-enero 2022.**Fuente:** Elaboración propia.

MESES	T máx (°C)	T media (°C)	T mín (°C)	HR max (%)	HR media (%)	HR min (%)	Vel. Viento (m/s)	Rs (mj/m2)
Enero	18.56	14.59	11.31	85.36	65.59	46.68	3.36	13.00
Febrero	18.49	14.39	10.89	86.49	69.11	49.40	3.23	15.16
Marzo	19.53	15.15	11.29	88.81	70.35	50.05	3.23	18.59
Abril	20.17	15.73	11.86	90.79	74.76	54.13	2.77	19.72
Mayo	21.92	17.28	13.05	90.49	73.15	53.32	2.67	21.89
Junio	23.75	18.95	14.55	91.65	74.88	54.35	2.64	23.48
Julio	27.45	21.77	16.49	89.12	68.73	46.47	2.77	26.84
Agosto	28.40	22.62	17.52	88.28	67.44	45.26	2.99	24.43
Septiembre	25.54	20.54	16.42	92.67	76.81	54.57	2.57	18.30
Octubre	24.31	19.61	15.83	89.32	73.03	53.27	2.53	14.70
Noviembre	21.38	17.33	14.09	87.48	70.80	52.33	3.09	12.31
Diciembre	19.37	15.67	12.69	85.59	68.26	50.36	3.57	11.96

De esta forma, con ayuda del programa ET<sup>o</sup> Calculator facilitado por la FAO, se realizaron los cálculos ya citados para la obtención de las ET<sup>o</sup> promedio correspondientes a cada mes del periodo de 2007 a 2022, expuestos a continuación:

**Tabla 4.** Promedio mensual de la evapotranspiración de referencia (2007-2022).**Fuente:** Elaboración propia.

MESES (2007-2022)	Promedio de ET <sub>o</sub> (mm/día)
Enero	2.82
Febrero	3.01
Marzo	3.53
Abril	3.67
Mayo	4.17
Junio	4.57
Julio	5.70
Agosto	5.58
Septiembre	3.93

Octubre	3.31
Noviembre	2.84
Diciembre	2.69

#### 6.4 Evapotranspiración de referencia máxima ( $ET_{o-max}$ ).

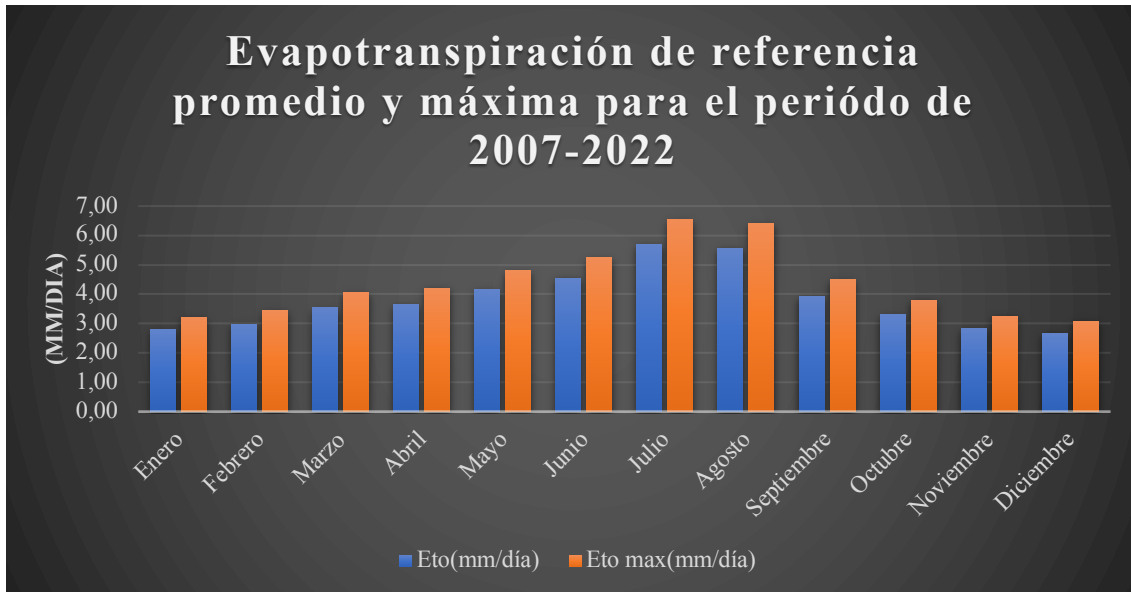
Debido a que se han utilizado estos datos con la finalidad de proyectar una instalación de riego, se estiman unas necesidades netas máximas durante la vida útil de la instalación, la  $ET_o$  se incrementa en un 15% para utilizar la  $ET_{o-max}$ . De tal forma, se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 5.** Promedio mensual de la evapotranspiración de referencia máxima (2007-2022). Fuente: Elaboración propia.

MESES (2007-2022)	Promedio de $ET_{o-max}$ (mm/día)
Enero	3.24
Febrero	3.46
Marzo	4.06
Abril	4.22
Mayo	4.80
Junio	5.25
Julio	6.56
Agosto	6.42
Septiembre	4.52
Octubre	3.81
Noviembre	3.27
Diciembre	3.10

**Gráfica 4.** Evapotranspiración promedio y máxima (2007-2021).

**Fuente:** Elaboración propia.



Tal y como se estimaba, los meses con valores mayores de evapotranspiración son aquellos que conforman la estación veraniega-primaveral en Canarias y que coinciden con la época de menores precipitaciones y mayores temperaturas.

### **6.5 Evapotranspiración del cultivo, ( $ET_{c-max}$ )**

La evapotranspiración de referencia ( $ET_o$ ) tiene en cuenta las características propias de un pasto, y este tiene una cobertura del suelo, resistencia aerodinámica y propiedades vegetativas específicas. Se incorpora a la fórmula un coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) que tiene en cuenta las diferencias características del cultivo de estudio. Así, la evapotranspiración de cultivo se calcula de la siguiente manera:

$$ET_{c-max} = ET_{o-max} * K_c$$

$ET_{c-max}$ : Evapotranspiración del cultivo máxima

$ET_{o-max}$ : Evapotranspiración de referencia máxima

$K_c$ : Coeficiente de cultivo



Debido a las diferencias en albedo, altura del cultivo, propiedades aerodinámicas y características de los estomas y hojas de las plantas, se considera necesaria la realización de un estudio previo que mida estas variables específicas del cultivo de estudio, en este caso de la *Opuntia Ficus-Indica*.

En el presente proyecto se tendrá en cuenta el valor de un coeficiente de cultivo de 0.36, (sugerido por Consoli et. Al.) debido a que la zona de estudio recibe escasa cantidad de precipitaciones en verano y la lluvia anual no sobrepasa los 500 mm. Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 6.** Evapotranspiración de referencia y de cultivo (2007-2022).

**Fuente:** Elaboración propia.

<b>MESES (2007-2022)</b>	<b>ET°(mm/día)</b>	<b>Etc(mm/día)</b>
<b>Enero</b>	3.24	1.17
<b>Febrero</b>	3.46	1.24
<b>Marzo</b>	4.06	1.46
<b>Abril</b>	4.22	1.52
<b>Mayo</b>	4.80	1.73
<b>Junio</b>	5.25	1.89
<b>Julio</b>	6.56	2.36
<b>Agosto</b>	6.42	2.31
<b>Septiembre</b>	4.52	1.63
<b>Octubre</b>	3.81	1.37
<b>Noviembre</b>	3.27	1.18
<b>Diciembre</b>	3.10	1.12

## ANEJO 7

### **CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS**

#### ÍNDICE

7.1 Necesidades netas .....	64
7.1.1 Coeficiente de localización ( $K_L$ ).....	64
7.2 Superficie mojada.....	66
7.3 Número de emisores por planta.....	67
7.4 Necesidades netas por planta.....	67
7.5 Dosis neta e intervalo de riego.....	68
7.6 Requerimientos de lavado.....	69
7.7 Dosis total.....	70
7.8 Tiempo de riego.....	71
7.9 Déficit permitido en el manejo del riego.....	72

Para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo se ha realizado un diseño agronómico del cultivo utilizando goteros de flujo turbulento de 3.6l/h (son más económicos que unos auto-compensantes, y la orografía de la finca lo permite, pues las terrazas están llanas y sin desniveles).

Así como se ha ido mencionando, la *Opuntia Ficus-Indica* es una planta cuyo sistema radicular se caracteriza por tener un gran crecimiento horizontal, por lo que se optó por establecer una superficie mojada del 50% del 62.5% de área sombreada, es decir, 2.5m<sup>2</sup> de superficie mojada.

El área sombreada se ha calculado teniendo en cuenta que la parte aérea de la planta se formará para que crezca como máximo 2m entre plantas y 2.5m hacia el pasillo, formando una elipse y dejando una anchura de pasillo de 1.5m. De esta forma se posibilita el paso de un pequeño motocultor o tractor a la hora de cosechar o recoger los restos de poda.

Partiendo de los datos obtenidos con anterioridad se procedió a calcular los siguientes datos:

### **7.1 Necesidades netas.**

Las necesidades netas se corresponden a la cantidad de agua que evapotranspira en el cultivo, teniendo en cuenta en este caso el coeficiente propio del cultivo, el coeficiente de localización y la evapotranspiración de referencia. O lo que es lo mismo, la evapotranspiración del cultivo y el coeficiente de localización.

$$Nn = (ET_{c-max} - P_e) * K_L$$

Donde:

**Nn** : Necesidades netas del cultivo.

**ET<sub>c-max</sub>**: Evapotranspiración del cultivo.

**K<sub>L</sub>**: Coeficiente de localización.

**P<sub>e</sub>**: Precipitación efectiva

#### **7.1.1 Coeficiente de localización (K<sub>L</sub>)**

El coeficiente de localización es un valor que tiene en cuenta el área sombreada que crea la copa del árbol o arbusto, pues este factor minoriza la cantidad de agua evaporada. Teniendo en cuenta un área sombreada del 62.5% del marco de plantación del

cultivo, se utiliza la media de los valores del coeficiente de localización dado por las diferentes fórmulas propuestas a continuación:

$$K_L = 1.34 * AS_{\%} = 0.8375$$

$$K_L = 0.1 + AS_{\%} = 0.725$$

$$K_L = AS_{\%} + 0.5 * (1 - AS_{\%}) = 0.8125$$

$$K_L = AS_{\%} + 0.15 * (1 - AS_{\%}) = 0.68125$$

Resultando en un valor promedio:  $K_L = 0.764$

De esta manera, los resultados de las necesidades netas quedan reflejados en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Necesidades netas. **Fuente:** Elaboración propia.

Mes (2007-2022)	Eto	Etc	Pe efectiva	Nn (mm/día)
	max(mm/día)	max(mm/día)		
<b>Enero</b>	3.24	1.17	0.31	0.66
<b>Febrero</b>	3.46	1.24	0.76	0.37
<b>Marzo</b>	4.06	1.46	0.36	0.84
<b>Abril</b>	4.22	1.52	0.35	0.89
<b>Mayo</b>	4.80	1.73	0.06	1.28
<b>Junio</b>	5.25	1.89	0.06	1.40
<b>Julio</b>	<b>6.56</b>	<b>2.36</b>	<b>0.00</b>	<b>1.80</b>
<b>Agosto</b>	6.42	2.31	0.04	1.74
<b>Septiembre</b>	4.52	1.63	0.12	1.16
<b>Octubre</b>	3.81	1.37	0.58	0.60
<b>Noviembre</b>	3.27	1.18	0.32	0.65
<b>Diciembre</b>	3.10	1.12	0.91	0.16

## 7.2 Superficie mojada.

Para el dimensionamiento adecuado de la instalación hidráulica de la explotación, se tomará el valor de las necesidades netas correspondiente al mes de julio, ya que es el mes con mayores necesidades hídricas.

Tal y como se ha indicado con anterioridad, la superficie mojada corresponde, en este caso particular, con el 50% del 62.50% del área sombreada de la superficie del marco de plantación elegido. Con estos datos, se calculó el valor exacto de la superficie mojada:

$$S_m = MP * AS_{\%} * AM_{\%}$$

$$S_m = 8 * 0.625 * 0.5 = 2.50 \text{ m}^2$$

Debido a que se utilizarán goteros con un caudal de 3.6 l/h, se tendrá en cuenta una estimación de tanto la superficie, como la profundidad de suelo que mojará el emisor seleccionado en la tierra que hay en la finca del proyecto.

Para conocer el patrón de distribución de la humedad en el suelo, se tomaron los datos obtenidos en un ensayo de campo realizado con anterioridad en las parcelas ubicadas en la finca.

Los datos reflejan el radio y la profundidad del bulbo húmedo después de regar con un emisor de características similares al propuesto en el presente proyecto. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 2:** Patrón de distribución de la humedad en el suelo

**Fuente:** Proyecto realizado por Antonio Cáceres

Volumen de agua administrado por el emisor (L)	Radio del bulbo húmedo (m)	Profundidad del bulbo húmedo (m)
2	20	20
5	30	36
8	50	52

Como estimación de partida, se propone regar con una dosis de 5 litros con goteros de 3.6 l/h. Con el radio, se obtiene la superficie mojada por cada emisor:

$$S_{me} = \pi * r_{me}^2$$
$$S_{me} = \pi * 0.31^2 = 0.30 \text{ m}^2$$

Donde:

$S_{me}$ : Superficie mojada por emisor regando 5 litros con un gotero de 3.6l/h.

$r_{me}$ : Radio mojado por el emisor regando 5 litros con un gotero de 3.6l/h.

### ***7.3 Número de emisores por planta.***

Teniendo en cuenta la superficie mojada necesaria por planta y la superficie que puede mojar cada gotero se calcula el número de emisores necesarios por planta.

$$N^{\circ}e = \frac{S_m}{S_{me}}$$

$$N^{\circ}e = \frac{2.50}{0.30} = 8 \text{ goteros / planta}$$

Donde:

$N^{\circ}e$ : N.º de emisores

$S_m$ : Superficie mojada necesaria por planta.

$S_{me}$ : Superficie mojada por emisor regando 5 litros con un gotero de 3.6l/h.

### ***7.4 Necesidades netas por planta.***

Conocido ya el número de goteros por planta y la superficie mojada, es posible calcular la cantidad de agua que se aplicará por planta en el mes más desfavorable:

$$Nn_{/planta} = N_n * S_m$$

$$Nn_{/planta} = 1.80 * 2.50 = 4.5 \frac{L}{planta*día}$$

Donde:

$Nn_{/planta}$ : Necesidades netas por planta en el mes de julio (l/planta).

$N_n$ : Necesidades netas en el mes de julio (l/día).

$S_m$ : Superficie mojada necesaria por planta (m<sup>2</sup>)

### **7.5 Dosis netas e intervalos de riego.**

Los intervalos de riego se definirán en función de la dosis neta estimada, partiendo de la base de que se regarán 5 litros por emisor como máximo. De esta manera, se obtiene que la dosis neta será:

$$D_n = V_e * N^{oe}$$
$$D_n = 5 * 8 = 40 \frac{l}{planta}$$

Donde:

$D_n$ : Dosis neta (l/planta)

$V_e$ : El gotero es capaz de suministrar 3.6l/h y en este caso se estimó que proporcione una dosis de 5l.

$N^{oe}$ : Número de emisores por planta

Una vez calculada la dosis neta, se establecen los intervalos de riego, dividiendo la dosis neta por planta entre las necesidades netas por planta, obteniendo:

$$I_R = \frac{D_n}{Nn_{/planta}}$$

$$I_R = \frac{40}{4.5} = 8.87 \approx 9 \text{ días}$$

Donde:

$I_R$ : Intervalo de riego (días)

$D_n$ : Dosis neta estimada (l)

$Nn_{/planta}$ : Necesidades netas por planta en el mes de Julio. (l/planta)

Debido a que se ha ajustado el intervalo al día entero más próximo, se realizan los cálculos pertinentes para estudiar si se debe ajustar también la dosis de agua a aplicar por gotero:

$$V_{e_{ajust}} = \frac{9}{8.87} * V_e$$

$$V_{e_{ajust}} = \frac{9}{8.87} * 5 = 5.1 \frac{l}{gotero}$$

$V_{e_{ajust}}$ : Dosis de agua ajustada al nuevo intervalo de riego

$V_e$ : Dosis de agua estimada por emisor

$V_{e_{ajust}}$ : Dosis de agua ajustada

Al no existir una variación significativa entre la dosis estimada y la dosis ajustada, se usaron los mismos datos que se estimaron en un principio.

### **7.6 Requerimientos de lavado.**

Las necesidades o requerimientos de lavado cumplen una función fundamental en el diseño agronómico, pues se cuantifica el agua necesaria para mantener las sales del bulbo por debajo del nivel en el cual el cultivo se desarrolla óptimamente.

$$R_L = \frac{CE_w}{2CE_{e_{max}}}$$

$$R_L = \frac{1.1}{2*14} = 0.04 \text{ (4\% de la dosis neta a aplicar).}$$

Donde:

$CE_w$ : Conductividad del agua de riego

$CE_{e_{max}}$ : Conductividad por encima de la cual se produce una merma del 100% de la producción.



Se evalúa si la tasa de transpiración (que depende de las pérdidas inevitables por percolación) en el terreno del proyecto tiene un valor más significativo que los requerimientos de lavado necesarios. Se comprueba de la siguiente forma:

$$\frac{1}{T_r} < (1 - R_L)$$

$$\frac{1}{1.1} < (1 - 0.04)$$

Donde:

$T_r$ : Tasa de transpiración en función del tipo de suelo. En este caso, se dispone de un suelo de textura media por lo que se le aplica un valor de 1.1.

$R_L$ : Requerimientos de lavado calculados en el apartado anterior.

Debido a que se demuestra la anterior condición la dosis total se calculará tal y como se muestra en el siguiente apartado.

### 7.7 Dosis total.

La dosis total tiene en cuenta la tasa de transpiración y la uniformidad de distribución. En este caso se ha optado por una uniformidad del 90% debido a que la finca se encuentra sometida a un clima árido, con una pendiente menor al 2%, y se trata de un cultivo permanente con emisores espaciados a menos de 2.5 m, tal y como muestra la tabla a continuación:

**Tabla 3.** Clasificación del coeficiente de uniformidad en función del tipo de cultivo, espaciamiento entre emisores, pendiente del terreno y tipo de clima (fuente: Pizarro, 1996):

Emisores	Pendiente	Coeficiente de Uniformidad	
		Clima árido	Clima húmedo
Emisores espaciados mas de 4m en cultivos permanentes	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0.90 – 0.95	0.80 – 0.85
	Uniforme ( $i > 2\%$ ) u ondulada	0.85 – 0.90	0.75 – 0.80
Emisores espaciados menos de 2.5m en cultivos permanentes o semipermanentes	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0.85 – 0.90	0.75 – 0.80
	Uniforme ( $i > 2\%$ ) u ondulada	0.80 – 0.90	0.70 – 0.80
Mangueras o cintas de exudación en cultivos anuales	Uniforme ( $i < 2\%$ )	0.80 – 0.90	0.70 – 0.80
	Uniforme ( $i > 2\%$ ) u ondulada	0.70 – 0.85	0.65 – 0.75

La dosis total por emisor se calculó de la siguiente manera:

$$D_t = \frac{V_e}{UD * 1/Tr}$$

$$D_t = \frac{5}{(0.90 * 1/1.05)} = 5.83 \frac{L}{día}$$

O por planta:

$$D_{t_{planta}} = D_t * N^{oe}$$

$$D_{t_{planta}} = 5.83 * 8 = 46.64 \frac{L}{planta * día}$$

Donde:

$D_t$ : Dosis total por emisor

$UD$ : Uniformidad de distribución

$RL$ : Requerimiento de lavado

$V_e$ : Dosis de agua estimada por emisor

$N^{oe}$ : Número de emisores por planta

### **7.8 Tiempo de riego.**

El cálculo del tiempo necesario para regar en estas condiciones se realiza de la siguiente manera:

$$T_r = \frac{D_{t_{planta}}}{q_a}$$

$$T_r = \frac{5.83}{3.6} = 1.62 h = 97 min$$

Donde:

$T_r$ : Tiempo de riego (h)

$D_{t_{planta}}$ : Dosis total de agua estimada por emisor  $\left(\frac{l}{planta * día}\right)$

$q_a$ : Caudal medio de la emisor o caudal nominal  $\left(\frac{l}{h}\right)$

Debido a que algunas de las 14 terrazas de la finca son considerablemente más pequeñas que otras, se ha optado por agrupar en grupos aquellas parcelas que no superen

los 2500 m<sup>2</sup> para reducir el número de turnos de riegos. De esta forma se establecen 11 turnos de riego.

Conociendo el tiempo de riego y la duración máxima de una jornada laboral (8h) se calcula cuánto tardará en regarse la finca al completo:

$$T_t = T * T_r$$

$$T_t = 1.62 * 11 = 17.82 \text{ h}$$

$$T_{\text{días-laborales}} = \frac{T_t}{J_l}$$

$$T_{\text{días-laborales}} = \frac{17.82}{8} = 2.23 \approx 3 \text{ días}$$

Donde:

$T_t$ : Tiempo total de riego (h)

$T$ : Turnos de riego (11)

$T_r$ : Tiempo de riego (h)

$T_{\text{días-laborales}}$ : Tiempo que tardará en regar toda la finca en días laborables.

$J_l$ : Jornada laboral (8h).

### ***7.9 Déficit permitido en el manejo del riego (DPM).***

El nivel de humedad a partir del cual las raíces de la planta tienen mayor dificultad para extraer el agua del suelo es:

$$DPM = \frac{D_n}{AU} \%$$

$$DPM = 65\% \text{ del agua útil}$$

Este porcentaje de DPM tan alto era de esperar debido a que la tierra de la finca tiene gran capacidad de retención de agua debido al contenido de partículas finas. Además, el cultivo propuesto posee gran tolerancia al estrés hídrico, lo que también contribuye a un DPM mayor.

Para el cálculo del DPM, se establecieron unos valores promedios de densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez y velocidad de infiltración, sugeridos por la FAO.

**Tabla 4.** Resumen de las propiedades físicas del suelo. (Fuente: Mihajlovich, 1979).

Textura del suelo	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Capacidad de campo (% $\theta$ g)	Punto de marchitez permanente (% $\theta$ g)	Infiltración básica (mm/h)
Arenoso	1.65 (1.55 – 1.90)	9 (6 – 12)	4 (2 – 6)	50 (25 – 250)
Franco arenoso	1.50 (1.40 – 1.60)	14 (10 – 18)	6 (4 – 8)	25 (13 – 75)
Franco	1.40 (1.35 – 1.50)	22 (18 – 26)	10 (8 – 12)	13 (8 – 20)
Franco arcilloso	1.35 (1.30 – 1.40)	27 (23 – 31)	13 (11 – 15)	8 (2.5 – 15)
Arcilloso	1.25 (1.20 – 1.30)	35 (31 – 39)	17 (15 – 19)	5 (1.3 – 10)

#### DENSIDAD APARENTE ( $D_a$ )

En este caso el valor promedio que se ha seleccionado es de  $1,35 \frac{g}{cm^3}$ .

#### CAPACIDAD DE CAMPO ( $\theta_{CC}$ )

La capacidad de campo consiste en la cantidad agua que queda retenida en una masa de tierra, después de que el exceso de agua se haya infiltrado.

Para el caso estudiado el valor promedio corresponde a 27%  $\theta$  g

#### PUNTO DE MARCHITEZ ( $\theta_{PM}$ )

El punto de marchitez permanente está asociado a la cantidad de agua que existe en un suelo determinado, para el cuál las plantas que crecen sobre él alcanzan una condición de marchitez de la que no se pueden recuperar.

Se establece un punto de marchitez de 13%  $\theta$  g

### AGUA ÚTIL (AU)

El agua útil es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, y depende de la textura del suelo. Debido a que normalmente estos se miden en %  $\Theta$  g y el agua disponible en altura de lámina de agua, se utilizó la siguiente fórmula:

$$AU = 10 * (\Theta_{CC} - \Theta_{PM}) * D_a * P_r$$

$$AU = 62.37 \frac{1}{m^2}$$

Donde:

$AU$ : Agua útil ( $\frac{1}{m^2}$ )

$\Theta_{CC}$ : Capacidad de campo (%  $\Theta$  g).

$\Theta_{PM}$ : Punto de marchitez (%  $\Theta$  g).

$D_a$ : Densidad aparente ( $\frac{g}{cm^3}$ ).

$P_r$ : Profundidad radicular (m)

## ANEJO 8

# **CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO**

## **ÍNDICE**

8.1	Holgura máxima de presiones .....	77
8.1.1	Presión media o nominal.....	78
8.1.2	Presión mínima en la subunidad de riego.....	78
8.1.2.1	Caudal mínimo suministrado por el emisor.....	79
8.2	Pérdidas de carga en la subunidad de riego.....	80
8.2.1	Cálculo de caudales.....	80
8.2.2	Diámetro interior de las tuberías.....	81
8.2.3	Cálculo de las pérdidas de carga.....	82
8.3	Reguladores de presión.....	90
8.4	Tuberías secundarias.....	93
8.5	Tubería principal.....	96
8.6	Tubería de aspiración.....	100
8.7	Cabezal de riego.....	100
8.7.1	Filtros.....	100
8.7.2	Equipo de fertilización.....	103
8.7.3	Válvulas y accesorios.....	104
8.7.4	Equipo de bombeo.....	106

Antes de comenzar con los cálculos de la instalación hidráulica, fue necesario el diseño de un plano de plantación para realizar el trazado de las tuberías y conocer su longitud. Este plano se puede consultar en el documento 2: “PLANOS”.

En el presente proyecto se ha seleccionado el riego por goteo, pues supone una solución eficiente para el riego del cultivo ya que permite suministrar con precisión el agua necesaria para el correcto desarrollo de las plantas.

En el diseño agronómico se parte de la base de que se utilizarán goteros turbulentos de 3.6 l/h y para aumentar la superficie mojada, se ha optado por utilizar dos laterales por hilera de tuneras. Una vez efectuado el diseño agronómico, establecido el caudal por emisor, calculado el número de emisores por planta, separación entre emisores y disposición de laterales respecto de las filas de las plantas, se procede al diseño y dimensionado de las subunidades de riego. Todos los cálculos se han llevado a cabo con EXCEL.

Para esto, es indispensable calcular la holgura máxima de presiones atendiendo a las especificaciones del gotero utilizado. En este caso, por cuestiones prácticas se ha decidido utilizar un gotero incorporado ya en la tubería. Se debe utilizar la tubería tipo JUNIOR de la marca IRRITEC o cualquier marca que fabrique un emisor integrado en la tubería de características similares. Las especificaciones del emisor vienen dadas a continuación por el fabricante de ejemplo:

**Tabla 1.** Características reales del emisor turbulento integrado seleccionado. En amarillo se muestra las características seleccionadas para este proyecto. (Fuente: Irritec, 2022).

Diámetro nominal	Caudal real	Ecuación de Flujo		Filtrado aconsejado	CV	
		mm	lph a 1,0 bar			k
16	1,60		0,57	0,46	155	≤ 3
	2,10		0,66	0,50	120	≤ 3
	3,60		1,13	0,50	120	≤ 3
20	1,10		0,36	0,48	155	≤ 3
	1,60		0,57	0,46	155	≤ 3

**Tabla 2.** Caudal real del emisor turbulento integrado seleccionado y la presión nominal a la que trabaja. En amarillo se muestra las características seleccionadas para este proyecto. (Fuente: Irritec, 2022).

Diámetro nominal	Caudal real	Espesor	Presión (bar)					
			0,5	1	1,5	2	2,5	3
mm	lph	mil						
16	1,60	35	1,21	1,61	1,98	2,29	2,57	2,81
		44	1,15	1,52	1,92	2,22	2,50	2,72
	2,10	35	1,53	2,08	2,58	3,03	3,41	3,73
		44	1,42	1,98	2,47	2,95	3,30	3,63
	3,60	35	2,61	3,57	4,35	5,06	5,66	6,22
		44	2,55	3,51	4,27	4,92	5,50	6,05
20	1,10	35	0,84	1,19	1,43	1,63	1,82	1,94
		47	0,77	1,09	1,34	1,52	1,69	1,80
	1,60	35	1,21	1,61	1,98	2,30	2,58	2,82
		47	1,14	1,51	1,90	2,21	2,49	2,71

Como se observa en las tablas anteriormente citadas, se ha seleccionado la tubería de 35mm de grosor portadora de goteros de 3.6 L/H a una presión nominal de 10.15 m.c.a. El coeficiente y exponente de descarga corresponden a 1.13 y 0.50 respectivamente y los goteros tienen un coeficiente de variación del 3%.

Al haberse establecido una uniformidad de riego del 92%, y siendo conocidas las características del gotero, se calculó la holgura máxima de presiones.

### 8.1 Holgura máxima de presiones.

Este valor va a determinar la variación máxima de presiones que deben experimentar los emisores dentro de una misma unidad operacional de riego, por lo tanto, es la condición de diseño principal para el cálculo de la instalación hidráulica. Se expresa de la siguiente forma:

$$\Delta h_s = M * (h_a - (hn)_s)$$

$$\Delta h_s = 4 * (10.15 - 8.75) = 5.01 \text{ m. c. a.}$$



Donde:

$M$ : Se trata de un parámetro que indica la relación entre las presiones de todos los emisores de la unidad de riego en función de la topografía del terreno y de posibles cambios de diámetro de una tubería en cuestión. Este valor oscila entre 2.5-4.5. En superficies llanas y sin cambio de diámetros en las tuberías se adopta el valor de 4.

$\Delta h_s$ : Holgura máxima de presiones (m.c.a.).

$h_a$ : Presión media o nominal (m.c.a.).

$(hn)_s$ : Presión mínima en la subunidad de riego (m.c.a.).

### **8.1.1 Presión media o nominal ( $h_a$ ).**

La presión media se calcula con las características específicas del emisor y se trata de la presión media de trabajo, o presión nominal a la que trabajará el emisor, para poder derivar 3.6l/h de agua. Se expresa de esta manera:

$$h_a = \left( \frac{q_a}{K_d} \right)^{\frac{1}{x}}$$
$$h_a = \left( \frac{3.6}{1.13} \right)^{\frac{1}{0.5}} = 10.15 \text{ m. c. a.}$$

Donde:

$h_a$ : Presión media de trabajo del emisor (m.c.a.).

$K_d$ : Coeficiente de descarga.

$x$ : Exponente de descarga

$q_a$ : Caudal medio del emisor  $\left( \frac{l}{h} \right)$

### **8.1.2 Presión mínima en la subunidad de riego $(hn)_s$ .**

La presión mínima proporcionada por el emisor más desfavorable se calculó de la siguiente manera.

$$(hn)_s = \left( \frac{q_n}{k_d} \right)^{\frac{1}{x}}$$
$$(hn)_s = \left( \frac{3.34}{1.13} \right)^{\frac{1}{0.5}} = 8.75 \text{ m. c. a}$$

Donde:

$(hn)_s$ : Presión mínima en la subunidad de riego (m.c.a.).

$q_n$ : Caudal mínimo a suministrar por emisor (l).

$k_d$ : Coeficiente de descarga.

$x$ : Exponente de descarga

### 8.1.2.1 Caudal mínimo suministrado por el emisor.

Para poder calcular la presión mínima a la que trabajaría un emisor en la misma subunidad de riego, se partió del caudal mínimo que suministrará el emisor según las características del fabricante y del nº de emisor propuestos por planta, expresándose así:

$$q_n = \frac{CU}{100 * (1 - \frac{1.27 * CV}{\sqrt{N^{oe}}})} * q_a$$

$$q_n = \frac{0.92}{100 * (1 - \frac{1.27 * 0.03}{\sqrt{8}})} * 3.6 = 3.34 \text{ l/h}$$

Donde:

$q_n$ : Caudal mínimo a suministrar por emisor  $(\frac{l}{h})$ .

$CU$ : Coeficiente de uniformidad (%).

$N^{oe}$ : Número de emisores por planta.

$CV$ : Coeficiente de variación propio del emisor.

$q_a$ : Caudal medio de la unidad o caudal nominal  $(\frac{l}{h})$ .

En este caso, debido a que no existen pendientes tanto en el sentido que estarán dispuestos los laterales como en el sentido en el que están diseñadas de las terciarias, que se cumpla con la condición dependerá exclusivamente de las pérdidas de carga dentro de la unidad operacional. Expresado matemáticamente:

$$\Delta h + \Delta H = hf + Hf \leq \Delta h_s$$

Donde:

$\Delta h$ : Diferencia de presión entre la entrada y la mínima en el lateral(m.c.a.).

$\Delta H$ : Diferencia de presión entre la entrada y la mínima en la terciaria (m.c.a.).

$hf$ : Pérdida de carga por fricción en el lateral (m.c.a.).

$Hf$ : Pérdida de carga por fricción en la terciaria (m.c.a.).

$\Delta h_s$ : Holgura máxima de presiones en la subunidad de riego (m.c.a.).

### **8.2 Pérdidas de carga en la subunidad de riego.**

Como se ha explicado anteriormente, debido a que toda la subunidad de riego se ve sometida a la misma condición de presiones, el cumplimiento de la condición ya citada dependerá del estudio de las pérdidas de presión debido a las tuberías laterales y terciarias.

#### **8.2.1 Cálculo de caudales.**

El caudal de cada tubería dependerá del número de derivaciones y del caudal derivado. Es por ello que se calcula de la siguiente forma:

$$Q = n * q$$

Donde:

$Q$ : Caudal a la entrada de la tubería ( $\frac{m^3}{h}$ ).

$n$ : Número de derivaciones en la tubería.

$q$ : Caudal derivado. ( $\frac{l}{h}$ )

Las derivaciones en el caso de los laterales serán los emisores y el caudal derivado de los mismos será de 3.6 l/h por emisor.

Para calcular el caudal de las tuberías laterales se halló el número de emisores insertados en la tubería, conociendo que la distancia entre emisores es de 50 cm:

$$n = \frac{l_{lat}}{0.5}$$

Donde:

$n$ : Número de emisores en la tubería.

$l_{lat}$ : Longitud del lateral

0.5: Separación entre emisores (m)

Para el caso de las tuberías terciarias se utilizó el mismo cálculo, a excepción de que las derivaciones corresponden a las tuberías laterales que se insertan en la terciaria, por lo que el caudal derivado de la terciaria es la sumatoria de caudales de las tuberías laterales a las que alimenta.

### **8.2.2 Diámetro interior de las tuberías (Di).**

El diámetro interior de las tuberías laterales se calculó teniendo en cuenta los caudales mencionados en el apartado anterior y fijando una velocidad del agua que circula dentro de la tubería de 0.5 m/s. Tal y como expresa la siguiente fórmula:

$$Di_{lat} = \frac{V_{lat} * 4}{(\pi * q_{lat})^{0.5}}$$

Donde:

$Di_{lat}$ : Diámetro interior del lateral (mm)

$V_{lat}$ : Velocidad del agua que circula en el interior de la tubería ( $\frac{m^3}{h}$ )

$q_{lat}$ : Caudal del la tubería lateral (l)

Este valor es simplemente orientativo, pues se establecerá un único diámetro para todas las tuberías laterales del proyecto por cuestiones de operatividad, tomando el lateral más largo de cada subunidad para los cálculos ya que este es el más desfavorable en cada caso. Aunque en algunos casos con diámetros más pequeños las pérdidas de carga estarían por debajo del valor de la holgura máxima de presiones admitida, se establece para todas las tuberías laterales un diámetro interior de 13.6mm.

La elección de los diámetros de las de las tuberías terciarias de las diferentes parcelas estuvo sujeta a la holgura máxima de presiones admisible. Para ello, se tuvo en cuenta las pérdidas de carga generadas por la tubería lateral insertada más desfavorable

en cada caso, es decir, aquella en la que se producen unas mayores pérdidas de carga debido a la fricción y a las pérdidas singulares generadas por los emisores integrados dentro de ella. Las tuberías terciarias alimentarán a los laterales por un punto intermedio.

### 8.2.3 Cálculo de las pérdidas de carga.

Las pérdidas de carga se calcularon según la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

$hf$ : Pérdidas de carga en la tubería (m.c.a.)

$Hf$ : Pérdidas de carga en la terciaria (m.c.a.)

$f$ : Coeficiente de fricción

$L$ : Longitud de la tubería (m)

$V$ : Velocidad del agua dentro de la tubería ( $\frac{m}{s}$ )

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $9.81 \frac{m}{s^2}$ )

Velocidad del agua dentro de la tubería ( $V$ )

La velocidad a la que circula el agua por la tubería se calculó según la expresión:

$$V = \frac{Q}{3600} * \frac{4}{\pi * \left(\frac{D}{1000}\right)^2}$$

Donde:

$V$ : Velocidad del agua dentro de la tubería ( $\frac{m}{s}$ )

$Q$ : Caudal a la entrada de la tubería ( $\frac{m^3}{h}$ ).

Factor de fricción ( $f$ ):

En este caso, para que se tuvieran en cuenta las tuberías de polietileno, se aplicó la fórmula del factor de fricción para un régimen turbulento liso, es decir, el factor de fricción dependió exclusivamente del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la tubería. En el caso que nos concierne, el flujo es turbulento, por lo que se usó la fórmula de Colebrook White. Se expresa de la siguiente forma:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log \left[ \frac{\varepsilon}{\frac{D}{3.71}} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right]$$

Donde:

$f$ : Factor de fricción.

$\varepsilon$ : Rugosidad relativa.

$D$ : Diámetro de la tubería (mm).

$Re$ : Número de Reynolds.

Para el cálculo de  $f$  se utilizó EXCEL, operando matemáticamente la fórmula de Colebrook, para valores de  $f$  entre 0.013 y 0.0341. Finalmente, se escogió para la tubería estudiada el valor de  $f$  mínimo resultante en valor absoluto.

Rugosidad relativa ( $\varepsilon$ ):

La rugosidad relativa se calculó a partir de la absoluta. En este caso se tiene en cuenta una rugosidad absoluta de 0.002 ya que todas las tuberías son de polietileno.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{abs}}{D}$$

Donde:

$\varepsilon$ : Rugosidad relativa.

$\varepsilon_{abs}$ : Rugosidad absoluta (En este caso debido a que las tuberías son de PE, 0.002 mm).

$D$ : Diámetro de la tubería (mm).

Número de Reynolds ( $Re$ ):

El número de Reynolds se trata de un valor que indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento. Es adimensional, utilizado para caracterizar el movimiento de un fluido. La fórmula se describe a continuación:

$$Re = v * D * 1000000$$

Donde:

$v$ : Velocidad del fluido.

$D$ : Diámetro de la tubería.

F de Christiansen ( $F$ ):

Para obtener la pérdida de presión continua real, teniendo en cuenta que a lo largo de la tubería de estudio existen derivaciones y, por tanto, una disminución progresiva del caudal dentro de la misma, se multiplicaron las pérdidas de carga producidas por el coeficiente o factor de reducción de Christiansen, que se calculó tal y como indica la fórmula:

$$CR = \frac{1}{e + 1} + \frac{1}{2 * n} + \sqrt{\frac{e - 1}{6 * n^2}}$$

Donde:

$CR$ : Coeficiente reductor de Christiansen.

$e$ : Factor que depende del material de la tubería, para PE 2.75

$n$ : Número de derivaciones.

Además de las pérdidas lineales, hay que tener en cuenta las pérdidas de carga singulares – en el caso de las tuberías laterales cada emisor integrado en la tubería genera unas pérdidas de carga que se deben tener en cuenta. Para ello, se aplica la fórmula de las perdidas singulares de Darcy-Weisbach:

$$hf_{sing} = k * \left[ \frac{V^2}{2g} \right] * n_e$$

Donde:

$hf_{sing}$ : Pérdidas de carga singulares (m.c.a.).

$k$ : Coeficiente de pérdidas singulares, en este caso se utiliza un valor de 0.1.

$V$ : Velocidad del agua en la tubería ( $\frac{m}{s}$ )

$n_e$ : Número de emisores en el lateral

Pérdidas de carga en ruta ( $hf$ )

Finalmente, para el cálculo de las pérdidas de carga en ruta se procede de la siguiente forma:

$$\Delta hf = (CR * hf) + hf_{sing}$$

Una vez calculadas las pérdidas de carga, será necesario conocer la presión de entrada que debe tener la tubería para que los emisores trabajen de la forma más homogénea posible. Sabiendo que en el tramo inicial de la tubería se produce el 75% de la pérdida de carga, se calcula la presión necesaria a la entrada de la siguiente forma:

$$hl = ha + (hf * 0.75)$$

Donde:

$hl$ : Presión a la entrada de la tubería (m.c.a.)

$ha$ : Presión media de trabajo del emisor (m.c.a.)

$hf$ : Pérdida de carga(m.c.a.).

Para conocer la presión necesaria a la entrada de cada tubería, se tienen en cuenta las pérdidas de presión derivadas de la conexión del lateral y de la conexión de laterales a lo largo de la tubería terciaria, que corresponden respectivamente con las fórmulas:

$$hf_{conexion} = 0.0000482 * q * 1.64$$

y:

$$Hf_{conexion} = 0.0000482 * Q^{0.3} * n^{0.26}$$

Donde:

$hf_{conexion}$ : Pérdidas de presión derivadas de la conexión del lateral (m.c.a.).

$Hf_{conexion}$ : pérdidas de presión derivadas de la conexión de laterales a lo largo de la tubería terciaria (m.l.e.).

Los resultados obtenidos de las tuberías laterales con mayor significancia y los resultados de las tuberías terciarias a partir del cálculo de las ecuaciones anteriormente expuestas vienen reflejados en las siguientes tablas:



**Tabla 3.** Cálculos del dimensionamiento de las tuberías laterales. **Fuente:** Elaboración propia

Parcela	Subunidad	Tubería lateral	Di (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	v (m/s)	Re	L (m)	n	hfg (mca)	f	n	F (Christ)	Δhf (m)	hfc (mca)	ha (mca)	hml (mca)
Parcela 1	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.403	0.771	10485	60	112	0.34	0.0307	112	0.368	1.85	0.904	10.15	12.44
Parcela 2	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.403	0.771	10485	56	112	0.34	0.0307	112	0.368	1.75	0.904	10.15	12.37
Parcela 3	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.461	0.881	11983	64	128	0.51	0.0297	128	0.368	2.54	1.125	10.15	13.18
Parcela 4	Subunidad 1	Tubería 6	13.6	0.446	0.854	11609	62	124	0.46	0.0299	124	0.368	2.32	1.068	10.15	12.96
Parcela 5	Subunidad 1	Tubería 6	13.6	0.547	1.046	14230	76	152	0.85	0.0284	152	0.367	4.10	1.491	10.15	14.71
Parcela 6	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.461	0.881	11983	68	128	0.51	0.0297	128	0.368	2.67	1.125	10.15	13.27
Parcela 7	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.346	0.661	8988	48	96	0.21	0.0320	96	0.369	1.14	0.702	10.15	11.71
Parcela 7	Subunidad 2	Tubería 6	13.6	0.346	0.661	8988	48	96	0.21	0.0320	96	0.369	1.14	0.702	10.15	11.71
Parcela 8	Subunidad 1	Tubería 8	13.6	0.418	0.799	10860	62	116	0.38	0.0305	116	0.368	2.04	0.957	10.15	12.64
Parcela 9	Subunidad 1	Tubería 6	13.6	0.302	0.578	7864	42	84	0.14	0.0331	84	0.370	0.79	0.564	10.15	11.30
Parcela 10	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.317	0.606	8239	44	88	0.16	0.0327	88	0.369	0.90	0.609	10.15	11.43
Parcela 11	Subunidad 1	Tubería 7	13.6	0.418	0.799	10860	58	116	0.38	0.0305	116	0.368	1.93	0.957	10.15	12.56
Parcela 12	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.389	0.743	10111	54	108	0.30	0.0310	108	0.368	1.58	0.852	10.15	12.19
Parcela 13	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.360	0.688	9362	50	100	0.24	0.0316	100	0.369	1.28	0.751	10.15	11.86
Parcela 14	Subunidad 1	Tubería 1	13.6	0.418	0.799	10860	58	116	0.38	0.0305	116	0.368	1.93	0.957	10.15	12.56

Donde:

Di: Diámetro interior (mm).

Q: Caudal que circula dentro de la tubería ( $m^3/h$ ).

V: Velocidad a la que circula el agua que transporta la tubería (m/s).

Re: Número de Reynolds.

L: Longitud de la tubería (m).

n: Número de goteros integrados en la tubería lateral.

hfg: Pérdidas de carga generadas por los goteros integrados en la tubería lateral (mca).

f: Factor de fricción.

F: F de Christiansen.

$\Delta h_f$ : Pérdidas de carga del servicio en ruta (mca).

hfc: Pérdidas de carga derivadas de la conexión de la tubería lateral.

ha: Presión media o nominal (mca)

hl: Presión necesaria a la entrada del lateral (mca)

**Tabla 2.** Cálculos del dimensionamiento de las tuberías terciarias. **Fuente:** Elaboración propia.

Parcela	Subunidad	T. terciaria	Di (mm)	Q(m3/h)	v (m/s)	Re	L (m)	n	Hf conex. (m.Le)	Le (m)	f	D.lat (m)	r	F	F ajust	$\Delta hf^*$ (mca)	CONDICIÓN $\Delta h + \Delta H = hf + Hf \leq \Delta hs$	hm (mca)
Parcela 1	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	7.286	2.080	73211	31	10	2.62	33.62	0.021	1.50	0.375	0.42	0.38	1.694961	CUMPLE	12.44
Parcela 2	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	9.302	2.655	93467	21.5	12	2.96	24.46	0.019	2.00	0.500	0.41	0.38	1.757721	CUMPLE	12.37
Parcela 3	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	8.899	2.540	89416	19.5	10	2.78	22.28	0.019	2.00	0.500	0.42	0.38	1.4963	CUMPLE	13.18
Parcela 4	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	4.579	1.307	46010	35	6	2.00	37.00	0.022	14.00	3.500	0.45	0.61	1.205229	CUMPLE	12.96
Parcela 5	Subunidad 1	Terciaria 1	44	6.134	1.121	49309	31	6	2.18	33.18	0.021	9.80	2.450	0.45	0.56	0.568163	CUMPLE	14.71
Parcela 6	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	7.574	2.162	76105	24	12	2.78	26.78	0.019	3.50	0.875	0.41	0.40	1.399658	CUMPLE	13.27
Parcela 7	Subunidad 1	Terciaria 1	28	2.621	1.182	33104	18.5	5	1.61	20.11	0.023	2.00	0.500	0.47	0.41	0.487296	CUMPLE	11.71
Parcela 7	Subunidad 2	Terciaria 2	28	1.814	0.819	22918	8.5	3	1.26	9.76	0.025	2.00	0.500	0.55	0.46	0.13671	CUMPLE	11.71
Parcela 8	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	7.546	2.154	75815	21.5	12	2.78	24.28	0.019	1.00	0.250	0.41	0.37	1.1543	CUMPLE	12.64
Parcela 9	Subunidad 1	Terciaria 1	28	5.702	2.572	72029	18	10	2.44	20.44	0.020	5.00	1.250	0.42	0.43	2.071646	CUMPLE	11.30
Parcela 10	Subunidad 1	Terciaria 1	28	3.542	1.598	44745	24	6	1.85	25.85	0.022	4.00	1.000	0.45	0.45	1.175957	CUMPLE	11.43
Parcela 11	Subunidad 1	Terciaria 1	44	9.475	1.731	76163	20.5	12	2.98	23.48	0.019	3.70	0.925	0.41	0.40	0.626497	CUMPLE	12.56
Parcela 12	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	8.986	2.565	90284	20.5	12	2.93	23.43	0.019	1.50	0.375	0.41	0.37	1.559507	CUMPLE	12.19
Parcela 13	Subunidad 1	Terciaria 1	35.2	11.290	3.223	113434	30	16	3.38	33.38	0.018	1.50	0.375	0.40	0.37	3.33212	CUMPLE	11.86
Parcela 14	Subunidad 1	Terciaria 1	44	11.347	2.073	91210	34	16	3.38	37.38	0.019	1.50	0.375	0.40	0.37	1.283702	CUMPLE	12.56

Donde:

Di: Diámetro interior (mm).

Q: Caudal que circula dentro de la tubería ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

V: Velocidad a la que circula el agua que transporta la tubería (m/s).

Re: Número de Reynolds.

L: Longitud de la tubería (m).

Le: Longitud equivalente (m).

n: Número de tuberías laterales integradas en la tubería terciaria.

Hfe conex: Pérdidas de carga de conexión de laterales a lo largo de la tubería terciaria (m.l.e).

f: Factor de fricción.

F: F de Christiansen.

D.lat: Distancia de la primera derivación(m).

r: Coeficiente relacionado con la separación de la acometida de la tubería terciaria a la primera derivación.

F ajust: F de Christiansen ajustado.

$\Delta h_f$ : Pérdidas carga del servicio en ruta (m.c.a).

CONDICIÓN: Verificación de que se cumple la condición de diseño teniendo en cuenta la suma de las pérdidas de carga dentro de la subunidad de riego.

hfc: Pérdidas de carga derivadas de la conexión de la tubería lateral (m.c.a.).

ha: Presión media o nominal (m.c.a)

hl: Presión necesaria a la entrada de la terciaria (mca).

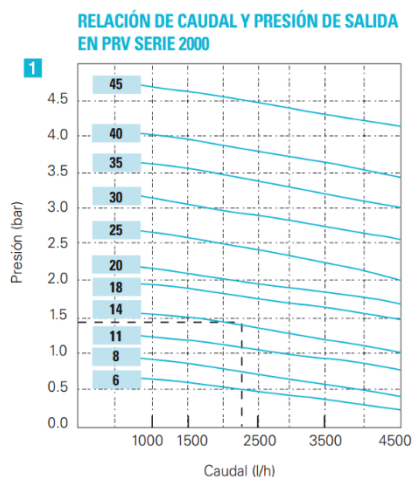
### 8.3 Reguladores de presión.

Debido a que se dispone de varias unidades operacionales y que todas las subunidades tienen requerimientos de presión diferentes, es necesaria la utilización de reguladores de presión que permitan suministrar la presión adecuada en cada subunidad independientemente de que la presión aguas arriba sea superior.

Por ello, se sugiere elegir reguladores de presión de características similares al de la marca “NETAFIM”. En el catálogo disponen de diversos reguladores de presión de diferentes tamaños, unidades y tipos de resortes. Estas diferencias atienden a los diferentes caudales y presiones que se puedan necesitar en la subunidad de riego.

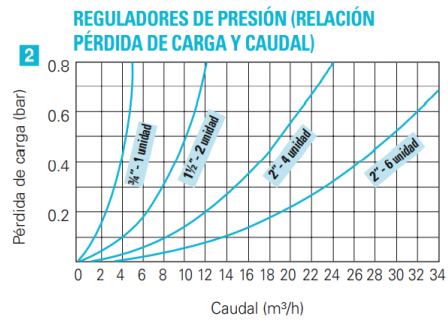
Para saber el tipo de regulador de presión que debe tener cada subunidad, se estima el número de unidades que debe tener el regulador. Para ello se dividió el caudal total de entrada de la subunidad entre la unidades que estimamos que debe tener el regulador de presión. Con este valor, se consultó la tabla que se muestra a continuación para averiguar con que tipo de resorte se conseguirá la presión que más se ajuste a la que se necesita a la entrada de esa subunidad de riego:

**Imagen 1.** Tipo de resorte para seleccionar en relación del caudal y presión de salida en el regulador de presión estudiado. (Fuente: Netafim, 2022).



Una vez seleccionado el número de unidades del regulador de presión y el tipo de resorte que se ajuste a la presión requerida, se utilizó la tabla que se muestra a continuación para conocer las pérdidas de carga producidas por cada regulador:

**Imagen 2.** Características de los reguladores de presión según el caudal de trabajo.  
(Fuente: Netafim, 2022).



Los resultados correspondientes a cada parcela vienen reflejados a continuación:

**Tabla 3.** Cálculo y elección de los reguladores de presión a la entrada de cada subunidad de riego. **Fuente:** Elaboración propia.

Parcela o terraza	Presión a la entrada de la subunidad (mca)	Caudal (m3/h)	Tipo de regulador (Pulgadas)	Tipo de resorte	Caudal por resorte (m3/h)	Presión a la salida del regulador (mca)	Pérdidas de carga intrínsecas (mca)	Presión necesaria a la entrada del regulador (mca)
Parcela 1	12.44	7.29	1 1/2 2 UNIDADES	1.4	3.64	12.00	2.60	16.60
Parcela 2	12.37	9.30	2 4 UNIDADES	1.4	2.33	14.00	1.20	17.20
Parcela 3	13.18	8.90	2 4 UNIDADES	1.4	2.22	14.00	1.10	17.10
Parcela 4	12.96	4.58	1 1/2 2 UNIDADES	1.4	2.29	14.00	1.20	17.20
Parcela 5	14.71	6.13	2 4 UNIDADES	1.4	1.53	15.00	0.60	17.60
Parcela 6	13.27	7.57	1 1/2 2 UNIDADES	1.4	3.79	12.00	2.80	16.80
Parcela 7	11.71	2.62	1 1/2 2 UNIDADES	1.1	1.31	12.00	0.60	14.60
Parcela 7	11.71	1.81	3/4 1 UNIDAD	1.1	1.81	11.50	1.20	15.41
Parcela 8	12.64	7.55	2 4 UNIDADES	1.1	1.89	12.00	0.80	14.80
Parcela 9	11.30	5.70	2 4 UNIDADES	1.1	1.43	12.00	0.50	14.50
Parcela 10	11.43	3.54	1 1/2 2 UNIDADES	1.1	1.77	11.50	0.80	14.30
Parcela 11	12.56	9.48	2 4 UNIDADES	1.4	2.37	14.00	1.30	17.30
Parcela 12	12.19	8.99	2 4 UNIDADES	1.1	2.25	11.00	1.20	14.20
Parcela 13	11.86	11.29	2 4 UNIDADES	1.4	2.82	13.00	1.70	16.70
Parcela 14	12.56	11.35	2 4 UNIDADES	1.4	2.84	13.00	1.60	16.60

#### ***8.4 Tuberías secundarias.***

Las tuberías secundarias se encargan de suministrar el agua necesaria a las subunidades de riego. No obstante, como se puede consultar en el Anejo “PLANOS”, no a todas las terrazas se les ha asignado una tubería secundaria, sino que algunas se alimentan conectando las terciarias directamente a la tubería primaria.

Para dimensionar las secundarias, se estableció como condicionantes de partida una velocidad mínima de 0.5m/s para que no se produzcan sedimentaciones en la tubería y que las pérdidas de carga no superen los 5 m.c.a. por cada 100 metros de tubería, de modo que se seleccionó un diámetro para la optimización del equipo de bombeo.

Las pérdidas de presión se han calculado de la misma forma que en las canalizaciones anteriores. Sin embargo, debido a que en estas tuberías se instalarán electroválvulas y demás accesorios (codos, Tes) que contribuirán en un aumento de las pérdidas de carga, se tendrá en cuenta una longitud equivalente al 15% de la longitud de diseño de la tubería secundaria. Para hallar la presión a la entrada de la secundaria, se debe partir de la presión a la entrada de la subunidad que alimentara. Como se muestra en el diseño hidráulico, algunas de las tuberías deben ir enterradas ya que atraviesan el camino de tierra que conecta con las terrazas.



**Tabla 4.** Cálculos del dimensionamiento de las tuberías secundarias y la presión necesaria a la entrada de las mismas. **Fuente:** Elaboración propia.

Parcela o terraza	Di(mm)	Q(m3/h)	v (m/s)	Re	L (m)	Le (m)	f	$\Delta hf$ (mca)	HMs (mca)
1	55.4	7.29	0.84	46517	63	72.45	0.02	1.01	12
2	55.4	9.30	1.07	59387	65	74.75	0.02	1.60	14
3	55.4	8.90	1.03	56813	68	78.20	0.02	1.54	14
6	55.4	7.57	0.87	48355	53	60.95	0.02	0.91	12
7	44.0	4.44	0.81	35651	55	63.25	0.02	1.09	12
8	44.0	7.55	1.38	60652	52	59.80	0.02	2.66	12
9	55.4	5.70	0.66	36404	45	51.75	0.02	0.46	12
12	55.4	8.99	1.04	57365	57	65.55	0.02	1.32	14
13	55.4	11.29	1.3	72073	55	63.25	0.02	1.91	11
14	55.4	11.35	1.31	72441	61	70.15	0.02	2.14	13

Donde:

Di: Diámetro interior (mm).

Q: Caudal que circula dentro de la tubería ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

V: Velocidad a la que circula el agua que transporta la tubería (m/s).

Re: Número de Reynolds.

L: Longitud de la tubería (m).

Le: Longitud equivalente(m)

$\Delta h_f$ : Pérdidas carga del servicio en ruta (mca).

HMs: Presión necesaria a la entrada de la secundaria (mca)

### 8.5 Tubería principal.

La tubería principal transporta el suministro de agua desde la fuente del agua (un estanque, en este caso), hasta las terrazas, pasando por el cabezal de riego. Para el dimensionamiento de esta tubería se separó el trazado de la tubería en tramos, ya que la pendiente a la que está sometida esta tubería no es constante durante todo su recorrido. Se diferencian 4 tipos de pendiente diferentes:

**Tabla 5.** Clasificación de los tramos de la tubería principal en función a los cambios en la pendiente. **Fuente:** Elaboración propia.

<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD TRAMO (m)</b>	<b>COTA INICIO (m)</b>	<b>COTA FINAL (m)</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
<b>A-B</b>	83	437.65	431.37	-7.57
<b>B-C</b>	76	431.18	431.34	0.21
<b>C-C'</b>	2	431.34	433.34	-100
<b>C'-P14</b>	100	429.35	421.92	-7.43

Hasta el momento, en los cálculos para diseñar la instalación hidráulica, la pendiente era nula, ya que las terrazas de cultivo se encuentran en terreno llano. Ahora bien, en el caso de la tubería principal, su dimensionamiento no solo estará condicionado por las pérdidas de carga producidas en la tubería, sino también por la pendiente.

Como se puede apreciar en la tabla 5, las pendientes son en su mayoría descendentes, por lo que, las diferentes parcelas acumularán presión durante el suministro.

Para conocer el tamaño de la tubería principal, fue necesario saber con exactitud la agrupación de parcelas que se regarían a la misma vez para después dimensionar la tubería principal de acuerdo con el turno de riego que tuviera mayores exigencias de caudal. Los turnos de riego quedan reflejados en la tabla a continuación:

**Tabla 6.** Agrupación de parcelas en turnos de riego y caudales a suministrar en cada caso. **Fuente:** Elaboración propia

<b>TURNOS</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>	<b>T 4</b>	<b>T 5</b>	<b>T 6</b>	<b>T 7</b>	<b>T 8</b>	<b>T 9</b>	<b>T 10</b>	<b>T 11</b>
<b>PARCELA</b>	<b>P4,7,10</b>	<b>P5,9</b>	<b>P 8</b>	<b>P 2</b>	<b>P 3</b>	<b>P 6</b>	<b>P 1</b>	<b>P 11</b>	<b>P 12</b>	<b>P 13</b>	<b>P 14</b>
<b>CAUDAL (m<sup>3</sup>/h)</b>	12.5568	11.8368	7.5456	9.3024	8.8992	7.5744	7.2864	9.4752	8.9856	11.2896	11.3472

Al igual que en el caso de las tuberías secundarias, se establece como condición de partida una velocidad mínima de 0.5m/s para que no se produzcan sedimentaciones en la tubería y que las pérdidas de carga no superen los 5 m.c.a. por cada 100 metros.

Además, se ha optado por incrementar un 10% en forma de longitud equivalente a la longitud total de la tubería para tener en cuenta las pérdidas de carga singulares que ocurren a lo largo de la canalización. Teniendo en cuenta todo lo ya mencionado, se establece que el diámetro necesario corresponde con el diámetro comercial de 63 mm – este diámetro exterior corresponde en el caso de una tubería de alta densidad que aguante hasta 6.3 bares, con un diámetro interior de 55.4mm.

Para poder satisfacer las exigencias de presión a la entrada de cada subunidad en cada turno de riego, se halló la presión necesaria a la entrada de la tubería principal para cada caso. Debido a que, como se muestra en la tabla, los caudales a suministrar son diferentes, se multiplica el caudal por la presión necesaria en cada caso y se selecciona producto mayor para tenerlo en cuenta en la selección del equipo de bombeo. De todas las terrazas, la que presenta el producto del caudal por presión más alto es el de la parcela 4, por lo que la presión a la salida del cabezal debe ser como mínimo de 15.99 mca.

**Tabla 7.** Cálculos del dimensionamiento de la tubería principal y la presión necesaria a la entrada de la misma. **Fuente:** Elaboración propia.

Turnos de riego	Tramos de interés	Di (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	v (m/s)	Re	L acumulada (m)	L por tramo (m)	Le (m) acumulado	Le POR TRAMO (m)	f	$\Delta h_f$ por tramo (mca)	$\Delta h_f$ acumulada (mca)	P. (%)	Presión acumulada por la pendiente (mca)	HMp (mca)
1	P11-P4	55.4	12.56	1.45	80163	187	7.0	205.2	7.7	0.019	0.28	7.51	-7.43	8.71	15.99
1	P9-P10	55.4	12.56	1.45	80163	74	24.0	81.4	26.4	0.019	0.97	2.98	-7.57	4.35	13.13
1	P6-P7	55.4	12.56	1.45	80163	276	31.5	303.6	34.7	0.019	1.27	11.11	-7.43	15.36	11.06
2	P12-P5	55.4	11.84	1.36	75567	215	3.5	236.5	3.9	0.019	0.13	7.81	-7.43	10.83	14.58
2	P2-P9	55.4	11.84	1.36	75567	50	3.0	55.0	3.3	0.019	0.11	1.82	-7.57	2.53	14.55
3	0-P8	55.4	7.55	0.87	48172	17	16.5	18.2	18.2	0.021	0.27	0.27	0.00	0.00	18.34
4	P1-P2	55.4	9.30	1.07	59387	47	5.5	51.7	6.1	0.021	0.14	1.14	-7.57	2.31	17.64
5	P10-P3	55.4	8.90	1.03	56813	77	2.5	84.2	2.8	0.020	0.05	1.66	-7.57	4.54	15.76
6	P13-P6	55.4	7.57	0.87	48355	245	5.0	269.0	5.5	0.021	0.08	4.00	-7.43	13.02	8.68
7	P8-P1	55.4	7.29	0.84	46517	42	25.0	45.7	27.5	0.021	0.38	0.63	-7.57	1.89	16.35
8	P3-P11	55.4	9.48	1.09	60490	120	19.0	131.5	20.9	0.020	0.46	2.88	0.21	6.32	10.87
9	P4-P12	55.4	8.99	1.04	57365	212	25.0	232.7	27.5	0.020	0.55	4.68	-7.43	10.57	12.73
10	P5-P13	55.4	11.29	1.30	72073	240	24.5	263.5	27.0	0.019	0.81	7.96	-7.43	12.65	11.42
11	P7-P14	55.4	11.35	1.31	72441	279	3.0	306.9	3.3	0.019	0.10	9.37	-7.43	15.59	12.62

***Donde:***

Di: Diámetro interior (mm).

Q: Caudal que circula dentro de la tubería ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

V: Velocidad a la que circula el agua que transporta la tubería (m/s).

Re: Número de Reynolds.

L: Longitud de la tubería (m).

Longitud acumulada: Se trata de la longitud acumulada de la tubería hasta ese punto(m).

Le: Longitud equivalente (m)

Le acumulada: Longitud equivalente acumulada de la tubería hasta ese punto(m).

f: Factor f de fricción

$\Delta h_f$  por tramo: Pérdidas carga del servicio en ruta por tramo (mca).

$\Delta h_f$  acumulada: Pérdidas carga del servicio en ruta por tramo acumulada hasta ese punto (mca).

HMs: Presión necesaria a la entrada de la secundaria (mca)

### ***8.6 Tubería de aspiración.***

Se utilizará una tubería de acero galvanizado ya existente en el terreno que conecta al estanque por la parte inferior del mismo hasta el cabezal de riego. La diferencia de cota del punto más bajo del estanque hasta el cabezal es de 1 metro.

La tubería tiene una longitud de 29 metros, y se estiman unas pérdidas de carga singulares expresadas en longitud equivalente del 10% de la longitud total. Debido al tipo de material del que está hecha, y debido a que se encuentra deteriorada, se estima una rugosidad absoluta de 0.1mm. El diámetro es de 3”.

Las pérdidas de carga en la tubería se calculan de la misma forma que se ha explicado con anterioridad, y tienen un valor de 1 m.c.a.

### ***8.7 Cabezal de riego.***

Los aparatajes que conforman el cabezal de riego se encargan de distribuir el agua garantizando las características adecuadas para poder satisfacer las necesidades hídricas y de fertilización del cultivo.

Para ello, el cabezal de riego se compone de: (1) un equipo de bombeo que posibilita el transporte de agua a la presión necesaria, (2) un equipo de filtrado que bloquea las partículas que puedan obstruir el equipo hidráulico, (3) un equipo de ferti-irrigación que incorpore al abastecimiento de agua los insumos que cubran las necesidades nutricionales de las plantas y (4) distintos accesorios como válvulas, inyector y sensores, además de otros elementos de seguridad que permitan la automatización del sistema, entre otros.

#### ***8.7.1 Filtros.***

Teniendo en cuenta que el agua viene de un estanque, lo más probable es que contenga partículas orgánicas que puedan interferir en el normal funcionamiento de los emisores. Por ello, se hace necesaria la utilización de un filtro de arena que bloquee dichas partículas. Además, se dispondrá de un filtro de malla antes de la salida del cabezal para tener mayor seguridad de filtrado, ya que este filtro se encontrará posicionado después del filtro de arena y después de la conexión con el inyector de fertilizante.

Para la selección del tanque de arena, éste debe cumplir la condición de tener como mínimo  $50 \frac{m^3}{m^2s}$  de velocidad de filtrado. Para hallar la superficie de filtrado requerida, se divide la velocidad de filtrado entre el caudal máximo a filtrar. De tal forma que queda:

$$S_{filtrado} = \frac{Q_{max}}{V_{filtrado}}$$

$$S_{filtrado} = \frac{12.5568}{50} = 0.251m^2$$

Donde:

$S_{filtrado}$ : Superficie de filtrado ( $m^2$ )

$V_{filtrado}$ : Velocidad de filtrado ( $\frac{m^3}{m^2s}$ )

$Q_{max}$ : Caudal máximo a suministrar ( $m^3$ )

Se sugiere la elección de filtros con características similares al de la casa “NETAFIM”. Siguiendo estas pautas, se consulta el catálogo del fabricante para así poder seleccionar el producto que más se adecue a las condiciones de estudio:

**Tabla 8:** Características del filtro de arena. (Fuente: Netafim, 2022).

TANK DIAMETER	FILTRATION AREA		MAXIMUM RECOMMENDED FLOW RATE		BACK FLUSH FLOW RATE				MINIMUM BACK FLUSH PRESSURE BAR/PSI	MAXIMUM OPERATING PRESSURE BAR/PSI	WEIGHT EMPTY TANK	
	M <sup>2</sup>	FT <sup>2</sup>	M <sup>3</sup> /H	GPM	BASALT NUMBER 1		SILICA 16				KG	LB
12"	0.07	0.75	5	22	5.5	24	3	13	2/30	8/115	46.5	102.5
16"	0.12	1.29	8.5	35	10	44	5.5	24			60	132.2
20"	0.2	2.15	14	60	17	75	9	40			76	167.5
24"	0.29	3.12	20	90	22	97	12	53			108	237
30"	0.45	4.84	30	130	36	160	20	88			144	317.4
36"	0.65	7	45	200	50	220	28	125			190	418
48"	1.13	12.16	80	350	80	350	43	190			306	673

En este caso como ejemplo, se selecciona el filtro de arena de 24” de la gama “SANDSTORM”, ya que es el que más se ajusta a las condiciones requeridas. Según el fabricante, las pérdidas de carga cuando el filtro está limpio son de 1.2 m.c.a., por lo que se estima que cuando este se encuentre sucio, las pérdidas incrementarán hasta unos 3 m.c.a.



Para el filtro de malla, se establece una velocidad de filtrado de  $0.4(\frac{m^3}{m^2s})$ , tal y como aconsejan los fabricantes. Además, se debe considerar que la superficie efectiva es del 30% quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$S_{filtrado} = \frac{Q_{max}}{V_{filtrado} * 0.3}$$

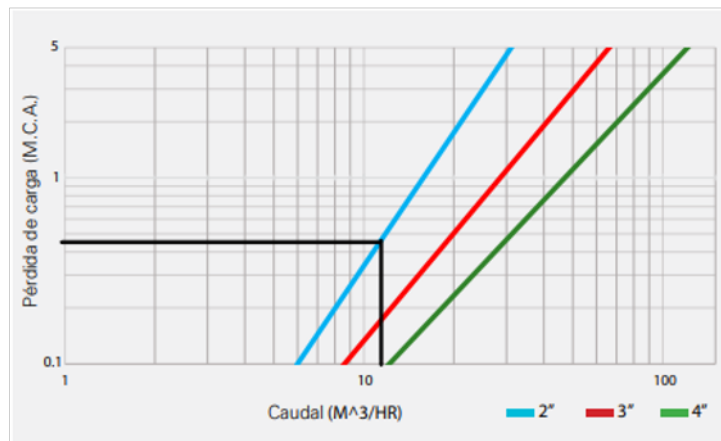
$$S_{filtrado} = \frac{12.5568}{0.4*0.3} = 290.67 \text{ cm}^3$$

El producto elegido corresponderá a uno de características similares al filtro de malla de 2” de la gama “REGULAR” de NETAFIM, debido a que tiene un caudal máximo de funcionamiento de  $20 \frac{m^3}{h}$ , y una superficie de filtrado de  $1210 \text{ cm}^3$ . Las características técnicas y las pérdidas de carga producidas por el filtro vienen dadas a continuación:

**Tabla 9.** Características del filtro necesario para la instalación. (Fuente: Netafim, 2022).

DESCRIPCIÓN	ÁREA DE FILTRACIÓN (CM²)	TIPO DE CONEXIONES DISPONIBLES	CAUDAL MÁXIMO RECOMENDADO (M³/h)	RANGO DE PRESIÓN (BAR)
2" Mini	810	BSP/NPT	15	8
2" Regular	1,210		20	
2" Jumbo	1,610		25	
3" Regular	1,210	BSP/NPT/UNF	25	
3" Jumbo	1,610		30	
3" Double	2,420		45	
3" Jumbo double	3,220		50	
4" Double	2,420	UNF/VIC	60	
4" Jumbo double	3,220		75	

**Gráfica 1.** Pérdidas de carga generadas por el filtro de malla en función del caudal de agua limpia. (Fuente: Netafim, 2022).



Como se observa en la gráfica anterior, las pérdidas de carga producidas por el filtro con agua limpia son de 0.92 m.c.a., por lo que estimaremos unas pérdidas de carga con el agua sucia de 3 m.c.a también.

### 8.7.2 *Equipo de fertilización.*

Para poder satisfacer las necesidades de fertilización del cultivo, se requiere una serie de elementos que permitan introducir los insumos en las tuberías para que lleguen en la concentración adecuada al cultivo en el suelo.

El equipo de fertilización constará de: (1) tres depósitos de 250 litros para los diferentes fertilizantes y uno de 50 litros para el ácido; (2) un agitador de aire de uso continuo de la marca “ELMO”, modelo “SKS 140” de 0.75 kW o de otra marca que disponga de características similares – el soplador se conectará a los 3 tanques de fertilizantes por una tubería de PVC que permita sacar el aire en el fondo del tanque para así agitar los líquidos en su interior y evitar que se sedimenten precipitados; (3) un inyector de la marca “DOSTEC” modelo “60-AP33-P24” o similares capaz de inyectar hasta 100 l/h. Las especificaciones técnicas de los equipos se muestran a continuación:

**Tabla 10.** Soplador tipo con características necesarias para la instalación del proyecto. (Fuente: SKS, 2022).

DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	REFERENCIA REFERENCE	CURVA COURBE	KW	VOLTAJE VOLTAGE V.	CONSUMO CONSUMPTION Amp.	CAUDAL DEBIT FLOW m3/h.	VACÍO VIDE VACUUM mbar.	PRESIÓN PRESSION PRESSURE mbar.	NIVEL SONORO NIVEAU SONORE SOUND LEVEL Db	PESO POIDS WEIGHT Kg.
SKS 80	0150709	120	0,4	220-240/380-415	2,25/1,29	84	130	130	58	11,5

Se necesita de una bomba dosificadora encargada de inyectar la cantidad de fertilizante requerida cuando se aplique el riego. Se necesita como mínimo una bomba dosificadora que sea capaz de inyectar 100l/h de fertilizante a una presión suficiente. Se recomienda la instalación de una bomba dosificadora con características similares a la que se muestra a continuación:

**Tabla 11.** Bomba dosificadora tipo con características necesarias para la instalación. (Fuente: ITC, 2022).

CODIGO	CAUDAL				PRESIÓN		**Altura aspiración		
	50Hz		60Hz		bar	PSI	m	ft	
	l/h	GPH	l/h	GPH					
Pistón	60-AP11-P24_L	2,5	0,6	3	0,8	20/15	217	9	30
	60-AP13-P24_L	5	1,3	6	1,6	20/15	217	9	30
	60-AP14-P24_L	9	2,4	10,5	2,7	20/15	217	9	30
	60-AP33-P24_L	15	4	18	4,7	20/15	217	9	30
	60-AP34-P24_L	25	6,6	30	8	20/15	217	9	30
	*60-AP53-P24_L	36	9,5	-	-	15	217	9	30
	60-AP44-P24_L	50	13,2	60	16	15	217	9	30
	60-AP34-P34_M	50	13,2	60	16	15	217	9	30
	*60-AP53-P34_M	72	19	-	-	15	217	9	30
	60-AP32-P61_M	75	20	90	24	7	100	6	20
	60-AP44-P34_M	100	26,4	120	31,7	15	217	9	30
	60-AP34-P49_M	100	26,4	120	31,7	11	160	8	26
	*60-AP54-P34_M	120	31,7	-	-	15	217	9	30
	*60-AP53-P49_M	144	38,7	-	-	11	160	8	26
	60-AP34-P61_M	150	40	180	48	7	100	6	20
	60-AP44-P49_M	200	52,8	240	63,4	11	160	8	26

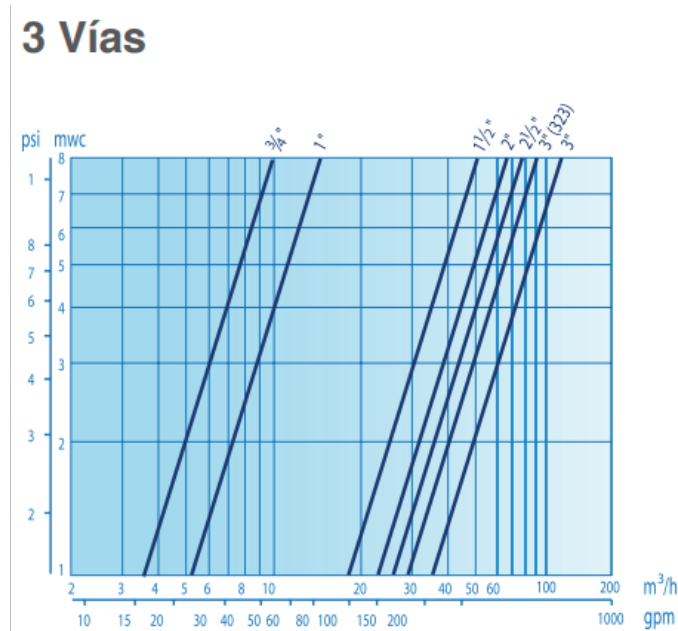
### 8.7.3 Válvulas y accesorios.

#### – Electroválvulas.

Con vistas a automatizar la instalación hidráulica, se requieren 14 electroválvulas para instalar a la entrada de la secundaria (o en la terciaria para aquellas terrazas que no dispongan de secundaria) de cada parcela. Las electroválvulas deben de ser del diámetro que corresponda según el diámetro de la tubería secundaria o terciaria a la que este

conectada. Deben ser de 3 vías como son las de la marca “GAL” o similares. Las pérdidas de carga se muestran a continuación:

**Gráfica 2.** Pérdidas de carga de electroválvula tipo en función del caudal de agua que circule por ella. (Fuente: Regaber, 2022).



Como se observa para el producto de ejemplo, las pérdidas de carga son despreciables, ya que se encuentran por debajo de 1 m.c.a. para el caudal máximo que utilizará la instalación.

– **Válvulas de mano.**

Se utilizarán válvulas de compuerta a la entrada del cabezal de riego y en la salida. Esto es debido a que el cabezal de riego se encuentra a una cota inferior del estanque del que se extrae el agua, por lo que, si se necesitan llevar a cabo labores de mantenimiento, es imprescindible poder interrumpir el flujo para poder operar. Se seleccionaron 2 válvulas de 2". Además, delante de cada electroválvula deben instalarle válvulas de compuerta para facilitar labores de mantenimiento si fuera necesario.

Para posibilitar la limpieza del filtro de arena se han seleccionado 4 válvulas de esfera a la entrada y a la salida del mismo para poder invertir el flujo. También se incorporan en el diseño del cabezal 4 válvulas de esfera para cada uno de los tanques de fertilización.

– **Ventosas.**

Se instalarán ventosas trifuncionales para evacuar el aire de las conducciones y evitar que se produzcan sobrepresiones que puedan afectar al normal funcionamiento de la instalación. Las ventosas irán en los puntos más altos del cabezal de riego. Además, se instalarán 3 ventosas con características similares a las de la marca “MICROBARAK” de ¾” en los puntos más desfavorables de la tubería principal, es decir aquellos en los que se puedan acumular burbujas de aire.

**8.7.4 Equipo de bombeo.**

El equipo de bombeo se encargará de suministrar el caudal requerido a una presión dada que se ajuste a las necesidades hidráulicas de la instalación. Por esto, para su selección deben tenerse en cuenta las pérdidas de carga producidas por la tubería de aspiración y los diferentes equipos que componen el cabezal de riego, además de los requerimientos de caudal y presión de las canalizaciones que van a impulsar el agua suministrada.

– **Selección de bomba.**

A partir de las pérdidas de carga generadas por la tubería de aspiración, por los equipos del cabezal de riego y por las tuberías que impulsan el agua, además de la pendiente del terreno, se calcula la altura de presión mínima que debe tener la bomba.

La pérdida de carga producida en la tubería de aspiración se compensa con el desnivel existente entre el estanque y el cabezal, por lo que no se tiene en cuenta. Para el caso de válvulas y accesorios, se estima una pérdida de presión de 5 m.c.a y para los equipos de filtrado 6 m.c.a.

Estas pérdidas de carga, sumadas a los requerimientos máximos de presión que necesitan las tuberías de impulsión mayorados en un 15%, establecen la altura mínima de presión que debe de tener la bomba tal y como se muestra a continuación:

$$\text{Altura de presión mínima} = H_{f-\text{filtros}} + H_{f-\text{válvulas}} + H_l$$

$$\text{Altura de presión mínima} = 6 + 5 + 15.99 = 29.9 \approx 30 \text{ m. c. a.}$$

Donde:

$H_{f-filtros}$ : Pérdidas de carga producidas por los filtros sucios (m.c.a.).

$H_{f-valvulas}$ : Pérdidas de carga producidas por válvulas y accesorios (m.c.a.).

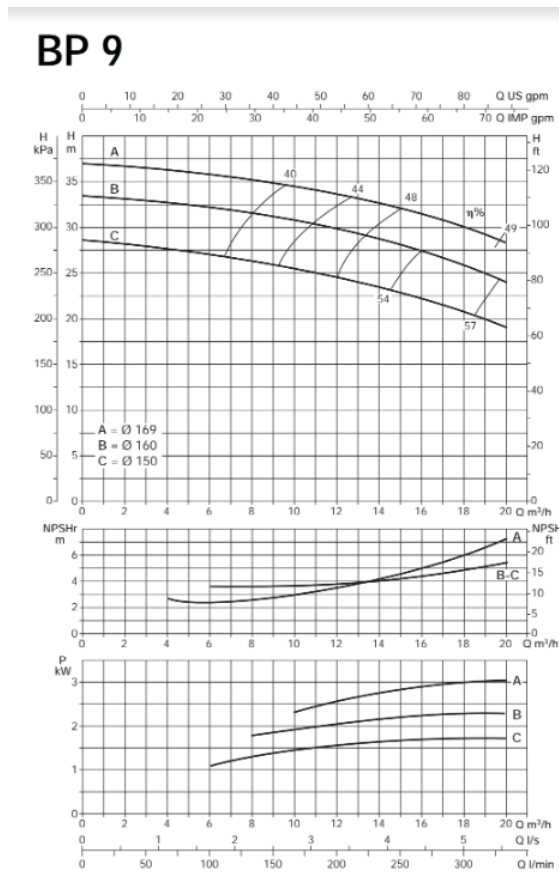
$H_l$ : Presión necesaria a la entrada de la tubería principal (m.c.a.).

Teniendo en cuenta la altura de presión mínima necesaria y el caudal máximo que necesitará impulsar la bomba, se elegirá la bomba centrífuga “BP 9A” de la casa “SAER” o cualquier bomba de otra marca que proporcione unos 33 m.c.a aproximadamente al caudal requerido. Las características proporcionadas por el fabricante se muestran a continuación:

**Tabla 12.** Características de modelo de bomba tipo para proporcionar la presión de impulsión que necesita la instalación hidráulica para su correcto funcionamiento. (Fuente: Agua, 2022).

MODELO/CARACTERÍSTICAS																		
Tipo	Alimentación 50 Hz	P2 Nominal		m <sup>3</sup> /h l/min	0	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	
		kW	HP		h [m]	0	67	100	133	167	200	233	267	300	333	417	500	583
BP 9C	1x230V	1,5	2	h [m]	28	27,4	27	26,3	25,6	24,8	23,4	22,3	20,7	18,5				
	3x230-400V																	
BP 9B	1x230V	2,2	3		33,4	32,6	32,2	31,5	30,7	29,7	28,7	27,4	25,8	23,7				
	3x230-400V																	
BP 9A	3x230-400V	3	4		37	36,5	36	35,4	34,7	33,8	32,8	31,6	30,1	28,3				
BP 10NC	3x230-400V	4	5,5		44,5		43	42,6	42	41,6	41	40,2	39,6	36,5	30,7			
BP 10NB	3x230-400V	5,5	7,5		53,6		53	52,8	52,5	51,7	51,1	50,2	49,8	47,4	43	35		
BP 10NA	3x230-400V	7,5	10		63		62,8	62,6	62,5	62,3	62,2	62	60,6	59,5	57,5	49,7	38,6	

**Gráfica 3.** Curva característica del modelo de bomba de ejemplo. (Fuente: Aiagua 2022).



Comprobando la curva característica de la bomba se confirma que esta proporciona la presión adecuada en los diferentes turnos de riego.

## ANEJO 9

# **CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### ÍNDICE

9.1 Descripción de la instalación.....	110
9.2 Previsión de cargas.....	111
9.3 Acometida y derivación individual a CGMP.....	112
9.4 CGMP a cuadros secundarios.....	112
9.5 Conexiones del cuadro secundario a las líneas individuales.....	113
9.6 Toma a tierra.....	114



### ***9.1 Descripción de la instalación.***

Se dispone de un local de 110m<sup>2</sup> dedicado al almacenaje tanto de materiales de construcción como de materiales de ferretería, así como un pequeño cuarto de riego donde se realizarán las instalaciones pertinentes. Situado en el exterior del almacén se encuentra el contador de la compañía suministradora a partir del cual hay una acometida con una derivación individual en perfecto estado y con una sección suficiente como para acoplar la instalación nueva.

Para realizar la instalación, a partir del contador ya instalado por la compañía suministradora en el exterior del almacén, se llevará a cabo la colocación de un cuadro general de mando y protección (CGMP) en la entrada del local, a través del cual se conectarán 2 subcuadros por medio de diferentes líneas: el subcuadro 1 en el mismo almacén, y el subcuadro 2 en la caseta de riego, tal y como se refleja en el documento 2 “PLANOS”. En este documento se puede consultar también el diagrama unifilar de la instalación.

La instalación eléctrica se dividirá entre líneas de alumbrado y de fuerza, las cuales tendrán una independencia absoluta. Estas líneas estarán agrupadas en los cuadros que nombramos anteriormente, y el suministro de energía eléctrica será realizado por la empresa Unelco Endesa S.A.

Las principales características de la corriente que se suministrará son las siguientes:

- Corriente eléctrica alterna.
- 50 hertzios de frecuencia.
- 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de cuatro conductores.

Por previsión, se decidió dimensionar el subcuadro 1 como para que se pueda instalar en el futuro una cámara de refrigeración. De tal forma, el subcuadro 1 tendrá los elementos de seguridad necesarios para conectar en el futuro dicha maquinaria. Además, la línea que suministra al mismo cuenta con las características necesarias como para alimentar a las futuras cámaras (de aproximadamente 16kW).

## 9.2 Previsión de cargas.

Para el diseño de la instalación de interior se ha realizado una previsión de cargas según la maquinaria que se vaya a instalar de manera continua, así como la luminaria del interior del almacén y del cuarto de riego. Para dimensionar la instalación, la potencia de cálculo estimada según la maquinaria a instalar será de 21.16 kW. A continuación, se muestra el desglose de la previsión de cargas.

**Tabla 1.** Desglose de la previsión de cargas para realizar el dimensionamiento. **Fuente:** Elaboración propia

Zona	Maquinaria	Potencia consumida	Tipo de corriente
Almacén	Luminaria	0.12	Monofásica
	Desespinaadora de	0.74	Monofásica
	Cámara de refrigeración	16	Trifásica
Caseta de riego	Luminaria	0.1	Monofásica
	Programador	0.04	Monofásica
	Bomba centrífuga	3.00	Trifásica
	Bomba dosificadora	0.46	Monofásica
	Soplador	0.75	Monofásica
	<b>TOTAL</b>	21.16	

Para el cálculo de los conductores se tuvo en cuenta:

- Caída de tensión máxima permitida.
- Tipo de receptor.
- Potencia suministrada.
- Longitud de línea.
- Resistividad máxima del material.
- Ángulo de desfase.
- Tipo de corriente.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación (CGPM) y cualquier punto en donde se encuentre el receptor sea:

- Alumbrado: menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación (ITC-BT 19).

- Demás usos: menor del 5% de la tensión nominal en el origen de la instalación (ITC-BT 19).

Tal y como se plantea la explotación de momento, la potencia demandada será de máximo 5.96kW de red trifásica. La compañía suministradora ofrece una tarifa de 6.928kW, por lo que se cubre con creces la totalidad de las necesidades de la explotación en caso de necesitarse en el futuro más potencia, existe la posibilidad de aumentarla previo acuerdo con la empresa suministradora.

### **9.3 Acometida y derivación individual a CGMP.**

La instalación anterior tenía unas demandas de potencia semejantes a las que se van a instalar nuevas, por lo que no habrá que realizar cambios en ninguno de los dos conductores y respectivos tubos de protección de la acometida y de la derivación individual.

### **9.4 CGMP a cuadros secundarios.**

Para el caso de la línea 1, los cables irán entubados y anclados a la pared del interior del almacén, mientras que para la línea 2, se enterrará entubada hasta llegar a la caseta de riego. Se ha tenido en cuenta el tipo de instalación del cableado en ambos casos para la determinación de la sección, además de la caída de tensión y la intensidad necesaria para alimentar todos la maquinaria que se conectará a cada cuadro.

**Tabla 2.** Características de las líneas derivadas del CGMP. **Fuente:** Elaboración propia

Cuadro	Línea	Circuito	Potencia (Kw)	Tensión (V)	Longitud del cable (m)	Caída de tensión
CGMP	1	CGMP-Subcuadro Refrigeración/Desespinaadora	16.86	400	4	3%
	2	CGMP-Subcuadro Riego	4.31	400	49	3%

**Tabla 3.** Intensidades, secciones y diámetros del entubado del cableado de las líneas derivadas del CGMP. **Fuente:** Elaboración propia.

Cuadro	Línea	Conductividad del cobre	Factor de potencia	Intensidad del circuito (A)	Intensidad admisible (A)	Sección nominal de los cables (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior del tubo (mm)
		( $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ )					
Cuadro general	1	48.47	0.8	30.43	40	10	50
	2	48.47	0.8	7.77	56	2.5	32

**Tabla 4.** Magnetotérmicos, características del cableado e intensidades derivadas del CGMP.

Cuadro	Magnetotérmicos	Diferencial	Línea	Características del cable
Cuadro General	4x40A Curva D	4x40A/300mA	1	4x10.0mm <sup>2</sup> + T Cu PVC
	4x32A Curva D		2	4x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu PVC
	4x10A Curva D			

### 9.5 Conexiones del cuadro secundario a las líneas individuales.

Debido a que tanto en el subcuadro 1 como en el subcuadro 2 se han instalado motores, se ha tenido en cuenta 1.25 veces la intensidad de los mismo para dimensionar los equipos de seguridad y la sección de los mismos. Además, las derivaciones a motores constan de contactores que pueden cerrar o abrir los circuitos en carga o en vacío en los que intervengan cargas de intensidad que puedan producir algún efecto perjudicial.

En cada subcuadro se conectarán los equipos de protección necesarios que se especifican a continuación. Es de obligado cumplimiento conectar diferenciales y magnetotérmicos en las zonas de la instalación que lo requieran. Estos, además de proteger la maquinaria y las instalaciones en general, se encargarán de detectar variaciones repentinas de intensidad evitando accidentes humanos. Los equipos instalados se encuentran reflejados en el documento 2 “Planos”.

**Tabla 5.** Desglose de maquinarias conectadas a los cuadros secundarios.

Cuadro	Línea		Conductividad del cobre	Factor de potencia	Intensidad del circuito (A)	Intensidad admisible (A)	Sección nominal de los cables (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior del tubo (mm)	Longitud del cable (m)
			( $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ )						
Cuadro general	1	3	48.47	0.9	0.56	18.5	2.5	16	20
		4	48.47	0.8	5.00	18.5	2.5	16	12
		5	48.47	0.8	36.08	40	2.5	16	
	2	6	48.47	0.9	0.28	18.5	2.5	16	4
		7	48.47	0.8	0.16	18.5	2.5	16	3
		8	48.47	0.8	6.77	17.5	2.5	16	3
		9	48.47	0.8	3.13	18.5	2.5	16	4
		10	48.47	0.8	5.10	18.5	2.5	16	1

**Tabla 6.** Intensidades y condición de elección de los equipos de seguridad.

Condición de protección contra sobrecargas 1) $I_b \leq I_n \leq I_z$ 2) $I_2 \leq 1,45 I_z$									
Cuadro	Subcuadro	Línea	Características del cable	$I_b$ - Corriente de diseño del circuito(A)	$I_n$ - Corriente nominal(A)	$I_z$ -Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado	$I_2$ -Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo ( $t_c$ tiempo convencional según norma)	$I_z \times 1.45$	
Cuadro general	1	3	2x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	0.56	10	18.5	14.5	26.83	
		4	2x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	5.00	10	18.5	14.5	26.83	
	2	5							
		6	2x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	0.28	10	18.5	14.5	26.83	
		7	2x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	0.16	10	18.5	14.5	26.83	
		8	3x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	6.77	10	17.5	14.5	25.38	
		9	2x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	3.13	10	18.5	14.5	26.83	
		10	2x2.5mm <sup>2</sup> + T Cu	5.10	10	18.5	14.5	26.83	

**Tabla 7.** Magnetotérmicos y diferenciales.

Cuadro	Magnetotérmicos	Diferenciales
CUADRO SECUNDARIO 1- CUARTO DE RIEGO	4x32A Curva D	2x40A/30mA
	2x10A Curva C	2x40A/30mA
	2x10A Curva D	3x40A/30mA
	3x40A Curva D	4x40A/30mA
	3x40A Curva D	
CUADRO SECUNDARIO 2- ALMACÉN	4X25A Curva D	2x40A/30mA
	2X10A Curva C	3x40A/30mA
	2X10A Curva C	2x40A/30mA
	3X10A Curva D	2x40A/30mA
	2X10A Curva D	
	2X10A Curva D	

### 9.6 Toma a tierra.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica. El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. Además, la profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Para realizar el cálculo de la toma de tierra vamos a considerar un valor medio de resistividad del terreno de 500  $\Omega \cdot m$  ( $\rho$ ) debido a que la naturaleza del terreno se encuentra dentro de la categoría de terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes. Para estimar la resistencia del terreno, se utilizará la fórmula correspondiente a la de conductor enterrado horizontalmente. La longitud del conductor existente es de 100 metros (L) y estará rodeando toda la superficie alrededor del terreno a una superficie de 1 metro. Hay que comprobar que la resistencia de menor a 15  $\Omega$ .

La fórmula a emplear es la siguiente:

$$R = \frac{2 \times \rho}{L}$$

$$R = \frac{2 \times 500}{100} = 10\Omega < 15$$

Por tanto, se da por válida la toma a tierra existente en el local y la conexión a tierra de la instalación se enganchará a la que ya posee el edificio y utilizaba el local en su anterior uso.

## ANEJO 10

### **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

#### ÍNDICE

10.1 Redactor del estudio básico.....	118
10.2 Obra.....	118
10.3 Promotor.....	118
10.4 Proyectista.....	118
10.5 Coordinador en materia de seguridad y salud durante la redacción del proyecto de obra.....	119
10.6 Actividades a desarrollar .....	119
10.7 Identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados.....	119
10.7.1 Adecuación del terreno.....	119
10.7.2 Excavación de zanjas.....	121
10.7.3 Instalación del sistema hidráulico.....	121
10.7.3.1 Instalación de conducciones.....	121
10.7.3.2 Instalación del cabezal de riego.....	121
10.7.4 Instalación del equipo post-cosecha.....	123
10.7.5 Plantación de los cladodios.....	125
10.7.6 Instalación del sistema eléctrico.....	127
10.8 Equipos de protección colectiva.....	129
10.8.1.1 Señalización de seguridad.....	129
10.8.1.2 Cinta de señalización.....	129
10.8.1.3 Cinta de delimitación de la zona de trabajo.....	129
10.8.1.4 Señales óptico-acústicas de vehículos de obra.....	129

10.8.1.5	Iluminación.....	129
10.8.1.6	Protección de personas en instalación eléctrica.....	130
10.8.1.7	Prevención de incendios.....	130
10.8.1.8	Protección contra caídas de altura de personas u objetos.....	130
10.9	Riesgos laborales que no pueden eliminarse y medidas preventivas tendentes a controlar dichos riesgos.....	135
10.9.1	Técnicas operativas de seguridad general.....	135
10.9.2	Condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo.....	138
10.9.3	Prevención de riesgos especiales y medidas específicas.....	143
10.9.4	Previsiones e informaciones útiles.....	143



No es de aplicación la redacción de un Estudio completo de Seguridad y Salud por no ajustarse la naturaleza del presente proyecto a lo prescrito por el RD 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:

- Presupuesto de ejecución por contrata igual o superior a 450.759,07 €.
- Duración estimada superior a 30 días laborales, con empleo simultáneo de 20 o más trabajadores.
- Volumen de mano de obra estimada superior a 500 días de trabajo.
- Obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

No obstante, según se establece en el Real Decreto 1627/1997, es de obligación para el promotor realizar un estudio de seguridad y salud básico. En él se deben incluir las acciones que se realizarán durante la implantación del proyecto, además de los posibles riesgos que conlleven la realización de dichas acciones y sus consecuentes medidas preventivas.

#### ***10.1 Redactor del estudio básico.***

Arturo Rodríguez Falcón.

#### ***10.2 Obra.***

La obra por la que se realiza el citado estudio es el denominado “Proyecto de mejora de una explotación agraria en el término municipal de Granadilla de Abona para dedicarla a la producción del “higo pico” (*Opuntia Ficus-Indica*)”.

#### ***10.3 Promotor.***

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección Agraria. Universidad de La Laguna.

#### ***10.4 Projectista***

Arturo Rodríguez Falcón.

### ***10.5 Coordinador en materia de seguridad y salud durante la redacción del proyecto de obra.***

Debido a que el presente proyecto ha sido elaborado por un solo proyectista, el promotor no designa un coordinador en materia de seguridad y salud durante la redacción del proyecto.

### ***10.6 Actividades a desarrollar***

- Adecuación del terreno.
- Excavación de zanjas.
- Instalación del sistema hidráulico.
- Instalación del equipo post-cosecha.
- Plantación de los cladodios.

### ***10.7 Identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados.***

#### ***10.7.1 Adecuación del terreno.***

Consiste en preparar la zona de cultivo con la utilización de maquinaria que facilite el trabajo a realizar por lo operarios. Los riesgos más frecuentes son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento.
- Aplastamiento.
- Ambiente pulvígeno.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Inundaciones.
- Incendios. Alcance por maquinaria en movimiento.

- Lesiones osteo-articulares por exposición a vibraciones.
- Cuerpo extraño en ojos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Golpes con objetos y máquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Contagios derivados de toxicología clandestina o insalubridad ambiental de la zona.
- Inhalación de sustancias tóxicas o ambientes pobres de oxígeno.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco homologado con barboquejo.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor, tipo "americano" contra riesgos mecánicos.
- Guantes anti-corte y anti-abrasión, de punto impregnado en látex rugoso.
- Guantes de tacto en piel flor fina.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Protector auditivo.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Guantes de soldador.
- Mandil, polainas o botas con hebilla de zafaje rápido y chaqueta de soldador.
- Gafas de oxicorte.
- Botas de agua con puntera metálica.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Protector de las vías respiratorias con filtro mecánico (celulosa).
- Cinturón de seguridad anticaída con arnés y dispositivos de anclaje y retención.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:
  - Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
  - Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.

- Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes sueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

### ***10.7.2 Excavación de zanjas.***

Para que la instalación de ciertas conducciones no interrumpa el paso de vehículos por la finca, se enterrarán aquellas tuberías que se indican en el Anejo “PLANOS”, a 30cm de profundidad.

### ***10.7.3 Instalación del sistema hidráulico.***

Se dividen en dos actividades diferentes: (1) la instalación de las conducciones en las diferentes parcelas y los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento y (2) la instalación y montaje del cabezal de riego (es decir, la instalación del programador de riego, inyector eléctrico, soplador, válvulas, contadores, ventosas y filtros).

En ambas actividades se contemplan los mismos riesgos y protecciones individuales.

#### ***10.7.3.1 Instalación de conducciones.***

Se basa en la instalación de tuberías porta-goteros, terciarias, secundarias y tubería principal de PE en las diferentes parcelas de cultivo.

#### ***10.7.3.2 Instalación del cabezal de riego.***

Comprende el montaje e instalación de los equipos de filtrado, fertilización y de programación de riego. Para ello, se hace necesaria la instalación de un cuadro eléctrico que permita el correcto funcionamiento de los equipos que necesiten de corriente eléctrica.

Los riesgos más frecuentes son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento.
- Aplastamiento.

- Ambiente pulvígeno.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Inundaciones.
- Incendios. Alcance por maquinaria en movimiento.
- Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- Cuerpo extraño en ojos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Golpes con objetos y máquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Contagios derivados de toxicología clandestina o insalubridad ambiental de la zona.
- Inhalación de sustancias tóxicas o ambientes pobres de oxígeno.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco homologado con barboquejo.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor, tipo "americano" contra riesgos mecánicos.
- Guantes anti-corte y anti-abrasión, de punto impregnado en látex rugoso.
- Guantes de tacto en piel flor fina.
- Cinturón anti-vibratorio de protección lumbar.
- Protector auditivo.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Guantes de soldador.
- Mandil, polainas o botas con hebilla de zafaje rápido y chaqueta de soldador.
- Gafas de oxicorte.
- Botas de agua con puntera metálica.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.

- Protector de las vías respiratorias con filtro mecánico (celulosa).
- Cinturón de seguridad anticaída con arnés y dispositivos de anclaje y retención.
- chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:
  - Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
  - Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.
  - Se eliminarán en todo lo posible los elementos adicionales como cordones, botones, partes sueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

#### ***10.7.4 Instalación del equipo post-cosecha.***

Para la selección y tratamiento de los frutos obtenidos durante la cosecha, se necesita de un almacén con la correspondiente maquinaria que adecue los frutos a los estándares comerciales, es decir, un sistema que permita la eliminación de púas y permita a los operarios separar los frutos en diferentes calibres. Para el montaje de dichos equipos se tienen en cuenta los siguientes riesgos potenciales y el equipo de protección necesario para su montaje e instalación:

##### Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento.
- Aplastamiento.
- Ambiente pulvígeno.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.

- Lesiones en manos y pies.
- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Inundaciones.
- Incendios. Alcance por maquinaria en movimiento.
- Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- Cuerpo extraño en ojos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Golpes con objetos y máquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Contagios derivados de toxicología clandestina o insalubridad ambiental de la zona.
- Inhalación de sustancias tóxicas o ambientes pobres de oxígeno.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco homologado con barboquejo.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor, tipo "americano" contra riesgos mecánicos.
  - Guantes anticorte y antiabrasión, de punto impregnado en látex rugoso.
  - Guantes de tacto en piel flor fina.
  - Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
  - Protector auditivo.
  - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
  - Pantalla para soldador de oxicorte.
  - Guantes de soldador.
  - Mandil, polainas o botas con hebilla de zafaje rápido y chaqueta de soldador.
  - Gafas de oxicorte.
  - Botas de agua con puntera metálica.
  - Botas de seguridad.
  - Traje de agua.
  - Protector de las vías respiratorias con filtro mecánico (celulosa).
  - Cinturón de seguridad anticaída con arnés y dispositivos de anclaje y retención.
  - Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.

- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:
  - Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
  - Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.
  - Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes sueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

#### ***10.7.5 Plantación de los cladodios.***

Para llevar a cabo la plantación del material vegetal, deben descargarse los cladodios del camión que los transporta hasta la finca. Una vez descargados, deben plantarse respetando el marco de plantación propuesto. Debido a que los cladodios pueden contar con espinas y gloquidias, es necesario que los operarios protejan adecuadamente todo su cuerpo de posibles pinchazos. Los riesgos más frecuentes durante este proceso son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento.
- Aplastamiento.
- Ambiente pulvígeno.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Inundaciones.
- Incendios. Alcance por maquinaria en movimiento.
- Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.



- Cuerpo extraño en ojos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Golpes con objetos y máquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Contagios derivados de toxicología clandestina o insalubridad ambiental de la zona.
- Inhalación de sustancias tóxicas o ambientes pobres de oxígeno.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco homologado con barboquejo.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor, tipo "americano" contra riesgos mecánicos.
- Guantes anticorte y antiabrasión, de punto impregnado en látex rugoso.
- Guantes de tacto en piel flor fina.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Protector auditivo.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Guantes de soldador.
- Mandil, polainas o botas con hebilla de zafaje rápido y chaqueta de soldador.
- Gafas de oxicorte.
- Botas de agua con puntera metálica.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Protector de las vías respiratorias con filtro mecánico (celulosa).
- Cinturón de seguridad anticaída con arnés y dispositivos de anclaje y retención.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que, como norma general, cumplirá los requisitos mínimos siguientes:
  - Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.

- Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.
- Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes sueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

#### ***10.7.6 Instalación del sistema eléctrico.***

Consiste en la instalación del sistema eléctrico del almacén donde se encuentran la peladora y su respectiva luminaria. Además, se instalará el sistema eléctrico necesario para el funcionamiento del cabezal de riego.

Los riesgos más frecuentes son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Caída imprevista de materiales transportables.
- Desprendimiento de tierras.
- Atrapamiento.
- Aplastamiento.
- Ambiente pulvígeno.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Heridas en pies con objetos punzantes.
- Inundaciones.
- Incendios. Alcance por maquinaria en movimiento.
- Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.
- Cuerpo extraño en ojos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Golpes con objetos y máquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Contagios derivados de toxicología clandestina o insalubridad ambiental de la zona.

- Inhalación de sustancias tóxicas o ambientes pobres de oxígeno.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco homologado con barboquejo.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor, tipo "americano" contra riesgos mecánicos.
- Guantes anticorte y antiabrasión, de punto impregnado en látex rugoso.
- Guantes de tacto en piel flor fina.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Protector auditivo.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Guantes de soldador.
- Mandil, polainas o botas con hebilla de zafaje rápido y chaqueta de soldador.
- Gafas de oxicorte.
- Botas de agua con puntera metálica.
- Botas de seguridad.
- Traje de agua.
- Protector de las vías respiratorias con filtro mecánico (celulosa).
- Cinturón de seguridad anticaída con arnés y dispositivos de anclaje y retención.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que, como norma general, cumplirá los requisitos mínimos siguientes:
  - Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
  - Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.
  - Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes sueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

## ***10.8 Equipos de protección colectiva.***

### ***10.8.1.1 Señalización de seguridad***

Se estará de acuerdo a lo dispuesto en el R.D. 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

### ***10.8.1.2 Cinta de señalización.***

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60° con la horizontal.

### ***10.8.1.3 Cinta de delimitación de la zona de trabajo.***

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

### ***10.8.1.4 Señales óptico-acústicas de vehículos de obra.***

Las máquinas auto-portantes que ocasionalmente puedan intervenir en la evacuación de materiales de la excavación manual deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y pre-señalización (laminas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

### ***10.8.1.5 Iluminación.***

No se prevé trabajos nocturnos. En caso de hacerlo:

- Zonas de paso: 20 lux
- Zonas de trabajo: 200-300 lux

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

#### ***10.8.1.6 Protección de personas en instalación eléctrica.***

- Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado.
- Cables adecuados a la carga que han de soportar, conexiónados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque.
- Fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.
- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 78 Ohmios.
- Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores

diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

- Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión:  $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100$ .

#### ***10.8.1.7 Prevención de incendios.***

En la zona de trabajo se dispondrá de un extintor polivalente portátil. No se permitirán hogueras dentro del espacio.

#### ***10.8.1.8 Protección contra caídas de altura de personas u objetos.***

- ***Redes de seguridad:*** paños de dimensiones ajustadas al hueco a proteger, de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla 7,5 x 7,5 cm, diámetro de hilo 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12mm de diámetro, de conformidad a norma UNE 81-650-80.

- **Barandillas de protección:** antepechos provisionales de cerramiento de huecos verticales y perímetro de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m, constituidos por balaustre, rodapié de 20 cm de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 1 m de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 Kg/ml.

- **Plataforma de carga y descarga:**

La carga y descarga de materiales se realizará mediante el empleo de plataformas de carga y descarga. Estas plataformas deberán reunir las características siguientes:

- Muelle de descarga de estructura metálica, emplazable en voladizo, sobresaliendo de los huecos verticales de fachada, de unos 2,5 m<sup>2</sup> de superficie.
- Dotado de barandilla de seguridad de 1 m de altura en sus dos laterales y condena de acceso y tope de retención de medios auxiliares desplazables mediante ruedas en la parte frontal.
- El piso de chapa industrial lagrimada de 3 mm de espesor, estará emplazado al mismo nivel del forjado de trabajo sin rampas ni escalones de discontinuidad.
- Podrá disponer opcionalmente de trampilla practicable para permitir el paso del cable de la grúa torre si se opta por colocar todas las plataformas bajo el mismo vertical.
- El conjunto deberá ser capaz de soportar descargas de 2.000 Kg/m<sup>2</sup> y deberán tener como mínimo un certificado de idoneidad, resistencia portante y estabilidad, garantizado por el fabricante, si se siguen sus instrucciones de montaje y utilización.

- **Pasarelas.**

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas.

Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria.

La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

Condena de huecos horizontales con mallazo confeccionada con mallazo electrosoldado de redondo de diámetro mínimo 3 mm y tamaño máximo de retícula de 100 x 100 mm, embebido perimetralmente en el zuncho de hormigón, capaz de garantizar una resistencia > 1.500 N/m<sup>2</sup> (150 Kg/m<sup>2</sup>).

– ***Marquesinas rígidas.***

Apantallamiento en previsión de caídas de objetos, compuesto de una estructura de soporte generalmente metálica en forma de ménsula o pies derechos, cuajada horizontalmente de tablonos durmientes de reparto y tableros, capaces de retener, sin colapsarse, un objeto de 100 Kg de peso, desprendido desde una altura de 20 m, a una velocidad de 2 m/s.

– ***Escaleras portátiles.***

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados.

Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera, en función a la tarea a que esté destinado.

Las escaleras de mano deberán de reunir las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas. Como mínimo deberán reunir las siguientes condiciones:

- Largueros de una sola pieza.
- Peldaños bien ensamblados, no clavados.
- En las de madera el elemento protector será transparente.
- Las bases de los montantes estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante. Y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Espacio igual entre peldaños y distanciados entre 25 y 35 cm Su anchura mínima será de 50 cm.
- En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.

- Las escaleras de mano nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas y resistentes.
- Se apoyarán sobre los montantes.
- El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
- Si la escalera no puede amarrarse a la estructura, se precisará un operario auxiliar en su base.
- En las inmediaciones de líneas eléctricas se mantendrán las distancias de seguridad. Alta tensión: 5 m. Baja tensión: 3 m.
- Las escaleras de tijeras estarán provistas de cadenas ó cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior. Su altura máxima no deberá rebasar los 5,5 m.

– ***Plataformas de trabajo.***

Las plataformas de trabajo estarán construidas por un piso unido y tendrán una anchura mínima de 60 cm.

Cuando esta plataforma de trabajo tenga una altura superior a 2 m habrá de estar protegida en todo su contorno con barandillas rígidas de 90cm de altura mínima, barra intermedia y plinto o rodapiés de 15cm de altura mínima a partir del nivel del suelo. Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros.

Durante el encofrado de jácenas y vigas las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características mínimas:

- Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).
- La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadría de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm si se trata de abeto).
- Longitud máxima entre apoyos de tablones 2,50 m.
- Los elementos de madera no pueden montar entre si formando escalones ni sobresalir en forma de llatas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.
- No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm).
- Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.



- Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 Kg/ml altura mínima a partir del nivel del suelo.
- La distancia entre el pavimento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios.
- En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el pavimento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 1,80 m.
- Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 1,80 m
- Cuando se utilicen andamios móviles sobre ruedas, se usarán dispositivos de seguridad que eviten cualquier movimiento, bloqueando adecuadamente las ruedas para evitar la caída de andamios, se fijaran a la fachada o pavimento con suficientes puntos de amarre, que garantice su estabilidad. Nunca se amarrará a tubos de gas o a otro material. No se sobrecargarán las plataformas más de lo previsto en el cálculo.
- Eslingas de cadena.
- El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.
- Eslinga de cable.
- A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

- Sirgas.
- Sirgas de desplazamiento y anclaje de cinturón de seguridad variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

### ***10.9 Riesgos laborales que no pueden eliminarse y medidas preventivas tendentes a controlar dichos riesgos.***

Frente a los riesgos laborales que no puedan eliminarse, conforme a lo señalado en el apartado anterior, se indican a continuación las Técnicas Operativas de Seguridad Generales a aplicar, así como las condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo.

#### ***10.9.1 Técnicas operativas de seguridad general.***

Son aquellas encaminadas a eliminar las causas y a través de ellas corregir el riesgo. Son las técnicas que verdaderamente hacen Seguridad, pero no se pueden aplicar correcta y eficazmente si antes no se han identificado las causas. Según el objeto de su acción, se dividen en:

##### ***– Diseño y Proyecto de ejecución.***

El proyecto ha considerado y definido las condiciones de uso y conservación de la instalación. El proyecto ha reducido los riesgos relevantes en la etapa de concepción, en la elección de los componentes, así como en la organización y preparación de la instalación. También en la fase de proyecto se han integrado aquellos riesgos previsibles e inevitables (naturaleza de los trabajos y equipos necesarios) así como la información adecuada para la perfecta planificación de los trabajos por parte de los agentes implicados.

##### **– TÉCNICAS OPERATIVAS DE CORRECCIÓN.**

###### **▪ SOBRE EL FACTOR TÉCNICO.**

La aplicación de las Técnicas Operativas de Corrección significaría que el Proyecto no ha sido realizado bajo los criterios de Seguridad Integrada enunciados en el apartado anterior.

Su acción se centra en la mejora de las condiciones peligrosas detectadas en Instalaciones, Equipos y Métodos de Trabajo ya existentes.

Estas condiciones, detectadas mediante Técnicas Analíticas, presentan riesgos definidos, cuya corrección puede hacerse mediante las Técnicas que se relacionan a

continuación. Su exposición sigue un orden fijado por la preferencia que se debe tener al seleccionar una o más de ellas para corregir un riesgo. Dicho de otro modo, únicamente debe utilizarse una de ellas cuando no sea posible material o económicamente, la aplicación de otra anterior.

– ***Sistemas de protección colectiva:***

Son medidas técnicas y equipos que anulan un riesgo o bien dan protección sin condicionar el proceso productivo (p.e. disyuntores diferenciales, horcas y redes, barandillas provisionales de protección, etc.). Son en realidad un escudo entre el riesgo (que se sustancia en forma de peligro provocando el incidente/accidente) y las personas.

– ***Defensas y resguardos:***

Si la aplicación de Sistemas de Protección Colectiva es inviable, se debe acudir al confinamiento de la zona de energía fuera de control o de riesgo, mediante la interposición de defensas y resguardos entre el riesgo y las personas (p.e. protector sobre el disco de la tronadora circular, carcasa sobre transmisiones de máquinas). Generalmente el acudir a este tipo de protección suele denotar un grave defecto de concepción o diseño en origen.

– ***Equipos de protección individual:***

Como tercera opción prevencionista acudiremos a las Protecciones Personales, que intentan evitar lesiones y daños cuando el peligro no puede ser eliminado. Son de aplicación como último recurso ya que presentan el inconveniente de que su efectividad depende de su correcta utilización por los usuarios (motivación y conducta humana).

– ***Normas de seguridad:***

Si ninguna de las Técnicas anteriores puede ser usada o si su aplicación no nos garantiza una seguridad aceptable, es preciso acudir a la imposición de Normas, entendiendo por tales las consignas, prohibiciones y métodos seguros de trabajo que se imponen técnicamente para orientar la conducta humana.

– ***Señalización y balizamiento:***

La señalización o advertencia visual de la situación y condicionantes preventivas en cada tajo es una Técnica de Seguridad a emplear, ya que el riesgo desconocido, por el

mero hecho de ser desconocido, resulta peligroso. Señalizar y balizar, es pues descubrir riesgos. Es una técnica de gran rendimiento para la Prevención.

– ***Mantenimiento preventivo:***

Dada la similitud entre avería y accidente, todo lo que evite averías evitará accidentes. El establecimiento de un programa sistemático de Mantenimiento Preventivo en antagonismo con un mero Mantenimiento Correctivo, es el arma más eficaz para erradicar la aparición intempestiva de imprevistos causantes directos de incidentes/accidentes.

▪ **SOBRE EL FACTOR HUMANO.**

Se identifican como aquellas que luchan por influir sobre los actos y acciones peligrosos, esto es, son los que intentan eliminar las causas humanas de los accidentes. Si bien son necesarias para la Prevención, hasta el momento actual su aplicación ha producido una baja rentabilidad de la inversión prevencionista en ese campo y su aplicación, si no va acompañada de una concienciación social paralela, no proporciona garantías de que se eviten accidentes.

– ***Adaptación del personal:***

Seleccionando al trabajador según sus aptitudes y preferencias para ocupar puestos de trabajo concretos (p.e. test de selección). Homologando las habilidades y capacitación de cada operario para el manejo de equipos y el desempeño seguro de la tarea a realizar (p.e. habilitación escrita de suficiencia para conducir un motovolquete).

– ***Cambio de comportamiento:***

- Formación.
- Adiestramiento.
- Propaganda.
- Acción de Grupo.
- Disciplina.
- Incentivos.

### ***10.9.2 Condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo.***

#### **INSTALACIONES DE PERSONAL**

– ***Vestuarios:***

Lugar reservado únicamente al cambio de vestimenta, ubicado lo más cerca posible del acceso a la obra y próximo al comedor y servicios. El suelo y paredes debe ser impermeables, pintado preferiblemente en tonos claros. Luminoso, caldeado en la estación fría, ventilado si fuese preciso de forma forzada en el caso de dependencias subterráneas.

Debe estar equipado con armario vestuario dotado de llave para cada trabajador, banco o sillas, espejo, escoba, recogedor y cubo de basuras con tapa hermética.

– ***Lavabo:***

Local cerrado y cubierto, comunicado con el vestuario. Iluminado, ventilado y caldeado en la estación fría. El suelo y las paredes serán de materiales impermeables fáciles de limpiar, a tal efecto el suelo dispondrá de desagüe con sifón.

Debe estar equipado con pileta, con un grifo cada 10 personas, productos para la higiene personal y medios para secarse.

La evacuación de aguas usadas se realizará sobre red general, fosa séptica ó punto de drenaje.

– ***Cabinas de evacuación:***

Local cerrado y cubierto, situado en lugar retirado del comedor. El suelo y las paredes serán de materiales impermeables y fáciles de limpiar, con chorro de agua. Puerta con un pestillo interior condenando la apertura desde el exterior, ventilación en la parte superior e inferior.

Se debe instalar una placa turca o inodoro por cada 25 personas, con descarga automática de agua y estará conectado a la red de saneamiento o fosa séptica.

– ***Local de duchas:***

Suelo y paredes en materiales impermeables que permitan el lavado con líquidos desinfectantes y asépticos, pintura en tono claro; aireado y con calefacción en la estación fría.

Dispondrá de una ducha con cabina para desnudarse (cada 10 personas) y dejar la ropa, suelo antideslizante, asientos, perchas y espejo.

– ***Comedor:***

Distinto del local de vestuario, suelo y paredes en materiales impermeables, pintados en tonos claros preferentemente; iluminado, ventilado, y con calefacción en la estación fría.

Se equipará con banco corrido o sillas, punto cercano de suministro de agua o un recipiente que reúna toda clase de garantías higiénicas, medios para calentar la comida y cubo hermético para depositar las basuras.

– ***Botiquín de primeras curas:***

Botiquín de bolsillo o portátil para centros de trabajo de menos de 10 trabajadores. Para mayor número de productores el botiquín será de armario.

En aquellos centros de trabajo de 50 trabajadores o más, no dependiente de empresa con servicios médicos, deberá disponer de un local dotado para la asistencia sanitaria de urgencia.

Deberá tener a la vista direcciones y teléfonos de los centros de asistencia más próximos, ambulancias y bomberos.

Como mínimo deberá estar dotado en cantidad suficiente de: alcohol, agua oxigenada, pomada antiséptica, gasas, vendas de diferentes tamaños, esparadrapos, tiritas, mercuriocromo, venda elástica, analgésicos, bicarbonato, pomada para picaduras de insectos, pomada para quemaduras, tijeras, pinzas y ducha portátil para ojos.

## **CAÍDA DE OBJETOS**

Se evitará el paso de persona bajo las cargas suspendidas, en todo caso se acotarán las áreas de trabajo.

Los materiales, puntales, reglas, recipientes de mortero, palets de piezas cerámicas o de hormigón, empleados para la ejecución de una obra de fábrica de ladrillo, se transportarán en bateas adecuadas, o en su defecto, se colgarán para su transporte por medio de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

El izado del maderamen, tableros, paneles metálicos, fajos de puntales se realizará manteniendo la horizontalidad de los mismos. Preferentemente el transporte de materiales

a granel (p.e. materiales cerámicos, cremalleras, ranas, etc..) se realizará sobre bateas, uñas portapalets con malla de cadenas perimetral, o solución equivalente, para impedir el corrimiento de la carga.

### **CONDICIONES PREVENTIVAS DEL ENTORNO DE LA ZONA DE TRABAJO**

Establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo. Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsulas que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

La zona de acopio de materiales se realizará de conformidad a los

Procedimientos Operativos de Seguridad, fijándose los siguientes criterios generales:

- No efectuar sobrecargas sobre la estructura de los forjados. Acopiar en el contorno de los capiteles de pilares.
- Dejar libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.
- Comprobar periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas puestas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.
- El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.
- Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.
- Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.
- Para evitar el uso continuado de la sierra circular en obra, se procurará que las piezas de pequeño tamaño y de uso masivo en obra (p.e. cuñas), sean realizados en talleres especializados.
- Aquellas piezas de madera que por sus características tengan que realizarse en obra con la sierra circular, esta reunirá los requisitos que se especifican en el apartado de protecciones colectivas.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de acopio y corte de madera.

## **CONDICIONES GENERALES DE LA OBRA DURANTE LOS TRABAJOS**

En invierno establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo, disponiendo arena y sal gorda sobre los charcos susceptibles de heladas.

Los elementos estructurales inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

## **ACCESOS A LA OBRA**

Siempre que se prevea interferencia entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones o vehículos, el circuito de vertido de hormigón y el control de sus salpicaduras, así como el traslado de palets y el posible desprendimiento de piezas sueltas, estará adecuadamente apantallado mediante marquesina o toldo, o en su defecto, se ordenará y controlará por personal auxiliar debidamente adiestrado que vigile y dirija la operación.

Estarán debidamente señalizadas las zonas de paso de los vehículos que deban acceder a la obra, tales como camiones hormigonera y maquinaria de mantenimiento o servicio de la misma.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 Km/h y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable para el que el operario que ayuda al transportista del camión hormigonera, disponga de una provisión suficiente de palas, rastrillos, escobas de brezo, azadores, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico etc., para garantizar la limpieza de las inmediaciones a la canal de derrame, así como los accesos a la obra.

Establecer un sistema eficaz de iluminación provisional de las zonas de trabajo y paso, de forma que queden apoyados los puntos de luz sobre bases aislantes. Jamás se



utilizará una espera de armadura a modo de báculo para el soporte de los focos de iluminación.

La zona de trabajo se encontrará limpia de puntas, armaduras, maderas y escombros.

El lugar donde se ubique la central de hormigonado o el muelle de descarga del camión hormigonera, tendrá asegurado un buen drenaje, sin interferencias con acopios ni otras actividades de la obra, ni se simultanearán trabajos en cotas superiores sobre su mismo vertical o en su defecto, dispondrá de una eficaz marquesina de apantallamiento.

### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Se comprobará que están bien colocadas, y sólidamente afianzadas todas las protecciones colectivas contra caídas de altura que puedan afectar al tajo: barandillas, redes, mallazo de retención, ménsulas y toldos.

Las zancas de escalera deberán disponer de peldaneado integrado, quedando totalmente prohibida la instalación de pates provisionales de material cerámico, y anclaje de tableros con llatas. Deberán tener barandillas o redes verticales protegiendo el hueco de escalera.

Los huecos horizontales que puedan quedar al descubierto sobre el terreno a causa de los trabajos cuyas dimensiones puedan permitir la caída de personas a su interior, deberán ser condenados al nivel de la cota de trabajo, instalando si es preciso pasarelas completas y reglamentarias para los viandantes o personal de obra.

### **ACOPIOS**

Todo el material, así como las herramientas que se tengan que utilizar, se encontrará perfectamente almacenada en lugares preestablecidos y confinadas en zonas destinadas para ese fin, bajo el control de persona/s responsable/s.

#### ***– Acopios de materiales paletizados:***

Los materiales paletizados permiten mecanizar las manipulaciones de las cargas, siendo en sí una medida de seguridad para reducir los sobreesfuerzos, lumbalgias, golpes y atrapamientos. También incorporan riegos derivados de la mecanización, para evitarlos se debe:

- Acopiar los palets sobre superficies niveladas y resistentes.
- No se afectarán los lugares de paso

- En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización (Amarillas y negras).
- La altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante.
- No acopiar en una misma pila palets con diferentes geometrías y contenidos.
- Si no se termina de consumir el contenido de un palet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

– *Acopios de materiales sueltos:*

El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

**10.9.3 Prevención de riesgos especiales y medidas específicas.**

La obra proyectada no prevé ninguno de los supuestos especificados en el anexo II del RD 1.627/1997.

**10.9.4 Previsiones e informaciones útiles.**

**NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA**

\* Directiva 92/57/CEE de 24 de junio (D= 26/8/92).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción, temporales o móviles.

\* RD 1627/1997 de 24 de octubre (BOE 25/10/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Deroga el RD 555/86 sobre obligatoriedad de inclusión de estudios de Seguridad e Higiene en proyectos de edificación y obras públicas.

\* O. de 9 de marzo de 1971 (BOE 16 y 17/3/71; corrección de erratas 6/4/71; modificación 22/11/89).

\* Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Derogados algunos capítulos por Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 y RD 1215/1997.

\* Ley 31/1995 de 8 de noviembre (BOE 10/11/95).

Prevención de riesgos laborales.

(Se citan los artículos 15, 18, 24, 29.1, 29.2, 39, 42.2 y 44). Deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* RD 485/1997 de 14 de abril (BOE 23/4/97).

Disposiciones mínimas en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo. Deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* RD 486/1997 de 14 de abril (BOE 23/4/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* RD 487/1997 de 14 de abril (BOE 23/4/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas, que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

\* RD 488/1997 de 14 de abril (BOE 23/4/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen, pantallas de visualización.

\* RD 664/1997 de 12 de mayo (BOE 24/5/97).

Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes, biológicos durante el trabajo. Deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* RD 665/1997 de 12 de mayo (BOE 24/5/97).

Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* RD 773/1997 de 30 de mayo (BOE 12/6/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* RD 1215/1997 de 18 de julio (BOE 7/8/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Deroga algunos capítulos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 9/3/71).

\* Resoluciones aprobatorias de las normas técnicas reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores:

- R. de 14/12/1974 (BOE 30/12/74). NR MT-1: Cascos no metálicos.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 1/9/75). NR MT-2: Protectores auditivos.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 2/9/75; modificación 24/10/75). NR MT-3: Pantallas para soldadores.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 3/9/75; modificación 25/10/75). NR MT-4: Guantes aislantes de electricidad.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 4/9/75; modificación 27/10/75). NR MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 5/9/75; modificación 28/10/75). NR MT-6: Banquetas aislantes de maniobras.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 6/9/75; modificación 29/10/75). NR MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias: normas comunes y adaptadores faciales.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 8/9/75; modificación 30/10/75). NR MT-8: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros mecánicos.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 9/9/75; modificación 31/10/75). NR MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias: mascarillas autofiltrantes.
  - R. de 28/7/1975 (BOE 10/9/75; modificación 1/11/75). NR MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros químicos y mixtos contra amoníaco.
- \* RD 39/1997 de 17 de enero (BOE 31/1/97).

Reglamento de los servicios de prevención.

## **PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

De acuerdo con lo previsto en el artículo 7 del RD 1.627/1997, el contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico. Este plan debe ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, si no fuera necesaria la designación de coordinador, por la dirección facultativa.

El plan de seguridad y salud y sus modificaciones, aprobadas de acuerdo con el artículo 7.4 del RD 1.627/1997, estarán en obra a disposición permanente de la dirección facultativa y de 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. Todos ellos podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

De acuerdo con el artículo 16.3 del RD 1.627/1997, el contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

De acuerdo con el artículo 19 del RD 1.627/1997, la comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá incluir el plan de seguridad y salud de la obra.

### **CONSTRUCTOR/ES Y COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

De acuerdo con el artículo 3.2 del RD 1.627/1997, si en la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

### **OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

Durante la ejecución de la obra:

En su caso, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra desarrollará las funciones previstas en el artículo 9 del RD 1.627/1997:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

- 1) Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- 2) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la 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 tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del RD 1.627/1997 y el epígrafe 10.6 del presente estudio básico.

c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

d) Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

f) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

### **OBLIGACIONES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

Mientras no sea necesario designar un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la dirección facultativa desarrollará las siguientes funciones:

a) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo (artículo 9.c del RD 1.627/1997).

b) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra (artículo 9.f del RD 1.627/1997).

c) Efectuada una anotación en el libro de incidencias, remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza; y notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste (artículo 13.4 del RD 1.627/1997).

En cualquier caso, caso de observar algún incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertir al contratista y dejar constancia del incumplimiento en el libro de incidencias. En circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, dispondrá la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra, dando cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, a los contratistas y en su caso subcontratistas afectados por la paralización y a los representantes de los trabajadores de éstos (artículo 14 del RD 1.627/1997).

## **PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se aplicarán en todas las tareas o actividades de la obra y, en particular, en las siguientes (artículo 10 del RD 1.627/1997):

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b) 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.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre los contratistas y, en su caso, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

## **OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

De acuerdo con el artículo 11 del RD 1.627/1997, los contratistas y, en su caso, los subcontratistas estarán obligados a:

- a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en todas las tareas o actividades de la obra

y, en particular, al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1.627/1997 y en el epígrafe 10.6 de este estudio básico.

b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud que se redacte.

c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso las obligaciones sobre coordinación de 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 RD 1.627/1997 y en el epígrafe 10.13 de este estudio básico.

d) En su caso, informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa. Asimismo, de acuerdo con los puntos 2 y 3 del artículo 11 del RD 1.627/1997, los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan de seguridad, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

### **OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES**

Todos los trabajadores que intervengan en la obra, autónomos o no, estarán obligados a cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud y a (artículo 12 del RD 1.627/1997):

a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en todas las tareas o actividades que desarrollen y, en particular, en las indicadas en el artículo 10 del RD 1.627/1997 y en el epígrafe 10.6 de este estudio básico.

b) Cumplir durante la ejecución de la obra las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del RD 1.627/1997 y en el epígrafe 10.13 de este estudio básico.



c) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los

trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

d) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el RD 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

### **DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

- Información a los trabajadores: "De acuerdo con el artículo 15 del RD 1.627/1997 y el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados."

- Consulta y participación de los trabajadores:

"De acuerdo con el artículo 16 del RD 1.627/1997 y el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los trabajadores y sus representantes podrán realizar las consultas sobre cuestiones de seguridad y salud que estimen pertinentes.

Cuando sea necesario, teniendo en cuenta el nivel de riesgo y la importancia de la obra, la consulta y participación de los trabajadores o sus representantes en las empresas que ejerzan sus actividades en el lugar de trabajo deberá desarrollarse con la adecuada coordinación, de conformidad con el apartado 3 del artículo 39 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales."

## **LIBRO DE INCIDENCIAS**

De acuerdo con el artículo 13 del RD 1.627/1997, para el control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias habilitado al efecto, que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que apruebe el plan de seguridad y salud.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que se le reconocen al libro.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de un coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados 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. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

## **PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

En aplicación del artículo 14 del RD 1.627/1997, sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (sin perjuicio de la normativa sobre contratos de las Administraciones públicas relativa al cumplimiento de plazos y suspensión de obras), cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias.

En circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, dispondrá la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra, y dará cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social

correspondiente, a los contratistas y en su caso subcontratistas afectados por la paralización y a los representantes de los trabajadores de éstos.

### **AVISO PREVIO E INFORMACIÓN A LA AUTORIDAD LEGAL**

De acuerdo con el artículo 18 y el anexo III del RD 1.627/1997, el promotor avisará a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos. El aviso previo se redactará con el contenido siguiente:

- Fecha:
- Dirección exacta de la obra:
- Promotor (nombre/s y dirección/direcciones):
- Tipo de obra:
- Proyectista/s (nombre/s y dirección/direcciones):
- Coordinador/es en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra (nombre/s y dirección/direcciones):
- Coordinador/es en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (nombre/s y dirección/direcciones):
- Fecha prevista para el comienzo de la obra:
- Duración prevista de los trabajos de la obra:
- Número máximo estimado de trabajadores en la obra:
- Número previsto de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos en la obra:
- Datos de identificación de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos ya seleccionados:

De acuerdo con el artículo 19 del RD 1.627/1997, la comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá incluir el plan de seguridad y salud de la obra.

### **DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE A LA OBRA**

\* Parte A: Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.

Observación preliminar: Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. **Ámbito de aplicación de la parte A:** La presente parte del anexo será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

2. **Estabilidad y solidez:**

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

3. **Instalaciones de suministro y reparto de energía:**

a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

4. **Vías y salidas de emergencia:**

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de

señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

#### 5. Detección y lucha contra incendios:

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

#### 6. Ventilación:

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

#### 7. Exposición a riesgos particulares:

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera contaminada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

8. Temperatura: La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

#### 9. Iluminación:

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

#### 10. Puertas y portones:

a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.

b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.

c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo

en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

#### 11. Vías de circulación y zonas peligrosas:

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente con toda seguridad y conforme al uso que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

#### 12. Muelles y rampas de carga:

a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

#### 13. Espacio de trabajo:

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimiento para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

#### 14. Primeros auxilios:

a) Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

#### 15. Servicios higiénicos:

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.



Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuerenecesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

#### 16. Locales de descanso o de alojamiento:

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

#### 17. Mujeres embarazadas y madres lactantes:

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

#### 18. Trabajadores minusválidos:

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

Esta disposición se aplicará, en particular, a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

#### 19. Disposiciones varias:

a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

\* Parte B: Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales

Observación preliminar: las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez: Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

#### 2. Puertas de emergencia:

a) Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.

b) Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias

#### 3. Ventilación:

a) En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.

b) Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

#### 4. Temperatura:

a) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

b) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

#### 5. Suelos, paredes y techos de los locales:

a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

#### 6. Ventanas y vanos de iluminación cenital:

a) Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.

b) Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

#### 7. Puertas y portones:

a) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

b) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

c) Las puertas y los portones que se cierran solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.

d) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

8. Vías de circulación: Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

9. Escaleras mecánicas y cintas rodantes: Las escaleras mecánicas y las cintas rodantes deberán funcionar de manera segura y disponer de todos los dispositivos de seguridad necesarios. En particular deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.

10. Dimensiones y volumen de aire de los locales: Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o su bienestar.

\* Parte C: Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales

Observación preliminar: las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez:

a) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

1º El número de trabajadores que lo ocupen.

2º Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.

3º Los factores externos que pudieran afectarles. En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

## 2. Caídas de objetos:

a) Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizará, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.

b) Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

c) Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

## 3. Caídas de altura:

a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

b) Los trabajos de altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectada por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

4. Factores atmosféricos: Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

## 5. Andamios y escaleras:

a) Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

b) Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan

o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

c) Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

1º Antes de su puesta en servicio.

2º A intervalos regulares en lo sucesivo.

3º Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

d) Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

e) Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

6. Aparatos elevadores:

a) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes deberán:

1º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

2º Instalarse y utilizarse correctamente.

3º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

4º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

c) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

d) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos que aquellos a los que estén destinados.

7. Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales:

a) Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse correctamente.

c) Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

d) Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

e) Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

8. Instalaciones, máquinas y equipos:

a) Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

c) Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

9. Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles:

a) Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

b) En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1º Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

2º Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.

3º Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

4º Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

c) Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.

d) Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

10. Instalaciones de distribución de energía:

a) Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

b) Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

c) Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y



las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

11. Estructuras metálicas o de hormigón, y piezas prefabricadas pesadas:

a) Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

b) Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

c) Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

12. Otros trabajos específicos:

a) Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

b) En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo, cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

c) Los trabajos con explosivos, así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

d) Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provista de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales. La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo, las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

## ANEJO 11

### **ESTUDIO DE MERCADO**

#### ÍNDICE

11.1 Mercado y producción internacional del higo pico .....	168
11.2 Situación del cultivo de tuneras en España.....	169
11.2.1 Superficie total cultivada.....	169
11.2.2 Evolución de rendimiento.....	172
11.2.3 Análisis de los precios.....	173

“La penca” o “tunera” ha estado ampliamente distribuida en España desde que se introdujo en Europa en el siglo XVI, aunque en Europa se trata de una especie que no ha tenido gran importancia a nivel agronómico hasta el pasado siglo. Esto se debe a que no ha sido cultivada como cualquier otra especie para la producción de sus frutos, sino que fue utilizada como barrera natural para separar fincas y propiedades debido a su particular forma espinosa, cultivada en Canarias para producir tintes naturales a partir de la cochinilla del carmín y consumida de forma local en algunas comunidades autónomas.

Debido a la evidente escasez de agua, el cultivo de la *Opuntia Ficus-Indica* supone una alternativa idónea para un mejor aprovechamiento de este recurso. El uso de esta especie está cambiando y existen cada vez más explotaciones en España y en el mundo dedicadas a la explotación de tuneras para la obtención de frutos.

### ***11.1 Mercado y producción internacional del higo pico.***

Existen varios países dedicados a la producción del higo pico, entre los que se encuentran Méjico, Italia, Sudáfrica, Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Colombia, Estados Unidos, Marruecos, Argelia, Libia, Tunes, Egipto, Jordania, Pakistán, Israel, Grecia, España y Portugal. En muchos de estos países, el higo pico es una fruta destinada al mercado local.

Por regla general en los países del hemisferio norte se obtiene fruta de julio hasta noviembre, exceptuando Israel, que posee una producción invernal de enero hasta marzo.

Méjico, produciendo más de 500 000 toneladas de higo pico al año durante los meses de junio hasta octubre es el mayor productor mundial: posee más de 72.500 hectáreas cultivadas y la mayoría de su producción es destinada al consumo del país, mientras que el resto se destina a la exportación a Estados Unidos y a Canadá. Sus rendimientos, en comparación con los de otros países, son relativamente bajos, pues suelen ser cultivos muy extensivos y con poca tecnificación. Los rendimientos medios oscilan alrededor de 6.5 t ha<sup>-1</sup>.

Siguiendo a Méjico, Italia cuenta con alrededor del 12% de la producción mundial, concentra su producción en los meses de octubre-noviembre gracias a la famosa técnica de la “scozzolatura”, consistente en la remoción de flores en verano para conseguir una cosecha en otoño a un mayor precio de venta. Los productores italianos destinan el 60% de producción a Sicilia, y con tan solo el 15-20% de la producción total, abastecen a la mayor parte de Europa. El resto de su producción es destinada a Canadá (Timpanaro, et al., 2015). Los rendimientos productivos alcanzan los 25 ton/ha. Euroagrumi S.C.C., un

consorcio operando en Sicilia, comercializa 1 500 ton año-1 de tuna con un valor de € 2.5 millones – este es un ejemplo más de como los productores de higo pico están cada vez mejor organizados.

Según la página oficial de la región de Murcia (España), la producción oscila entre 185 y 210 toneladas de higos picos anuales, aunque estas cifras no comprenden los frutos que son recogidos de plantas silvestres que, a su vez, forman gran parte del abastecimiento para consumo de la región. En la provincia de Almería también se reportan cultivos, aunque en menor medida. En las Islas Canarias existen pequeñas explotaciones dedicadas al uso tradicional de la *Opuntia* para la extracción de cochinilla, así como pequeñas plantaciones dedicadas a la venta en el mercado local y tuneras silvestres por todas las islas.

Por otro lado, la mayoría de la producción del hemisferio sur está enfocada al autoconsumo. Sudáfrica encabeza dicha producción, aglomerando el 3.7% de la producción de higos picos a nivel mundial, y produciendo de enero a marzo (al igual que Argentina).

Chile, con una superficie de 8300 ha, posee una temporada productiva que va desde junio hasta septiembre con dos épocas productivas diferenciadas. No utilizan la técnica italiana de la “scozzolatura”.

### ***11.2 Situación del cultivo de tuneras en España.***

Para un mejor entendimiento del panorama del higo pico en España, se realizó el análisis de la superficie cultivada, los rendimientos y el crecimiento anual de la superficie tanto en secano, como en regadío. Dicha información se expone a continuación:

#### ***11.2.1 Superficie total cultivada.***

En la siguiente tabla, se muestra la superficie dedicada al cultivo de tuneras en producción en las comunidades autónomas, tanto en regadío como en secano, durante el periodo histórico de 2012-2020.

**Tabla 1.** Serie histórica de superficie en producción **Fuente:**(MAPA, 2020).

<b>AÑOS</b>	<b>COMUNIDADES AUTÓNOMAS</b>	<b>SECANO (ha)</b>	<b>REGADÍO (ha)</b>
<b>2012</b>	C. Valenciana	184	18
	R. de Murcia	75	15
	Andalucía	271	49
	Canarias	-	4
<b>2013</b>	C. Valenciana	9	10
	R. de Murcia	129	18
	Andalucía	79	21
	Canarias	217	56
<b>2014</b>	C. Valenciana	-	4
	R. de Murcia	4	3
	Andalucía	129	18
	Canarias	94	34
<b>2015</b>	C. Valenciana	-	7
	R. de Murcia	4	9
	Andalucía	97	18
	Canarias	115	37
<b>2016</b>	C. Valenciana	-	7
	R. de Murcia	4	9
	Andalucía	6	6
	Canarias	96	31
<b>2017</b>	C. Valenciana	-	7
	R. de Murcia	5	20
	Andalucía	6	8
	Canarias	93	38
<b>2018</b>	C. Valenciana	-	7
	R. de Murcia	5	38
	Andalucía	-	2
	Canarias	89	43
<b>2019</b>	C. Valenciana	-	2
	R. de Murcia	5	38
	Andalucía	-	2
	Canarias	84	38
<b>2020</b>	C. Valenciana	-	7
	R. de Murcia	5	38
	Andalucía	-	2
	Canarias	89	43

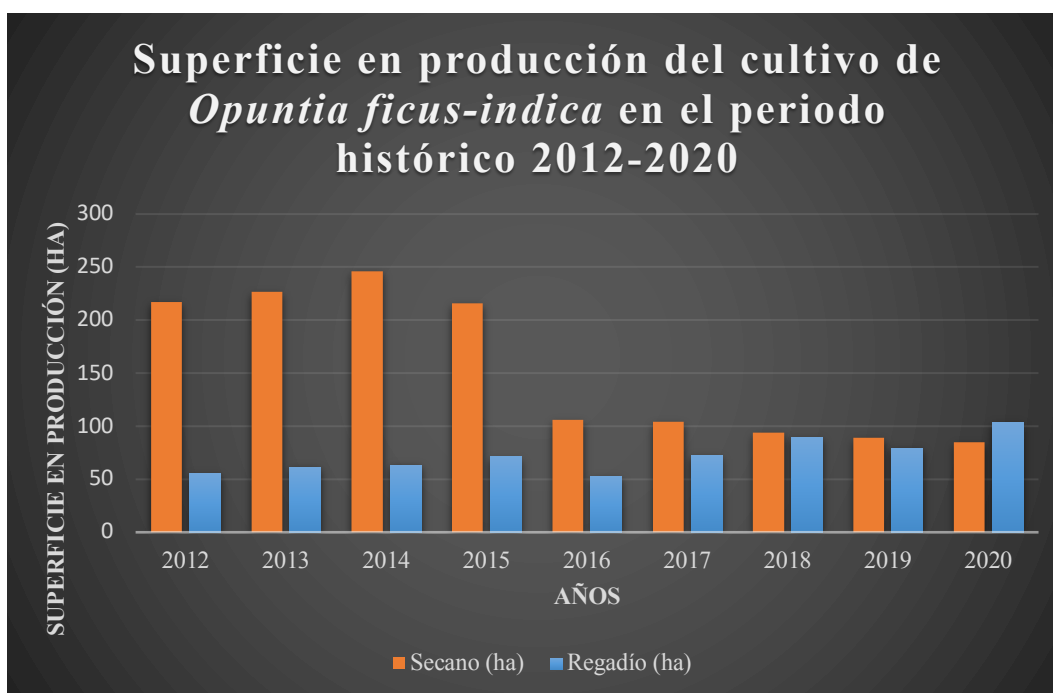
Tal y como se extrae de la tabla 1, Canarias no presenta superficies de cultivo significativas en producción hasta el 2013. A partir del 2015, se mantiene como la comunidad autónoma con más cultivos en regadío y en secano hasta el 2020, que es el último año del que se disponen datos.

La región murciana contaba con una superficie en producción considerable hasta el 2014, cuando la superficie se reduce a escasas hectáreas. A partir de ese año, la superficie en producción en regadío sube hasta estabilizarse en 38 Ha con la segunda mayor superficie cultivada en regadío.

Por su parte, Andalucía contó con la mayor superficie de cultivo de tuneras con 271 Ha en secano y 49 Ha en regadío, para luego experimentar una caída drástica en la superficie de cultivo hasta el 2020, con alguna fluctuación en el 2014.

Los datos reflejan también una caída semejante en la comunidad valenciana, donde se pasó de tener 184 Ha en secano y 18 Ha en regadío a 7 Ha en regadío, y desaparece por completo la superficie de cultivo de tuneras en secano.

**Gráfica 1.** Serie histórica de superficie en producción (MAPA, 2022).



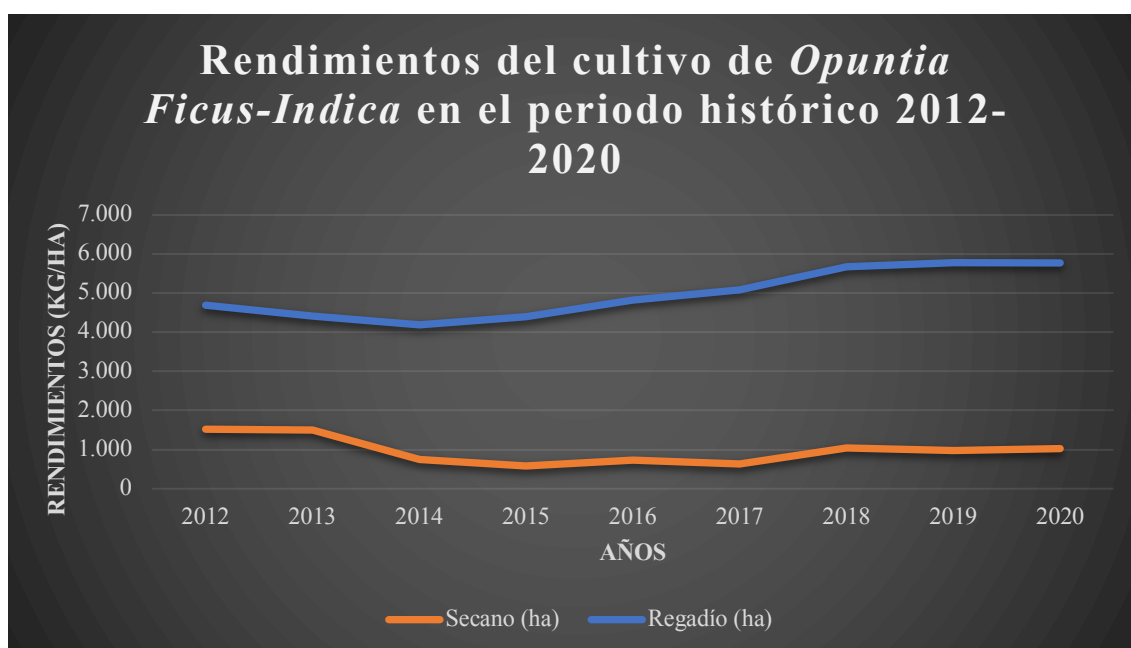
Se observa un declive en la superficie cultivada en secano muy significativo desde el año 2015. La superficie en producción registrada en secano ascendía hasta las 216 Ha, mientras que en el último año registrado (2019) quedan son 89 ha. En cambio, la superficie cultivada con riego suplementario ha experimentado un crecimiento de casi el doble de la superficie cultivada, produciéndose una pequeña fluctuación en el año 2016.

Los datos reflejan que ha habido un abandono masivo del cultivo de la tunera a partir del año 2015. Esto se puede explicar por la introducción de la cochinilla mejicana (*Dactylopius Opuntiae*) en el año 2007 en el territorio peninsular, y en el año 2010 en las Islas Canarias, siendo el peor enemigo de la Opuntia a día de hoy.

### 11.2.2 Evolución del rendimiento.

En la siguiente gráfica se muestran rendimientos nacionales tanto en regadío como en secano durante el periodo histórico de 2012-2020.

**Gráfica 2.** Serie histórica de rendimiento (MAPA, 2022).



La gráfica muestra como, a pesar de haber experimentado pequeñas fluctuaciones entre 2014 y 2020, los cultivos de secano han sufrido una disminución clara de sus rendimientos desde el 2012 hasta el 2020. Los cultivos de secano suelen estar menos cuidados en general, lo que explicaría que la alta incidencia de cochinilla mejicana afecte más a estos cultivos. En cambio, los cultivos de regadío muestran un crecimiento en el

rendimiento positivo, aumentando de 4685 Kg/Ha en 2012 hasta los 5774 Kg/Ha en 2020. Esto podría ser un indicador de que cada vez se conoce más de las variedades nacionales y de las labores culturales necesarias para conseguir mayores rendimientos, aunque en comparación con los rendimientos de otros países según las estadísticas, los cultivos españoles siguen mostrando bajos rendimientos. Lo que sí es evidente es que, pese a ser una especie que aguante condiciones extremas, la aportación de agua es esencial para experimentar un aumento en la producción.

### ***11.2.3 Análisis de los precios.***

Tal y como se ha mencionado, no se encuentran datos específicos de los índices de precios percibidos por los agricultores en fuentes de consulta oficiales como FAO, ICEX, INE, MAPA., sino que éstos se limitan a agrupar los datos como parte de “otros frutales”.

Por esta razón, para el estudio de mercado de este fruto se extraerán datos de los principales mercados autonómicos y provinciales españoles y europeos. A continuación, se expone información obtenida de los siguientes mercados:

– ***Mercados españoles:***

Para la estimación de los precios de mercado en España, se estudió la evolución de los precios frecuentes percibidos durante el periodo histórico indicado en los meses que produce la variedad elegida (agosto-noviembre), de tal forma que los precios sean lo más representativos posible. Para mayor precisión, debido a la diferencia entre los valores de producción comercializada entre los años 2015-2021 en cada mercado, se realizaron medias ponderadas de los precios en función de los higos picos comercializados.

Con los datos obtenidos, se realizó nuevamente otra media ponderada en función de los precios frecuentes percibidos y la producción de los mercados estudiados.

Los precios percibidos frecuentes de agosto a noviembre en el periodo histórico entre 2015-2021 en los diferentes mercados nacionales estudiados son los siguientes:



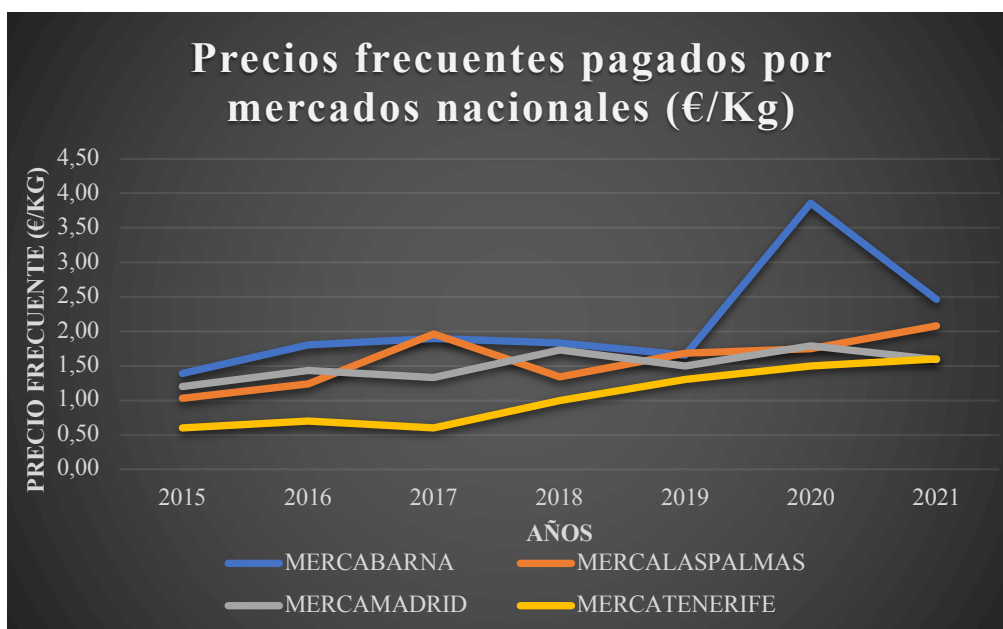
**Tabla 2.** Medias ponderadas de los precios en función de la producción. Fuente: MercaBarna, MercaLasPalmas, MercaMadrid, MercaTenerife (2022).

AÑO	MERCABARNA		MERCALASPALMAS		MERCAMADRID		MERCATENERIFE	
	€/Kg	Kg	€/Kg	Kg	€/Kg	Kg	€/Kg	Kg
2015	1.39	118.91	1.03	125527	1.20	2600	0.60	77679
2016	1.80	207.59	1.24	126184	1.43	1300	0.70	61849
2017	1.90	101.91	1.96	97812	1.33	1303	0.60	70746
2018	1.83	118.93	1.34	113006	1.73	15500	1.00	75796
2019	1.66	129.08	1.68	137399	1.50	15600	1.30	81000
2020	3.86	196.09	1.75	142631	1.79	13708	1.50	100963
2021	2.46	204.50	2.08	145618	1.59	29566	1.60	77461
<b>m.p.€/Kg</b>	<b>2.25</b>		<b>1.59</b>		<b>1.61</b>		<b>1.08</b>	
<b>Total Kg</b>		<b>1076.997</b>		<b>888177</b>		<b>79577</b>		<b>545494</b>

**Leyenda de la tabla 2**

- €/Kg: Precio frecuente €/Kg.
- Kg: Entrada de producto.
- m.p. €/Kg: media de los precios ponderada en función de la producción entrante.

**Gráfico 3.** Precios frecuentes pagados por mercados nacionales (€/Kg).



Como se observa en la gráfica mostrada de todos los mercados nacionales estudiados, existe una tendencia positiva en el aumento de precios desde el 2015 hasta la actualidad. Los mercados canarios son los que muestran índices de precios más bajos lo cual puede estar relacionado directamente con que Canarias se trata de la comunidad autónoma que mayor producción de higos picos tiene.

Debido a que estos precios son los pagados por el mayorista al intermediario y en este proyecto se plantea vender la producción directamente al mayorista, se estima que el precio percibido sería como mínimo de un 30% menor. Además, se debe tener en cuenta el precio del transporte dentro de este precio en los casos que así lo requieran. Es decir, en el caso de que se vendieran higos picos a todos los mercados, tal y como se indica a continuación:

- **MercaTenerife.** Transporte terrestre con contenedor (propio) de 40 pies refrigerado → Coste: 1000€
- **MercaLasPalmas.** Transporte terrestre con container de 40 pies refrigerado + transporte marítimo hasta el puerto de Las Palmas + transporte terrestre hasta el mercado → Coste: 1800€
- **MercaBarna.** Transporte terrestre con container de 40 pies refrigerado + transporte marítimo hasta el puerto de Barcelona + Transporte terrestre hasta el mercado. → Coste: 3000€
- **Mercamadrid.** Transporte terrestre con container de 40 pies refrigerado + transporte marítimo hasta el puerto de Barcelona + transporte terrestre hasta el mercado. → Coste: 3500€

Precio aproximado según cotizaciones pedidas a empresas de la isla dedicadas al transporte marítimo y terrestre.

Se establece que no es viable la exportación de este fruto debido a diversas razones:

-Altos costes de transporte: Al estar la finca ubicada en una isla, el alcance de mercado se limita debido a que la comercialización en la península va unida a un alto coste de transporte que no es compensado por los precios pagados en dichos mercados.

-La demanda del fruto: Como ya se ha explicado anteriormente, el higo pico no se trata de un fruto muy consumido en España. El nicho de mercado es reducido por lo que

no existen mercados con la capacidad de revender un contenedor entero de frutos, esto obliga al exportador a utilizar servicios de grupaje que ponen en riesgo a la fruta exportada, ya que se transporta con otro tipo de productos que pueden contener patógenos o tener tasas respiratorias diferentes al higo pico y que puedan afectar a su vida comercial. Además, este servicio a largo plazo supone unos mayores costes de transporte.

### ***-Mercados extranjeros***

En países extranjeros, tal y como se muestra en la tabla 3, los precios son más altos que en España, aunque debido el tiempo que tardaría un contenedor en desembarcar en el puerto de destino como por ejemplo Les Havres (Francia) o Rotterdam (Holanda) imposibilita que el fruto llegue en condiciones adecuadas para su posterior comercialización.

Teniendo en cuenta que la capacidad de recolección de frutos en la finca está limitada a la contratación de empleados cualificados y que la zona de la finca carece de los mismos, la recolección de los frutos se realizaría en un periodo de tiempo demasiado largo como para que además estos mantengan un estado óptimo después dos semanas de flete (si no ocurren retrasos) y una semana de comercialización.

**Tabla 3.** Mercado extranjero del higo pico **Fuente:** Réseau des Nouvelles des Marchés, Fruï Uit Zuid, Groentebroer (2022).

FRANCIA MERCADO DE NANTES		HOLANDA MERCADO DE ROTTERDAM	
AÑO	Precio frecuente €/Kg	AÑO	Precio frecuente €/Kg
2015	2.27	2015	2.08
2016	2.18	2016	2.15
2017	1.92	2017	2.2
2018	2.19	2018	2.46
2019	2.8	2019	2.5
2020	2.77	2020	2.68
2021	2.95	2021	2.6

### ***Conclusión***

Por todo lo ya mencionado, se propone comercializar el fruto en la isla de Tenerife directamente al distribuidor y que este se encargue de explotarla al extranjero. Al tener la explotación una dimensión limitada es la opción mas viable, esto es debido a que el distribuidor cuenta con los canales y los clientes adecuados.

Para el posterior análisis económico, se tendrá en cuenta los precios propuestos por un importante distribuidor Tinerfeño. El Kg de higo pico totalmente limpio de espigas y presentado en cajas para su comercialización, se vendería desde el almacén de la finca por 1.20€.

ANEJO 12

**ANÁLISIS ECONÓMICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD**

ÍNDICE

12.1 Pagos.....	179
12.2 Cobros.....	181
12.3 Rentabilidad.....	183

En el presente anejo se estudia la rentabilidad del proyecto durante la totalidad de su vida útil. Para ello, se ha analizado el pago de la inversión, la vida útil del proyecto los flujos de caja y el plazo de recuperación.

Teniendo en cuenta las características de la explotación se estima que la vida útil del proyecto será de 25 años. La cantidad dinero a invertir asciende a **88.513,50€**, esta cifra se muestra tal y como se puede ver en el documento 4 “Presupuesto”. Debido a que el I.G.I.C. se trata de un gasto deducible, no se tendrá en cuenta como parte de la inversión.

### ***12.1 Pagos***

Los pagos debidos al normal funcionamiento de la finca vienen indicados en las siguientes tablas. Estas tablas corresponden a los tres primeros años de la explotación, ya que a partir del tercer año los gastos permanecerán constantes. Esto es debido a que se empezará a recoger fruta a partir del 3 año ya que las plantas tendrán un tamaño mínimo y podrán proporcionar rendimientos rentables para la recolección y comercialización.

**Tabla 1.** Pagos totales de la explotación en el primer, segundo y tercer año. **Fuente:** Elaboración propia.

AÑO 1				
Tipo	Concepto	Consumo anual (ud/año)	Precio unitario (€/ud)	Coste anual (€/año)
Energía y lubricante	Combustible (L)	200.00	1.46	292.60
	Lubricante (L)	1.00	2.64	2.64
	Potencia contratada (Kw.año)	1896.54	0.06	113.00
	Consumo eléctrico (Kw.h)	5654.88	0.24	1357.17
Control de plagas	Control de plagas (ud)	1.00	500.00	300.00
Mano de obra	Peon de la finca (h)	1.00	15836.80	15836.80
	Ingeniero técnico agrícola	48.00	18.50	888.00
Seguro	Seguro tractor	1.00	70.00	70.00
Fertilizantes	Fertilizantes	1.00	100.00	100.00
Riego	agua	2691.74	2.01	5410.41
<b>TOTAL</b>				<b>24,370.62 €</b>

AÑO 2				
Tipo	Concepto	Consumo anual (ud/año)	Precio unitario (€/ud)	Coste anual (€/año)
Energía y lubricante	Combustible (L)	200.00	1.46	292.60
	Lubricante (L)	1.00	2.64	2.64
	Potencia contratada (Kw.año)	1896.54	0.06	113.00
	Consumo eléctrico (Kw.h)	5654.88	0.24	1357.17
Control de plagas	Control de plagas (ud)	1.00	500.00	500.00
Mano de obra	Peon de la finca (h)	1.00	15836.80	15836.80
	Ingeniero técnico agrícola	48.00	18.50	888.00
Seguro	Seguro tractor	1.00	70.00	70.00
Fertilizantes	Fertilizantes	1.00	100.00	100.00
Riego	agua	3588.99	2.01	7213.87
	Análisis de agua	2.00	54.90	109.80
	Análisis de suelo	2.00	57.50	115.00
<b>TOTAL</b>				<b>26,599 €</b>

AÑO 3 Y SUCESIVOS				
Tipo	Concepto	Consumo anual ud/año	Precio unitario (€/ud)	Coste anual (€/año)
Energía y lubricante	Combustible (L)	300.00	1.46	438.90
	Lubricante (L)	1.00	2.64	2.64
	Potencia contratada (Kw.año)	1896.54	0.06	113.00
	Consumo eléctrico (Kw.h)	7512.48	0.24	1803.00
Control de plagas	Control de plagas (ud)	1.00	500.00	700.00
Mano de obra	Peon de la finca (h)	1.00	15836.80	15836.80
	Ingeniero técnico agrícola	48.00	18.50	888.00
	Peon temporal	0.30	15836.8	4751.04
	Capataz temporal	0.30	18339.00	5501.7
Seguro	Seguro tractor	1.00	70.00	70.00
Fertilizantes	Fertilizantes	1.00	300.00	300.00
Riego	agua	3588.99	2.01	7213.87
	Análisis de agua	2.00	54.90	109.8
	Análisis de suelo	2.00	57.5	115
Empaquetado	Cajas	2400.00	0.45	1080
	Separadores	2400.00	0.30	720
<b>TOTAL</b>				<b>39,644 €</b>

### 12.1.2 Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios se deben a que la vida útil de las instalaciones que componen la explotación es menor que a la que se estima la inversión realizada para adquirirla. Por ello, será necesario reemplazar las diferentes instalaciones por unas nuevas a medida que su vida útil se acabe.

A continuación, se muestran los pagos extraordinarios estimados:

**Tabla1.** Pagos extraordinarios. **Fuente:** Elaboración propia.

PAGOS EXTRAORDINARIOS		
Año	Inmovilizado	Importe (€)
1	Herramientas	1000
11	Herramientas	1000
16	Mini tractor	1000
	Remolque	2275
	Sistema hidráulico	30324
19	Desespinaadora	13350
21	Herramientas	1000

## 12.2 Cobros

### 12.2.1 Cobros ordinarios

Los cobros están compuestos por la venta de la cosecha. Estos empezarán a realizarse a partir del tercer año e irán en aumento hasta alcanzar como mínimo los 25 Tn/ha.

A continuación, se reflejan los cobros, que se prolongarán hasta los 25 años que es la vida útil estimada de la explotación.

**Tabla 3.** Cobros percibidos por la venta de la cosecha **Fuente:** Elaboración propia

COBROS				
Año	Rendimiento (Kg/ha)	Precio (€/Kg)	Importe por Hectárea(€/Ha)	Importe total (€)
Año 3	10000	1	10000	33500
Año 4	12000	1	12000	40200
Año 5	15000	1	15000	50250
Año 6	20000	1	20000	67000
Año 7 y siguientes	25000	1	25000	83750



### 12.2.2. Cobros extraordinarios

Como cobros extraordinarios se tuvo en cuenta el valor residual de las instalaciones después de su vida útil. El valor residual en el momento de venta al final de la vida útil de la inversión se calculó de la siguiente forma:

$$V_r = V_a - \left( \frac{N * (V_a - V_r)}{n} \right)$$

Donde:

$V_r$ : Valor residual (€)

$V_a$ : Valor de adquisición (€)

N: Años desde la última reposición

n: Años de vida útil

Los resultados de los diferentes cobros extraordinarios vienen representados a continuación:

**Tabla 4.** Cobros extraordinarios de la explotación. **Fuente:** Elaboración propia

COBROS EXTRAORDINARIOS POR VENTA DE INMOVILIZADO									
Inmovilizado	Valor actual (€)	Año de compra	Vida útil (años)	Año de 1ª reposición	Valor residual 1ª reposición (€)	Año de la 2ª reposición	Valor residual 2ª reposición (€)	Año de la 3ª reposición	Valor residual final (€)
Mini tractor	8000	1	15	16	800	26	-	-	3200
Remolque	2275	1	15	16	228	26	-	-	910
Desespinaadora	13350	3	15	19	1335	26	-	-	7743
Herramientas	1000	1	10	11	100	21	100	26	550
Sistema Hidráulico	30324	1	15	16	3032	26	-	-	12130

### 12.3 Rentabilidad

Para estudiar la rentabilidad de este proyecto se estudiarán los parámetros de valor actual neto (VAN), la relación beneficio/inversión (Q), plazo de recuperación (PR) y la tasa Interna de rentabilidad (TIR).

#### – Valor actual neto (VAN)

Para calcular la ganancia neta o rentabilidad neta se calculará la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \left[ C_j * \frac{(1+\lambda_c)^j}{(1+r)^j * (1+\lambda_g)^j} - P_j * \frac{(1+\lambda_p)^j}{(1+r)^j * (1+\lambda_g)^j} \right] - \sum_{j=0}^m \frac{K_j}{(1+r)^j * (1+\lambda_g)^j}$$

Donde:

VAN: Valor actualizado neto.

r: Tasa de actualización.

$P_j$ : Pagos del año j

$K_j$ : Inversión en el año j

N: Número de años de vida útil del proyecto

$C_j$ : Cobros del año j

m: Año de la última inversión

r: tasa de actualización

$\lambda_g$ : Tasa de la inflación general del país

$\lambda_c$ : Tasa de incremento de los cobros

$\lambda_p$ : Tasa de incremento de los pagos

- **Tasa interna de rentabilidad (TIR)**

La tasa de rentabilidad se calcula de forma muy semejante al VAN salvo que esta no depende del tipo de actualización sino del tipo de interés que haría que el VAN fuese igual a cero, o lo que es lo mismo, que la inversión no sea rentable.

$$TIR = \sum_{j=1}^n \left[ C_j * \frac{(1+\lambda_c)^j}{(1+\lambda)^j * (1+\lambda_g)^j} - P_j * \frac{(1+\lambda_p)^j}{(1+\lambda)^j * (1+\lambda_g)^j} \right] - \sum_{j=0}^m \frac{K_j}{(1+\lambda)^j * (1+\lambda_g)^j}$$

Para la tasa de actualización se ha tenido en cuenta una media de los tres últimos años de las obligaciones del estado a 30 años. Resultando un valor de 1.12% y se estima que este valor tenga un incremento del 0.5 % anual.

Para la tasa de inflación se ha considerado la variación del IPC del periodo de los últimos 10 años, resultando en un valor de 1.45%.

Para los valores que corresponden a la tasa de incremento de cobros y de los pagos se considera un valor del 1.5% y 1% respectivamente.

## RESULTADOS

**Tabla 5.** Flujos de caja y VAN acumulado. **Fuente:** Elaboración propia

Año	Cobros (€)	Pagos (€)	Flujo de caja neto (€)	VAN Acumulado (€)
1	0	25371	-25371	-113603,99
2	0	26599	-26599	-139617,04
3	33500	39644	-6144	-145559,14
4	40200	39342	858	-144738,52
5	50250	39342	10908	-134421,37
6	67000	39342	27658	-108551,25
7	83750	39342	44408	-67473,96
8	83750	39342	44408	-26851,64
9	83750	39342	44408	13320,75
10	83750	39342	44408	53048,19
11	83850	40342	43508	91539,39
12	83750	39342	44408	130391,67
13	83750	39342	44408	168813,62
14	83750	39342	44408	206810,01
15	83750	39342	44408	244385,56
16	87810	72942	14869	256827,52
17	83750	39342	44408	293575,3
18	83750	39342	44408	329916,07
19	85085	52692	32393	356130,9
20	83750	39342	44408	391671,11
21	83850	40342	43508	426817,68
22	83750	39342	44408	461574,97
23	83750	39342	44408	495947,28
24	83750	39342	44408	529938,89
25	108283	39342	68941	931081,94

Teniendo en cuenta que la vida útil de la explotación se establecerá en 25 años el valor actual neto (VAN) asciende a 931.081,94€.

La tasa interna de retorno (TIR) es del 15.87%.

La tasa de recuperación o “pay-back” se producirá a partir de 8.8 años desde el año de la inversión. Es decir que en el año 9 se podría cerrar el proyecto sin haber generado pérdidas.

Estudiando los valores obtenidos, se puede concluir que la inversión es rentable y es una opción económicamente viable mostrándose esta explotación como una gran alternativa frente a otro tipo de cultivos que requieren de más recursos y mayor inversión.

## ANEJO 13

### **PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

#### ÍNDICE

13.1 Descripción de la obra.....	187
13.2 Identificación y estimación de las cantidades a generar de cada residuo y tratamiento al que serán sometidos.....	187
13.3 Gestión interna de los residuos.....	188
13.4 Gestión externa de los residuos.....	188
13.5 Minimización de los residuos.....	188

Según lo establecido en el real decreto 105/2008, de 1 de febrero, es de carácter obligatorio incluir un plan de gestión de residuos producidos durante la ejecución de la obra. Con la presente planificación también se cumplirá con lo establecido en Plan Insular de Residuos de Tenerife (PTEOR), aprobado por el Excmo. Cabildo de Tenerife.

### 13.1 Descripción de la obra.

Se proyecta la instalación hidráulica y eléctrica, además de la plantación de hasta 3700 cladodios para el establecimiento de una explotación de higos picos en el barrio de Los Muros, Charco del Pino, ubicado en el Término Municipal de Granadilla de Abona, en el sur de isla de Tenerife.

### 13.2 Identificación y estimación de las cantidades a generar de cada residuo y tratamiento al que serán sometidos.

Durante la obra se generarán residuos de diferentes tipos debido a:

- Cortes de tuberías
- Emabalajes
- Adecuación del terreno
- Limpieza de la finca
- Limpieza del almacén
- Desbroce

**Tabla 1:** Clasificación de los residuos generados y su tratamiento. **Fuente:** Elaboración propia.

Clasificación de los residuos generados y su tratamiento						
Tipo de nivel RCD	Tipo de residuo		Código LER	Tratamiento	Destino	Estimación de la cantidad (Tn)
I	Tierra y pétreos procedentes de la excavación	Piedras	17 05 04	Vertedero	Gestor autorizado RNP's	1
II	Naturaleza no pétreo	Madera	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0.02
		Plástico	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0.03
		Papel	20 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0.01
		Restos vegetales	02 01 07	Reciclado en forma de compostaje	Gestor autorizado RNP's	0.2

### ***13.3 Gestión interna de los residuos.***

Todos los residuos deben de ser depositados en las cubetas habilitadas para ello de tal forma que se separen según el tipo de residuo y puedan ser transportados al lugar adecuado para su transformación o eliminación.

Una vez llenas, las cubetas serán transportadas por un camión hasta llegar al destino que corresponda en cada caso.

### ***13.4 Gestión externa de los residuos.***

Es de obligado cumplimiento que la contratata designe a una empresa gestora de residuos que se ocupe del adecuado manejo de los residuos. La empresa debe de contar con un número de gestor autorizado para cada tipo de residuo, si la misma empresa no contara con todas las licencias para gestionar la totalidad de los residuos, se contempla la posibilidad de poder contratar a más de una empresa gestora. Una vez seleccionada(s) la(s) empresa(s) se deben de facilitar a la dirección facultativa los datos referentes a esta. Además, el contratista deberá presentar albaranes de recepción de residuos en la finca, donde se especifique la fecha y el sello de la empresa gestora.

### ***13.5 Minimización de residuos.***

Para minimizar los residuos generados durante la ejecución de la obra se deben de dar tantas charlas informativas como el Ingeniero-Director crea conveniente a modo de informar y concienciar a los trabajadores de la necesidad del cumplimiento del calendario de limpieza establecido, además de otras medidas de este plan.

De no seguir las directrices encomendadas, se debe sancionar a aquellos trabajadores que hagan caso omiso de las instrucciones de gestión y separación selectiva de residuos.

# DOCUMENTO 2

## PLANOS



## ÍNDICE DE PLANOS

1. Plano de situación y emplazamiento.....	191
2. Plano general de riego.....	192
3. Plano de riego de las parcelas 1 y 2.....	193
4. Plano de riego de la parcela 3.....	194
5. Plano de riego de las parcelas 4 y 5.....	195
6. Plano de riego de las parcelas 6 y 7.....	196
7. Plano de riego de las parcelas 8 y 9 .....	197
8. Plano de riego de la parcela 10.....	198
9. Plano de riego de las parcelas 11, 12 y 13.....	199
10. Plano de riego de la parcela 14.....	200
11. Plano general de riego y plantación.....	201
12. Instalación interior del cuarto del cabezal.....	202
13. Instalación interior del almacén.....	203
14. Diagrama unifilar.....	204
15. Croquis del cabezal de riego.....	205



PROYECTO DE MEJORA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA DEDICARLA A LA PRODUCCIÓN DEL "Higo plico" (OPUNTIA FICUS-INDICA)

**PLANO DE SITUACIÓN**

Alumno: Arturo  
Apellidos: Rodríguez Falcón

Fecha: 06/2022

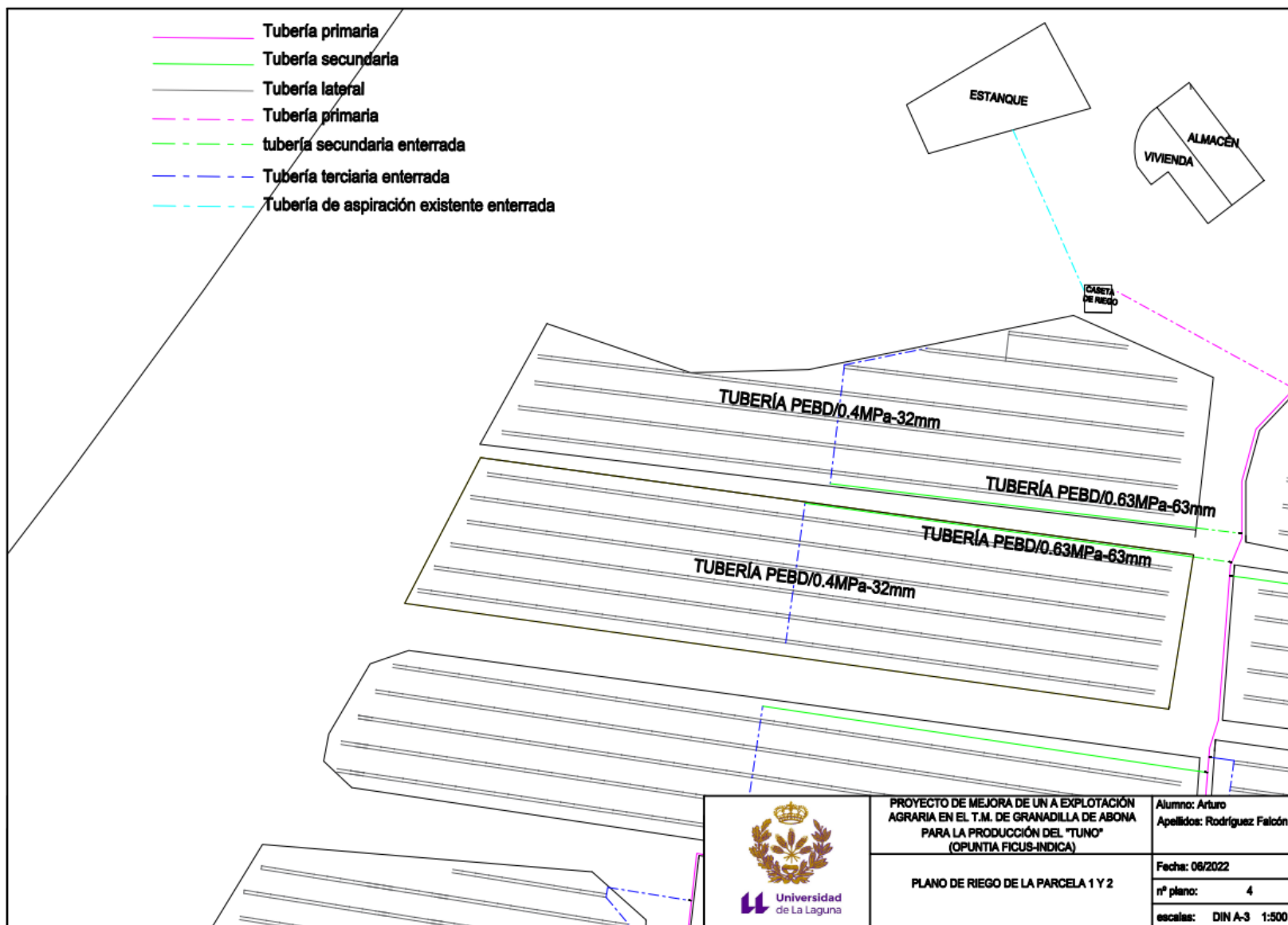
nº plano: 1 Y 2

escalas: XXXX

- Tubería primaria
- Tubería secundaria
- Tubería lateral
- - - Tubería primaria
- - - tubería secundaria enterrada
- - - Tubería terciaria enterrada
- - - Tubería de aspiración existente enterrada



 Universidad de La Laguna	<b>PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN          AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA          PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO"          (OPUNTIA FICUS-INDICA)</b>	Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón
	<b>PLANO GENERAL DE RIEGO</b>	Fecha: 06/2022
		nº plano: 3 escalas: DIN A-3 1:2000



PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)

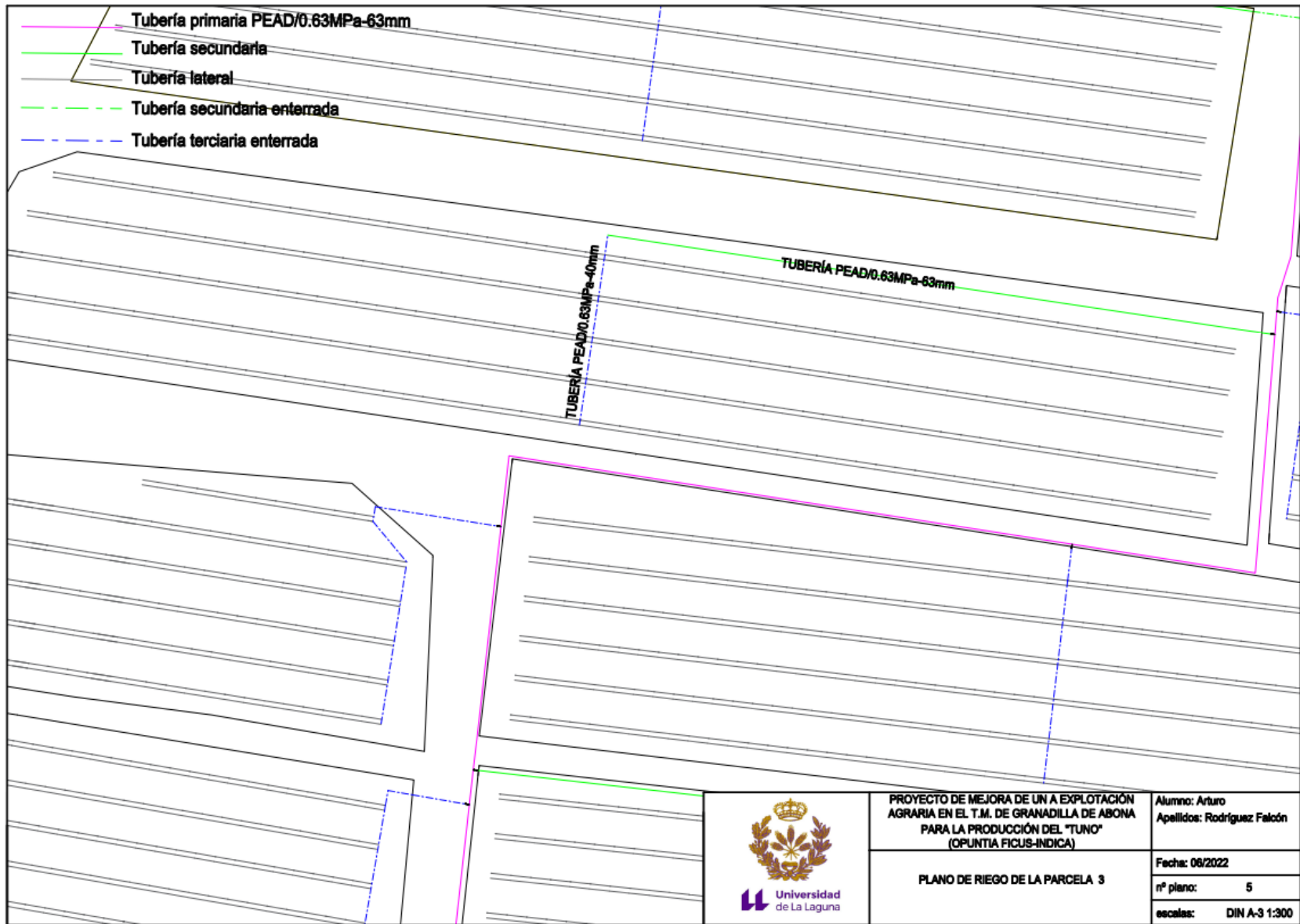
PLANO DE RIEGO DE LA PARCELA 1 Y 2

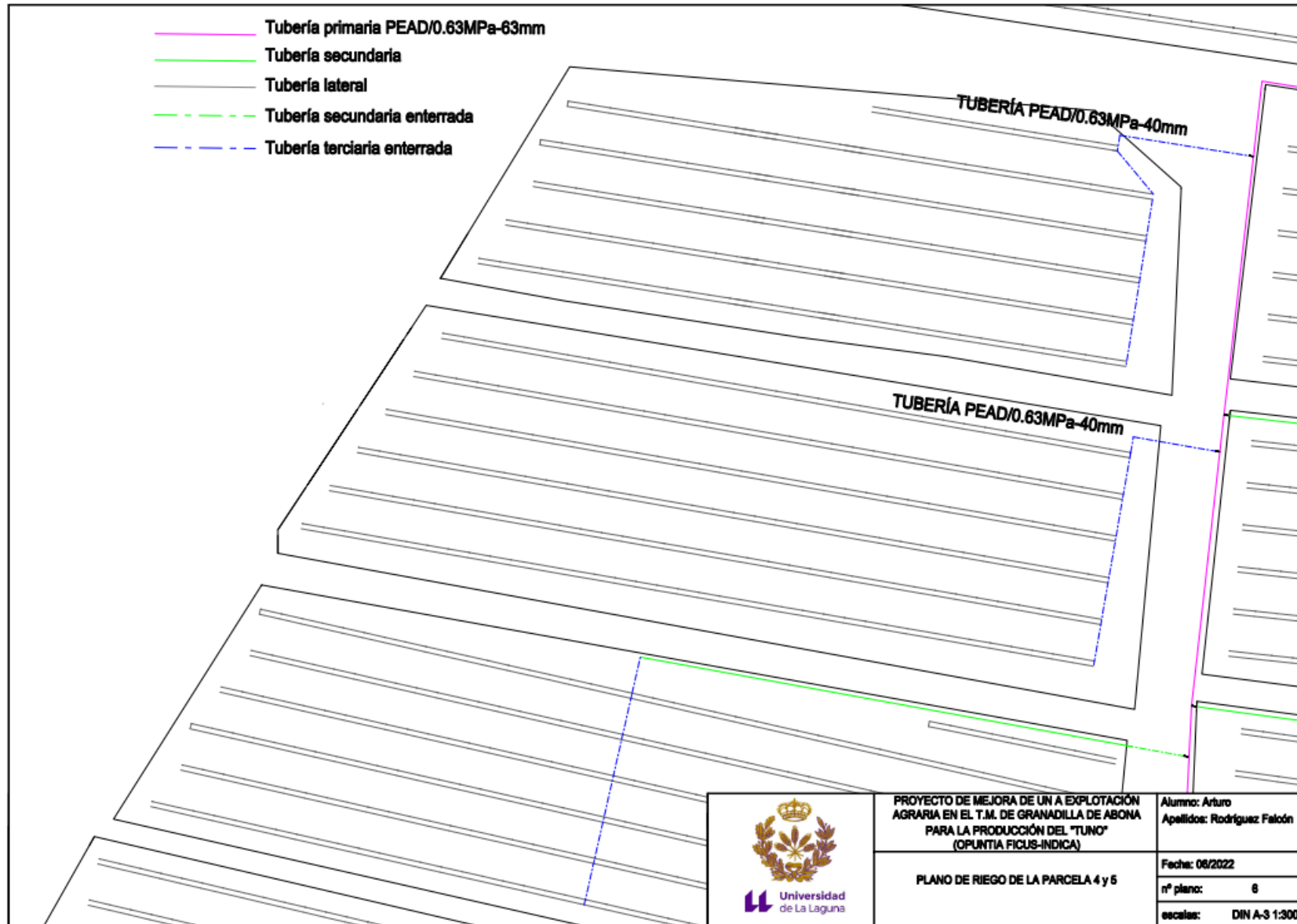
Alumno: Arturo  
Apellidos: Rodríguez Falcón


Fecha: 08/2022

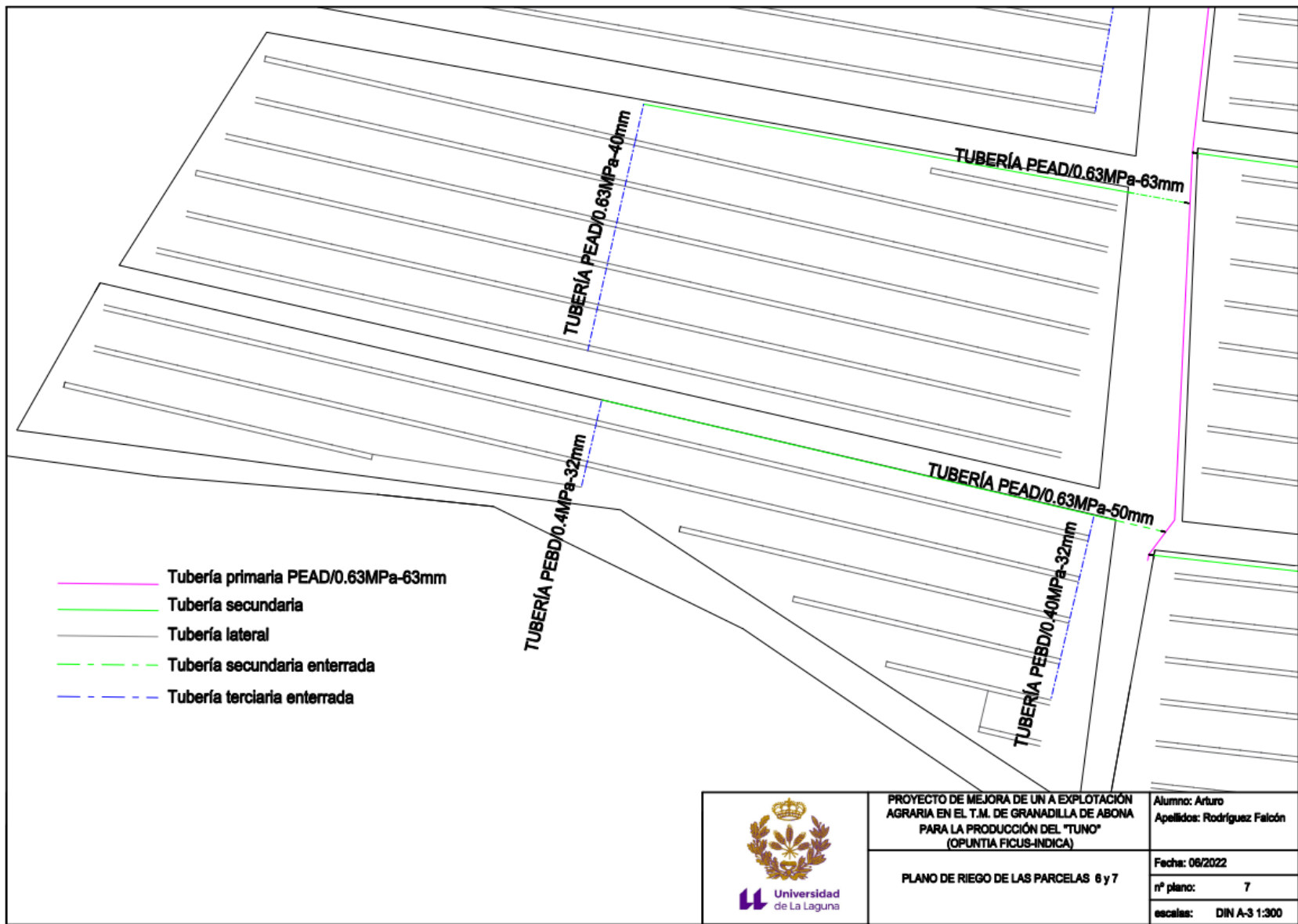
nº plano: 4

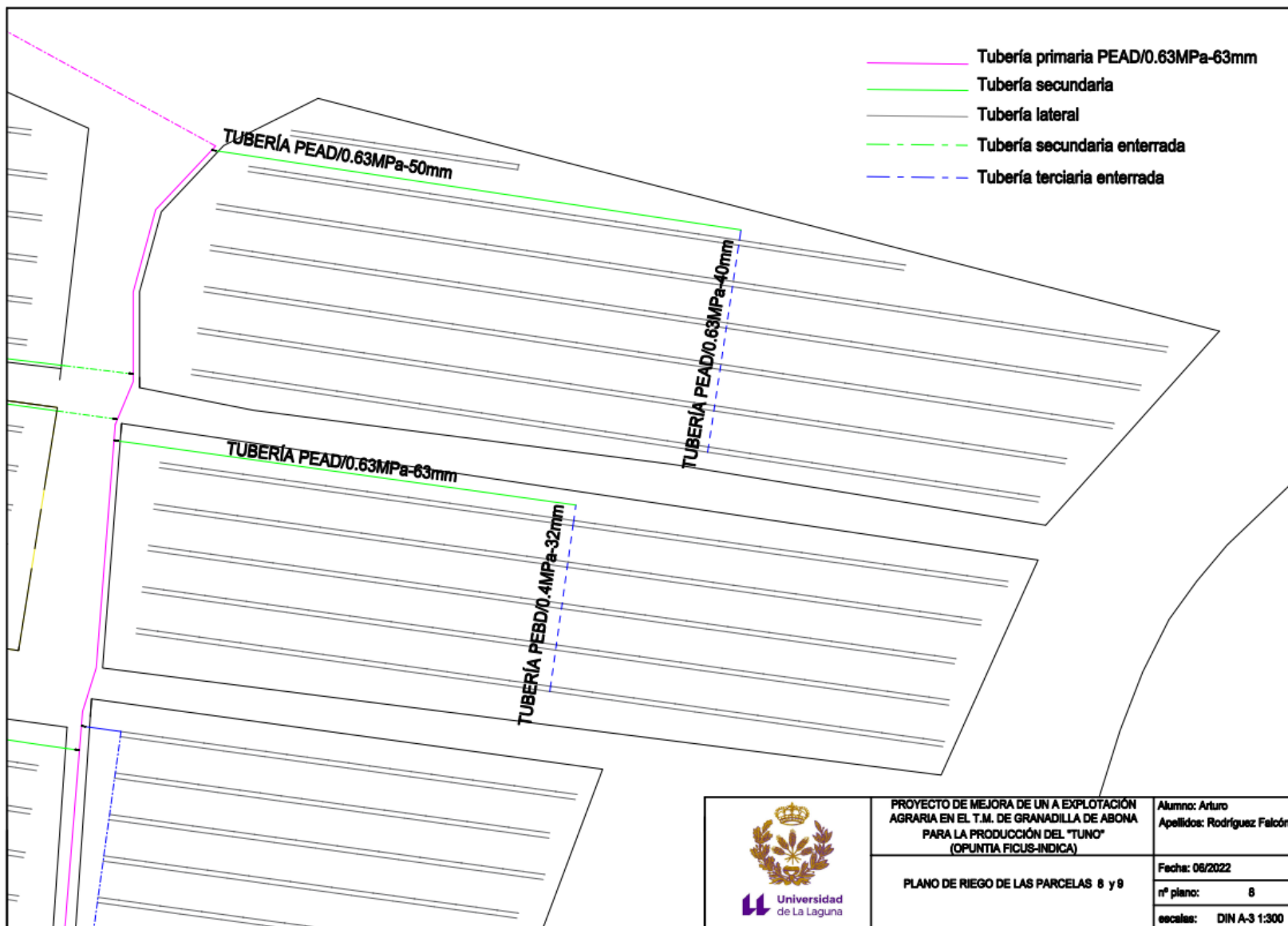
escalas: DIN A-3 1:500






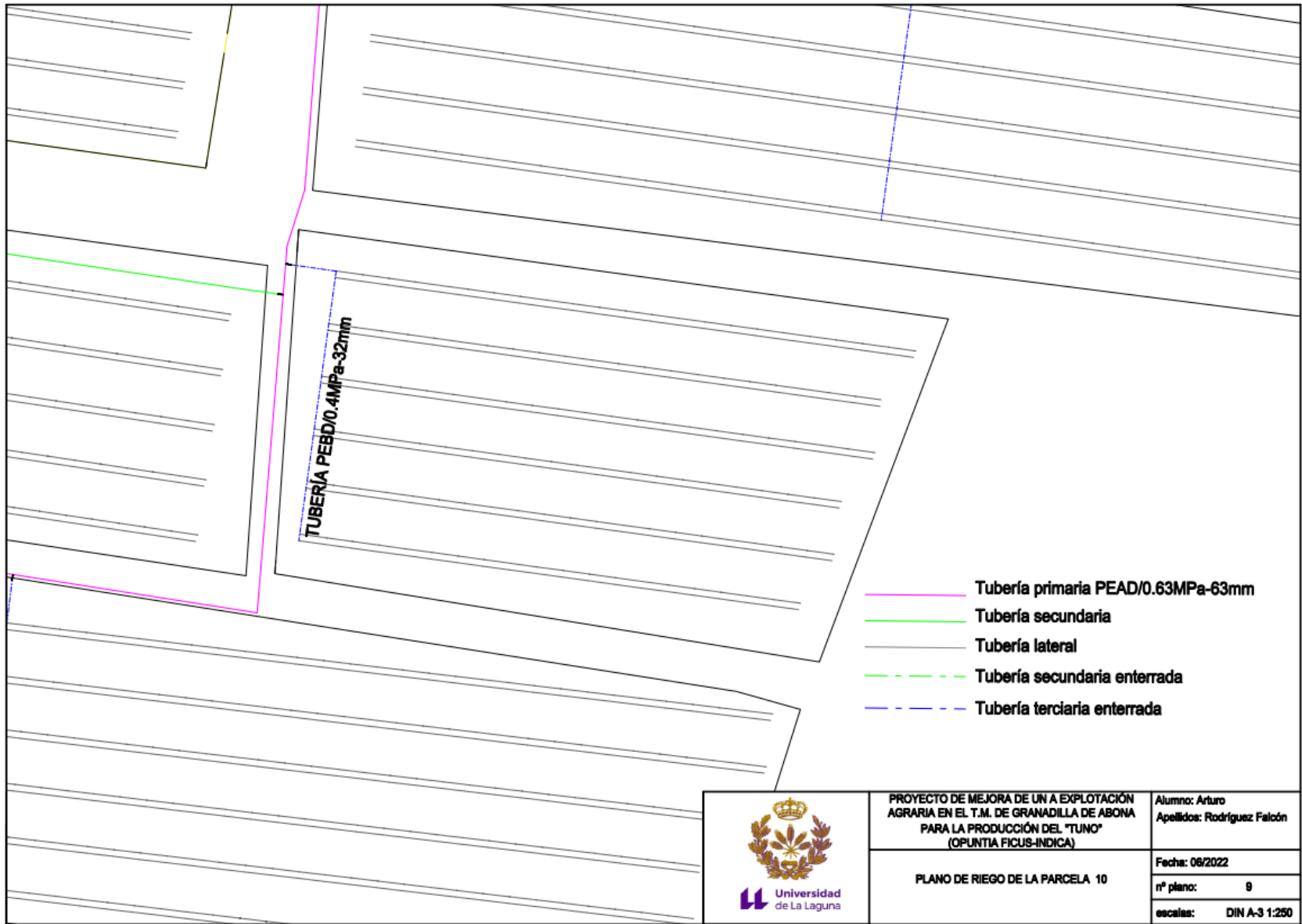
 Universidad de La Laguna	PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)	Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón
	PLANO DE RIEGO DE LA PARCELA 4 y 5	Fecha: 06/2022 nº plano: 6 escalas: DIN A-3 1:300





 Universidad de La Laguna	PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)	Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón
	PLANO DE RIEGO DE LAS PARCELAS 8 y 9	Fecha: 06/2022
		nº plano: 8 escalas: DIN A-3 1:300

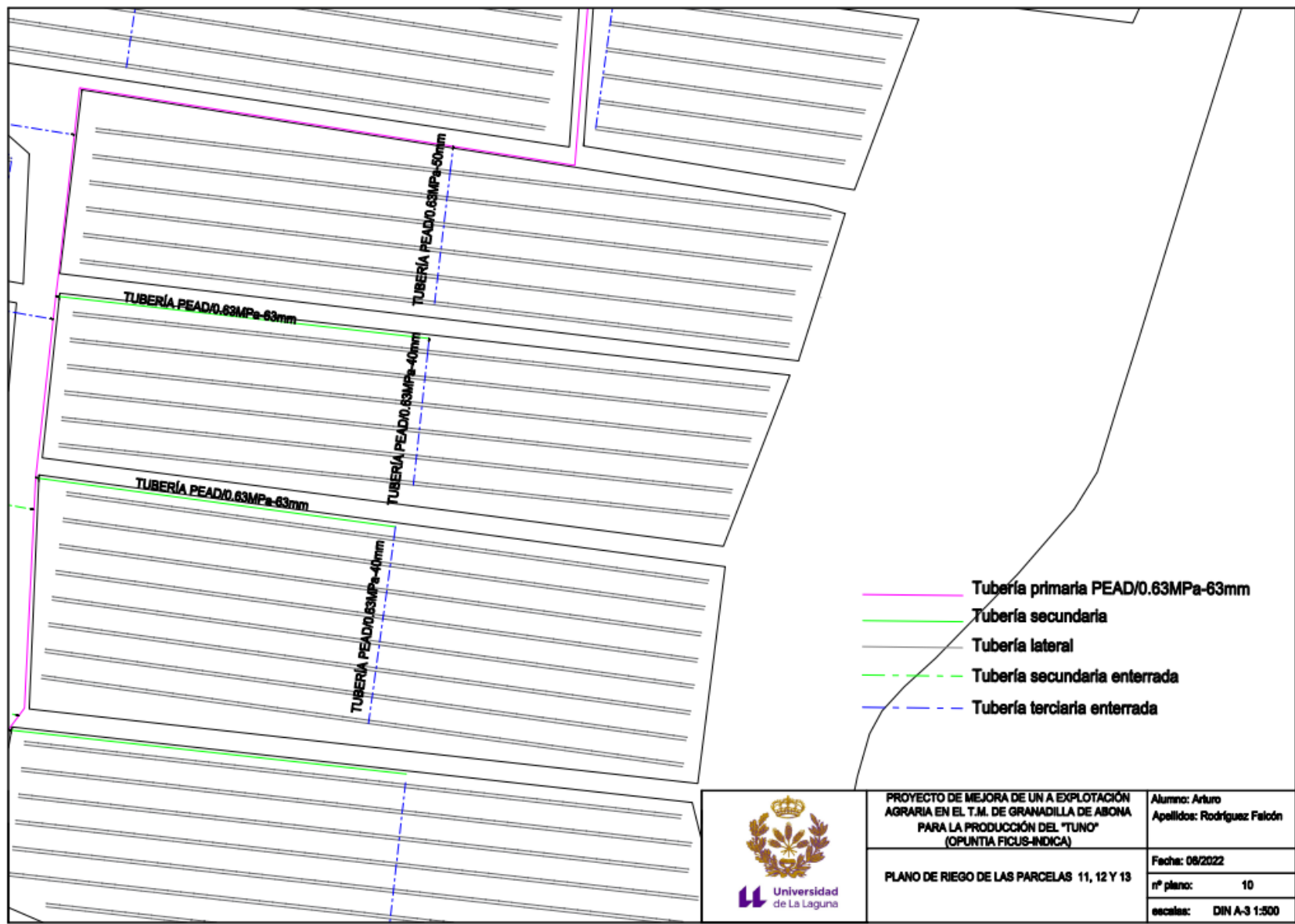


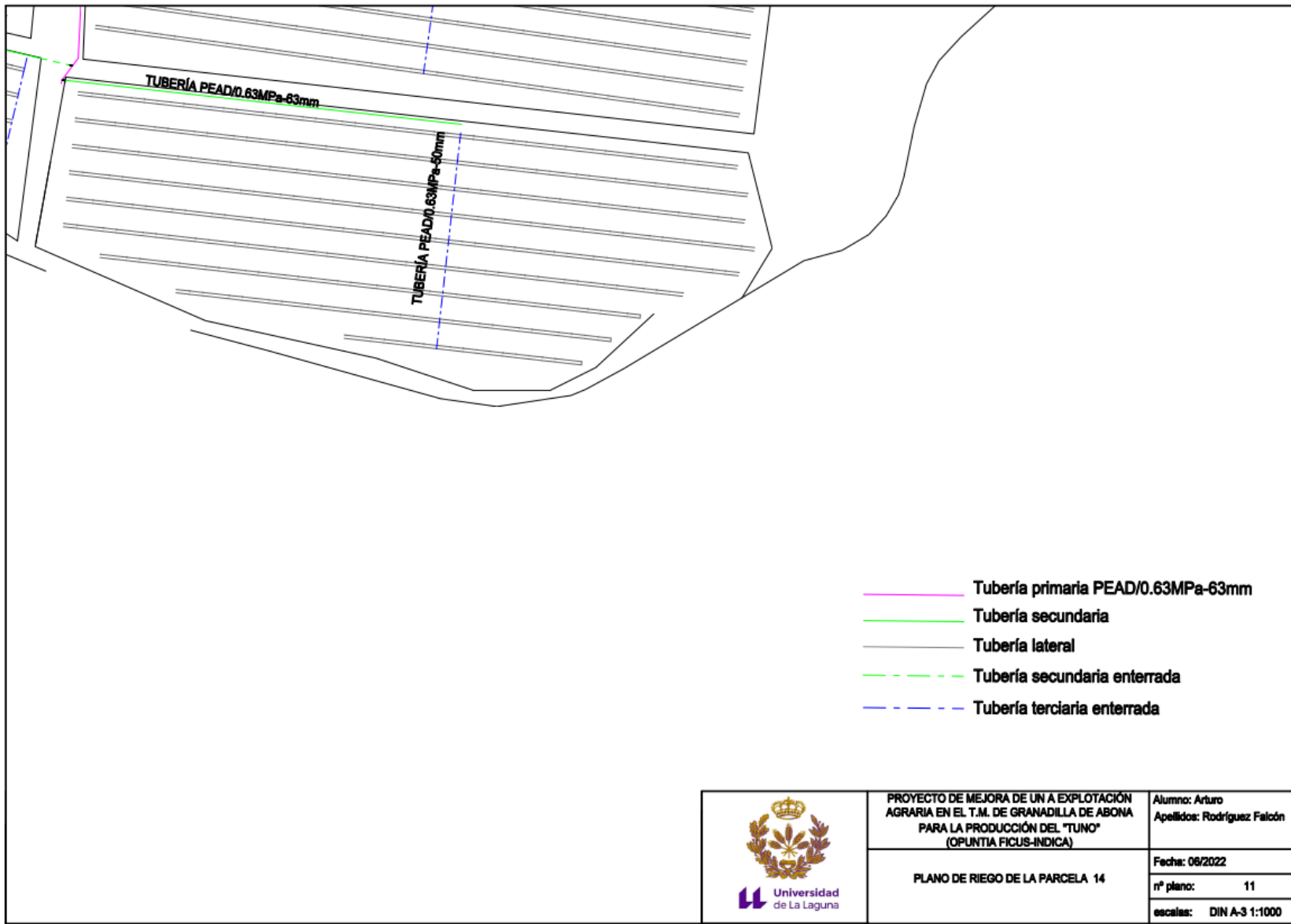



PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)

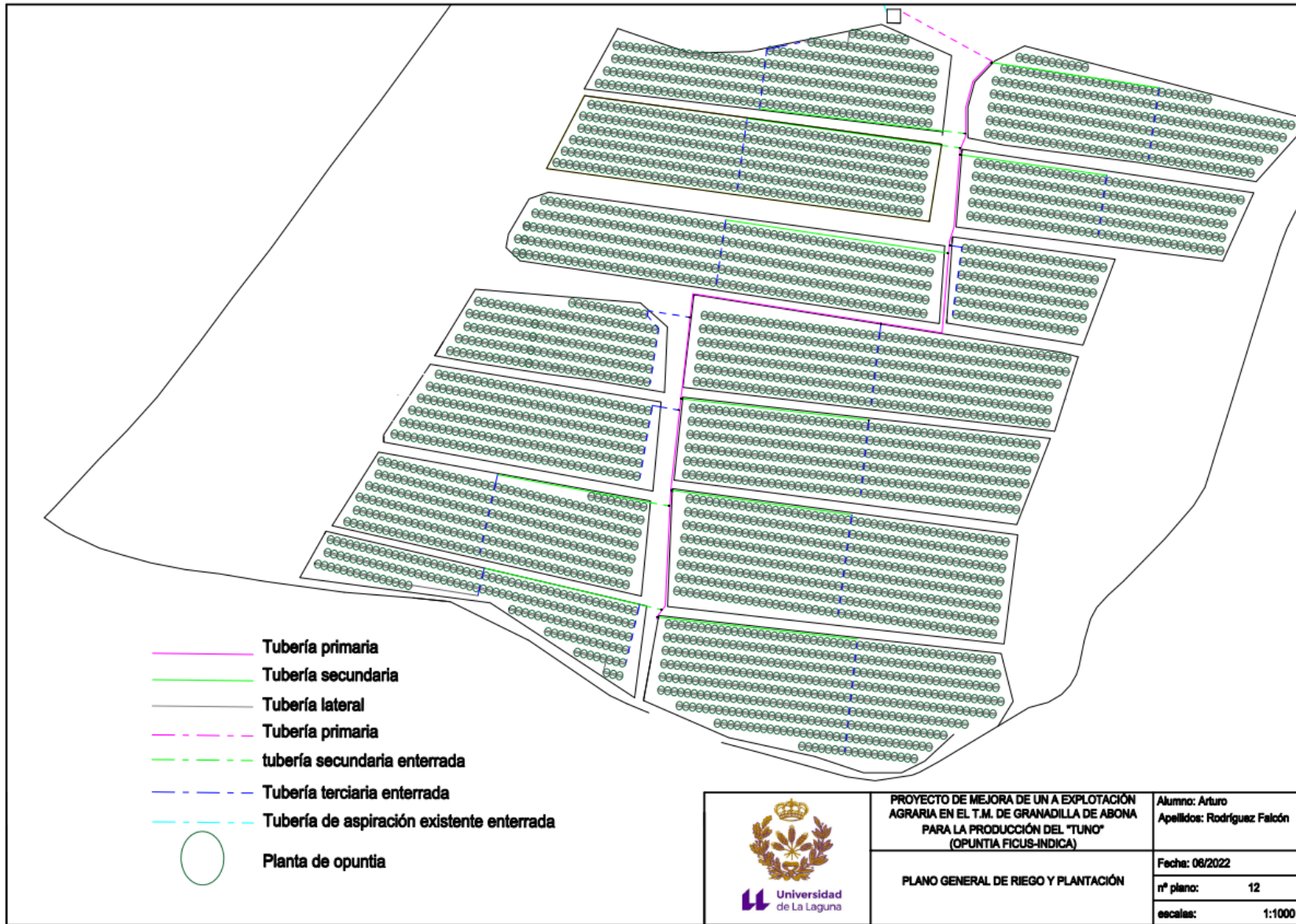
PLANO DE RIEGO DE LA PARCELA 10

Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón
Fecha: 06/2022
nº plano: 9
escalas: DIN A-3 1:250





 Universidad de La Laguna	PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)	Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón
	PLANO DE RIEGO DE LA PARCELA 14	Fecha: 06/2022
		nº plano: 11 escala: DIN A-3 1:1000



PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)

PLANO GENERAL DE RIEGO Y PLANTACIÓN

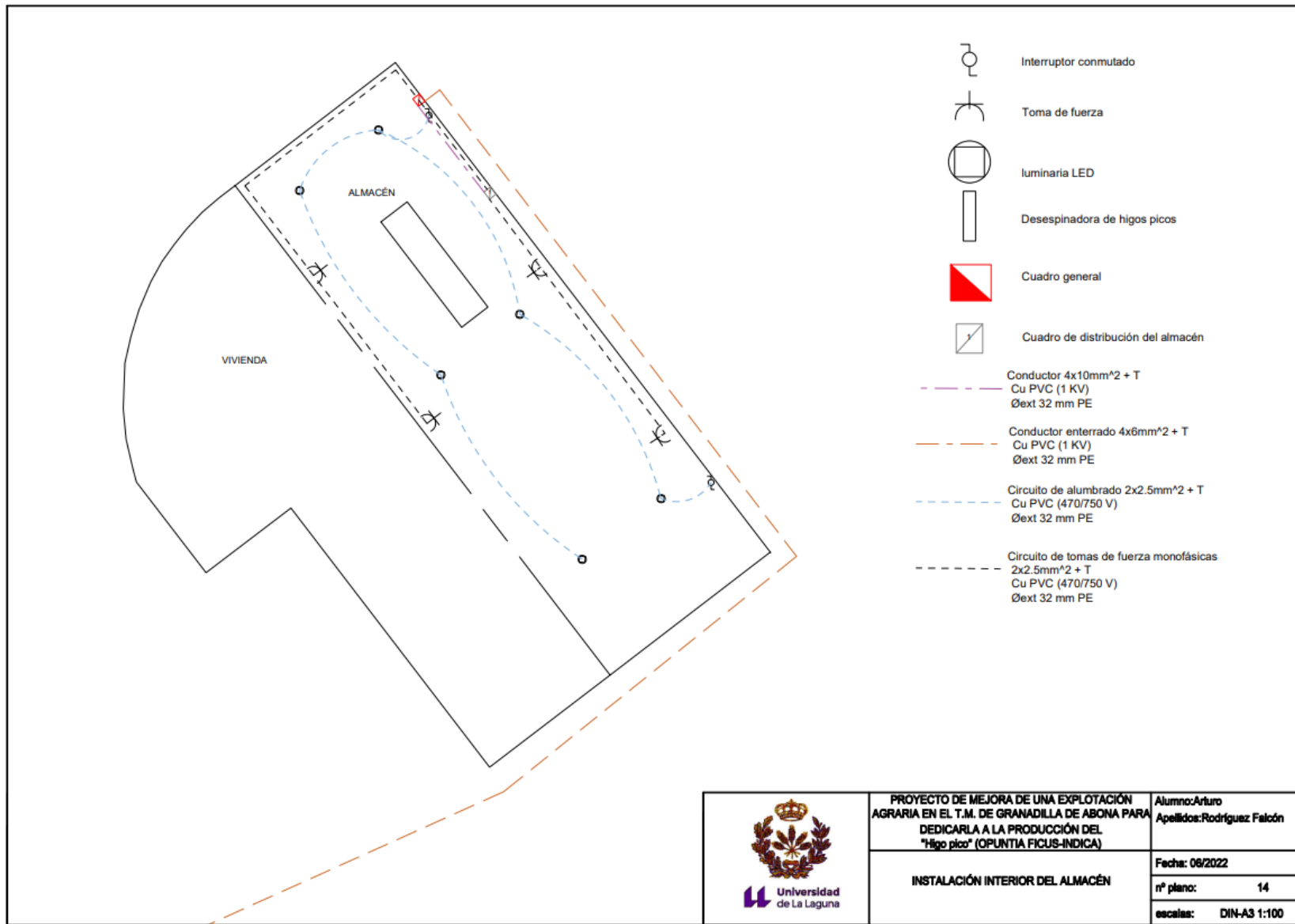
Alumno: Arturo	Apellidos: Rodríguez Falcón
Fecha: 06/2022	
nº plano: 12	
escalas: 1:1000	



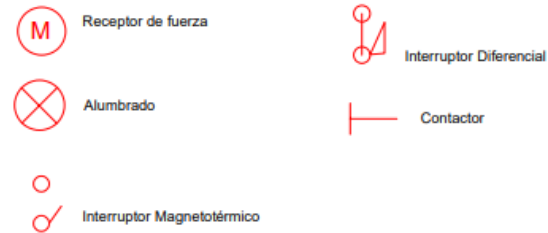
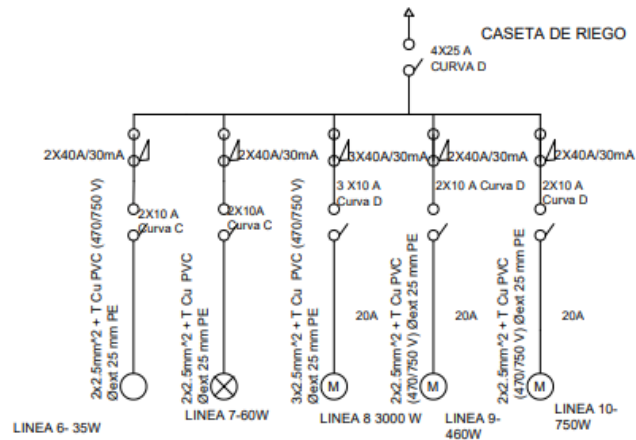
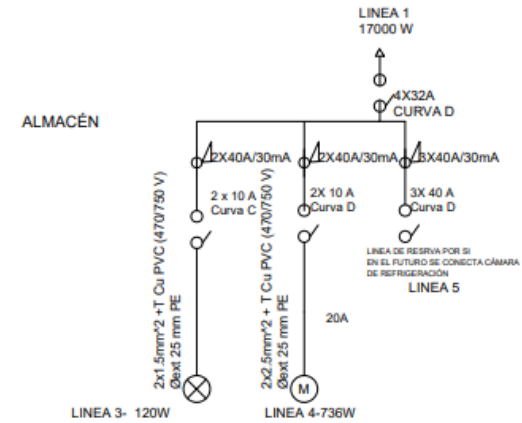
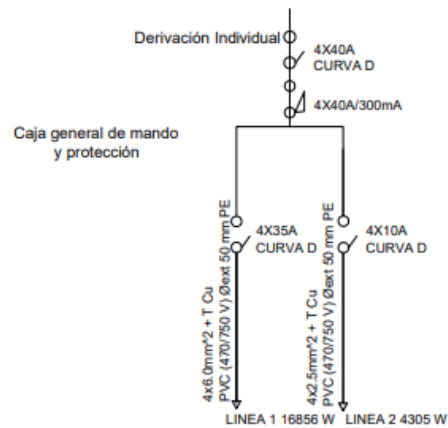
PROYECTO DE MEJORA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA DEDICARLA A LA PRODUCCIÓN DEL "HIGO PICO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)

INSTALACIÓN INTERIOR DEL CUARTO DEL CABEZAL

Alumno: Arturo	Apellidos: Rodríguez Faloón
Fecha: 08/2022	
nº plano: 13	
escalas: DIN A-3 1:20	



 <p>Universidad de La Laguna</p>	<p>PROYECTO DE MEJORA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA DEDICARLA A LA PRODUCCIÓN DEL "Higo pica" (OPUNTIA FICUS-INDICA)</p>	<p>Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón</p>
	<p>INSTALACIÓN INTERIOR DEL ALMACÉN</p>	<p>Fecha: 06/2022</p>
		<p>nº plano: 14</p>
		<p>escalas: DIN-A3 1:100</p>



PROYECTO DE MEJORA DE UN A EXPLORACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)

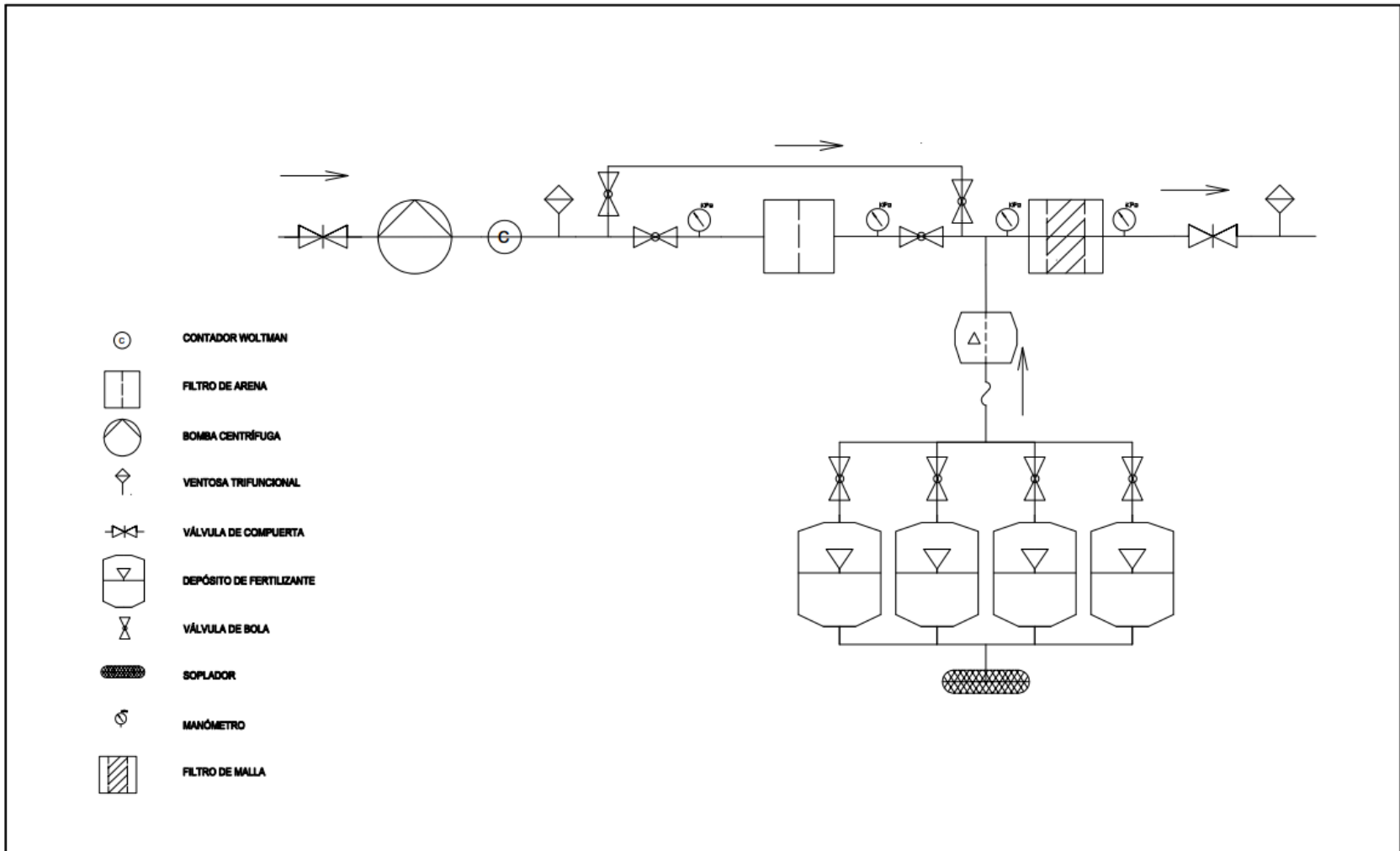
Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón

Diagrama unifilar

Fecha: 06/2022

nº plano: 15

escalas: xxxxx



-  CONTADOR WOLTMAN
-  FILTRO DE ARENA
-  BOMBA CENTRÍFUGA
-  VENTOSA TRIFUNCIONAL
-  VÁLVULA DE COMPUERTA
-  DEPÓSITO DE FERTILIZANTE
-  VÁLVULA DE BOLA
-  SOPLADOR
-  MANÓMETRO
-  FILTRO DE MALLA

 <p>Universidad de La Laguna</p>	<p><b>PROYECTO DE MEJORA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE GRANADILLA DE ABONA PARA DEDICARLA A LA PRODUCCIÓN DEL "TUNO" (OPUNTIA FICUS-INDICA)</b></p>	<p>Alumno: Arturo Apellidos: Rodríguez Falcón</p>
	<p><b>CROQUIS DEL CABEZAL DE RIEGO</b></p>	<p>Fecha: 08/2022</p>
		<p>nº plano: 16</p> <p>escalas: —</p>





## DOCUMENTO 3

# PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

### TÍTULO 1: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE TÉCNICA

PARTE I: CONDICIONES GENERALES.....	217
1. Objeto del pliego de condiciones.	
2. Documentación del contrato de la obra.	
3. Calidad de los materiales.	
4. Pruebas y ensayos de los materiales.	
5. Materiales no consignados en el proyecto.	
6. Condiciones generales de ejecución.	
PARTE II: CONDICIONES DE CARÁCTER AGRARIO.....	219
Apartado 1. Labores generales de cultivo.....	219
7. Diseño de plantación.	
8. Labores de partida.	
9. Plantación.	
10. Procedencia y tipo de cladodios.	
11. Plazo de plantación de los cladodios.	
12. Reposición de los cladodios.	
Apartado 2. Técnicas de cultivo.....	220
Apartado 3. Sistema de conducción y poda.....	220
13. Normas a cumplir.	
14. Mano de obra.	
15. Seguridad.	
16. Mantenimiento.	

17. Restos.	
Apartado 4. Riego.....	221
18. Calendario y dosis de riego.	
19. Revisiones.	
20. Reparaciones.	
21. Mantenimiento.	
Apartado 5. Fertilizantes y ferti-irrigación.....	222
22. Normativa.	
23. Riqueza.	
24. Envasado y etiquetado.	
25. Facturas.	
26. Fraude.	
27. Peticiones.	
28. Manejo.	
29. Almacenamiento.	
30. Empleo.	
31. Limpieza.	
32. Seguridad.	
33. Mezcla.	
34. Aplicación.	
Apartado 6. Recolección.....	224
35. Normas.	
36. Mano de obra.	
37. Plazo de tiempo.	
38. Material.	

Apartado 7. Maquinaria y equipos.....	225
39. Características.	
40. Utilización.	
41. Manejo y mantenimiento.	
42. Almacenamiento.	
43. Averías.	
44. Seguridad.	
Apartado 8. Obligaciones del trabajador y empleados.....	226
45. Obligaciones del trabajador.	
46. Obligaciones del empleado.	
Apartado 9. Comercialización.....	227
47. Manejo.	
48. Carga en camión.	
PARTE III. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN.....	228
Apartado 1. Condiciones generales de los materiales y ejecución de obras.....	228
49. Emplazamiento.	
50. Sistema general de distribución.	
51. Obras accesorias.	
52. Movimiento de tierras.	
53. Instalación eléctrica de baja tensión.	
PARTE IV. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA RELACIONADAS CON EL SISTEMA DE RIEGO.....	242
Apartado 1. Prescripciones técnicas para los emisores, utilizados en el riego localizado.....	242
54. Definición.	

- 55. Clasificación.
- 56. Identificación.
- 57. Construcción y materiales.
- 58. Muestras y condiciones generales de los ensayos.
- 59. Ensayos de comprobación de características.
- 60. Ensayos de funcionamiento.
- 61. Datos que facilitar por el fabricante.

Apartado 2. Prescripciones técnicas para las tuberías de polietileno utilizadas en el riego localizado.....248

- 62. Condiciones generales.
- 63. Medidas y tolerancias.
- 64. Materias primas. Características y métodos de ensayo.
- 65. Características de los tubos.
- 66. Tubos de polietilenos. Métodos de ensayo.

Apartado 3. Prescripciones técnicas generales para los elementos de la estación de bombeo y la red de riego.....260

- 67. Equipo de impulsión.
- 68. Filtro.
- 69. Válvulas.
- 70. Ventosas.

## TÍTULO 2: CONDICIONES FACULTATIVAS.

Apartado 1. Delimitación general de funciones técnicas.....	273
1. El ingeniero director.	
2. El ingeniero proyectista.	
3. El coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.	
4. El constructor.	
5. El promotor – coordinador de gremios.	
6. Verificación de los documentos del proyecto.	
7. Oficina en la obra.	
8. Representación del contratista.	
9. Presencia del constructor en la obra.	
10. Trabajos no estipulados expresamente.	
11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.	
12. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección facultativa.	
13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero.	
14. Faltas del personal.	
15. Subcontratas.	
Apartado 2. Prescripciones generales relativas a trabajos materiales y medios auxiliares.....	278
16. Caminos y accesos.	
17. Replanteo.	
18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.	
19. Orden de los trabajos.	

20. Facilidades para otros contratistas.
  21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.
  22. Prórroga por causa de fuerza mayor.
  23. Responsabilidad de la Dirección facultativa en el retraso de la obra.
  24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.
  25. Obras ocultas.
  26. Trabajos defectuosos.
  27. Vicios ocultos.
  28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.
  29. Presentación de muestras.
  30. Materiales no utilizables.
  31. Materiales y aparatos defectuosos.
  32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.
  33. Limpieza de las obras.
  34. Obras sin prescripciones.
- Apartado 3. Recepciones de edificios y obras anejas.....283
35. De las recepciones provisionales.
  36. Documentación final de la obra.
  37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.
  38. Plazo de garantía.
  39. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.
  40. De las recepciones de trabajo cuya contrata haya sido rescindida.



### TÍTULO 3: CONDICIONES ECONÓMICAS.

Apartado 1. Principio general.....	286
1. Uno.	
2. Dos	
Apartado 2. Fianzas y garantías.....	286
3. Tres	
4. Fianza provisional.	
5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.	
6. De su devolución general.	
7. Devolución de fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.	
Apartado 3. Precios.....	287
8. Composición de los precios unitarios.	
9. Precios de contrata. Importe de contrata.	
10. Precios contradictorios.	
11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.	
12. De la revisión de los precios contratados.	
13. Acopio de materiales.	
Apartado 4. Obras por administración.....	289
14. Administración.	
15. Obras por administración directa.	
16. Obras por administración delegada o indirecta.	
17. Liquidación de obras por administración.	
18. Abono al constructor de las cuentas de la administración delegada.	
19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos.	

20. Del constructor en el bajo rendimiento de los obreros.	
21. Responsabilidad del constructor.	
Apartado 5. Valoración y abono de los trabajos.....	293
22. Formas varias de abono de las obras.	
23. Relaciones valoradas y certificaciones.	
24. Mejoras de obras libremente ejecutadas.	
25. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.	
26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados.	
27. Pagos.	
28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.	
Apartado 6. Indemnizaciones mutuas.....	297
29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.	
30. Demora de los pagos por parte del propietario.	
Apartado 7. Varios.....	298
31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.	
32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.	
33. Seguro de las obras.	
34. Conservación de la obra.	
35. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor.	

## TÍTULO 4: CONDICIONES LEGALES.

*Pág. 300*

1. Preliminar.
2. Contratista.
3. Sistemas de contratación.
4. Adjudicación de las obras.
5. Formalización del contrato.
6. Responsabilidad del contratista.
7. Accidentes de trabajo y daños a terceros.
8. Pago de tributos.
9. Hallazgos.
10. Causas de rescisión del contrato.
11. Litigios y reclamaciones al contratista.
12. Liquidación en caso de rescisión.
13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto.
14. Tribunales.

NORMATIVAS DE CARÁCTER GENERAL.....	306
NORMATIVAS ESPECÍFICAS.....	307

# **TÍTULO 1: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

## **PARTE I: CONDICIONES GENERALES**

### **1. Objeto del pliego de condiciones.**

El presente pliego de condiciones constituye la totalidad de normas, criterios y requisitos mínimos de aplicación durante la ejecución del presente proyecto de mejora de una explotación agraria en el término municipal de Granadilla de Abona para dedicarla a la producción del “higo pico” (*Opuntia ficus-indica*)” en la isla de Tenerife.

Dichas pautas y normativas son de obligado cumplimiento por parte del contratista y este debe adherirse a las mismas en el momento de ejecución.

### **2. Documentación del contrato de la obra.**

En el presente contrato se integran los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- (1) Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- (2) Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
- (3) El presente Pliego de Condiciones particulares.
- (4) El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### **3. Calidad de los materiales.**

Todos los materiales que emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

#### **4. Pruebas y ensayos de los materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### **5. Materiales no consignados en proyecto.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **6. Condiciones generales de ejecución.**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

## PARTE II: CONDICIONES DE CARÁCTER AGRARIO.

### APARTADO 1

#### *Labores generales de cultivo*

##### **7. Diseño de plantación.**

La disposición de la plantación, densidad, marco de plantación y orientación de las filas, se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo I: Cultivo del higo pico.

##### **8. Labores de partida.**

Las labores previas a la plantación, se realizarán conforme se describe en el Anejo I: Cultivo del higo pico.

##### **9. Plantación.**

La plantación de los cladodios se realizará manualmente de la forma que se indica en el Anejo I: Cultivo del higo pico, realizándose a continuación un riego y una revisión de los cladodios.

##### **10. Procedencia y tipo cladodios.**

Debido a la establecido a la ley de “Inclusión en el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto por el que se regula el catálogo español de especies exóticas invasoras: *O. maxima* (= *O. ficus-indica*) y *O. dillenii*” no es posible la importación de material vegetal procedente de una especie catalogada como invasora en el catálogo español de especies exóticas invasoras, por lo que se obtendrán cladodios de un agricultor local, habiendo seleccionado previamente el material vegetal según características de calidad y sanidad de estos. Dichas características se especifican en el Anejo I: Cultivo del higo pico”.

Dichos cladodios serán revisados por el trabajador inmediatamente después de ser recibidos, pudiendo éste rechazar aquellos que no cumplan las condiciones exigidas.

##### **11. Plazo de plantación de los cladodios.**

La plantación se realizará siguiendo estrictamente normas, orden y tiempos que se establecen en el Anejo I “Cultivo del higo pico”

## **12. Reposición de cladodios.**

A partir de que se cumpla el año de la plantación, se debe proceder a la revisión del material plantado, aquellos cladodios que muestren signo de senescencia o mal estado se repondrán por otros en buen estado y además se realizará una revisión sanitaria de los mismos.

### APARTADO 2

#### ***Técnicas de cultivo***

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir con las indicaciones de este proyecto. El ingeniero que supervisa la explotación, podrá contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el anejo I “cultivo del higo pico”.

El trabajador de la finca podrá variar los calendarios de labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecten a las normas básicas y principios expresados.

### APARTADO 3

#### ***Sistema de conducción y poda***

## **13. Normas a cumplir.**

El sistema de conducción elegido se realizará conforme a los establecido, siguiendo los pasos y fechas descritos en el Anejo I “cultivo del higo pico”, teniendo especial cuidado con la formación del árbol, ya que de ello depende el futuro de la plantación.

## **14. Mano de obra.**

Durante el primer año la poda será realizada por el trabajador contratado. En los años sucesivos se llevará a cabo por el personal cualificado contratado temporalmente para esta tarea.

## **15. Seguridad.**

Debido a las particulares características botánicas de la especie de cultivo todo el personal encargado de las labores de poda debe protegerse con monos integrales, gafas, botas guantes y mascarillas que eviten pinchazos y heridas en la piel de los trabajadores.

#### **16. Mantenimiento.**

El equipo utilizado en la poda (cuchillo) será cuidado y mantenido con buen filo, así como desinfectado en una solución anticriptogámica, para evitar enfermedades.

#### **17. Restos.**

Con los restos de poda se procederá según lo establecido en el anejo I: “Cultivo del higo pico”.

### APARTADO 4

#### ***Riego***

#### **18. Calendario y dosis de riego.**

Se autoriza al técnico de la explotación a realizar los cambios oportunos en el calendario de riegos y dosis por año, conforme a las directrices marcadas en el Anejo IV: Cálculos Hidráulicos, siempre que los cambios se ajusten a la realidad de la finca.

#### **19. Revisiones.**

El técnico de la instalación instruirá al trabajador de la explotación trabajador en el manejo y mantenimiento del sistema de riego, ya que será el encargado de dichas tareas.

#### **20. Reparaciones.**

En caso de avería importante del sistema y que requiera la presencia de un técnico, el trabajador será el encargado de llamar lo antes posible al técnico para que la avería suponga el mínimo trastorno posible en el calendario de riego.

#### **21. Mantenimiento.**

Se tendrá en la finca las piezas de reposición más frecuentes, así como las herramientas necesarias para su colocación. El trabajador, como encargado del mantenimiento, realizará la limpieza asidua de las tuberías y depósitos con ácido nítrico, y realizará lavados de arena y anillas de los filtros, así como la limpieza de los goteros obstruidos.



## APARTADO 5

### *Fertilizantes y fertirrigación*

#### **22. Normativa.**

Los abonos orgánicos y minerales que se utilicen en la explotación deberán ajustarse a la normativa vigente relativa a la pureza y a la composición de estos.

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 3349/1983 de noviembre y órdenes ministeriales del 1 de abril de 1976 y 7 de octubre de 1976. En consecuencia, deberán estar inscritos en el registro oficial de productos y material fitosanitario.

El trabajador de la explotación deberá estar, al menos, en posesión del carné de manipulador de productos fitosanitarios nivel básico.

#### **23. Riqueza.**

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para el fósforo y K<sub>2</sub>O para el potasio.

#### **24. Envasado y etiquetado.**

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado en letra, el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir precintados.

#### **25. Facturas.**

Además de los detalles expuestos en el apartado, en las facturas deberán figurar el número y clase de envase, el precio total de la partida y la firma de conformidad de ambas partes.

#### **26. Fraude.**

En caso de fraude o sospecha de este, con relación a los fertilizantes adquiridos, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los ingenieros agrónomos o técnicos agrícolas del servicio de defensa contra fraudes, para su posterior análisis, del que derivarán las responsabilidades mencionadas anteriormente.

### **27. Peticiones.**

El trabajador será el encargado de realizar la petición de las partidas de abonos, así como de programar la fertiirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo IV: Cálculos hidráulicos.

### **28. Manejo.**

Las mezclas y distribución de abonos se harán bajo las recomendaciones técnicas que correspondan a cada caso, ajustándose siempre a los criterios de compatibilidad de los abonos.

El trabajador será el encargado de la utilización de la mochila pulverizadora y aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador en dicha herramienta. El usuario deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes, siempre y cuando la Dirección técnica o el fabricante del producto así lo indiquen.

### **29. Almacenamiento.**

El almacenamiento de los abonos se hará siempre de modo que conserven intactas todas sus propiedades, guardándose en los tanques de la caseta preservados de toda humedad.

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El trabajador será el encargado de realizar estas tareas.

### **30. Empleo.**

Se seguirán las normas, en cuanto a las dosis y tipos de fertilizantes, expresadas en el proyecto. En caso de no disponer de ninguno de ellos, se consultará la utilización de otro producto alternativo.

### **31. Limpieza.**

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de estos. El trabajador se encargará de realizar estas operaciones.

### **32. Seguridad.**

En caso de utilizar productos peligrosos, se adoptarán las medidas que se reflejan en el apartado g), pero en caso de afección o intoxicado se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia equipado según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

### **33. Mezcla.**

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico.

### **34. Aplicación.**

El trabajador, como encargado jefe de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis de los utilizados, sin consultar previamente con el director técnico, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de estos.

Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en que se explica en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada en el Anejo IV: Cálculos Hidráulicos.

## **APARTADO 6**

### ***Recolección***

#### **35. Normas.**

Los pasos a seguir durante la recolección se establecen en el Anejo XI: Recolección.

#### **36. Mano de obra.**

Para esta labor no es necesaria la contratación de peones especializados, aunque el trabajador debe supervisar la labor realizada por los peones.

### **37. Plazo de tiempo.**

Se prestará especial atención a las fechas de inicio y fin de la recolección, como se adjunta en el Anejo XI: Recolección.

De ser necesario se realizarán horas extras para llevar a cabo el cumplimiento de estas.

Se podrán adelantar o retrasar estas fechas, siendo labor del trabajador elegir la fecha adecuada, cuando la cosecha, debido a las condiciones climatológicas, se adelante o se retrase.

### **38. Material.**

Las cajas y material utilizado en la recolección serán tal y como se reflejan en el Anejo XI: Recolección y manejo postcosecha.

## **APARTADO 7**

### ***Maquinaria y equipos***

### **39. Características.**

Si por alguna circunstancia, las características no fueran exactamente las establecidas con anterioridad en los diferentes anejos, queda autorizado el trabajador de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del trabajador, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

### **40. Utilización.**

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

### **41. Manejo y mantenimiento.**

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y Conservación de los diferentes elementos, siendo el trabajador el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

#### **42. Almacenamiento.**

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

#### **43. Averías.**

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del trabajador.

#### **44. Seguridad.**

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

### APARTADO 8

#### ***Obligaciones del trabajador y empleados***

#### **45. Obligaciones del trabajador.**

- Es obligación del trabajador el conocer las técnicas de cultivo de la plantación.
- Es obligación del trabajador el contratar al personal necesario para la realización de las labores de poda y de recolección, siempre con la previa conformidad del propietario.
- El trabajador atenderá a cuantas ordenes le sean comunicadas por el propietario o por el director de obra.
- Es obligación del trabajador llevar al día las distintas partes de la organización y control de las técnicas de cultivo, llevando estrictamente el cuaderno diario de la explotación, donde anotará aspectos que tengan relación con la misma, como pueden ser los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, las fechas de realización de estas, las materias primas utilizadas, el personal eventual utilizado y su paga y el control de la maquinaria y del riego.
- Todas las salidas y entradas en la explotación, en materias de contabilidad, serán anotadas y archivadas en forma de facturas y/o recibos.

- Cualquier variación de los precios de los jornales debe de ser comunicada por el trabajador al propietario de la explotación.
- Es responsabilidad del trabajador el abrir y cerrar el almacén y el cuarto de máquinas, cuidando que ningún material o equipo quede fuera de la nave, excepto causa de fuerza mayor, una vez cerradas las instalaciones.
- Es obligación del trabajador el empleo y realización de las técnicas de cultivo de la explotación que estén bajo su tutela, según el documento N° 1, memoria.
- El trabajador poseerá una copia de las técnicas de cultivo, de los jornales, del estudio económico, y otros que se incluyen en el proyecto.

#### **46. Obligaciones del empleado.**

- Es obligación de todos los empleados el cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios.
- Una vez puestas en conocimiento del trabajador estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.
- Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el incumplimiento de las presentes condiciones.

### APARTADO 9

#### ***Comercialización***

#### **47. Manejo.**

Los frutos serán depositados en cajas y posteriormente en un remolque guiado por el tractor, de la forma especificada en el Anejo XI: Recolección y postcosecha. Se almacenarán después de ser adecuados para su comercialización en el almacén hasta el momento de cargar los frutos en el camión del distribuidor.

#### **48. Carga en camión.**

La carga de las cajas de los frutos en el camión que los transporte en un contenedor con cámara de refrigeración, se realizará por los trabajadores de la finca. Esta tarea debe de realizarse con sumo cuidado y se deben de apilar las cajas de la forma más eficiente para alcanzar el máximo de la ocupación dentro del contenedor.

## PARTE III: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN.

### APARTADO 1

#### *Condiciones generales de los materiales y ejecución de las obras.*

#### **49. Emplazamiento.**

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2: Planos.

#### **50. Sistema general de distribución.**

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

#### **51. Obras accesorias.**

Se consideran obras accesorias aquellas de importancia secundaria o que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Se consideran con arreglo a los proyectos particulares que se redacten durante la construcción, a medida que se vaya conociendo su necesidad, y quedarán sujetos a las mismas condiciones que rigen para los análogos que figuran en la contrata con proyecto definido.

#### **52. Movimiento de tierras.**

##### **– Explanación.**

Comprende los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal. Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

- *De los componentes.*

Productos constituyentes: Tierras propias del terreno.

- *De la ejecución.*

### **Pasos previos**

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.

En este caso tal y como se ha especificado anteriormente, el subsolado debe de ser como mínimo de 50 cm.

### **Fase de ejecución**

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

#### **– Limpieza y desbroce.**

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se extenderá en cada una de las parcelas objeto del proyecto.



– **Tierra vegetal.**

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en zonas de movimientos de tierra, deberán eliminarse.

La superficie de la explanada quedará limpia y se realizarán comprobaciones de los taludes ya existentes. Para aceptar la unidad, se realizarán 2 comprobaciones cada 1000 m<sup>2</sup> de planta. Los puntos de observación para la realización de las comprobaciones serán los siguientes:

- (1) Limpieza y desbroce del terreno.
- (2) El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:
- (3) Situación del elemento. Cota de la explanación. Situación de vértices del perímetro.
- (4) Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.
- (5) Horizontalidad: nivelación de la explanada.
- (6) Altura: grosor de la franja excavada. Condiciones de borde exterior.
- (7) Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.
- (8) Retirada de tierra vegetal: Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

– **Conservación.**

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

- *Medición y abono.*

Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno. Con medios manuales o mecánicos.

Metro cúbico de retirada de tierra vegetal. Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.

– **Excavación en zanjas.**

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 1 m ni profundidad superior a 1 m.

– **Componentes.**

- *Productos constituyentes.*

- Entubaciones. Tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria. Pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares. Bomba de agua, etc.

– **De la Ejecución.**

### **Pasos previos**

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la Dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte. Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos, se anotarán en un estadillo para su control por la Dirección facultativa.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

### **Fase de ejecución**

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la Dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

### **Acabados**

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles desde el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

### **Control y aceptación**

Las zanjas se inspeccionarán cada 20 m o fracción.

- Controles durante la ejecución.

Los puntos de observación serán los siguientes:

- Replanteo.
  - Cotas entre ejes.
  - Dimensiones en planta.
  - Zanjas. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a  $\pm 10$  cm.
- Durante la excavación del terreno.
  - Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto.
  - Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
  - Comprobación cota de fondo.
  - Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
- Comprobación final.
  - El fondo y paredes de las zanjas terminadas, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de  $\pm 5$  cm, con las superficies teóricas.
  - Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la Dirección facultativa.
  - Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

### **Conservación**

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea

protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería o conducción a instalar en ella.

– **Medición y abono.**

Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras. En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

– **Relleno y apisonado de zanjas.**

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

– **De los componentes.**

Productos constituyentes: Tierras o suelos procedentes de la propia.

### **Control y aceptación**

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

– **De la ejecución.**

### **Fase de ejecución**

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

Se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm.

### **Control y aceptación**

Las zanjas se inspeccionarán cada 50 m<sup>3</sup> o fracción, y no se realizarán menos de una inspección por zanja.

Se rechazará si la compactación no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie.

Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

### **Conservación**

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

#### **– Medición y abono.**

Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante. Compactado, incluso refino de taludes. Metro cúbico de relleno de zanjas. Con tierras propias, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual.

#### **53. Instalación eléctrica de baja tensión.**

Instalación de la red de distribución eléctrica para tensiones entre 230/400 V, desde el final de la acometida de la compañía suministradora en el cuadro o caja general de protección, hasta los puntos de utilización en el edificio.

#### **– De los componentes.**

Productos constituyentes. Genéricamente la instalación contará con:

- Acometida.
- Caja general de protección (CGP)

- Línea repartidora.
- Conductores unipolares en el interior de tubos de PVC, en montaje superficial o empotrados.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores de cobre aislados con cubierta metálica en montaje superficial.
- Interruptor seccionador general.
  - Centralización de contadores.
  - Derivación individual.
- Conductores unipolares en el interior de tubos en montaje superficial o empotrados. o Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial siendo de cobre.
  - Cuadro general de distribución.
- Interruptores diferenciales.
- Interruptor magnetotérmico general automático de corte omnipolar.
- Interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.
- Interruptor de control de potencia.
- Instalación interior.
- Circuitos
- Puntos de luz y tomas de corriente.
- Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores.
- En algunos casos la instalación incluirá grupo electrógeno y/o SAI. Control y Aceptación.

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

- Conductores y mecanismos.
  - Identificación. Según especificaciones de proyecto
  - Distintivo de calidad. Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Fomento para materiales y equipos eléctricos.
- Contadores y equipos
  - Distintivos. Centralización de contadores. Tipo homologado por el MICT. Cuadros generales de distribución. Tipos homologados por el MICT.
  - El instalador debe poseer calificación de Empresa Instaladora.
  - Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión
  - Distintivo de calidad. Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento. Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electro bobinas.
  - Distintivo de calidad. Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento.

El resto de los componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

### **Soporte**

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.



– **De la ejecución.**

**Pasos previos**

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección facultativa.

Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada esta según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

**Fase de ejecución**

Se colocará la caja general de protección, si no lo hubiera ya, en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación.

La caja de esta deberá estar homologada y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, auto extinguido de grado 7 de resistencia al choque) para la entrada de la acometida de la red general.

Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 150 mm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. La caja de protección quedará empotrada y fijada sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, las dimensiones de la hornacina superarán las de la caja en 15 cm en todo su perímetro y su profundidad será de 30 cm como mínimo.

Las puertas serán de tal forma que impidan la introducción de objetos, colocándose a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marcos metálicos protegidos frente a la corrosión.

Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material.

Se ejecutará la línea repartidora hasta el recinto de contadores, discurriendo por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo

cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente.

La unión de los tubos será roscada o embutida. Cuando tenga una longitud excesiva se dispondrán los registros adecuados. Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, sirviéndose de pasa hilos (guías) impregnadas de sustancias que permitan su deslizamiento por el interior.

El recinto de contadores se construirá con materiales no inflamables, no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx).

Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Se colocará el cuadro general de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Se ejecutará la instalación interior. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 0,5 cm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasa hilos) mediante bornes o dedales aislantes.

El recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada. Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

### **Acabados**

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

### **Control y aceptación**

- Situación. Adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores.
- Instalación interior: Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Dimensiones trazado de las rozas.
- Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- Acometidas a cajas.
- Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

### **Conservación**

Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

#### – **Medición y abono.**

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de los elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos.

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

#### – **Mantenimiento.**

El papel del usuario debe limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones, y dar aviso a instalador autorizado de cualquier anomalía encontrada. Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas y otros.

### **Conservación**

- Caja general de protección.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

- Línea repartidora.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP.

Se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro. Centralización de contadores: Se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

- Precauciones que adoptar.

Las precauciones que adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

PARTE IV: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA RELACIONADAS CON EL  
SISTEMA DE RIEGO.

APARTADO 1

*Prescripciones técnicas para los emisores, utilizados en el riego localizado.*

En el presente pliego se establecen las especificaciones de diseño y operabilidad de los emisores, y sus métodos de ensayo, además de las especificaciones que deben ser proporcionadas por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo del sistema.

**54. Definición.**

- *Emisor o gotero*: dispositivo instalado en un ramal de riego y destinado a suministrar agua en forma de gotas, y cuyo caudal, en régimen normal de funcionamiento, no sobrepasa de 16 litros/hora.
- *Entrada del emisor*: sección por la cual entra el agua en el emisor.
- *Salida del emisor*: orificio del emisor por donde el agua es emitida hacia un punto determinado.
- *Presión nominal de ensayo (Pm)*: presión nominal de trabajo descrita por el fabricante como presión nominal o de ensayo.
- *Campo de variación de presiones de trabajo*: campo de variación de presiones del agua a la entrada del emisor, entre la presión de trabajo mínima (Pmin.) y la presión de trabajo máxima (Pmax.) especificadas por el fabricante del gotero para asegurar su correcto funcionamiento.
- *Caudal nominal del ensayo (qm)*: caudal del emisor en el punto medio del campo de variación de presiones, a la temperatura del agua de 23 + 20 C.
- *Tubo portaemisores o lateral de riego*: ramal de riego que suministra el agua directamente a los emisores instalados en el mismo.

### **55. Clasificación.**

Los emisores se clasifican, de acuerdo con su uniformidad de caudal y su ajuste al caudal nominal, en las dos categorías siguientes:

#### a) Uniformidad categoría A

Emisores de elevada uniformidad de caudal y pequeña desviación respecto del nominal.

#### b) Uniformidad categoría B

Emisores de baja uniformidad de caudal y considerable desviación del caudal respecto del nominal.

### **56. Identificación.**

Cada emisor debe llevar marcados clara y permanentemente los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o de su marca comercial registrada.
- Caudal nominal de ensayo (litros/hora).
- Letra A o B, de acuerdo con su categoría.
- Flecha indicadora de la Dirección del flujo (en caso necesario).

### **57. Construcción y materiales.**

#### • Construcción.

El emisor y todos sus elementos deberán estar bien ejecutados y fabricados, de acuerdo con las recomendaciones de la buena práctica. Los componentes que pertenezcan a emisores desmontables del mismo tamaño y modelo y producidos por el mismo fabricante, deberán ser intercambiables. La construcción de un emisor desmontable debe permitir la sustitución de sus distintos elementos componentes. Si son necesarias herramientas especiales deberá suministrarlas el fabricante.

Los diferentes componentes del emisor deberán estar libres de defectos que puedan afectar adversamente a la operación del emisor o reducir su resistencia mecánica.

La conexión del emisor al lateral deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, siempre que la conexión cumpla con los requisitos de estas prescripciones relativos a la resistencia a la presión hidráulica interna y a la tracción.

Las dimensiones del tubo de polietileno utilizado en el lateral, serán las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas.

- **Materiales.**

Los materiales utilizados en la construcción del emisor serán inalterables por el agua, los fertilizantes y los productos químicos comúnmente aplicados en el riego, incluidas las aguas residuales depuradas.

Los emisores no llevarán componentes metálicos sensibles a la corrosión. Los materiales deberán ser de un tipo que no soporte el crecimiento de algas bacterianas.

Los elementos de plástico del emisor expuestos a la luz del sol deberán estar protegidos contra la degradación por rayos ultravioleta.

#### **58. Muestras y condiciones generales de los ensayos.**

- **Muestras para ensayo**

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de 500 unidades, como mínimo. El número de emisores de la muestra será, como mínimo, de 25. El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el apartado correspondiente.

- **Descripción de las condiciones del ensayo**

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones del fabricante relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura del aire ambiente de  $23 \pm 20$  C.

- Precisión de los aparatos de medida

La presión del agua debe medirse con una aproximación de  $\pm 0,2$  m. Durante el ensayo, la presión no debe variar en más del 1%. El caudal del gotero debe medirse con una aproximación de  $\pm 1\%$ .

#### **59. Ensayos de comprobación de características.**

- Aspecto.

Desmontar el emisor en sus elementos componentes (siempre que los elementos estén diseñados para desmontarse). Preparar una sección transversal de cada elemento o del emisor (se éste está hecho de una sola pieza), y comprobar visualmente los defectos estructurales.

El emisor y sus elementos no deberán presentar defectos de fabricación tales como rayas, surcos o resaltes, ni grietas o burbujas sobre la superficie del conducto de agua.

- Conductos interiores del emisor.

Medir la más pequeña dimensión del conducto del emisor, con una precisión de 0,02 mm. La dimensión más pequeña del conducto debe estar conforme con la dimensión declarada por el fabricante con una desviación admisible de -15%.

- Resistencia a la presión hidrostática.

Se conectará un extremo de la tubería a una fuente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo. Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Se realizará el ensayo en dos etapas:

- a) Ensayar la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente. Se incrementará la presión en tres intervalos: 5 minutos a 0,4 veces la presión máxima de trabajo, a continuación 5 minutos a 0,8 veces la presión máxima de trabajo, por último 60 minutos a 1,2 veces la presión máxima de trabajo. No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.



- b) Inmediatamente después de completada la etapa (a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación durante 5 minutos.

Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, tres veces sucesivas.

## 60. Ensayos de funcionamiento.

- Uniformidad de caudal

- a) Emisor de salida simple. La muestra destinada al ensayo, estará compuesta por un mínimo de 25 emisores.

- b) Emisor de salida múltiple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

- Emisores de régimen turbulento.

Previamente al inicio del ensayo de los emisores de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 1 h., a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo. A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima ( $P_{m\acute{a}x.}$ ) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima ( $P_{m\acute{i}n.}$ ). Estas presiones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores, se situará la presión en el valor nominal dado por el fabricante.

A continuación, y sin alterar la presión de entrada, se realizará el ensayo de caudal de acuerdo con lo expresado en el apartado 7.1.1, exceptuando lo referido a la presión que se mantendrá en el valor nominal.

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión.

(Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal). La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

– Curva caudal-presión.

Se numerarán los emisores ensayados en el apartado 7.1 de acuerdo con el caudal obtenido. (El numero 1 corresponderá al emisor de menor caudal y el no 25 corresponderá al emisor de mayor caudal).

Se seleccionarán 4 emisores de la serie, concretamente los números 3, 12, 13 y 23 y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0,1,2 P<sub>máx</sub>. Los emisores turbulentos se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión, comprendidos en el intervalo de funcionamiento, ascendiendo y descendiendo de nuevo por los valores elegidos para el ensayo. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos 3 minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa. la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retomará al valor de presión 0 y se iniciará de nuevo el ensayo.

#### **61. Datos que facilitar por el fabricante.**

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.
- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
- d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
- e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
- f) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.

- g) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor.
- h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).
- i) Categoría del emisor en relación con su uniformidad de caudal.
- j) Instrucciones de funcionamiento
- k) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones.
- l) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
- m) Curva caudal-presión.
- n) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3.
- o) Intervalo de autocompensación.
- p) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.
- q) Coeficiente de variación del caudal, de acuerdo con lo expresado en el apartado 9.1.

## APARTADO 2

### ***Prescripciones técnicas para las tuberías de polietileno utilizadas en el riego localizado***

#### **62. Condiciones generales.**

- Campo de aplicación.

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

- Definiciones.

- Polietileno

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

- Tubo de polietileno

Se fabrica mediante un proceso de extrusión a base de resma de polímero de etileno, en forma de granza o de polvo, y de un pigmento de negro de carbono que lo protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por lo tanto, aumenta su estabilidad.

El negro de carbono entra en una proporción de 2,5 % + 0,5 % en peso.

- Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE).

También denominado PE-32, es aquel cuya resma base, sin pigmentar, tiene una densidad 3 igual o menor de 0,930 gr./cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

- Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53-131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

- Diámetro exterior medio en una recta (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,1416, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

- Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

- Espesor nominal (e)

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131.

- Espesor en un punto cualquiera (ei)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediato superior.

- Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores de espesor de la pared del tubo medidos en cuatro puntos equidistantes, tomados al azar, en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

- Diámetro interior medio en una sección recta (Di)

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el doble del espesor medio, medidos ambos en la misma sección recta del tubo.

- Ovalación

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera. Se tomará la diferencia de mayor valor absoluto.

- Presión nominal (Pnom)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 200 C.

El coeficiente de seguridad tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material. La presión nominal se expresa en mega pascales (MPa).

- Presión de trabajo (Pt)

Es la presión hidráulica interior máxima, dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometido el tubo a su temperatura de utilización una vez instalado definitivamente. Es la presión determinada en el proyecto, y se expresa en MPa (1 MPa = 10 Kg/cm<sup>2</sup>). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pnom).

### 63. Medidas y tolerancias.

- *Medidas y tolerancias.*

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro

exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

- *Diámetros nominales.*

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

- *Diámetro exterior medio.*

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ( $\pm x$ ), calculándose a partir de la fórmula  $x = 0,009 D_n$ , redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm.

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm.

- *Diámetro interior medio.*

Para ramales portaemisores de PE-32, las tolerancias en el diámetro interior medio serán tales que, al introducir un accesorio, gotero, etc., no aumente su diámetro interior medio en más del 13% a la temperatura de  $23 \pm 20$  C.

- *Ovalación.*

La ovalación no se considerará en los tubos cuya relación  $e/D_n$  sea:  $e/D_n < 003$  en PE-32  $e/D_n < 005$  en PE-50A y PE-50B.

Para tubos rígidos o semirrígidos suministrados en tramos rectos, la diferencia máxima admisible entre el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera y el diámetro exterior medio será igual a  $x = 1 - 0,02 D_n$ , siendo  $D_n$  el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Para los tubos flexibles suministrados en forma de rollos dicha diferencia será:  $x_2 = 0,06 D_n$ , siendo  $D_n$  el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso. Los valores máximos de la ovalación para tubos rectos y en rollo figuran en la norma UNE 53-131.

- *Longitud de los tubos.*

La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 y 12 m. La longitud de los tubos será como mínimo la nominal cuando se mida a  $23 \pm 20$  °C, redondeando al cm. más próximo por exceso.

Cuando los tubos se suministren en rollos la longitud se establecerá por acuerdo con el fabricante y el diámetro interior de los rollos no deberá ser inferior a 25 veces el diámetro exterior medio del tubo.

#### **64. Materias primas. Características y métodos de ensayo.**

- *Materiales componentes de los tubos de PE.*

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de PE, comprendidos en este pliego, son los siguientes:

- a) Polietileno de baja, media o alta densidad, según se define de la UNE 53-188.
- b) Negro de carbono con pigmento.

El negro de carbono entrará en una proporción del  $2,5\% \pm 0,5\%$  en peso, medido según UNE 53-375, y sus características serán las siguientes:

- a) Densidad: 1,5 - 2,0 g/cm<sup>3</sup>.
- b) Materias volátiles: Max 9,0 % en peso.
- c) Tamaño medio de partícula: 0,010 - 0,025  $\mu$ m.
- d) Extracto de tolueno: 0,10 % en peso.

- *Ensayos de los materiales.*

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia sobre su calidad, entre la Dirección de las obras y el contratista. En este caso los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso realizar en laboratorios designados por la Dirección de las obras, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la administración de las obras, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

○ Aspecto

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composiciones uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza.

El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonomero-olefinico, sin ningún otro grupo funcional ni mezclas de tales polímeros.

○ Determinación de la densidad.

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20~ +20 C. Se expresará en Kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup>. Su determinación se efectuará por el método de la columna de gradiente según las normas UNE 53-188 y UNE 53-020. De acuerdo con el resultado la resma base de PE (PE incoloro) se clasificará en:

- a) Baja densidad (LDPE) hasta 0,930 g/cm<sup>3</sup>
- b) Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm<sup>3</sup>
- c) Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm<sup>3</sup>.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm<sup>3</sup> y para el 3 tipo HD será de + 0,004 g/cm<sup>3</sup>.

○ Determinación del índice de fluidez.

El índice de fluidez es el peso en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 minutos a 1900 + 0,50 C., a través de una boquilla de 8 + 0,005 mill. por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53-200.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

- Tipo 1: <0,2 g/10 minutos ± 30 %
- Tipo 2: 0,2 a 1 g/10 minutos + 30%
- Tipo 3: 1 a 10 g/10 minutos + 20 %
- Tipo 4: 10 a 25 g/10 minutos + 20%
- Tipo 5: >25 g/10 minutos + 20 %



- Contenido en volátiles.

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a 0,5 %. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-135.

- Contenido en cenizas.

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de  $0,05 \pm 0,05\%$ , exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

## 65. Características de los tubos.

- *Aspecto.*

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

- *Contenido en negro de carbono.*

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de  $2,5 \pm 0,5 \%$  en peso, medido según UNE 53-375.

- *Dispersión del negro de carbono.*

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

- *Índice de fluidez.*

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10 minutos.

Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 Kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

- *Resistencia a la tracción.*

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- PE-32:10 MPa
- PE-50B: 15 MPa
- PE-50A: 19 MPa

- *Alargamiento en la rotura*

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

- *Resistencia a la presión interna en función del tiempo.*

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

- *Estanqueidad.*

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

- *Comportamiento al calor.*

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

- *Juntas.*

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embridadas.

La unión con accesorio roscado no deberá realizarse roscando directamente la tubería.

Para la unión con accesorios insertos a presión en dos secciones contiguas de tubo, se utilizará únicamente aquellos que permitan a la junta trabajar a fracción y que no provoquen un aumento en el diámetro interior del tubo superior al 13%.

Los componentes del accesorio de unión deberán resistir la corrosión del agua que contenga en disolución fertilizantes u otros productos químicos utilizados en la agricultura.

- *Uniformidad.*

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, piezas especiales, accesorios y otros elementos suministrados para la obra, tendrán características geométricas uniformes y compatibles con los diámetros establecidos para los tubos a los que, en su caso, se acoplan.

- *Marcado de tubos y accesorios*

Todos los tubos y accesorios llevarán marcados en lugar apropiado y visible, de forma indeleble y sin que obstruya su normal funcionamiento, al menos los datos que se indican a continuación:

**En tubos**

Marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m, como máximo, con los siguientes:

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm).
- Presión nominal (MPa o Kg/cm<sup>2</sup>)
- Referencia del material. PE-32 o (LDPE) PE-50B o (MDPE) PE-50A o (HDPE)
- Referencia a la norma UNE correspondiente.
- Año de fabricación. En accesorios
- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm) de los tubos con que son compatibles.
- Presión nominal (MPa o Kg/cm<sup>2</sup>)

### **En accesorios**

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm) de los tubos con que son compatibles.
- Presión nominal (MPa o Kg/cm<sup>2</sup>)

#### **66. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo.**

- *Ensayos y pruebas en fábrica*

Los ensayos y pruebas sobre tubos acabados se realizarán siguiendo la normativa especificada en el presente pliego.

Los laboratorios donde se realicen las pruebas serán elegidos con la aprobación de la Dirección de las obras, y en todo caso permitirán el acceso de un representante de aquella para el seguimiento y la verificación de los ensayos.

- Prueba de aspecto

En probetas de tubo de 30 cm. de longitud se realiza un corte según una generatriz y se examinan las superficies interiores y exterior, así como la sección longitudinal.

El tubo deberá tener un aspecto homogéneo libre de cualquier grieta visible, con queras, burbujas, inclusiones extrañas u otros defectos. Todo elemento tubo o rollo que en este examen visual presente alguno de dichos defectos será rechazado.

- Determinación de las dimensiones.

Los ensayos se realizarán a la temperatura de 23 a 20 °C y a humedad ambiental.

En caso de efectuarse las mediciones a diferente temperatura a la indicada, se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación de este y tomando como referencia la temperatura de 23 °C.

Se tomarán como coeficientes de dilatación lineal, para PE-32,  $1,7 \cdot 10^{-4}$ .

Las mediciones se efectuarán siempre referidas a una misma sección recta del tubo.

- a) Las medidas de longitud de los tubos se tomarán con instrumentos apropiados para conseguir una precisión no inferior a 5 mm.

- b) Las medidas del diámetro exterior medio se tomarán utilizando una cinta métrica (circómetro), en la que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,05 mm.
- c) Las medidas del espesor de los tubos se tomarán mediante un micrómetro con una precisión mayor o igual a 0,025 mm u otro instrumento de medida con el que se obtenga la misma precisión.
- d) La ovalación se determina por la diferencia entre los diámetros máximo o mínimo y el diámetro exterior medio de una misma sección recta.. Para la toma de medidas deberá utilizarse un calibre de precisión 0,05 mm
- e) Expresión de resultados. En el informe se hará constar:

- La designación del tubo.
- La longitud.
- El diámetro exterior medio.
- El espesor medio.
- La ovalación.

– Determinación de la densidad

Se realizará por el método de la columna de gradiente y según la norma UNE 53-020.

– Determinación del contenido en negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-375.

– Determinación de la dispersión del negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-133.

– Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura

Se realizará según la norma UNE 53-133.

– Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo

Se realizará según la norma UNE 53-133.

- Prueba de estanqueidad  
Se realizará según la norma UNE 53-133.
- Determinación del comportamiento al calor  
Se realizará según la norma UNE 53-133.

- Pruebas de obra

- Prueba de presión hidráulica

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a una presión de 1,4 veces la máxima presión de trabajo previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la presión de 1,4 veces la máxima previsible en el tramo.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería de menos de 500 m. en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, se mantiene así durante 24 horas. A continuación, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba.

Se anotará el tiempo y, después de una hora sin reponer presión, se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba será de una hora y la pérdida de agua en este tiempo no deberá superar:

$$V = 0.0167 * \Sigma * L_i * D_i * P_i$$

Donde:

V: cantidad de agua inyectada en L.

L<sub>i</sub>: longitud del tramo i en km.

D<sub>i</sub>: diámetro interior de la tubería en el tramo i en mm.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr mayor estanqueidad.

Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la Dirección de obra.

### APARTADO 3

#### *Prescripciones técnicas generales para los elementos de la estación de bombeo y la red de riego*

#### **67. Equipo de impulsión.**

- Definiciones.
  - Bomba centrífuga. Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodetes radiales; baja: rodetes axiales; y, media: rodetes helicoidales o semiaxiales.
  - Bomba de desplazamiento positivo. En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.
  - Curvas características de una bomba. Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.
  - NPSH<sub>d</sub>. Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \left( \frac{P_a}{\gamma} - h_a - h_v \right) - kQ^2$$

Donde:

$\frac{P_a}{\gamma}$ : Es aproximadamente 10 metros al nivel del mar.

$h_a$ : es la distancia entre el rodete y el nivel del agua.

$h_v$  : es la tensión de vapor del fluido.

$kQ^2$ : es la pérdida de carga en la aspiración.

- NPSHr. Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.
- Cavitación. Es el fenómeno producido cuando NPSHr es mayor que NPSHd. Se traduce en vibraciones y daños en la bomba.
- Velocidad específica. Conocidos los valores de giro (N), altura (H) y gasto (Q) de una bomba; la velocidad específica (ns) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m<sup>3</sup>/s a una altura de 1 metro:

$$ns = N \sqrt{\left(\frac{Q^{\frac{3}{4}}}{H}\right)}$$

Donde:

N: expresado en r/min.

Q: expresado en m<sup>3</sup>/s.

H: expresado en metros.

- Leyes de semejanza. Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida (NPSHr).

### **Características y especificaciones**

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 3 m/s.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

- Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión:
  - Válvula de pie u otro elemento de cebado. Cuando se trata de bombas verticales habitualmente siempre se colocará en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.
  - Cono de aspiración. La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlas se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo;



en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidable. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.

- Cono de impulsión. La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.
- Ventosas. Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.
- Manguito que evite la transmisión de las vibraciones. Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.
- Válvula de compuerta. Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones.
- Válvulas de llenado de la tubería. Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.
- Válvula de retención. Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.
- Válvulas de alivio. Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.
- Transmisores de presión. Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del automático que controla el grupo de bombeo.

- Colectores. Las tuberías, que, dentro de la estación de bombeo, sirven de aspiración e impulsión se ejecutarán en materiales de gran resistencia a rotura y envejecimiento: fundición, tuberías de acero con o sin soldadura, etc. El diámetro y espesor estará recogido en alguna de las normas UNE-EN ISO 6708, sobre diámetros, y UNE 19047, sobre tubos galvanizados soldados UNE 19048, sobre tubos galvanizados sin soldadura UNE 19049, sobre tubos de acero inoxidable
  
- Condiciones de funcionamiento de una bomba
  - Las curvas características de una bomba acotaran el intervalo de funcionamiento sin cavitación, esto es, cuando la altura neta positiva de aspiración disponible (NPSHd) es  $>$  a la requerida (NPSHr).
  
- Golpe de ariete en estación de bombeo
  - El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.
  - La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.
  - Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.
  
- Automatización de estaciones de bombeo
  - La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la red de distribución.
  - En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómata interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente. En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.
  
- Condiciones para los acopios
  - Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

- Características de las bombas utilizadas.

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- Caudal por impulsión por bomba de 13m<sup>3</sup>/h a una altura manométrica como mínimo de 33 m.c.a.

- Condiciones de los materiales

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero-Director. De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las sollicitaciones requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

### **Válvulas**

El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

- Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el Director de Obra según su inapelable juicio.

– Ensayo y pruebas

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero-Director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero-Director de las Obras.

### 68. Filtro.

- Definición:

El filtro está concebido para retener las partículas sólidas contenidas en el agua, que restan eficiencia a los grupos de impulsión y obturan las boquillas de los emisores de riego.

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

- Etiquetado: sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección.
- Grado de filtrado.

- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto Ó pérdida de carga.

- Velocidad de filtración y composición de filtros: para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.
- Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza: es característico de cada filtro decidir con que pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

Los filtros de malla están constituidos por una carcasa exterior en la cual se alojan tres cámaras diferenciales. Una primera cámara de desbaste que coincide con la boca de entrada del agua al filtro en la que se sitúa la malla gruesa que se utiliza como filtración grosera. En la segunda cámara se aloja el elemento filtrante donde quedan retenidos los sólidos. En la tercera cámara es la de limpieza (autolimpieza) separada de la filtración mediante un sellado especial.

- Especificaciones técnicas:
  - Caudal de trabajo máximo: 20 m<sup>3</sup>/h
  - Presión mínima: 2 bar
  - Presión máxima: 8 bar
  - Diámetro entrada/salida: 2"

## 69. Válvulas.

- Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNEEN-1563 o similar, con superficies de paso lisas y estanqueidad garantizada a base de juntas de tipo NBR (caucho-nitrílico). Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Las bridas responderán a la Norma EN-1092-2 y los tornillos de la misma serán de acero inoxidable.

Las válvulas de compuerta estarán protegidas interior y exteriormente con resina epoxi adecuada para agua potable, en polvo, aplicada electrostáticamente en una sola capa y con un espesor mínimo en las partes esenciales de 250 micras, según DIN 30677 parte 2 apartado 4.2.1. (tabla 1), admitiéndose un mínimo de 150 micras en las partes indicadas en la misma norma y apartado. Para la buena aplicación y adherencia del tratamiento al soporte, la superficie de la válvula habrá de estar limpia de impurezas de toda clase como suciedad, aceite, grasa, exudación y humedad y se granallará como mínimo al grado Sa 2 1/2 como se define en la norma UNE-EN-8501.

La unión del cuerpo y la tapa deberá realizarse sin tornillo o con tornillos embutidos y protegidos de la humedad, de acero inoxidable St 8,8 DIN 912 de cabeza hueca; preferiblemente el sistema de deslizamiento de la compuerta por el cuerpo de la válvula se realizará sin guías macho en éste, de modo que tampoco existan las correspondientes guías hembra en la compuerta.

La colocación se efectuará sobre un macizo de hormigón tipo HM-15 al que se anclarán mediante redondo de acero especial galvanizado de diez milímetros (10 mm.) de diámetro o mediante algún otro sistema similar que asegure su estabilidad en servicio.

Las válvulas deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- Medida del espesor de las capas de resina epoxi.
- Control de no porosidad a una corriente continua de 1000 V.
- Control de resistencia a golpes con una energía de 5 Nm con granalla de 25 mm de diámetro y de continuidad del revestimiento.
- Control de adherencia mediante sello pegado y máquina de pruebas a tracción a 8 2 N/mm.

- Pruebas de estanqueidad con compuerta abierta a 24 atm de presión. x Pruebas de presión con compuerta cerrada por ambos lados a 17,6 atm de presión.

- Válvulas de mariposa.

Las válvulas de mariposa serán de tipo reforzado y dispondrán de eje y mariposa de acero inoxidable, cojinetes de bronce de rozamiento, cuerpo de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7 y anillo de cierre elástico de etileno propileno y desmultiplicador inundable con una estanqueidad IP-68, con husillo de acero inoxidable, indicador visual y bloqueo mecánico, según norma UNE-EN-593. Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Los taladros de cuerpo de válvula responderán a la norma UNE-EN-1092-2.

Las llaves, se colocarán entre bridas planas mediante tornillos pasantes atirantados de acero inoxidable. Como norma general, las válvulas de mariposa se montarán con el eje horizontal y en posición abierta. Las válvulas estarán protegidas con resina epoxi aplicada electrostáticamente en una capa, con un espesor mínimo de 150 micras, resistente a la humedad y deberán estar provistas de su correspondiente casquillo sujeto con tornillo, salvo indicación expresa en contra.

Los tubos o piezas especiales a los que se acoplen las llaves, deberán estar suficientemente anclados para soportar los esfuerzos que las llaves puedan transmitir.

- Válvulas de pequeño diámetro.

Las válvulas o llaves de paso de diámetro nominal igual o inferior a dos pulgadas (2"), serán de compuerta con husillo de latón laminado estacionario, cuerpo y cuña monobloque de bronce y volante metálico. Dispondrán de extremos roscados y responderán a una presión de servicio de diez atmósferas (10 atm), que deberá figurar grabada en su exterior.

Los precios de cada unidad, comprenden las operaciones y elementos accesorios, así como los anclajes, uniones necesarias para su colocación, prueba, pintura, etc.

## **70. Ventosas**

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales (doble efecto). El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

En el caso de ventosas que hayan de funcionar con presiones inferiores a 5 atm, se ha de especificar que sean de baja presión.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

- Calidad de los materiales.

Las calidades de los materiales de las ventosas iguales o superiores a lo especificado a continuación:

- Cuerpo y tapa. Fundición ASTM A-48, Clase 30 o A-126 Clase B o GGG- 40.
- Guía y partes móviles. Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.
- Flotador. Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapso 70 atm. Purgador de control: Bronce o acero inoxidable.
- Resistencia a la corrosión y al envejecimiento. Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas (incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.
- Control de calidad.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

- Resistencia mecánica

### **Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión**

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o 1,5·PFA. Este ensayo se realizará de acuerdo con el método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.



### **Resistencia del obturador a la presión diferencial**

Las ventosas en la posición de ventosas cerrada, deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes:  $1,5 \cdot PFA$  o  $PFA+5$ . Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA. Para verificar este requisito, se ensayan unas ventosas, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074- 1:2001.

- Estanqueidad

### **Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión**

- Estanqueidad a la presión interior.

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o  $1,5 \cdot PFA$ .

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

- Estanqueidad a la presión exterior.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

### **Estanqueidad del asiento**

- Estanqueidad del asiento a alta presión.

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y F indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de estanquidad requerido se debe indicar en la realización técnica del fabricante. Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, de acuerdo con el capítulo A.4 de la norma

prEN 1266-1:1999, a una presión diferencial igual a 1.1xPFA para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

- Estanqueidad del asiento a una baja presión.

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

### **Características neumáticas**

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

### **Función de salida de aire**

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE-EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

### **Función de entrada de aire**

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNEEN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

### **Función de desgasificación**

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a  $\pm 10\%$ .

- Resistencia a la fatiga.

### **Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire**

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión

variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2 de la norma después de los 250 ciclos.

### **Resistencia a la fatiga con función de desgasificación**

Dicha fatiga se debe evaluar sometiendo la válvula a 2500 ciclos consecutivos de desgasificación. Esto se puede realizar mediante la inyección continua de aire en el sistema, permitiendo la evacuación periódica del aire, o mediante la inyección cíclica del aire. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente en cada ciclo del ensayo y debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2. después de los 2500 ciclos.

### **Ensayo de apertura después de un cierre prolongado**

Este ensayo sirve para asegurar que el obturador se abrirá después de haber estado sometido a presión durante largo tiempo. El ensayo se debe llevar a cabo con la ventosa en el estado en que se suministra, montada verticalmente, a una temperatura de 50 °C sometida a una presión hidráulica de al menos PFA durante 5 días. Después se retira la presión y se verifica que la ventosa se abre con normalidad. La ventosa debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2.

#### – Marcado

Las ventosas se deben marcar de manera visible y durable del siguiente modo:

- DN.
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- PN.
- Identificación del fabricante. x Identificación del año de fabricación.
- Norma aplicada.
- Para ventosas de  $DN < 50$ , sólo son obligatorias las siguientes marcas:
  - PN.
  - Identificación del fabricante.
  - Norma aplicada.

## TÍTULO 2: CONDICIONES FACULTATIVAS

### APARTADO 1

#### *Delimitación general de funciones técnicas*

#### 1. **El Ingeniero Director.**

Corresponde al ingeniero director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la Dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

#### 2. **El Ingeniero proyectista.**

Corresponde al ingeniero proyectista:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de R.D. 314/1979, de 19 de enero.
- b) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

### **3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra**

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

### **4. El Constructor.**

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.
- k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **5. El Promotor - Coordinador de gremios.**

Cuando el promotor, en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el Artículo 6.

### **6. Verificación de los documentos del proyecto.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

### **7. Oficina en la obra.**

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- (1) El Proyecto de Ejecución
- (2) La Licencia de Obras.
- (3) El Libro de Ordenes y Asistencia.
- (4) El Plan de Seguridad e Higiene.
- (5) El Libro de Incidencias.

El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo. La documentación de los seguros mencionados en el Artículo 4.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

#### **8. Representación del contratista.**

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el Artículo 4. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El cumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### **9. Presencia del constructor en la obra.**

El contratista o su representante, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Director en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que considere necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### **10. Trabajos no estipulados expresamente.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en "Documentos de Proyecto", siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

### **11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

### **12. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección facultativa.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnica o facultativa del Ingeniero Director de obra no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

### **13. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero.**

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el Artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.



#### **14. Faltas del personal.**

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

#### **15. Subcontratas.**

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **APARTADO 2**

#### ***Prescripciones generales relativas a trabajos materiales y medios auxiliares***

#### **16. Caminos y accesos.**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

#### **17. Replanteo**

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

#### **18. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.**

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero Técnico y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### **19. Orden de los trabajos.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **20. Facilidades para otros contratistas.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra.

Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **21. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

## **22. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **23. Responsabilidad de la Dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

## **24. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Ingeniero o el Ingeniero Técnico o el Coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el Artículo 12.

## **25. Obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el Constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Ingeniero Técnico; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

## **26. Trabajos defectuosos**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen 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, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

#### **27. Vicios ocultos.**

Si el Ingeniero Técnico 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 de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

#### **28. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **29. Presentación de muestras**

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

### **30. Materiales no utilizables**

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

### **31. Materiales y aparatos defectuosos**

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **32. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de este.

### **33. Limpieza de las obras**

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

### **34. Obras sin prescripciones.**

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando este sea aplicable.

## APARTADO 3

### *Recepciones de edificios y obras anejas*

### **35. De las recepciones provisionales.**

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Ingeniero y del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la Dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos

observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

#### **36. Documentación final de la obra**

El Ingeniero Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

#### **37. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

#### **38. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

#### **39. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### **40. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares,

instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el Artículo 35.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.



## TÍTULO 3: CONDICIONES ECONÓMICAS

### APARTADO 1

#### *Principio general*

#### 1. **Uno.**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

#### 2. **Dos.**

El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### APARTADO 2

#### *Fianzas y garantías*

#### 3. **Tres.**

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

#### 4. **Fianza provisional.**

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de esta.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### 5. **Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

## **6. De su devolución general.**

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos y otros.

## **7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.**

Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.

### APARTADO 3

#### *Precios*

## **8. Composición de los precios unitarios.**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

### Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

### Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros,

etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

- Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

- Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

- Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

- Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

**9. Precios de contrata. Importe de contrata.**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos. En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

**10. Precios contradictorios.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

### **12. De la revisión de los precios contratados.**

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

### **13. Acopio de materiales.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

## APARTADO 4

### ***Obras por administración***

#### **14. Administración.**

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el Artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

#### **15. Obras por Administración directa.**

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma, interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

#### **16. Obras por Administración delegada o indirecta**

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son, por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio

del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

### **17. Liquidación de obras por Administración**

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando, a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

#### **18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada**

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado.

Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### **19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos.**

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Ingeniero-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

#### **20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros.**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia.

En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

### **21. Responsabilidad del Constructor**

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## APARTADO 5

### *Valoración y abono de los trabajos*

### **22. Formas varias de abono de las obras**

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- 1) Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- 2) Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- 3) Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- 4) Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Órdenes del



Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

- 5) Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.
- 6) Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

### **23. Relaciones valoradas y certificaciones**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido. El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por

ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### **24. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **25. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada**

Salvo lo preceptuado en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su

ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

**26. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados.**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

**27. Pagos.**

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

**28. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutados trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

## APARTADO 6

### *Indemnizaciones mutuas*

#### **29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

#### **30. Demora de los pagos por parte del propietario.**

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## APARTADO 7

### *Varios*

#### **31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

#### **33. Seguro de las obras**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### **34. Conservación de la obra.**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

## **TÍTULO IV: CONDICIONES LEGALES.**

### **1. Preliminar.**

Se entiende el presente pliego como orientativo para la focalización del contrato entre el propietario y el constructor.

### **2. Contratista**

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hayan en posición de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y renegociadas en España.

Quedan exceptuados:

- Los que se hayan procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos acto de prisión.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o bienes intervenidos.
- Los que en contratos anteriores hubiesen fallado reconocidamente con sus compromisos.
- Los que estuviesen premiados como deudores a los males públicos en conceptos de seguros contribuyentes.

### **3. Sistemas de contratación.**

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto, alzado, comprende la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y a una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de los materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a los anteriores.

### **4. Adjudicación de las obras.**

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquier de los tres procedimientos siguientes:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.,
- Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que este sea conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. En el segundo caso la adjudicación será libre elección.

### **5. Formalización del contrato.**

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigue el contrato.



## **6. Responsabilidad del contratista.**

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además, a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que las obras están emplazadas.

## **7. Accidentes de trabajo y daños a terceros.**

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad de cualquier aspecto.

El contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes señalan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que puedan acaecer o sobrevenir, por no cumplir lo legislado sobre la materia, el contratista será el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios se incluye lo necesario para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será el responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en la obra. Y será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, en cuanto a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que reflejan las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

## **8. Pago de tributos**

El pago de tributos e impuestos en general, municipales y de otro origen cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los

propios trabajos que se realizan correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero-Director considere justo hacerlo.

#### **9. Hallazgos.**

Todas las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en la finca objeto del proyecto, pertenecen al Estado Español, quien deberá velar por su adecuada conservación y puesta en valor.

El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Director de obra. El propietario abonará al contratista el exceso de obras o los gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán pertenencia del Estado los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de las obras, aparecerán en los terrenos que se realizarán, pero el contratista tendrá derecho a utilizarlas en la construcción. En caso de tratarse de aguas y si las utiliza, será de cargo del contratista las obras que sea conveniente ejecutar, recogerla o desviarla, para su utilización.

Asimismo, dichas obras deberán ser notificadas y autorizadas por la administración competente.

La autorización para el aprovechamiento de gravas, arenas y toda clase de materiales procedentes de los terrenos donde se ejecutan los trabajos, así como las condiciones técnicas u económicas, en que estos aprovechamientos han de ejecutarse, se señalarán en cada caso concreto por el Ingeniero Director de obra.

#### **10. Causas de rescisión del contrato.**

Serán causas suficientes para la rescisión del contrato las indicadas a continuación:

- La muerte o incapacidad del contratista.
- La quiebra del contratista.

En los casos anteriores si los herederos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan derecho a indemnización alguna.

Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:

- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de obra, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos 40 % como mínimo del importe de las unidades de obra modificadas.
- Las modificaciones de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones en más o menos 40 %, como mínimo, en algunas de las unidades que figuran en las mediciones modificadas del proyecto.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido en un año.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plan señalado.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

### **11. Litigios y reclamaciones el contratista**

Todo desacuerdo de la cláusula del contrato y del presente Pliego de condiciones, que se promoviese entre el contratista y el propietario, será resuelto con arreglo a los requisitos y en la forma prevista en la vigente Ley de Enjuiciamiento Civil.

### **12. Liquidación en caso de rescisión.**

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena a falta de cumplimiento del contratista se abonará a este todas las obras ejecutadas con arreglo a las concesiones prescritas, y todos los materiales al pie de obra, siempre que sean de recibo y en la cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, y aplicándole a éstos el precio que fija el ingeniero.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de estas, abonándose de antemano y de común acuerdo.

Si el ingeniero estimase no conservar dichos útiles serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados al pie de esta que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un 15 % en calidad de indemnizaciones por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones se pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

### **13. Dudas y omisiones en la realización del proyecto.**

Lo mencionado en alguno de los documentos 1, 2 y 3 (memoria, planos y pliego de condiciones) habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos ellos. En caso de duda u omisión en cualquiera de los documentos del proyecto, el contratista se comprometerá a seguir, en todo momento, las instrucciones del Ingeniero-Director de obra.

Las omisiones en algunos de estos documentos o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en estos documentos o que, por su uso y costumbre, deban de ser realizados, no solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido correcta y completamente especificados en los citados documentos.

### **14. Tribunales.**

Las cuestiones cuya resolución no haya podido resolverse mediante el presente pliego de condiciones y requiera la vía judicial serán de competencia de los tribunales.

## NORMATIVAS A APLICAR

### **NORMATIVAS DE CARÁCTER GENERAL**

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrá en cada uno de los Pliegos particulares de Condiciones técnicas, se observarán en todo momento, durante a la ejecución de las Obras e Instalaciones, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección individual.
- Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971, Orden General de Seguridad e Higiene en el Trabajo – Título II.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para contratación de obras del Estado según Decreto 3854/70 del 31 de diciembre.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (P.G.-3), aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1.976, modificado por la Orden de 21 de Enero de 1.988 pasando a denominarse P.G.4/88
- Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de hormigón en masa o armado (EHE).
- Código Técnico de La Edificación. CTE.
- Reglamentación General de Contratación según Decreto 1098/2000.
- Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público.
- Pliego General de Condiciones Facultativas de tuberías de abastecimiento de aguas.

Regirán también, en general todos los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con este tipo de obras e instalaciones.

### **NORMATIVAS ESPECÍFICAS**

- UNE-EN 13635:2007 Sistemas de riego localizado. Terminología y datos suministrados por el fabricante.
- UNE-EN 14049:2005 Intensidad de aplicación de agua. Principios de cálculo y métodos de medida.
- UNE-EN 14268:2006 Técnicas de riego. Contadores de agua de riego.
- UNE-EN 14268:2006/AC:2007 Técnicas de riego. Contadores de agua de riego.
- UNE-EN 15097:2007 Técnicas de riego. Riego localizado. Evaluación hidráulica.
- UNE-ISO 16399:2016 Contadores de agua para riego.
- UNE-EN ISO 9261:2010 ERRATUM:2011 Emisores y tuberías emisoras. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 9261:2004)
- UNE-EN ISO 9261:2010 Emisores y tuberías emisoras. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 9261:2004)
- UNE-EN ISO 13693-1:2018 Sistemas de riego. Dispositivos de seguridad para la aplicación de productos químicos mediante el riego (fertirrigación). Parte 1: Válvulas pequeñas de plástico para la aplicación de productos químicos mediante el riego
- UNE-EN 13997:2004 Técnicas de riego. Accesorios de conexión y control para uso en sistemas de riego. Características técnicas y ensayos.
- Septiembre 2019
- ISO 7714:2018 Agricultural irrigation equipment -- Volumetric valves -- General requirements and test methods
- ISO 9635-1:2014 Agricultural irrigation equipment -- Irrigation valves -- Part 1: General requirements
- ISO 9635-2:2014 Agricultural irrigation equipment -- Irrigation valves -- Part 2: Isolating valves
- ISO 9635-3:2014 Agricultural irrigation equipment -- Irrigation valves -- Part 3: Check valves
- ISO 9635-4:2014 Agricultural irrigation equipment -- Irrigation valves -- Part 4: Air valves
- ISO 9635-5:2014 Agricultural irrigation equipment -- Irrigation valves -- Part 5: Control valves
- ISO 9644:2018 Agricultural irrigation equipment -- Pressure losses in irrigation valves -- Test method
- ISO 9911:2006 Agricultural irrigation equipment -- Manually operated small plastics valves

- ISO 9912-1:2004 Agricultural irrigation equipment -- Filters for micro-irrigation -- Part 1: Terms, definitions and classification
- ISO 9912-2:2013 Agricultural irrigation equipment -- Filters for microirrigation - - Part 2: Strainer-type filters and disc filters
- ISO 9912-3:2013 Agricultural irrigation equipment -- Filters for microirrigation - - Part 3: Automatic flushing strainer-type filters and disc filters
- ISO 9912-4:2018 Agricultural irrigation equipment -- Filters for microirrigation – Granulated media filters
- ISO 10522:1993 Agricultural irrigation equipment -- Direct-acting pressure-regulating valves

En Las Palmas de Gran Canaria, Julio de 2022

Fdo. Arturo Rodríguez Falcón

Ingeniero Técnico Agrícola.

# DOCUMENTO 4

## PRESUPUESTO



## ÍNDICE

4.1 MEDICIONES.....	311
4.2 PRECIOS UNITATARIOS.....	316
4.3 PRESUPUESTO.....	322
4.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	347

## 4.1.- Mediciones

### CAPÍTULO I.-Cabezal de riego

<b>1.1</b>	<b>Tuberías</b>		
1.1.1	Tubería PEAD/0.63Pa-63mm	MI	10
1.1.2	Tubería PVC/0.63Pa-32mm	MI	15
1.2	Accesorio y piezas especiales		
1.2.1	Te 63 mm	Ud	6
1.2.2	Codo 63 mm	Ud	5
1.2.3	Ventosa trifuncional	Ud	2
1.2.4	Manómetro Bourdon 6 bar	Ud	4
<b>1.3</b>	<b>Válvulas</b>		
1.3.1	Válvulas de compuerta 2"	Ud	2
1.3.2	Válvula de bola 2"	Ud	8
<b>1.4</b>	<b>Filtros</b>		
1.4.1	Filtro de arena Ø 2"	Ud	1
1.4.2	Filtro de malla Ø 2"	Ud	1
<b>1.5</b>	<b>Maquinaria de riego</b>		
1.5.1	Bomba centrífuga 2900 rpm – 3 kW	Ud	1
1.5.2	Inyector eléctrico de fertilizante 0.5 HP - 200 l/h	Ud	1
1.5.3	Soplador 0.4 kW	Ud	1
1.5.4	Programador de riego de 15 estaciones 230 – 24 V	Ud	1
1.5.5	Contador tipo Woltman 2"	Ud	1
<b>1.6</b>	<b>Depósitos</b>		
1.6.1	Depósito 250 l	Ud	4

## **CAPÍTULO II.-Instalación del riego**

### **2.1 Zanjas**

2.1.1	Zanja tubería PE 32 mm	MI	70
2.1.2	Zanja tubería PE 40 mm	MI	243
2.1.3	Zanja tubería PE 50 mm	MI	63
2.1.4	Zanja tubería PE 63 mm	MI	51

### **2.2 Tuberías**

2.2.1	Tubería PE-16mm con emisores integrados 3.6 l/h	MI	7413
2.2.2	Tubería PEBD/0.4MPa-32mm	MI	69
2.2.3	Tubería PEAD/0.63MPa-40mm	MI	203
2.2.4	Tubería PEAD/0.63MPa-50mm	MI	193
2.2.5	Tubería PEAD/0.63MPa-63mm	MI	3017

### **2.3 Accesorios y piezas especiales de las tuberías**

2.3.1	Tapón 63 mm	Ud	5
2.3.2	Tapón 50 mm	Ud	5
2.3.3	Tapón 40 mm	Ud	10
2.3.4	Tapón 32 mm	Ud	5
2.3.5	Codo 40mm	Ud	20
2.3.6	Codo 32 mm	Ud	10
2.3.7	Codo 50mm	Ud	10
2.3.8	Codo 63mm	Ud	10
2.3.9	Te 63 reductora 32 mm	Ud	5
2.3.10	Te 63 reductora 40 mm	Ud	10
2.3.11	Te 63 reductora 50 mm	Ud	10
2.3.12	Acometida 16 mm	Ud	150
2.3.13	Tapón 16 mm	Ud	150
2.3.14	Te 16 mm	Ud	10
2.3.15	Codo 16mm	Ud	5

### **2.4 Válvulas**

2.4.1	Electroválvula 2"- 24 V	Ud	14
2.4.2	Válvula de compuerta 2"	Ud	14

2.4.3	Arqueta PEAD 21x18x17 cm	Ud	14
-------	--------------------------	----	----

### **CAPÍTULO III.-Instalación eléctrica**

#### **3.1 Almacén**

3.1.1	Cuadro general de mando, según especificaciones anejo 9	Ud.	1
3.1.2	Cable de cobre 4+P/sección 10 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC	MI	4
3.1.3	Tubo corrugado para proteger cables tipo DRN50	MI	4
3.1.4	Cuadro secundario 1 según especificaciones anejo 9	MI	
3.1.5	Cable de cobre 2+P/sección 2.5 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC	MI	32
3.1.6	Tubería PEBD-25mm	MI	32
3.1.7	Lámparas LED/20 W		6
3.1.8	Enchufes 16A		4

#### **3.2 Caseta de riego**

3.2.1.	Cuadro secundario 2 según especificaciones anejo 9		1
3.2.2	Cable de cobre 4+P/sección 6 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC (Enterrado)	MI	50
3.2.3	Cable de cobre 2+P/sección 2.5 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC	MI	12
3.2.4	Cable de cobre 3+P/sección 2.5 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC	MI	3
3.2.5	Tubería PEBD-25mm	MI	15
3.2.6	Lámparas LED/15 W	Ud	4
3.2.7	Enchufes 16 A	Ud	4
3.2.8	Tubería PEBD-32mm	Ud	50

#### **3.3. Conductores Electroválvulas**

3.3.1	Cable manguera 2x1.5mm <sup>2</sup> con recubrimiento de PE	MI	2600
-------	---	----	------

3.3.2	Tubería PEBD / 16 mm	MI	2600
<b>3.4</b>	<b>Zanjas</b>		
3.4.1	Zanja 0.70x0.40m para tubo PE 32mm	MI	50

## CAPÍTULO

### IV.-

#### **Maquinaria necesaria para la explotación de la finca**

4.1		Mini tractor 20 CV	Ud	1
4.2	Remolque 240x120x40 cm		Ud	2
4.3	Desespinaadora de fruta 740 W		Ud	1

## CAPÍTULO

### V.-

#### **Superficie de la finca**

5.1		<b>Superficie por parcela</b>	
5.1.1	Parcela 1	m <sup>2</sup>	2222.36
5.1.2	Parcela 2	m <sup>2</sup>	2628.13
5.1.3	Parcela 3	m <sup>2</sup>	2892.66

5.1.4	Parcela 4	m <sup>2</sup>	1494.74
5.1.5	Parcela 5	m <sup>2</sup>	2012.76
5.1.6	Parcela 6	m <sup>2</sup>	2368.18
5.1.7	Parcela 7	m <sup>2</sup>	1564.50
5.1.8	Parcela 8	m <sup>2</sup>	2434.97
5.1.9	Parcela 9	m <sup>2</sup>	1910.39
5.1.10	Parcela 10	m <sup>2</sup>	1201.98
5.1.11	Parcela 11	m <sup>2</sup>	2967.38
5.1.12	Parcela 12	m <sup>2</sup>	2799.54
5.1.13	Parcela 13	m <sup>2</sup>	3539.94
5.1.14	Parcela 14	m <sup>2</sup>	3536.31
<b>5.2</b>	<b>Superficie total</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>33573.84</b>

## 4.2 RELACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

### CAPITULO I.- MANO DE OBRA

PU1.1	Peón Agrícola estándar 1,00 H.....	10,17 €
PU1.2	Oficial Agrícola 1,00 H.....	11,80 €
PU1.3	Trabajador agrícola 1,00 H.....	13,85€
PU1.4	Titulado agrícola de grado medio 1,00 H.....	18,50€
PU1.5	Coordinador básico de seguridad y salud 1,00 H.....	15,25€

### CAPITULO II.-ENSAYOS DE LABORATORIO

PU2.1	Ensayo normalizado de agua para riego 1,00 Ud. ....	89,85€
PU2.2	Ensayo normalizado de tierras para labores agrícolas 1,00 Ud. ....	107,50€
PU2.3	Reportaje mediante dron ½ jornada con video y fotografías incluidas 1.00 Ud. ....	1200,00€

### CAPITULO III.-PREPARACIÓN DEL TERRENO

PU3.1	Hora de tractor agrícola con apero subsolador 1,00 H.....	41,34€
PU3.2	Hora de retroexcavadora con cuchara de 40cm 1,00 H.....	52,93€
PU3.3	Hora de rodillo compactador vibrante manual 1,00 H.....	56,45€

### CAPITULO IV.-PLANTACIONES

PU4.1	Cladodio <i>Opuntia ficus-indica</i> puesto en obra sobre camión 1,00 ML.....	0,50€
-------	--	-------

### CAPITULO V.-RED DE RIEGO AUTOMATIZADA

PU5.1.1	Tubería rígida PVC-32 mm 1,0 ML.....	1,58€
PU5.1.2	Tubería de PE-AD/0.63MPa-D63 mm 1,0 ML.....	2,14€
PU5.1.1	Tubería rígida PVC-32 mm 1,0 ML.....	2,90€
PU5.1.2	Tubería de PE-AD/0.63MPa-D63 mm 1,0 ML.....	2,14€
PU5.1.3	Tubería de PE-AD/0,63MPa-D50 mm 1,0 ML.....	2,17€
PU5.1.4	Tubería de PE-AD/0,63MPa-D40 mm 1,0 ML.....	1,50€
PU5.1.5	Tubería de PE-BD/0,40MPa-D32 mm 1,0 ML.....	0,90€

<b>PU5.1.6</b>	Tubería emisora de PE-BD/0,40MPa-D16 mm 3,6 l/h c/50 cm 1,0 ML.....	0,33€
<b>PU5.1.7</b>	Tubería de PE-BD/0,40MPa-D16 mm 1,0 ML.....	0,15€
<b>PU5.2.1</b>	Injerto de Acometida para tubería de PE-BD D16 mm 1,0 Ud.....	0,06€
<b>PU5.2.2</b>	Tapón para tubería de PE-BD D16 mm 1,0 Ud.....	1,25€
<b>PU5.2.3</b>	Unión tubería de PE-BD D16 mm 1,0 Ud.....	0,09€
<b>PU5.2.4</b>	Te para tubería de PE-BD D16 mm 1,0 Ud.....	0,13€
<b>PU5.2.5</b>	Codo tubería de PE-BD D16 mm 1,0 Ud.....	0,14€
<b>PU5.2.6</b>	Pieza especial en Codo para tubería de PE-BD D32 mm 1,0 Ud.....	2,73€
<b>PU5.2.7</b>	Tapón para tubería de PE-BD D32 mm 1,0 Ud.....	2,80€
<b>PU5.2.8</b>	Codo tubería de PE-BD D40 mm 1,0 Ud.....	4,55€
<b>PU5.2.9</b>	Tapón tubería de PE-BD D40 mm 1,0 Ud.....	5,10€
<b>PU5.2.10</b>	Codo tubería de PE-AD/0,63Pa-D50 mm 1,0 Ud.....	6,75€
<b>PU5.2.11</b>	Reducción 63-50 para tubería de PE-AD/0,63Pa 1,0 Ud.....	16,05€
<b>PU5.2.12</b>	Reducción 63-40 para tubería de PE-AD/0,63Pa 1,0 Ud.....	14,80€
<b>PU5.2.13</b>	Reducción 63-32 para tubería de PE-AD/0,63Pa 1,0 Ud.....	12,20€
<b>PU5.2.14</b>	Unión tubería de PE-AD/0.63MPa-D63 mm 1,0 Ud.....	10,25€
<b>PU5.2.15</b>	Unión tubería de PE-AD/0.63MPa-D50 mm 1,0 Ud.....	6,80€
<b>PU5.2.16</b>	Unión tubería de PE-AD/0.63MPa-D40 mm 1,0 Ud.....	44,90€
<b>PU5.2.17</b>	Unión tubería de PE-BD/0,40MPa-D32 mm 1,0 Ud.....	3,15€
<b>PU5.2.18</b>	Manómetro 6 bar glicerina 1,0 Ud.....	8,75€
<b>PU5.2.19</b>	Contador 2" 25 m3/h Tipo WOLTMAN 1,0 Ud.....	235,00€
<b>PU5.2.20</b>	Racor de latón de 3" a 2" 1,0 Ud.....	37,75€
<b>PU5.2.21</b>	Niple de latón D-3" 1,0 Ud.....	22,85€
<b>PU5.3.1</b>	Válvula de compuerta 2" 1,0 Ud.....	35,00€
<b>PU5.3.2</b>	Válvula de bola 2" PVC PN 16 1,0 Ud.....	25,70€



<b>PU5.3.3</b>	Ventosa trifuncional 3/4" 0.2-10 Bar 1,0 Ud.....	74,40€
<b>PU5.3.4</b>	Electroválvula plástica tipo GASOL 75 de 2" a 24v c/regulador 1,0 Ud.....	75,16€
<b>PU5.4.1</b>	Filtro de malla Ø 2" 1,0 Ud.....	450,00€
<b>PU5.4.2</b>	Filtro de arena Ø 2" 1,0 Ud.....	1.045,00€
<b>PU5.6.1</b>	Bomba centrífuga 2900 rpm – 3 kW 1,0 Ud.....	855,00€
<b>PU5.6.2</b>	Inyector eléctrico de fertilizante 0.5 HP - 200 l/h 1,0 Ud.....	1097,00€
<b>PU5.6.3</b>	Soplador 0.4 kW 1,0 Ud.....	256,00€
<b>PU5.6.4</b>	Regulador de presión NETAFIM D-3/4" en línea a 1,1 Atm 1,0 Ud.....	21,85€
<b>PU5.6.5</b>	Regulador de presión NETAFIM D-1 1/2" en línea a 1,4 Atm 1,0 Ud.....	59,95€
<b>PU5.6.6</b>	Regulador de presión NETAFIM D-1 1/2" en línea-2 salidas a 1,4Atm 1,0 Ud.....	59,95€
<b>PU5.6.7</b>	Regulador de presión NETAFIM D-2" en línea-4 salidas a 1,1Atm 1,0 Ud.....	343,00€
<b>PU5.6.8</b>	Regulador de presión NETAFIM D-2" en línea-4 salidas a 1,4Atm 1,0 Ud.....	343,00€
<b>PU5.6.9</b>	Programador electrónico de 15 estaciones con monitoreo y control pH y Ce 1,0 Ud.....	315,00€
<b>PU5.6.10</b>	Arqueta de PEAD para intemperie 21x18x17 con tapa y cierre 1,0 Ud.....	6,75€
<b>PU5.6.11</b>	Cable eléctrico manguera 2x1,5 mm <sup>2</sup> 600 V para conexión programador-electroválvulas 1,0 ML.....	0,69€
<b>PU5.6.12</b>	Depósito regulador en PVC de 250 L con flotador y llave de vaciado 1,0 Ud.....	177,09€

## **CAPITULO VI. -INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

<b>PU6.1</b>	Tubo corrugado para proteger cables enterrados tipo DRN50 1,0 ML.....	0,81€
<b>PU6.2</b>	Cable de cobre 4+TT/sección 10 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC 1,0 ML.....	7,53€
<b>PU6.3</b>	Cable de cobre 4+TT/sección 6 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC (Enterrado) 1,0 ML.....	2,42€
<b>PU6.4</b>	Cable de cobre 3+TT/sección 2.5 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC 1,0 ML.....	1,54€
<b>PU6.5</b>	Cable de cobre 2+TT/sección 2.5 mm <sup>2</sup> /cubierta de PVC 1,0 ML.....	0,47€

<b>PU6.6</b>	<p>A: CUADRO ELÉCTRICO GENERAL</p> <p>Cuadro eléctrico general, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caja homologada con cierre de seguridad</li> <li>- 1 UD Interruptor Diferencial de 4 polos/40A/300 mA</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/40A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/35A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/10A/Curva D</li> </ul> <p>1,0 ML.....228.12€</p>
<b>PU6.7</b>	<p>B: CUADRO ELÉCTRO SECUNDARIO DEL ALMACÉN AGRÍCOLA</p> <p>Cuadro eléctrico secundario para el Almacén Agrícola compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caja homologada con cierre de seguridad</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Diferencial de 3 polos/40A/30 mA</li> <li>- 2 UDS Interruptor Diferencial de 2 polos/40A/30 mA</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva C</li> <li>- 1 UD Contactor 20 A</li> </ul> <p>1,0 ML.....236.37€</p>
<b>PU6.8</b>	<p>C: CUADRO ELÉCTRICO SECUNDARIO DE LA SALA DE MÁQUINAS PARA LA RED DE RIEGO</p> <p>Cuadro eléctrico secundario para la Sala de Máquinas de la Red automatizada de riego, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caja homologada con cierre de seguridad</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Diferencial de 3 polos/40A/30 mA</li> <li>- 2 UDS Interruptor Diferencial de 2 polos/40A/30 mA</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva D</li> <li>- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva C</li> <li>- 1 UD Contactor 20 A</li> </ul> <p>1,0 ML.....387.08€</p>

<b>PU6.5</b>	Luz de techo LED	
	1,0 MI.....	0,47€

### **CAPITULO VII.-MAQUINARIA PARA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA**

<b>PU7.1.1</b>	Desespindora de higos chumbos completa, incluso tren de lavado	
	1,0 Ud.....	13.350,00€
<b>PU7.2.1</b>	Tractor agrícola 20 CV 2885x1080x2330	
	1,0 Ud.....	8.000,00€
<b>PU.7.2.2</b>	Remolque de caja rectangular 240x120x40 basculante y carga 200 Kg	
	1,0 Ud.....	2.275,00€

### **CAPITULO VIII.-SEGURIDAD Y SALUD**

<b>PU8.1</b>	Casco homologado de protección para la cabeza	
	1,0 Ud.....	3,32€
<b>PU8.2</b>	Gafas antipolvo	
	1,0 Ud.....	1,57€
<b>PU8.3</b>	Mascarilla 1 filtro partículas	
	1,0 Ud.....	8,50€
<b>PU8.4</b>	Cubre nuca adaptable a casco de seguridad	
	1,0 Ud.....	1,80€
<b>PU8.5</b>	Traje impermeable P.V.C.	
	1 Ud.....	7,50€
<b>PU8.6</b>	Par guantes lona fuerte/algodón	
	1 ud.....	1,62€
<b>PU8.7</b>	Par guantes de goma látex-antic.	
	1 ud.....	2,24€
<b>PU8.8</b>	Par botas altas de agua	
	1 ud.....	7,50€
<b>PU8.9</b>	Cono balizamiento de plástico, colocado	
	1 ud.....	15,39€
<b>PU8.10</b>	Botiquín portátil de obra	
	1 ud.....	41,13€
<b>PU8.11</b>	Estudio Básico de Seguridad y Salud	
	1 ud.....	350,00€

## **CAPITULO IX.-GESTIÓN DE RESIDUOS**

<b>PU9.1</b>	Retirada a vertedero de tierras y materiales pétreos mezclados	
	1 m <sup>3</sup> .....	18,20€
<b>PU9.2</b>	Retirada a vertedero residuos procedentes de desbroces	
	1 m <sup>3</sup> .....	20,32€
<b>PU9.3</b>	Retirada a vertedero residuos embalajes y protecciones	
	1 m <sup>3</sup> .....	137,24€
<b>PU9.10</b>	Traslado a vertedero de cubeta para escombros	
	1 Ud.....	99.47€

### 4.3 PRESUPUESTO.

#### CAPITULO I.-DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y ENSAYOS DE TIERRA Y AGUA EXISTENTES EN LA FINCA

##### **PD1.1.1** ENSAYO NORMALIZADO DEL AGUA DISPONIBLE PARA RIEGO

Conjunto de ensayos sobre el agua disponible en la finca para su utilización en la red de riego automatizado. Incluye la toma de muestras, traslado a laboratorio homologado y solicitud de las siguientes pruebas:

- a) PH, conductividad, sales, relaciones iónicas, SAR, dureza y valores de referencia.
- b) Disoluciones nutritivas

1 Ud 163,85.....163,85€

##### **PD1.1.2** ENSAYO NORMALIZADO DE LA TIERRA DISPONIBLE PARA CULTIVO

Conjunto de ensayos estandarizados de la tierra que se cultivará, incluso toma de muestras, traslado a laboratorio homologado y solicitud de las siguientes pruebas:

- a) Análisis estándar, completo
- b) Contenido de nemátodos

1 Ud 191,85.....191,85€

**PD1.1.3 VUELO DE RECONOCIMIENTO GENERAL A VISTA DE DRON**

Vuelo de reconocimiento de la finca a realizar por empresa homologada y que cuente con todas las autorizaciones exigibles; tanto para el dron como para el piloto. Se prevé una duración máxima incluso desplazamiento de 4 horas e incluye la toma de un video de 2-3 minutos, y de una fotografía de cada parcela a cultivar

1 Ud 1.200,00.....1.200,00€

**TOTAL CAPITULO I.....1557.70€**

**CAPITULO II.-PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA EL USO AGRÍCOLA PROYECTADO**

**PD2.1.1 SUBSOLADO DE PARCELAS A CULTIVAR**

Removido de la capa superior de las parcelas a cultivar utilizando un tractor con un subsolador (arado múltiple), con una profundidad mínima de 50 cms de espesor

33.574 m2 0,06.....2.014,44€

**PD2.1.2 NIVELADO/RASANTEO DE PARCELAS YA SUBSOLADAS**

Nivelado/rasanteo de la capa superior de las parcelas donde se realizará la posterior plantación agrícola de los cladodios de Opuntia, una vez finalizado el subsolado.

33.574 m2 0,05.....1.678,70€

**PD2.1.3** RETIRADA DE RESIDUOS PRE-EXISTENTES, INCOMPATIBLES  
CON EL CULTIVO

Retirada y apilado a la entrada de cada parcela cultivables, de todos los residuos vegetales y residuos pétreos incompatibles con la pequeña excavación para la posterior plantación de las palas de tunera

33.574 m2 0,03.....1007,22€

**PD2.2.1** APERTURA MANUAL DE ZANJAS 0,30X0,50 PARA ENTERRAR  
TUBERÍAS DE RIEGO

Apertura manual de zanja con sección tipo aproximada de 30x50 cm, dentro de la cual se introducirán tuberías de la red de riego con diámetros comprendidos entre 63 y 32 mm. Incluye la eliminación de cualquier piedra o elemento que pudiera dañar un tubo de polietileno de alta densidad, así como el nivelado/rasanteo de la capa de fondo.

426 ml 2,17.....924,42€

**PD2.2.2** RELLENO MANUAL DE ZANJAS UNA VEZ COLOCADAS LAS  
TUBERÍAS DE RIEGO

Rasanteo del fondo de la excavación y relleno del entorno de las tuberías de riego con arena de montaña hasta cubrirla y, posteriormente relleno hasta la superficie con tierra procedente de la propia excavación.

426 ml 0,95.....404,70€

**PD2.2.3** APERTURA MECÁNICA DE ZANJAS 0,40X0,75 PARA ENTERRAR CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

Apertura mecánica de zanja con sección tipo aproximada de 40x75 cm (Mínimo), dentro de la cual se introducirán los tubos que protegerán los cables de la red eléctrica. Incluye la eliminación de cualquier piedra o elemento que pudiera dañar un tubo corrugado plástico homologado, así como el nivelado/rasanteo de la capa de fondo.

50 ml 4,74.....237,00€

**PD2.2.4** RELLENO SEMI-MECÁNICO DE ZANJAS UNA VEZ COLOCADAS LAS CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

Relleno semi-mecánico de zanjas para alojar conducciones eléctricas enterradas. La unidad incluye: Relleno mecánico y rasanteo manual de una capa de fondo de 5 cms a base de arena de montaña, suministro y colocación del tubo corrugado tipo DRN 50/Protección IP54/Resistencia a compresión >450 Newton con cordel de nylon en su interior para posterior arrastrado del cable, protección con arena vertida mecánicamente hasta cubrir el tubo y capa final con tierra procedente de la excavación, la cual será compactada mediante pasasa de rodillo vibrante manual

50 ml 4,80.....240,00€

**TOTAL CAPITULO II.....6506,48€**



### CAPITULO III.-PLANTACIÓN AGRÍCOLA PROYECTADA

**PD3.1.1** PLANTACIÓN DE CLADODIO/PALA DE CACTÁCEA VARIEDAD  
OPUNTIA FICUS-INDICA

Plantación manual de cladodio (pala de tunera) especie *Opuntia ficus-indica*, de dimensiones promedio 15-25 cm. Incluye apertura manual de hoyo, plantación de la pala lo más vertical posible, tapado y compactado del entorno de la plantación, así como p/p de primer riego manual de adaptación

3.691 Ud    1,01.....3727,91€

TOTAL CAPITULO III.....**3727,91€**

## CAPITULO IV INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### PD4.1.1 REVISIÓN DE LA ACOMETIDA ELÉCTRICA TRIFÁSICA EXISTENTE EN LA FINCA, INCLUSO RED DE TIERRA

Partida Alzada a realizar por electricista cualificado, con objeto de revisar el estado previo de la acometida eléctrica trifásica existente en la finca, así como del futuro emplazamiento para la instalación del nuevo contador a instalar por la compañía eléctrica suministradora

1 PA 350,00.....350,00€

### PD4.1.3 ACOMETIDA DESDE CUADRO GENERAL A CUADRO AUXILIAR DEL ALMACÉN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Acometida eléctrica desde el nuevo cuadro general hasta el cuadro secundario del Almacén de Maquinaria Agrícola (Instalación bajo entubado de PVC rígido, vista/4 MI/Sección 10 mm<sup>2</sup>, según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo); todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado)

1 Ud 285,60.....285,60€

### PD4.1.4 ACOMETIDA DESDE CUADRO GENERAL A CUADRO AUXILIAR DE LA SALA DE MÁQUINAS DEL RIEGO

Acometida eléctrica desde el nuevo cuadro general hasta el cuadro secundario para la maquinaria e instalaciones complementarias de la red de riego automatizado (Instalación bajo entubado de PVC rígido, vista/49 MI/Sección 2,5 mm<sup>2</sup>, según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo); todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado)

1 Ud 670,15.....670,15€

**PD4.2.1** RED DE ALUMBRADO DEL ALMACÉN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Instalación de alumbrado interior para el Almacén de Maquinaria Agrícola, consistente en: 6 puntos de luz comandados por 3 interruptores, 6 Lámparas LED/20 W y 4 Enchufes tipo SCHUKO de 16 A. Todo ello realizado bajo entubado rígido de PVC rígido, según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo); todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado

1 Ud 620,23.....620,23€

**PD4.2.2** RED DE ALUMBRADO DE LA SALA DE MÁQUINAS DEL RIEGO AUTOMATIZADO

Instalación de alumbrado interior para la caseta de riego, consistente en: 6 puntos de luz comandados por 3 interruptores, 4 Lámparas LED/15 W y 4 Enchufes tipo SCHUKO de 16 A. Todo ello realizado bajo entubado rígido de PVC rígido, según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo); todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado

1 Ud 455,93.....455,93€

**PD4.2.3** ACOMETIDA ELÉCTRICA A LA MÁQUINA DESESPINADORA DE HIGOS PICOS

Conexión eléctrico realizado de conformidad a lo previsto en el Reglamento de Baja Tensión y demás Normativa vigente concordante que sea de aplicación preceptiva, entre el Cuadro Eléctrico Secundario (Referencia B) instalado dentro del Almacén Agrícola , hasta la Máquina desespinaadora de Higos picos (Motores Trifásicos y Monofásicos); completamente terminado y en correcto funcionamiento, incluyendo la p/p de interconexión y pruebas preceptivas.

1 Ud 380,40.....380,40€

**PD4.2.4** ACOMETIDA ELÉCTRICA A LA BOMBA DE RIEGO

Conexión eléctrica realizado de conformidad a lo previsto en el Reglamento de Baja Tensión y demás Normativa vigente concordante que sea de aplicación preceptiva, entre el Cuadro Eléctrico Secundario (Referencia B) instalado dentro de la Sala de máquinas del riego, hasta la bomba centrífuga de riego (Trifásica); completamente terminado y en correcto funcionamiento, incluyendo la p/p de interconexión y pruebas preceptivas.

1 Ud 275,40.....275,40€

**PD4.3.1** A: CUADRO ELÉCTRICO GENERAL

Cuadro eléctrico general, totalmente montado y conexionado conforme al Reglamento de Baja Tensión, compuesto por:

- Caja homologada con cierre de seguridad
- 1 UD Interruptor Diferencial de 4 polos/40A/300 mA
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/40A/Curva D
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/35A/Curva D
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/10A/Curva D

1 Ud 248,24.....248,24€

**PD4.3.2** B: CUADRO ELÉCTRO SECUNDARIO DEL ALMACÉN AGRÍCOLA

Cuadro eléctrico secundario para el Almacén Agrícola totalmente montado y conexionado conforme al Reglamento de Baja Tensión, compuesto por:

- Caja homologada con cierre de seguridad
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D
- 1 UD Interruptor Diferencial de 3 polos/40A/30 mA
- 2 UDS Interruptor Diferencial de 2 polos/40A/30 mA
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva D
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva C
- 1 UD Contactador 20 A

1 Ud 256,74.....256,74€

**PD4.3.3** C: CUADRO ELÉCTRICO SECUNDARIO DE LA SALA DE MÁQUINAS PARA LA RED DE RIEGO

Cuadro eléctrico secundario para la Sala de Máquinas de la Red automatizada de riego, totalmente montado y conexionado conforme al Reglamento de Baja Tensión, compuesto por:

- Caja homologada con cierre de seguridad
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D
- 1 UD Interruptor Diferencial de 3 polos/40A/30 mA
- 2 UDS Interruptor Diferencial de 2 polos/40A/30 mA
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 4 polos/32A/Curva D
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva D
- 1 UD Interruptor Magnetotérmico de 2 polos/10A/Curva C
- 1 UD Contactador 20 A

1 Ud 407,16.....407,16€

**PD4.4.1** CABLE DE COBRE (4+TT/Sección 10 mm<sup>2</sup> con cubierta de PVC) PROTEGIDO POR TUBO VISTO DE PVC RÍGIDO D-50

Cable de cobre con 4 hilos + Toma de Tierra con protección mediante cubierta de PVC/Sección 10 mm<sup>2</sup>, montado en instalación vista dentro de tubo rígido de PVC D-50 conforme

4 MI 11,30.....45,20€

**PD4.4.2** CABLE DE COBRE (4+TT/Sección 2,5 mm<sup>2</sup> con cubierta de PVC)  
PROTEGIDO POR TUBO ENTERRADO TIPO DRN50  
CORRUGADO

Cable de cobre con 4 hilos + Toma de Tierra con protección mediante cubierta de PVC/Sección 2,5 mm<sup>2</sup>, montado en instalación enterrada dentro de tubo corrugado tipo DRN50 según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo; todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado

12 MI 3,89.....46,68€

**PD4.4.3** CABLE DE COBRE (3+TT/Sección 2,5 mm<sup>2</sup> con cubierta de PVC)  
PROTEGIDO POR TUBO VISTO DE PVC RÍGIDO D-16

Cable de cobre con 3 hilos + Toma de Tierra con protección mediante cubierta de PVC/Sección 2,5 mm<sup>2</sup>, montado en instalación vista dentro de tubo rígido de PVC D-16 según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo; todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado

3 MI 3,20.....9,60€

**PD4.4.4** CABLE DE COBRE (2+TT/Sección 2,5 mm<sup>2</sup> con cubierta de PVC)  
PROTEGIDO POR TUBO VISTO DE PVC RÍGIDO D-16

Cable de cobre con 2 hilos + Toma de Tierra con protección mediante cubierta de PVC/Sección 2,5 mm<sup>2</sup>, montado en instalación vista dentro de tubo rígido de PVC D-16 según detalle descriptivo incluido en los planos del proyecto y en la partida correspondiente del Capítulo; todo ello ejecutado conforme al Reglamento de Baja Tensión, completamente terminado y probado

12 MI 1,10.....13,20€

**TOTAL CAPITULO IV.....4064.53€**

#### **CAPITULO V.-INSTALACIÓN DE RIEGO**

##### **PD 5.1.1 TUBERÍA PEAD/PN-6/DN63, INSTALADA**

Tubería de polietileno extruido de alta densidad para uso agrícola, con diámetro nominal de 63 mm, capacidad de trabajo hasta 6 bar de presión y unión por manguito; suministrada a obra en rollos de 100 MI e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

3.017 MI 2,86.....8.628,62€

##### **PD 5.1.2 TUBERÍA PEAD/PN-6/DN50, INSTALADA**

Tubería de polietileno extruido de alta densidad para uso agrícola, con diámetro nominal de 50 mm, capacidad de trabajo hasta 6 bar de presión y

unión por manguito; suministrada a obra en rollos de 100 MI e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

193 MI 2,39.....461,27€

**PD 5.1.3 TUBERÍA PEAD/PN-6/DN40, INSTALADA**

Tubería de polietileno extruido de alta densidad para uso agrícola (HDPE), con diámetro nominal de 40 mm, capacidad de trabajo hasta 6 bar de presión y unión por manguito; suministrada a obra en rollos de 100 MI e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

203 MI 1,93.....391,79€

**PD 5.1.4 TUBERÍA PEAD/PN-6/DN32, INSTALADA**

Tubería de polietileno extruido de baja densidad para uso agrícola (LDPE), con diámetro nominal de 32 mm, capacidad de trabajo hasta 4 bar de presión y unión por manguito; suministrada a obra en rollos de 100 MI e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

69 MI 1,34.....92,46€

**PD 5.1.5 TUBERÍA PEBD /PN-4/DN16 INSTALADA**

Tubería de polietileno extruido de baja densidad para uso agrícola (LDPE), con diámetro nominal de 16 mm, capacidad de trabajo hasta 4 bar de presión y unión por manguito; suministrada a obra en rollos de 100 MI e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje, utilizada este caso como protección del cable eléctrico que conecta el programador electrónico con las electroválvulas. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

2.600 MI 0,38.....988,00€



**PD5.1.6** TUBERÍA DE RIEGO EN POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD  
 TIPO PE100/PN-4/DN16 CON GOTEROS, INSTALADA  
 Tubería de polietileno extruido de baja densidad para uso agrícola (LDPE), con diámetro nominal de 16 mm, capacidad de trabajo hasta 4 bar de presión, unión por manguito e incorporando goteros turbulentos de 3,6 litros/hora dispuestos c/50 cm; suministrada a obra en rollos de 100 Ml e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

7.413 Ml 0,59.....4371,67€

**PD5.1.7** TUBERÍA DE RIEGO EN PVC PN-6/DN-32, INSTALADA  
 Tubería de PVC rígido roscable de 32 mm de diámetro nominal, capacidad de trabajo hasta 6 bar de presión y unión por junta de goma o por encolado; suministrada a obra en tubos de 6 Ml e incluyendo la p/p de piezas especiales y accesorios de montaje. Totalmente probada y terminada en condiciones de correcto funcionamiento.

15 Ml 2,35.....35,25€

**PD 5.1.8** ACOMETIDA PARA TUBERÍA DE GOTEO DE DIÁMETRO 16 MM  
 A TUBERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE D-32/D-40/D-50  
 Pieza especial para posibilitar la conexión de líneas de DN-16 mm con goteros incorporados a tubería primarias y secundarias de Polietileno extruido D-32/D-40/D-50; totalmente colocadas y probadas para un correcto funcionamiento sin ningún tipo de fugas.

300 Ud 0,40.....120,00€

**PD 5.2.1** CONTADOR DE CAUDAL TIPO WOLTMAN CON BRIDAS DE 2"  
 Y CAPACIDAD DE TRABAJO HASTA 16 BAR

Contador de caudal de agua de riego tipo WOLTMAN, verificado según lo estipulado en la Directiva 2004/22/CE de Instrumentos de Medida (MID), instalado cumpliendo las Normativas ISO 4064, AWWA y EEC, además de Certificado por el Centro Español de Metrología, siendo aconsejable el montaje de tramos rectos de tubería de 5 Ml, antes y después del mismo, considerando un diámetro 5 veces el diámetro interior de la brida del contador aguas arriba y de 3 veces el diámetro interior de la brida del contador aguas abajo. Totalmente probado, montado y en condiciones de funcionamiento.

1 Ud 317,25.....317,25€

**PD 5.2.2** MANÓMETRO 6 BAR/DN-63/R

Aparato para medida de presión del agua en la red de riego tipo MT, fabricado en acero inoxidable y con mecanismo interior montado en baño de glicerina, capacidad de trabajo hasta 6 Bar y anclaje a tubería de D-63 mm mediante rosca macho de 1/4".

4 Ud 8,95.....35,80€

**PD5.3.1** VALVULA DE COMPUERTA DN-2"

Válvula de compuerta de fundición en latón, dotada de cierre EPDM-KTN 315, con conexión BSP, prensaestopas de PTFE, rango de temperaturas hasta 60 °C, volante de aluminio pintado y presión de trabajo hasta PN16. Totalmente montada, probada y en condiciones de correcto funcionamiento.

16 Ud 58,00€.....928,00€

**PD5.3.2** VALVULA DE ESFERA DN-2"

Válvula de esfera fabricada en PVC, de 2" con p/p de accesorios y piezas de conexión totalmente probada y en correcto funcionamiento

8 Ud 32,00.....256,00€

**PD5.3.3 VENTOSA TRIFUNCIONAL**

Ventosa trifuncional VENTEX de cuerpo compacto de fundición dúctil, la cual actuará como dispositivo de seguridad durante el llenado de la red y que se coloca en los sistemas hidráulicos para ventilar y proteger la red de sobrepresiones producidas por posibles golpes de ariete, Se instalarán en grandes ramales de pendiente uniforme, a la entrada de los instrumentos de medida, a la salida de las válvulas reductoras de presión, en las reducciones grandes de diámetro, en los bombeos y sistemas de filtrado, así como a cada lado de los cruces.

5 Ud 96.00€.....480,00€

**PD5.3.4 ELECTROVÁLVULA PARA ACCIONAMIENTO REGULADO POR PROGRAMADOR ELECTRÓNICO**

Electroválvula plástica con regulador de 2", solenoide a 24 v AC ó alternativamente latch 9-24 v y regulador de presión. Totalmente conexasionada, instalada y probada; tanto para apertura-cierre automatizado como ocasionalmente manual del riego por goteo en las plataformas de cultivo.

14 Ud 98.90.....1383.20€

**PD5.3.5 PROGRAMADOR ELECTRÓNICO DE RIEGO PARA 15 ESTACIONES**

Programador electrónico de riego de alta frecuencia con capacidad hasta de 16 salidas, ampliable modularmente, funcionamiento a 24 VDC; totalmente probado, instalado y en correcto funcionamiento

1 Ud 663,12.....663,12€

<b>PD5.3.6</b>	<p>CABLE MANGUERA 2X1,5 MM2 CON RECUBRIMIENTO DE POLIETILENO PARA CONECTAR ELECTROVÁLVULAS AL PROGRAMADOR</p> <p>Cable manguera de interperie tipo 2x1,5 mm2 con revestimiento de polietileno, alojado dentro de una tubería de PELD DN 16 mm para la conexión a baja tensión entre las electroválvulas y el programador</p>
	2.600 MI    0,69€.....1794,00€
<b>PD5.3.7</b>	<p>ARQUETA DE PEAD DOTADA DE TAPA CON CIERRE PARA ALOJAMIENTO DE ELECTROVÁLVULAS</p> <p>Arqueta monobloque de intemperie fabricada en PEHD con dimensiones 21x18x17 cm para el alojamiento de las electroválvulas a la entrada de cada parcela cultivable. Incluye tapa dotada de cierre atornillado</p>
	14    Ud    13,70.....191,80€
<b>PD5.4.1</b>	<p>BOMBA CENTRÍFUGA 2900 RPM – 3 KW</p> <p>Bomba centrífuga con 3 kW de potencia; totalmente montada sobre tacos silent-block anti-vibratorios y conexionada al cabezal de riego automatizado con la p/p de accesorios y piezas especiales de unión.</p>
	1    Ud    975,80.....975,80€
<b>PD5.4.2</b>	<p>INYECTOR ELÉCTRICO DE FERTILIZANTE 0.5 HP - 200 L/H</p> <p>inyector eléctrico de fertilizante 0.5 hp - 200 l/h para la aportación de ferlizantes y productos quimicos a la red de riego. Totalmente montada sobre tacos silent-block anti-vibratorios y conexionada al cabezal de riego automatizado con la p/p de accesorios y piezas especiales de unión.</p>
	1    Ud    1350,00.....1350,00€
<b>PD5.4.3</b>	<p>SOPLADOR 0.4 KW</p>

Soplador monofásico de 0,4 kW de potencia, interconectado a los depósitos de productos químicos para evitar sedimentaciones. Totalmente montada sobre tacos silent-block anti-vibratorios y conexas al cabezal de riego automatizado con la p/p de accesorios y piezas especiales de unión.

Ud 327,00.....327,00€

**PD5.4.4** REGULADOR DE PRESIÓN NETAFIM 3/4" EN LÍNEA (1 SALIDA/1.1 ATM/CAUDAL 50-1000 L/h)

Regulador de presión tipo NETAFIM 3/4" con una salida (1,1 Atm y Caudal 50-1000 L/h). Totalmente conexas y probada, incluyendo contraste con la lectura de manómetro en la parte de la red de riego automatizada que protege de sobrepresiones bruscas por llenado y golpes de ariete.

1 Ud 29,00.....29,00€

**PD5.4.5** REGULADOR DE PRESIÓN NETAFIM 1 1/2" EN LÍNEA (2 SALIDAS/1.4 ATM/CAUDAL 2000-10000 L/h)

Regulador de presión tipo NETAFIM 1 1/2" con dos salidas (1,4 Atm y Caudal 2000-10000 L/h). Totalmente conexas y probada, incluyendo contraste con la lectura de manómetro en la parte de la red de riego automatizada que protege de sobrepresiones bruscas por llenado y golpes de ariete.

3 Ud 80,93.....242,79€

**PD5.4.6** REGULADOR DE PRESIÓN NETAFIM 1 1/2" EN LÍNEA (2 UNIDADES/1.1 ATM/CAUDAL 2000-10000 L/h)  
 Regulador de presión tipo NETAFIM 1 1/2" con dos salidas (1,1 Atm y Caudal 2000-10000 L/h). Totalmente conexionada y probada, incluyendo contraste con la lectura de manómetro en la parte de la red de riego automatizada que protege de sobrepresiones bruscas por llenado y golpes de ariete.

2 Ud 80,93.....161,86€

**PD5.4.7** REGULADOR DE PRESIÓN NETAFIM 2" EN LÍNEA (4 SALIDAS/1.1 ATM/CAUDAL 5000-30000 L/h)  
 Regulador de presión tipo NETAFIM 2" con cuatro salidas (1,1 Atm y Caudal 5000-30000 L/h). Totalmente conexionada y probada, incluyendo contraste con la lectura de manómetro en la parte de la red de riego automatizada que protege de sobrepresiones bruscas por llenado y golpes de ariete.

3 Ud 388,00.....1164,00€

**PD5.4.8** REGULADOR DE PRESIÓN NETAFIM 2" EN LÍNEA (4 SALIDAS/1.4 ATM/CAUDAL 5000-30000 L/h)  
 Regulador de presión tipo NETAFIM 2" con cuatro salidas (1,4 Atm y Caudal 5000-30000 L/h). Totalmente conexionada y probada, incluyendo contraste con la lectura de manómetro en la parte de la red de riego automatizada que protege de sobrepresiones bruscas por llenado y golpes de ariete.

6 Ud 388,00.....2328,00€

**PD5.4.9** DEPOSITO REGULADOR EN PVCHD DE 250 L CON TAPA, FLOTADOR Y LLAVE DE VACIADO  
 Depósito regulador en PVCHD de 250 L de capacidad para el almacenamiento de fertilizantes y productos químicos que se incorporarán periódicamente a la red automatizada de riego. Incluye interconexión con

el soplador y con la red de riego automatizado; totalmente montada, probada y en funcionamiento.

4 Ud 230,20.....920,80€

**PD5.4.10** FILTRO DE ARENA Ø 2”

Filtro de arena con orificio de entrada y salida de 2” totalmente instalado y probado.

1 Ud .....1213.00€

**PD5.4.11** FILTRO DE MALLA Ø 2”

Filtro de malla con orificio de entrada y salida 2” totalmente instalado y probado.

1 Ud .....503,61€

**TOTAL CAPITULO V.....30.324,09€**

## **CAPITULO VI MAQUINARIA PARA LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA PROYECTADA**

### **PD6.1.1**      **DESESPINADORA DE HIGOS PICOS PARA UNA PRODUCCIÓN DE 300 KG/HORA**

Máquina desespinaadora de higos picos (Higos picos), con una capacidad nominal de trabajo para 300 Kg/hora. Incluye tolva inicial de descarga, cinta transportadora de rodillos, cámara de primer cepillado y lavado, cinta transportadora hasta el segundo trén de cepillado en seco, cámara de desinfección y cinta transportadora hasta la zona de empaquetado. Totalmente montada, probada y en funcionamiento, incluyendo las conexiones eléctricas a los motores y las tomas de agua a los impulsores de lavado.

1      Ud      13.350,00.....13.350,00€

### **PD6.1.2**      **MINI-TRACTOR AGRÍCOLA DE POTENCIA 20 CV, APTO PARA REMOLQUE**

Mini-Tractor agrícola marca PREET Avenger con motor Mitsubishi y potencia de 20 CV, dotado de enganche para remolques varios (Subsolador y Remolque para carga). Dimensiones orientativas 2885x1080x2330 (Incluyendo la barra anti-vuelco)

1      Ud      8.000,00.....8.000,00€

### **PD6.1.3**      **REMOLQUE DE CAJA RECTANGULAR 240x120x40 cm DE CARGA**

Remolque rectangular metálico, fabricado en acero galvanizado con dimensiones 240x120x40 cm y puertas laterales y trasera abatibles. Incluye neumáticos anti-pinchazos y amortiguación apta para el uso de carga agrícola al que se destinará.



1 Ud 2.275,00.....2.275,00€

**TOTAL CAPITULO VI.....23.625,00€**

## **CAPITULO VII.-SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **PD7.1.1 CASCO DE SEGURIDAD HOMOLOGADO**

Elemento de protección personal para la cabeza, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

20 Ud 7,00€.....140,00€

### **PD7.1.2 GAFAS ANTI-POLVO HOMOLOGADAS15**

Elemento de protección personal para los ojos, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

1 Ud 3,88.....58,20€

### **PD7.1.3 MASCARILLA DE 1 FILTRO ANTI-PARTÍCULAS**

Elemento de protección personal para la nariz y la respiración, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

10 Ud 4,50.....45,00€

### **PD7.1.4 CUBRENUCAS ADAPTABLE A CASCO DE SEGURIDAD**

Elemento de protección personal para la cabeza, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

10 Ud 2,00.....20,00€

**PD7.2.1** PETO REFLECTANTE SIN MANGAS

Elemento de protección personal para el cuerpo, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

20 Ud 3,30.....66,00€

**PD7.2.2** CHUBASQUERO CORTO DE NYLON CON CAPUCHA

Elemento de protección personal para el cuerpo, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

15 Ud 7,45.....111,75€

**PD7.3.1** PAR DE GUANTES DE LONA

Elemento de protección personal para las manos, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

30 Ud 5,10.....153,00€

**PD7.3.2** PAR DE GUANTES DE GOMA LATEX

Elemento de protección personal para las manos, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

40 Ud 1,80.....72,00€

**PD7.4.1** PAR DE BOTAS ALTAS DE DE GOMA

Elemento de protección personal para los piés, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

15 Ud 9,76.....146,40€

**PD7.5.1** CONO DE BALIZAMIENTO Y SEÑALIZACIÓN

Elemento de protección colectiva y señalización para el recinto de trabajo, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

10 Ud 2,75.....27,50€

**PD7.02** CONJUNTO DE CARTELES SEÑALIZADORES

Conjunto de 20 carteles señalizadores verticales; 14 de ellos para numerar las parcelas cultivables, 2 de ellos para señalar el Almacén Agrícola y la Sala de Máquinas para la red de riego automatizada y, los 4 restantes para avisos relativos a la protección colectiva en materia de Seguridad y Salud en el trabajo

1 Ud 305,00.....305,00€

**PD7.5.2** BOTIQUÍN DE EMERGENCIA 2

Elemento de protección colectiva para el recinto de trabajo, homologado y aprobado su uso conforme a la Normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Uno de los boletines estará permanentemente en el Almacén para la Maquinaria Agrícola y el otro se desplazará en cada momento al lugar donde se esté desarrollando la actividad

1 Ud 120,00.....240,00€

**PD7.01 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, INCLUSO P/P DE TASAS COLEGIALES Y TRANSMITACIÓN**

Estudio Básico de Seguridad y Salud redactado por técnico competente, conforme a las previsiones del RD 1627/1997 de 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas a adoptar en materia de Seguridad y Salud, así como de aquellas Disposiciones Legales concordantes específicas para las labores agrícolas

1 Ud 250,00.....250,00€

**TOTAL CAPITULO VII.....1634,85€**

**CAPITULO VIII.-GESTIÓN DE RESIDUOS**

**PD8.1.1 CONTENEDOR PARA RETIRADA A VERTEDERO DE TIERRAS NO APTAS Y MATERIALES PÉTREOS CON p/p DE RETIRADA DE RESIDUOS**

Retirada de tierras no aptas para el cultivo, piedras y cascotes, procedentes del arado (Subsolado) previo de las parcelas que serán objeto del posterior cultivo agrícola. Se estima a efectos de la previsión de costes, un espesor

de 3 cm aplicado sobre la totalidad del terreno removido, así como el canon de vertido, **cumpléndose estrictamente lo previsto en el RD 105/2008 y en el Plan Insular de Residuos de la isla de Tenerife (PTEOR)**

**PD8.1.2** 1 Ud 611,09.....611,09€  
CONTENEDOR PARA RETIRADA A VERTEDERO DE RESIDUOS  
PROCEDENTES DE EMBALAJES con p/p DE RETIRADA DE  
RESIDUOS

Retirada de restos de embalajes (Cartón, Papel, Plásticos y Madera); . Se estima a efectos de la previsión de costes, un total de 4 cubetas de 7 m3/ud así como el canon de vertido, **cumpléndose estrictamente lo previsto en el RD 105/2008 y en el Plan Insular de Residuos de la isla de Tenerife (PTEOR)**

2 Ud 250,20.....500,40€

**TOTAL CAPITULO VIII.....1111,49€**

## Resumen del presupuesto

<b>TOTAL CAPITULO I.-</b> DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y ENSAYOS DE TIERRA Y AGUA EXISTENTES EN LA FINCA .....	1557,70€ (2.15%)
<b>TOTAL CAPITULO II.-</b> PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA EL USO AGRÍCOLA PROYECTADO.....	6506,48€ (8.97%)
<b>TOTAL CAPITULO III.-</b> PLANTACIÓN AGRÍCOLA PROYECTADA.....	3727,91€ (5.14%)
<b>TOTAL CAPITULO IV.-</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	4064,53€ (5.60%)
<b>TOTAL CAPITULO V.-</b> INSTALACIÓN DE RIEGO AUTOMATIZADO.....	30.324,09€ (41.80%)
<b>TOTAL CAPÍTULO VI. –</b> CAPITULO VI MAQUINARIA PARA LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA PROYECTADA.....	23.625,00€ (32.56%)
<b>TOTAL CAPITULO VII.-</b> SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	1634,85€ (2.25%)
<b>TOTAL CAPITULO VIII.-</b> GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1111.49€ (1.53%)
-----	
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</u></b>	<b><u>72.552,05€</u></b>

**En caso de contratarse la ejecución del presente proyecto de mejora de explotación agraria a una empresa especializada**

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>72.552,05€</b>
<b>16% Gastos generales de empresa</b>	<b>11.608,328€</b>
<b>6% Beneficio industrial</b>	<b>4353,123€</b>
	-----
	<b>88.513,501€</b>
<b>7% I.G.IC. s/138.618,67</b>	<b>6195,95€</b>
	-----
<b><u>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....</u></b>	<b><u>94.709,45€</u></b>

## DOCUMENTO 5

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Aiguapres. [En línea]. [https://www.aiguapres.es/wp-content/uploads/AIGUAPRES\\_SL\\_CAT%C3%81LOGO\\_2021\\_compressed.pdf](https://www.aiguapres.es/wp-content/uploads/AIGUAPRES_SL_CAT%C3%81LOGO_2021_compressed.pdf)

[Consulta: 20 de mayo de 2022].

Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1994. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Revision 1, FAO, Rome, 174 p.

Consoli, S. Inglese, G., Inglese, P. 2013. Determination of evapotranspiration and annual biomass productivity of a cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. (Mill.)), orchard in a semi-arid environment. J. Irrig. Drain. Eng., 139: 680-690.

Donkin, R.A. 1977. Spanish red: An ethnographic study of cochineal and the *Opuntia* cactus. Trans. Am. Philos. Soc., 67(5): 1-77

Fruit Uit Zuid. [En línea]. <https://fruituitzuid.nl/> [Consulta: 20 de julio de 2022].

García de Cortázar, V., Nobel, P.S. 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus, *Opuntia ficus-indica*. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 117: 558-562

Granata, G., Sidoti, A. 1997. Appearance of *Alternaria* golden spot on cactus pear in Italy. Acta Hort., 438: 129-130.

Granata, G., Sidoti, A. 2002. Survey of diseases discovered on *Opuntia ficus-indica* in producer countries. Acta Horticulturae, 581: 231-237.

Groentebroer. [En línea]. <https://groentebroer.nl/> [Consulta: 21 de julio de 2022].

Inglese, P., Mondragon, C., Nefzaoui, A., Saenz, C., Taguchi, M., Makar, H., Louhaichi, M. 2018. Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma, Italia.

Irritec [En línea]. <https://www.irritec.com/Documents/Catalogues%20and%20Price%20Lists/Product%27s%20Flyers/ES-ES/JUNIOR%20IRRITEC%20IBERIA.pdf> [Consulta: 6 de junio de 2022].

ITC. [En línea]. [https://www.itc.es/wp-content/uploads/ITC\\_Dostec40-ES.pdf](https://www.itc.es/wp-content/uploads/ITC_Dostec40-ES.pdf)  
[Consulta: 13 de mayo de 2022].

Kiesling, R. 1999. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*.  
J. Prof. Assoc. Cactus Dev., 3: 50–59

Le Houérou, H.N. 1992. The role of cacti in the agricultural development of  
Mediterranean arid zones. En Proceedings of the Second International Cactus Pear and  
Cochineal Congress, 22–25 September 1992, Santiago, Chile.

López Castañeda, J., Corrales Garcia, J., Terrazas Salgado, T., Colina Leòn, T.  
2010. Effect of saturated air treatments on weight loss reduction and epicuticular changes  
in six varieties of cactus pears fruit (*Opuntia* spp.). J. Prof. Assoc. Cactus Dev., 12: 37–  
47.

Mann, J. 1969. Cactus–feeding insects and mites. Bulletin 256. Washington, DC,  
United States National Museum. 158 pp.

MercaBarna. [En línea]. [https://www.mercabarna.es/serveis/es\\_estadistiques-productes/#resultats](https://www.mercabarna.es/serveis/es_estadistiques-productes/#resultats) [Consulta: 18 de julio de 2022].

MercaLasPalmas. [En línea]. <https://www.mercalaspalmas.es/estadisticasMgr.php> [Consulta: 18 de julio de 2022].

MercaMadrid [En línea]. <https://www.mercamadrid.es/estadisticas/> [Consulta: 18  
de julio de 2022].

MercaTenerife. [En línea]. <https://mercatenerife.com/estadisticas/> [Consulta: 18  
de julio de 2022].

Mihajlovich, D. (1979). Aplicación de riego en Honduras (SERNA/PNUD/FAO).

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [En línea].  
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>  
[Consulta: 20 de julio de 2022].

Netafim. [En línea]. [https://www.netafim.com/es-pe/bynder/EBF821F2-4385-471E-A0ED90BB05C25279-reguladores-de-presion\\_esp.pdf](https://www.netafim.com/es-pe/bynder/EBF821F2-4385-471E-A0ED90BB05C25279-reguladores-de-presion_esp.pdf) [Consulta: 7 de mayo de 2022].

Netafim. [En línea]. <https://www.netafim.com/es-pe/bynder/EE946FE9-78BA-48CF-930304857ABF7FC0-2020---filtros-de-malla-manuales-creenguard.pdf> [Consulta: 10 de mayo de 2022].

Netafim. [En línea]. <https://www.netafim.com/en/products-and-solutions/product-offering/filters/Media-filters/> [Consulta: 10 de mayo].

Nobel, P.S. 2002. Cactus physiological ecology, emphasizing gas exchange of *Platyopuntias* fruit. *Acta Hort.*, 58: 143–150.

Oelofse, R., Labuschagne, M., Potgieter, J. (2006). Plant and fruit characteristics of cactus pear (*Opuntia* spp.) cultivars in South Africa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86: 1921-1925. doi: 10.1002/jsfa.2564.

Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): Goteo, microaspersión, exudación. 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 513 p.

Potgieter, J.P. 2007. The influence of environmental factors on spineless cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit yield in Limpopo Province, South Africa. Bloemfontein, South Africa, University of the Free State (MSc thesis). 120 pp.

Regaber. [En línea]. <https://regaber.com/download/jb-j3-013-valvula-gal-s75/> [Consulta: 4 de abril de 2022].

Réseau des Nouvelles des Marchés. [En línea]. <https://rnm.franceagrimer.fr/> [Consulta: 25 de julio de 2022].

Reyes Agüero, J.A, Aguirre Rivera, J.R., Hernández, H.M. 2005. Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia*, 39: 395–408.

SKS.

[En

línea].

<https://www.abina.com/new2/Catalogos/495/CAT%C3%81LOGO%20SKS-SKH%20SOPLANTES.pdf> [Consulta: 10 de mayo de 2022].

Timpanaro, G., Urso, A., Spampinato, D., Foti, V.T. 2015. Cactus pear market in Italy: Competitiveness and perspectives. In Proceedings of the VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal. Acta Hortic., 1067: 407

Zimmermann, H.G., Granata, G. 2002. Insect pests and diseases. In P.S. Nobel, ed. Cacti: Biology and uses, pp. 235–254. Berkeley, CA, USA, University of California Press.