

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (ALBACETE)

DOCUMENTO Nº1. ANEXOS A LA MEMORIA

Autor: Ciges Tomás, Javier.

Tutora: Lull Noguera, Cristina.

Curso académico: 2018/2019

Valencia, abril de 2019

ÍNDICE

Anexo 1	Entorno y justificación del proyecto.
Anexo 2	Características del cultivo del pistachero.
Anexo 3	Estudio Climatológico.
Anexo 4	Estudio Edafológico.
Anexo 5	Elección del Material Vegetal.
Anexo 6	Diseño de la plantación.
Anexo 7	Preparación del terreno.
Anexo 8	Plantación.
Anexo 9	Manejo del suelo.
Anexo 10	Poda.
Anexo 11	Programa de fertilización.
Anexo 12	Protección fitosanitaria.
Anexo 13	Recolección y postcosecha.
Anexo 14	Diseño del riego.
Anexo 15	Ingeniería de las obras.
Anexo 16	Marco geológico-geotécnico.
Anexo 17	Estudio Básico de Seguridad y Salud.

ANEXO I

Entorno y Justificación del proyecto

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	1
2.1.	Infraestructuras.....	2
3.	EL SECTOR AGRARIO EN LA PROVINCIA DE ALBACETE.....	2
4.	SECTOR DE LOS FRUTOS SECOS.....	3
4.1.	El cultivo del pistacho.....	4
5.	UBICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
6.	BIBLIOGRAFÍA	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las tierras de cultivo en la provincia de Albacete.....	3
Figura 2. Composición del sector de los frutos secos en Castilla La Mancha.	4
Figura 3. Distribución del cultivo del pistacho en España por CCAA.....	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie dedicada a cultivos de frutos secos en Castilla La Mancha.	3
---	---

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se exponen las características de la zona en la que se quiere llevar a cabo la realización del proyecto.

Para ello se describe la situación geográfica del municipio de Montealegre del Castillo, lugar donde se ubicará el proyecto.

A continuación, se describe la importancia del sector agrario en la provincia de Albacete, así como en el municipio de Montealegre del Castillo. Seguidamente se profundiza más detenidamente en el sector de los frutos secos, haciendo hincapié en la producción del cultivo del pistacho.

Se pretende así, dar una idea general del municipio y provincia donde se pretende implantar el cultivo objeto de este proyecto.

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)

La provincia de Albacete se encuentra ubicada en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Se localiza al sureste de la península ibérica y de la meseta central con una altitud media de 686 metros sobre el nivel del mar.

Tiene una extensión de 14 924 kilómetros cuadrados repartidos en un total de 87 municipios. Limita al norte con la provincia de Cuenca, al este con la provincia de Valencia (Comunidad Valenciana), al sureste con la Región de Murcia, al suroeste con la provincia de Jaén (Andalucía) y al oeste con la provincia de Ciudad Real.

Montealegre del Castillo es un municipio de Albacete con 2344 habitantes y una extensión de 176,1 kilómetros cuadrados situado a una distancia de 59 kilómetros de Albacete capital. Tiene una altitud sobre el nivel del mar de 800 metros y colinda con los municipios vecinos de Almansa, Bonete, Fuente Álamo y Corral Rubio en la provincia de Albacete, así como Yecla y Jumilla en la Región de Murcia.

La economía de Montealegre del Castillo está basada en la agricultura, la industria y los servicios. La actividad agrícola fundamental es el cultivo de la vid y los cereales. Cuenta con dos cooperativas locales que se encargan de transformar estas materias primas para su posterior distribución y comercialización.

2.1. Infraestructuras

La provincia de Albacete se encuentra en el camino de Madrid a la costa mediterránea, lo que la convierte en uno de los nudos logísticos y de comunicaciones principales del sureste de España.

La autovía A-31 atraviesa de noroeste a sureste la provincia, en su trayecto desde Tarancón hasta Alicante, siendo esta la principal comunicación por carretera de la capital. Al oeste conecta con la N-430 y la N-322; al sur con la N-301; y al este con la CM-332.

En cuanto a la comunicación aérea, desde 2003, Albacete cuenta con un aeropuerto público español de Aena situado a 4 kilómetros de la ciudad.

El recorrido de Alta Velocidad Española (AVE) tiene paradas en Albacete capital y en la localidad de Almansa.

Respecto al municipio de Montealegre del Castillo, las vías de comunicación son las siguientes:

- CM-412: Carretera comarcal que atraviesa el municipio de Montealegre del Castillo, permitiendo llegar a este desde la localidad vecina de Almansa o desde el municipio de Fuente Álamo.
- CM-3209: Carretera comarcal que también atraviesa el municipio, llegando al mismo bien desde la localidad de Yecla o desde el municipio de Bonete.
- AB-302: Carretera provincial que une el municipio de Montealegre del Castillo con el municipio vecino de La Higuera.

3. EL SECTOR AGRARIO EN LA PROVINCIA DE ALBACETE

La provincia de Albacete cuenta con una extensión de unos 15 000 kilómetros cuadrados aproximadamente, de los cuales se consideran como tierras de cultivo 690 hectáreas. En el siguiente gráfico (Figura 1) se puede apreciar la distribución de las tierras de cultivo en la provincia de Albacete.

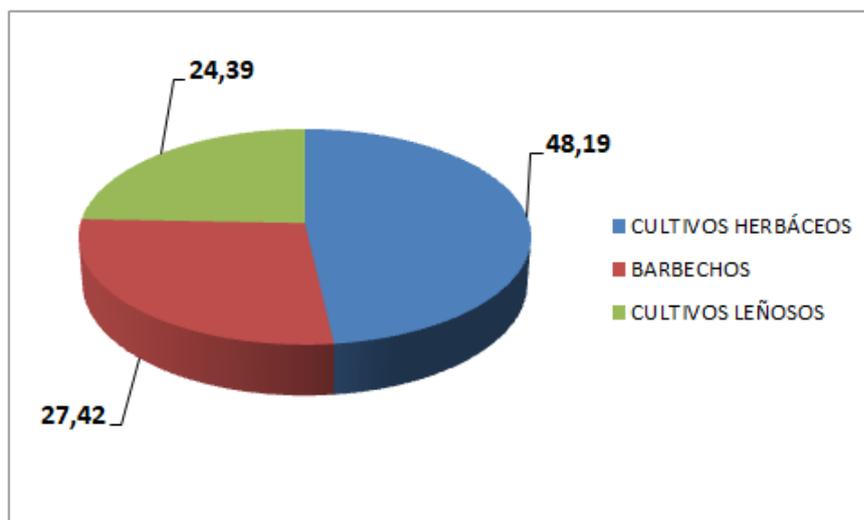


Figura 1. Distribución de las tierras de cultivo en la provincia de Albacete.
Fuente: Anuario de Estadística Agraria Mapa y Secciones Provinciales de Estudios, 2017.
(Elaboración propia)

Puede apreciarse como los cultivos herbáceos son mayoritarios, pues el cultivo de grandes superficies de cereales es muy antiguo y tradicional en toda la provincia.

4. SECTOR DE LOS FRUTOS SECOS

En Castilla-La Mancha, el sector de los frutos secos está encabezado por el cultivo del almendro, seguido por el cultivo del pistacho, nogal y castaño.

En la Tabla 1 se recogen las superficies dedicadas a los cultivos que forman el sector de los frutos secos en Castilla-La Mancha, así como el porcentaje que representan respecto al total de superficie dedicada a este sector.

Tabla 1. Superficie dedicada a cultivos de frutos secos en Castilla La Mancha.

CULTIVO	SUPERFICIE (ha)	%
Almendro	126561	88,20
Pistacho	13309	9,28
Nogal	3611	2,52
Castaño	7	0,005
TOTAL	143488	100

Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivo (MAPAMA, 2017).
(Elaboración propia)

En el siguiente gráfico (Figura 2) se representa la composición del sector de los frutos secos en Castilla La Mancha.

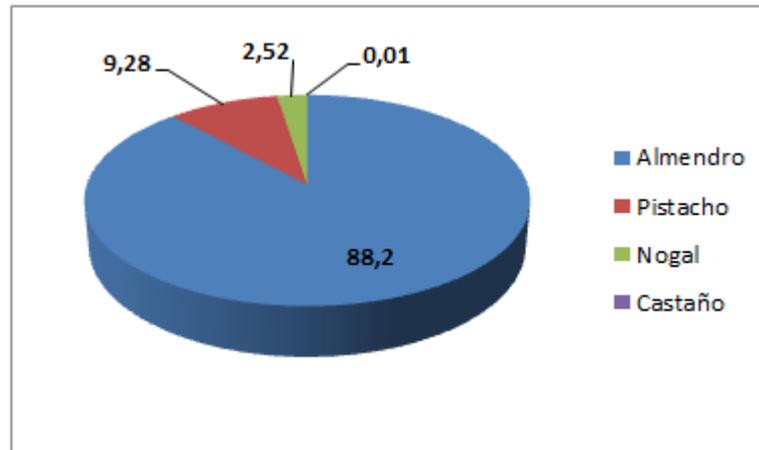


Figura 2. Composición del sector de los frutos secos en Castilla La Mancha.
Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivo (MAPAMA, 2017).
(Elaboración propia)

4.1.El cultivo del pistacho

Desde finales de la década de los noventa, el crecimiento de la superficie dedicada al cultivo del pistacho en Castilla-La Mancha ha sido muy importante. Esto es debido a la novedad de este cultivo junto con su eminente adaptación a los suelos y clima de esta región.

Este crecimiento espontáneo y continuado del cultivo del pistacho ha enmarcado a Castilla-La Mancha como primera productora de pistacho en España, con un total de 13.309 hectáreas dedicadas a este cultivo, siendo 7961 hectáreas en secano y 5347 hectáreas en regadío.

Actualmente, Castilla-La Mancha es la Comunidad Autónoma con mayor superficie dedicada a este cultivo, suponiendo alrededor del 84% de la superficie de España dedicada al pistacho.

En el siguiente gráfico (Figura 3) se puede apreciar la distribución del cultivo del pistacho en las distintas Comunidades Autónomas de España.

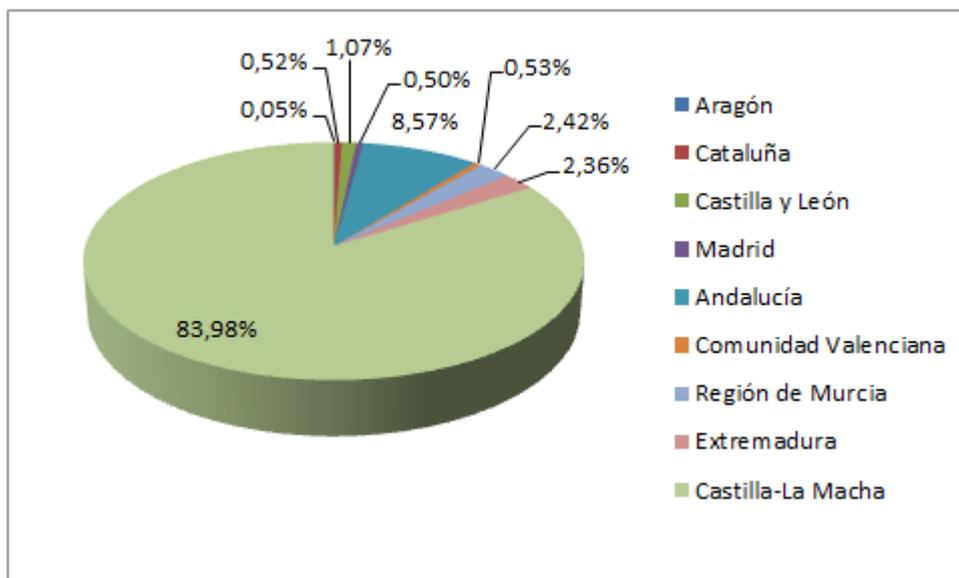


Figura 3. Distribución del cultivo del pistacho en España por CCAA.
 Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivo (MAPAMA, 2017).
 (Elaboración propia)

5. UBICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación del proyecto tiene lugar en el municipio de Montealegre del Castillo, provincia de Albacete. Como se ha dicho anteriormente, es un municipio cuya actividad principal es la agricultura con una añadida actividad industrial de menor dimensión.

El proyecto consiste en la transformación de la parcela nº 111 del polígono 1 de Montealegre del Castillo (Albacete), situada en el paraje conocido como “Casa de la Tía María” y con una superficie de 6,76 hectáreas.

Dicha parcela se ha dedicado anteriormente al cultivo de distintos tipos de cereales, alternado con barbecho, y con la realización de este proyecto se pretende la implantación de un cultivo de pistacho.

Se ha optado por el cultivo del pistacho por ser en la actualidad una alternativa joven, plenamente consolidada en Castilla-La Mancha, presentando una perfecta adaptación a la zona de estudio.

La adaptación del cultivo del pistacho a la zona elegida es muy semejante a la de otros cultivos tradicionales como el olivo, la vid o el almendro. Couceiro y col. (2013) dicen que este cultivo leñoso, sostenible incluso en las condiciones de máxima acidez existente en los suelos de Castilla-La Mancha, posee una gran resistencia a la sequía y a la salinidad y su respuesta al riego es muy eficiente.

Como conclusión, se trata de una zona especialmente apta para la producción de pistachos de calidad debido a su adaptación y condiciones edafoclimáticas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo Martínez, L. A. (2013). Plantación de 22, 46 Ha. de pistachero ecológico en el término municipal de Manzanares (Ciudad Real).
- Batlle, I., Romero, M. A., Vargas, F. J. (2002). Posibilidades del cultivo del pistachero en España. *Fruticultura profesional* 130: 17-24.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). *El cultivo del pistacho*. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Diputación de Albacete (<https://www.dipualba.es/municipios/habitantes.htm>)
- Gobierno de Albacete.
- Lacasta, C., Vadillo, J. R. (2008). El pistachero, una alternativa de cultivo en los ambientes semiáridos españoles para el cambio climático. En: VIII Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- Lacasta, C., Vadillo, J. R., Gómez, G., Couceiro, J. F. (2004). El pistachero I: Estudio de variedades en secano y en manejo ecológico. En: VI Congreso SEAE Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios (pp. 1497-1512).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Muñoz, J. F. V., Sánchez, J. A. A. (2016). El mercado mundial y norteamericano del pistacho. *Boletín económico de ICE, Información Comercial Española*, (3082), 51-61.
- Sede Electrónica del Catastro.

ANEXO II

Características del cultivo del pistacho

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	1
2.1.	Morfología y Taxonomía	1
2.2.	Estructuras vegetativas.....	4
2.3.	Estructuras reproductivas.....	6
3.	CICLO AGRONÓMICO	8
3.1.	Desarrollo de las yemas	8
3.2.	Polinización.....	9
3.3.	Proterandria.....	9
3.4.	Partenocarpia y aborto seminal	9
3.5.	Vecería	10
3.6.	Crecimiento del brote.....	10
3.7.	Dehiscencia de los frutos	11
4.	BIBLIOGRAFÍA	11

ÍNDICE DE FOTOS

- Foto 1. *Pistacia vera* L. 2
Fuente: Centro de Investigación Agroambiental “EL CHAPARRILLO”.
- Foto 2. *Pistacia lentiscus* L. 3
https://www.google.es/search?q=Pistacia+lentiscus&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjshvnAr_AUIDigB&biw=1366&bih=651#imgrc=o1ag-DIQZ8BXfM
- Foto 3. *Pistacia terebinthus* L. 3
https://www.google.es/search?biw=1366&bih=651&tbn=isch&sa=1&ei=B0M2XMmtMvaHjLsP6PeBoAY&q=Pistacia+terebinthus+&oq=Pistacia+terebinthus+&gs_l=img.3..0i30l4j0i24l6.193527.194135..194452...0.0..0.111.111.0j1.....2....1j2..gws-wiz-img.....0.clclzdhgYCs#imgrc=YgHyQQnviJUQOM:
- Foto 4. *Pistacia chinensis* L. 3
https://www.google.es/search?biw=1366&bih=651&tbn=isch&sa=1&ei=B0M2XMmtMvaHjLsP6PeBoAY&q=Pistacia+terebinthus+&oq=Pistacia+terebinthus+&gs_l=img.3..0i30l4j0i24l6.193527.194135..194452...0.0..0.111.111.0j1.....2....1j2..gws-wiz-img.....0.clclzdhgYCs#imgrc=YgHyQQnviJUQOM:
- Foto 5. Brote de pistachero con hojas y frutos. 5
<http://www.botanical-online.com>
- Foto 6. Inflorescencia masculina de pistacho. 7
<http://www.valenciaingenieros.es>
- Foto 7. Inflorescencia femenina de pistacho. 7
<http://www.valenciaingenieros.es>
- Foto 8. Racimo de pistachos en árbol. 8
<http://www.pistachosecologicosibericos.com>

1. INTRODUCCIÓN

El origen del pistachero se localiza entre Asia occidental y Asia menor. Es un cultivo muy antiguo, pues era conocido por egipcios, griegos y romanos. En el siglo I d. C., llegó a Italia desde Siria, y ulteriormente se extendió al resto de países de la cuenca mediterránea.

El cultivo del pistacho llega a España durante la época romana y posteriormente, durante la ocupación árabe fue un cultivo agrícola que se extendió por muchas regiones mediterráneas, principalmente por Andalucía. Tras la reconquista tuvo lugar su paulatina desaparición total de la península ibérica, quizás por la eliminación de los árboles machos improductivos.

En cuanto a producción, en 2015, la producción mundial de pistacho superó las 600.000 toneladas (Muñoz y Sánchez, 2016). Tradicionalmente, Irán ha sido el principal país productor de pistacho pero Estados Unidos ha pasado a ocupar este puesto recientemente. Turquía ocupa el tercer lugar en la producción mundial de pistacho, seguida de Siria y de la Unión Europea respectivamente.

En este anexo se pretende recopilar la información más relevante del cultivo del pistacho, como son sus características botánicas, estados fenológicos y su ciclo agronómico, con el fin de dominar el conocimiento de la planta.

2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.1. Morfología y Taxonomía

El pistacho (*Pistacia vera* L.) pertenece a la familia de las Anacardiáceas (*Anacardiaceae*), familia que engloba numerosos géneros y especies leñosas entre las que destacan, además del pistacho, el Mango (*Mangifera* spp), el Anacardo (*Anacardium occidentale* L.), el Zumaque (*R. coriara* L.) y el Falso Pimentero (*Schinus* spp) (Couceiro et al., 2013).

Familia Anacardaceae: Características.

Porte: árboles, arbustos, rara vez lianas.

Hojas: alternas compuestas e imparipinnadas a veces trifoliadas o simples, los foliolos opuestos o alternos, enteros o aserrados.

Flores: perfectas o imperfectas, actinomorfas, pequeñas, dispuestas en panículas, generalmente muy largas.

Periantio: formado por 3-5 sépalos libres o soldados en la base y 5 pétalos libres o basalmente unidos al receptáculo, raramente ausentes.

Estambres: 5-10 dispuestos en 1 o 2 verticilos, libres o raramente unidos, filamentos delgados, anteras con dehiscencia longitudinal disco anular y normalmente intraestaminal.

Gineceo: ovario súpero, 1-5 carpelos unidos con un solo lóculo, raramente los carpelo libres; estilos 1-5 libres.

Fruto: drupas o sámaras, generalmente con una semilla; mesocarpio carnoso o seco con endocarpio óseo.

Semillas: con embrión curvo, endosperma escaso o ausente.

Género *Pistacia*

El género *Pistacia* engloba especies distribuidas en diferentes partes del mundo como las Islas Canarias, Norte de África, incluyendo el desierto del Sahara, zonas esteparias y cálidas del sur de Europa, Asia central y oriental, zonas cálidas del sur de Norteamérica y América Central.

Este género incluye al menos doce especies de distintos usos económicos y ecológicos. A continuación se describen las especies más importantes del género *Pistacia*.

Pistacia vera (Foto 1) es a especie más importante por sus semillas comestibles, llamadas pistachos, con gran relevancia comercial. Las semillas del resto de especies eran consumidas en la antigüedad pero, actualmente, son de calibre demasiado pequeño como para ser comercializadas.



Foto 1. *Pistacia vera* L.

Fuente: Centro de Investigación Agroambiental “EL CHAPARRILLO”.

Pistacia lentiscus (Foto 2) es un árbol pequeño o arbusto que posee hojas perennes y en algunos países del norte de África se sigue empleando como patrón de pistachero. La resina procedente de esta especie es utilizada como chicle en algunos países como Turquía, y su destilado, denominado trementina, en barnizados y en medicina como estimulante.



Foto 2. *Pistacia lentiscus* L.

Pistacia terebinthus (Foto 3) es el único portainjerto de pistachero con origen en la Península Ibérica y es utilizada por su resina.



Foto 3. *Pistacia terebinthus* L.

Pistacia chinensis (Foto 4), el pistacho chino nativo del centro y oeste de China, es utilizado generalmente como ornamental y muy valorado por sus hojas con tonalidades rojizas en otoño.



Foto 4. *Pistacia chinensis* L.

Clasificación taxonómica del Pistacho (*Pistacia Vera L.*)

Reino: Plantae

División: Fanerógama Magnoliophyta

Clase: Dicotiledónea Magnoliópsida

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiáceae

Género: *Pistacia*

Especie: *Pistacia vera*

Nombre binomial: *Pistacia vera L.*

Nombre vulgar: Pistacho, Alfonsigo.

2.2. Estructuras vegetativas

El pistachero es un árbol mediano pequeño, normalmente no supera los 8 metros de altura, aunque depende mucho de la variedad. Suele estar formado por dos o tres troncos de poco grosor, pues es un árbol de crecimiento muy lento y una vida muy longeva. Su crecimiento se caracteriza por una dominancia apical muy fuerte.

El tronco es nudoso, de corteza rugosa y de color gris. Forma una ramificación muy abundante, lo que da lugar a una copa densa tanto en madera como en follaje.

El pistachero es un árbol dioico, por lo que encontramos individuos masculinos y femeninos.

El sistema radical

Su sistema radical es muy desarrollado y profundo, con una fuerte raíz pivotante con gran desarrollo durante el primer año. Igualmente, el resto de raíces también alcanzan un considerable crecimiento en longitud. Este gran desarrollo en longitud de las raíces reside en la búsqueda de agua y sales nutritivas. Este sistema radical justifica la gran adaptabilidad del

cultivo del pistacho a medios desfavorables con características extremas como suelos pobres y secos.

Cuando alcanza un elevado número de raíces superficiales, con una adecuada disponibilidad de agua y nutrientes, el árbol adquiere mayor vigor, lo que propicia un buen desarrollo de la copa y mayores y regulares fructificaciones.

Porte

De altura variable entre los 5 y 10 metros de altura, suele ser abierto y tendente a la inclinación, lo que ocasiona en algunos casos el empleo de tutores en fases iniciales. Su tronco, no muy desarrollado en longitud, cuenta con corteza rugosa de color gris y madera de color amarillo en su etapa juvenil que se torna a color rojo intenso en su etapa adulta. Con abundante ramificación y follaje que proporciona una densa copa.

Hojas

Las hojas son caducas, imparipinnadas compuestas de 3-5 folíolos (normalmente trifoliadas con el folíolo terminal más grande), coriáceas, de color verde oscuro por el haz y verde pálido por el envés. En otoño, sus hojas se tornan de un color anaranjado-rojizo de gran interés ornamental. En las plantas masculinas, el tamaño de las hojas suele ser algo mayor que en las femeninas.



Foto 5. Brote de pistachero con hojas y frutos.

Fuente: Botanical-online.com

2.3. Estructuras reproductivas

Yemas

En el pistachero podemos encontrar dos tipos de yemas, las vegetativas, también llamadas yemas de madera, y las yemas de flor. Las yemas vegetativas poseen una forma más puntiaguda a diferencia de las de flor, las cuales son de mayor tamaño y más globosas.

Inicialmente, todas las yemas son vegetativas y es a partir del segundo o tercer año desde que se produjo el injerto cuando, paulatinamente, las yemas vegetativas se van diferenciando a florales, que pueden ser masculinas o femeninas.

La diferenciación floral tiene lugar en el año anterior a la floración y normalmente los árboles machos inician la floración varios días antes que las hembras. El desarrollo de las flores tiene lugar en primavera, antes que las yemas vegetativas.

Las yemas vegetativas son más pequeñas que las de fruto y pueden originar nuevas ramas al año siguiente o seguir latentes.

Las yemas florales aparecen sobre los brotes de una savia y los frutos sobre ramos de dos años.

La yema terminal, como consecuencia de la dominancia apical de esta especie, es más gruesa y precoz que las otras de madera. La yema terminal del brote es vegetativa, mientras que las yemas axilares son vegetativas o de flor, pero nunca mixtas.

Flores

Las flores son pequeñas y al tratarse de una planta dioica, las flores masculinas y femeninas se encuentran ubicadas en distintos pies. Aparecen en gran cantidad, agrupadas en forma de racimos o panículas axilares. Salen mucho antes que las hojas pero no florecen hasta verano. Cuando florecen, tienen un color verde pardo con tonos marrones.

Las flores masculinas tienen anteras de color amarillo intenso y contienen abundante polen.

Las flores femeninas tienen estigmas que, cuando presentan coloración rojiza indican que están preparadas para su fecundación.

Las flores masculinas y femeninas tienen un periodo de maduración diferente, por tanto, deberán coincidir algunos pies masculinos con otras flores maduras y receptivas de pies

femeninos para poder ser fecundadas. Como consecuencia de esto, se suele plantar un árbol macho por cada ocho árboles femeninos aproximadamente.

Es recomendable que sean variedades distintas, ya que así, su periodo de polinización será distinto, con lo que será más probable que coincidan entre ellos. La polinización es mayoritariamente anemófila, ya que la polinización entomófila se ve fuertemente limitada debido a que las abejas únicamente son atraídas por flores masculinas pero no por femeninas.



Foto 6. Inflorescencia masculina de pistacho.
Fuente: valenciaingenieros.es



Foto 7. Inflorescencia femenina de pistacho.
Fuente: valenciaingenieros.es

Fruto y semilla

El fruto del pistachero es una drupa monosperma semiseca, oval, alargada y de pericarpio seco. La parte dura está constituida por el mesoendocarpio, el cual es liso y delgado y suele estar partido y entreabierto cuando madura.

La semilla, es la parte comestible, posee un solo embrión y dos cotiledones voluminosos de color amarillo verdoso. La epidermis de la semilla es color marrón con rasgos rojizos-rosáceos.

Los pistachos son ricos en aceite (alrededor del 60%) y proteínas (entre un 18 y 24%).



**Foto 8. Racimo de pistachos en árbol.
Fuente: Pistachos ecológicos Ibéricos.**

3. CICLO AGRONÓMICO

3.1. Desarrollo de las yemas

Después del periodo anual de reposo invernal, las yemas, tanto vegetativas como de flor, comienzan a hincharse. Tras esto tiene lugar la separación de las escamas protectoras de las yemas produciéndose el desborre (brotación).

En las yemas de flor, las cuales darán lugar a las ramas, el desborre tiene lugar antes que en las yemas vegetativas. Las yemas vegetativas tienen una forma puntiaguda, la cual facilita su distinción de las yemas de flor; pero momentos antes de la brotación, debido al hinchazón de las yemas, esta diferencia puede no apreciarse y como consecuencia confundir ambos tipos de yemas. Por este motivo, para distinguir ambos tipos de yemas el inicio de la brotación es el mejor momento.

Las yemas de flores procedentes de las plantas hembras, dan lugar a una inflorescencia en forma de panícula formada por un raquis y ramos laterales que dan lugar a un número elevado de flores individuales (alrededor de doscientas). Las yemas de flores procedentes de las plantas machos, dan lugar a flores productoras de polen. En estas flores, su mayor o menor precocidad es consecuencia del cultivar y, en menor medida, del vigor del portainjerto.

Las yemas florales suelen situarse en las axilas de las hojas de los brotes del año anterior, comenzando su diferenciación en el verano anterior y hasta la primavera siguiente, antes de iniciarse la floración. En el cultivo del pistacho es característica una antesis escalonada.

Al tratarse de un árbol dioico, es de vital importancia la adecuada distribución de plantas masculinas con antesis previa a las femeninas.

3.2. Polinización

En este cultivo la polinización es anemófila (transporte del polen por el viento) pues, la polinización entomófila es realmente escasa debido a que insectos como las abejas únicamente son atraídas por las flores masculinas, no acudiendo posteriormente a las femeninas. Esto se resume en que no es aconsejable el uso de insectos en la polinización del pistacho ya que solamente causaría una importante pérdida de polen.

Al tratarse de una especie dioica, es aconsejable que la presencia de árboles machos sea alrededor de un 10% del total de la plantación para poder esperar una adecuada polinización de los árboles hembras. En este sentido, tal y como se ha comentado arriba, es muy importante la antesis de los árboles machos previamente a la de los árboles hembras, para conseguir esto se debe poner especial atención a la hora de seleccionar los cultivares de macho y hembra para que se cumpla con esta condición.

La floración de las variedades hembras tiene una duración aproximada de quince días, pero el periodo de receptividad de cada flor es sólo de 2 a 5 días. Los tubos polínicos tardan entre 24 y 36 horas en llegar al óvulo y la fecundación tiene lugar en las 48 horas siguientes a la polinización.

Por otro lado, las lluvias primaverales o un exceso de humedad relativa durante la floración afecta gravemente la polinización, pudiendo llegar a convertirse en un factor limitante si la repetición de este fenómeno fuese relativamente elevada en el transcurso de los años.

3.3. Proterandria

Proterandria: Maduración de los estambres anterior a la del gineceo; es decir, cuando el polen está totalmente formado, debido a la suficiente madurez de los estambres, el estigma no está preparado para recibirlo como consecuencia de su falta de madurez. Suele ser frecuentemente la causa de la aparición de frutos con semilla no aptas para su comercialización.

Para intentar evitar o reducir la aparición de este fenómeno se emplean diferentes pies masculinos con floración consecutiva para, de esta forma, disponer de un amplio abanico temporal en el que pueda coincidir la floración de los árboles masculinos con la de los árboles femeninos.

3.4. Partenocarpia y aborto seminal

Partenocarpia: desarrollo de un ovario sin semillas, es decir, sin fecundación previa de sus óvulos.

Aborto seminal: Frutos con semillas vacías como consecuencia del aborto del embrión.

Cuando no hay polinización, pueden desarrollarse frutos partenocárpicos y frutos con semillas vacías por aborto del embrión. En algunas variedades del cultivo del pistacho como *Pistacia lentiscus*, en ambos casos el fruto no suele llegar a madurar, aunque queda retenido en la planta.

En el cultivo del pistacho, la partenocarpia y el aborto seminal son los fenómenos responsables de que, en algunas variedades, se dé un elevado porcentaje de frutos vacíos.

3.5. Vecería

La vecería es un fenómeno común en el cultivo del pistacho. Consiste en la alternancia de la cantidad de cosecha, de tal forma que a un año de gran producción (año *on*) le sigue un año en el que se reduce sustancialmente la producción (año *off*).

Esta diferencia productiva bianual es causada por factores externos, como el cuidado de la plantación, la climatología o el tipo de portainjerto, y por factores internos ya que se trata de un proceso de tipo fisiológico en el que están muy implicadas la genética de la especie, la acumulación de reservas y las señales hormonales.

La reducción de este fenómeno es posible dentro de unos ciertos límites. Para intentar paliar este fenómeno se emplean acciones como el riego, abonados pulverizados y unas podas anuales moderadas cuya finalidad es equilibrar la proporción entre el área foliar y el sistema radical.

La profundidad del suelo también es importante, ya que cuanto mayor es esta, menos intensa es la vecería o alternancia. Por otro lado los portainjertos vigorosos también pueden incrementar esta alternancia sobre terrenos pobres de escasa profundidad.

3.6. Crecimiento del brote

La intensidad del crecimiento del brote también presenta un carácter bianual como consecuencia de la vecería nombrada arriba ya que, el motivo por el que se presenta este crecimiento es los brotes es debido a los altos niveles de almidón que se presentan en las ramas sin frutos dadas en el años *off*.

Así, una rama que no ha producido frutos un año debido a la vecería, al año siguiente presentará un importante crecimiento del brote como consecuencia de la acumulación en ella de almidón, además de presentar frutos.

3.7. Dehiscencia de los frutos

El carácter de dehiscencia es característico del pistachero, además, es el único del género *Pistacia* que lo posee. En esta especie, esta característica es fundamental, pues permite que el consumidor pueda abrir los frutos.

Por este motivo, la dehiscencia es una condición deseable que eleva la calidad del producto final, mientras que la indehiscencia es un aspecto fisiológico que la reduce considerablemente, pues los frutos cerrados y llenos es uno de los mayores problemas cuando la cosecha se destina a consumo directo.

El endocarpio inicia su apertura por el extremo apical parcialmente, progresando a lo largo de la sutura central.

El porcentaje de frutos dehiscentes es distinto según el cultivar, el portainjerto utilizado, las labores realizadas en la plantación y la climatología.

Por otro lado, en los años *on*, donde la producción es mayor, también se presenta un mayor porcentaje de frutos cerrados a diferencia de en los años *off*.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M., Fonfría, M. A. (2010). Fruticultura. Mundi-Prensa Libros.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Kaska, N. (2001). El cultivo del pistachero en el área mediterránea. ITEA. Producción vegetal, 97(3), 183-197.
- Socias i Company, R., Couceiro, J. F. (2014). Frutos secos: almendro y pistachero. Cajamar.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Lacasta, C., Vadillo, J. R., Gómez, G., Couceiro, J. F. (2004). El pistachero I: Estudio de variedades en secano y en manejo ecológico. En: VI Congreso SEAE Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios (pp. 1497-1512).
- López, J. F. C., Cabello, M. J. C., Elvira, A. M., Villaseñor, J. G., Elcorobarrutia, F. R. (2004). El pistacho ecológico de Castilla-La Mancha. Agricultura: Revista agropecuaria, (863), 482-488.
- El cultivo del Pistachero: ASAJA-Cuenca Madrid, Abril 2006.

- Angulo Martínez, L. A. (2013). Plantación de 22, 46 Ha. de pistachero ecológico en el término municipal de Manzanares (Ciudad Real).

ANEXO III

Estudio climatológico

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS DEL CLIMA.....	1
2.1. Temperatura	1
2.2. Heladas.....	3
2.3. Estado Higrométrico del Aire	4
2.4. Pluviometría.....	6
2.5. Evapotranspiración.....	7
2.6. Radiación	8
2.7. Régimen de vientos.....	9
3. CLASIFICACIÓN DEL CLIMA LOCAL	10
3.1. Índice de Lang.....	10
3.2. Índice de Martonne	10
3.3. Índice de Dantin-Revenga.....	11
3.4. Índice de Continentalidad de Gorczynski	11
3.5. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO.....	12
4. CONSECUENCIAS AGRONÓMICAS DEL CLIMA PARA EL CULTIVO	14
4.1. Temperaturas.....	15
4.2. Heladas.....	15
4.3. Humedad	16
4.4. Iluminación	16
4.5. Viento.....	16
4.6. Pluviometría.....	17
5. BIBLIOGRAFÍA	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas medias del periodo 2000-2018 en la estación meteorológica de Almansa (AB).	3
Figura 2. Porcentaje anual de días de helada periodo climático 1981-2010.	4
Figura 3. Humedad relativa media mensual del periodo climático 1981-2010.....	5
Figura 4. Humedad relativa media mensual frente a temperatura (periodo climático 1981-2010)	6
Figura 5. Evapotranspiración potencial media mensual/anual estación SIAR-Almansa	
(Periodo climático 2000-2018)	8
Figura 6. Diagrama Ombrotérmico estación SIAR-Almansa	
(Periodo climático 2000-2018)	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores térmicos mínimos para determinar la viabilidad del Pistachero.	2
Tabla 2. Temperaturas medias y medias de las mínimas. Periodo 2000-2018. Estación meteorológica Almansa (AB).	2
Tabla 3. Número medio de días de helada.	4
Tabla 4. Humedad relativa media mensual del periodo climático 1981-2010.	5
Tabla 5. Precipitación, días de precipitación mayor o igual a 1 mm y días de tormenta en el periodo 1981-2010.	7
Tabla 6. Evapotranspiración potencial (E_{t_0}) media mensual y media anual de la estación del SIAR de Almansa (AB03) del periodo climático 2000-2018.	8
Tabla 7. Radiación media mensual/anual SIAR (Periodo climático 2000-2018) y N° medio mensual/anual de horas de sol AEMET (Periodo 1981-2010).....	9
Tabla 8. Velocidad media mensual/anual, dirección y velocidad máxima del viento (Periodo climático 2000-2018).	10

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se realiza un estudio climatológico de la zona donde se quiere ubicar el proyecto, así como se recopilan datos climáticos de interés y se clasifica el clima local mediante distintos índices y tipos de clasificaciones. Por último, se realiza un análisis de los parámetros más importantes que pueden afectar a la plantación.

Los datos meteorológicos se han obtenido de la estación meteorológica de Albacete Base Aérea y proceden de la Agencia Estatal de Meteorología que pertenece al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Datos de la estación meteorológica de Albacete Base Aérea y periodo de datos utilizados para el estudio climático:

- Latitud: Norte 38° 57' 15 ''
- Longitud: Oeste 1° 51' 23''
- Altitud: 702 m
- Periodo de datos: 1981 - 2010

La elección de esta estación meteorológica es debido a que es la más cercana a la parcela en la que se quiere ubicar el presente proyecto, y por tanto en ella se recogen los datos que se utilizarán para el estudio climático.

Adicionalmente se han utilizado datos procedentes del Servicio de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha (SIAR) que se trata de un servicio de la Consejería de Agricultura, en colaboración con la Universidad de Castilla-La Mancha, enfocado a los agricultores para conseguir un manejo racional y eficiente de los medios de producción con el fin de optimizar el uso del agua en la agricultura de forma que sea una actividad sostenible y compatible con el medio ambiente.

Los datos de la estación de Almansa (AB03) del SIAR son:

- Latitud: Norte 38° 52' 4.04''
- Longitud: Oeste 1° 6' 19.51 ''
- Periodo de datos: 2000 - 2018

2. ANÁLISIS DEL CLIMA

2.1. Temperatura

La temperatura es uno de los elementos del clima de mayor importancia. Se ve influenciada por otros factores como la altitud y la latitud.

En el caso concreto del pistacho, la temperatura es un factor fundamental pues marca procesos muy importantes como la viabilidad del injerto, la época de floración, el desarrollo del fruto y la recolección. Por tanto, en este cultivo, la temperatura es un factor limitante, y en especial, las heladas.

Los valores de temperaturas absolutas nos indican los extremos a los que pueden llegar las mismas. En este sentido, podemos subrayar la influencia que ejerce sobre el calibre del fruto las temperaturas máximas del mes de mayo o las asociadas a inviernos fríos (Zhang y Joyce, 2009). La resistencia del pistachero al frío es muy alta, siendo muy similar a la de la vid y superior a la del olivo.

Couceiro y col. (2013) establecieron los siguientes valores térmicos mínimos para determinar la viabilidad del cultivo en una determinada zona (Tabla 1).

Tabla 1. Valores térmicos mínimos para determinar la viabilidad del pistachero.

Temperatura \ Mes	Marzo	Abril	Mayo
T media de las mínimas (°C)	2	4	8
T media (°C)	8	11	16

Fuente: Couceiro y col., 2013.

En Almansa, municipio con estación meteorológica más próximo, la temperatura media del mes más frío es de 5,75 °C, correspondiente al mes de enero. De la misma forma, la temperatura media del mes más cálido es de 23,93 °C, que corresponde al mes de julio.

En la Tabla 2 se recogen las temperaturas medias mensuales desde el año 2000 hasta el año 2018 (ambos incluidos) de la estación meteorológica del SIAR de Almansa (AB03), estación más próxima a la parcela objeto del proyecto.

Tabla 2. Temperaturas medias y medias de las mínimas. Periodo 2000-2018. Estación meteorológica Almansa (AB).

MES	Tª media mensual (°C)	Tª media de las mínimas mensual (°C)
Enero	5,75	-8,02
Febrero	6,72	-5,80
Marzo	9,55	-4,39
Abril	12,21	-0,14
Mayo	15,89	2,16
Junio	20,90	6,82
Julio	23,93	9,47
Agosto	23,51	10,76
Septiembre	19,50	6,14
Octubre	20,51	1,61
Noviembre	9,17	-3,38

Diciembre	6,13	-6,99
Año	14,04	0,69

Fuente: SIAR. (Elaboración propia)

En vista de las temperaturas medias anuales de la tabla anterior, salvo que haya anomalías algún año, no se presenta ningún problema para la implantación del cultivo con respecto a la temperatura en la ubicación donde se quiere implantar. Respecto a las temperaturas medias mínimas, son inferiores a las deseadas, no obstante, está comprobado que no afectan al desarrollo del cultivo en la zona en cuestión.

En la Figura 1 se representa de forma gráfica las temperaturas medias de la Tabla 2, donde se puede visualizar la amplitud térmica anual en la zona donde se quiere ubicar el proyecto.

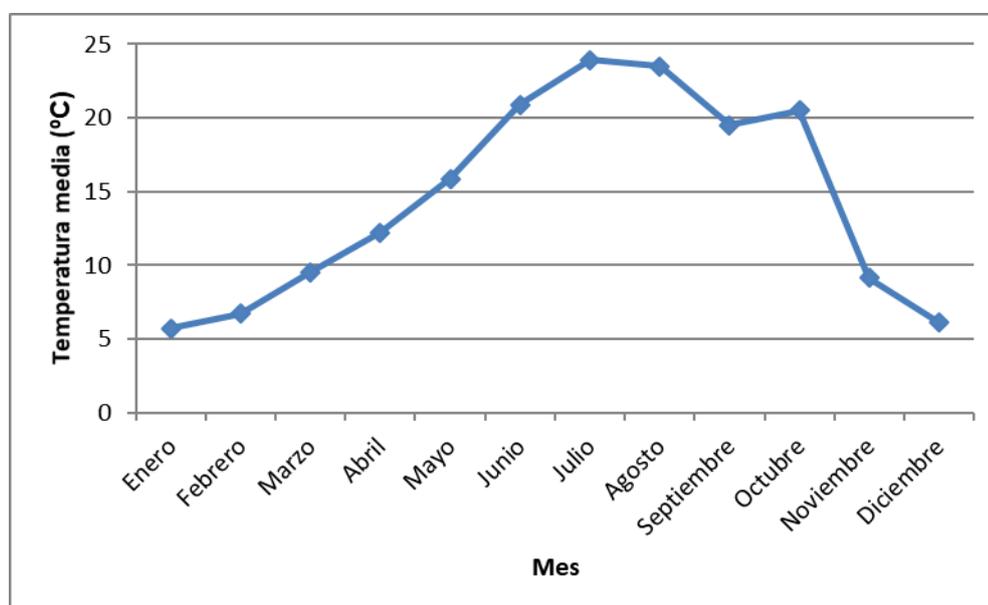


Figura 1. Temperaturas medias del periodo 2000-2018 en la estación meteorológica de Almansa (AB). Fuente: SIAR (Elaboración propia).

Por tanto, como conclusión se puede indicar que la temperatura no será un factor limitante del cultivo que se quiere implantar. Así, proporciona perfectamente las necesidades de frío y calor que necesita dicha plantación; además, con la variedad tanto femenina como masculina elegidas no se presentarán problemas de heladas tardías durante la floración de la misma.

2.2. Heladas

En el sector rural, las heladas se entienden como bajadas de temperatura del aire más allá de los cero grados centígrados. Estas bajas temperaturas podrían quemar o dañar los cultivos. Los daños dependen de la intensidad y duración en el tiempo de dichas bajas temperaturas.

A medida que se incrementa el descenso de las temperaturas, se van produciendo en la planta alteraciones como el debilitamiento de su actividad funcional, el desplazamiento de los equilibrios biológicos y, en el caso más grave, la muerte celular y destrucción de tejidos y órganos vegetales.

En la Tabla 3 se muestran los días medios de heladas obtenidos de la estación de “Albacete Base Aérea” de la Agencia Estatal de Meteorología en el periodo de 1981-2010.

Tabla 3. Número medio de días de helada.

Nº medio mensual de días de helada												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
16,5	11,2	4,9	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,4	12,9	52,4

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. (Elaboración propia)

Respecto a las variedades elegidas (Anexo 5), tanto la variedad femenina como la masculina son de floración tardía. La variedad masculina elegida (cv. *Peter*) comienza su floración a finales de abril, y seguidamente tiene lugar el inicio de la floración de la variedad femenina (cv. *Kerman*). En la Figura 2 se representa el porcentaje anual de días de helada, en el que se puede apreciar dónde tienen lugar las mayores incidencias de heladas.

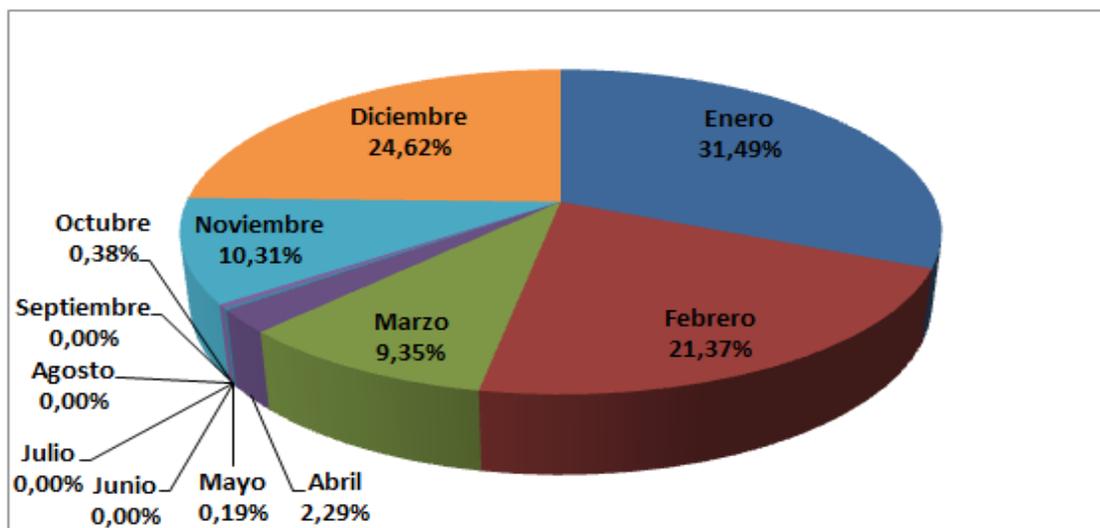


Figura 2. Porcentaje anual de días de helada periodo climático 1981-2010. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. (Elaboración propia)

A la vista del número medio de días de helada (Tabla 3) no cabe esperar la existencia de problemas con la floración del cultivo por causa de heladas ya que, el 2,29 % de heladas que se producen en el mes de abril (algo más de un día de helada), se producen en la primera quincena del mismo, por lo que como la floración de la variedad femenina y masculina tiene lugar posteriormente, no deberían darse problemas.

2.3. Estado higrométrico del aire

La humedad relativa del aire es la relación entre la cantidad de agua que posee el aire y la máxima cantidad de agua que puede retener ese aire a una temperatura determinada. Es la medición

más usual en el ámbito agrícola. Su importancia reside en que este factor, junto con la temperatura, es un factor determinante en el desarrollo de plagas y enfermedades ya que, un ambiente con alta temperatura y humedad es muy propicio a ello.

En la Tabla 4 se muestra la humedad relativa media mensual obtenida en la estación de “Albacete Base Aérea” de la Agencia Estatal de Meteorología en el periodo de 1981-2010.

Tabla 4. Humedad relativa media mensual del periodo climático 1981-2010.

Humedad relativa media mensual (%)												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
77,0	71,0	63,0	60,0	55,0	49,0	44,0	49,0	59,0	70,0	76,0	80,0	63,0

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. (Elaboración propia)

Como se puede observar en la Tabla 4, la humedad media anual en la estación más próxima a la parcela donde se implantará el cultivo es del 63%. Los meses de mayor humedad son noviembre, diciembre y enero, con humedades de 76%, 80% y 77%, respectivamente; los meses de menor humedad son junio, julio y agosto, correspondiéndose con la época estival con humedades de 49%, 44% y 49% respectivamente.

En la Figura 3 se puede observar la variación de humedad relativa en un periodo anual.

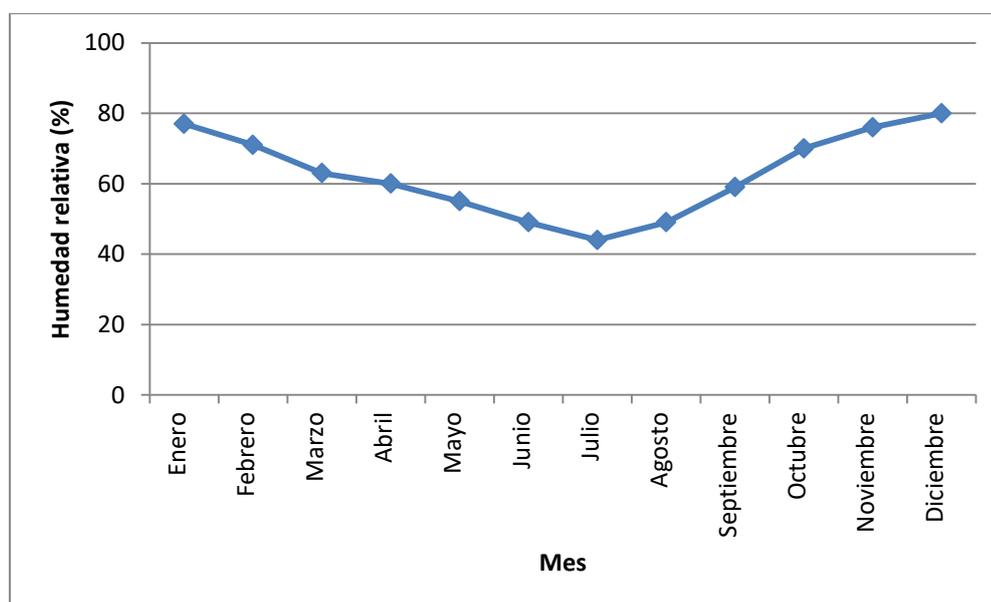


Figura 3. Humedad relativa media mensual del periodo climático 1981-2010.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. (Elaboración propia)

Observando la evolución de la humedad relativa (Tabla 4) con la de la temperatura media (Tabla 2), se aprecia que son opuestas, lo que es beneficioso para que el desarrollo de plagas y enfermedades sea bajo. En la Figura 4 se relacionan las variables humedad relativa media mensual y la temperatura media de la estación de “Albacete Base Aérea” de la Agencia Estatal de Meteorología en el periodo de 1981-2010.

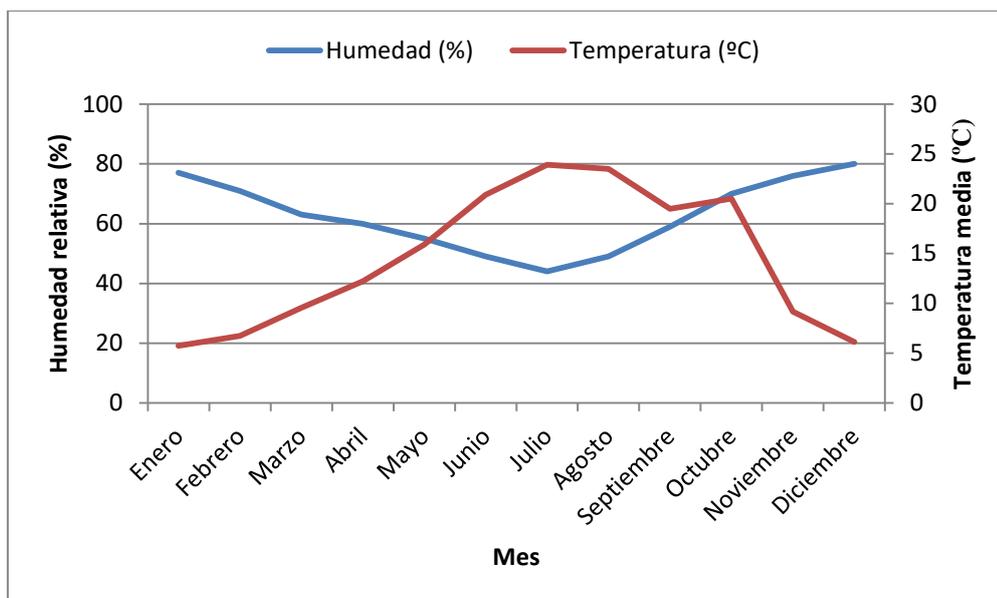


Figura 4. Humedad relativa media mensual frente a temperatura (periodo climático 1981-2010)
Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. (Elaboración propia)

2.4. Pluviometría

El efecto de la pluviometría en el ámbito agrícola es diverso, pues supone una fuente de agua donde no se dispone de riego, permite la recarga de fuentes de agua donde se puede almacenar (aljibes, lagunas o presas) y produce la recarga de aguas subterráneas (pozos).

En la Tabla 5 se muestran la precipitación mensual/anual media (mm), el número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm y el número mensual/anual de días de tormenta obtenidos de la estación de “Albacete Base Aérea” de la Agencia Estatal de Meteorología en el periodo de 1981-2010.

Tabla 5. Precipitación, días de precipitación mayor o igual a 1 mm y días de tormenta en el periodo 1981-2010.

	P (mm)	DR	DT
Enero	21,0	4,1	0,1
Febrero	25,0	4,6	0,1
Marzo	27,0	4,7	0,5
Abril	40,0	5,9	1,6
Mayo	43,0	6,0	3,1
Junio	35,0	3,4	3,2
Julio	9,0	1,0	2,2
Agosto	11,0	1,5	2,9
Septiembre	34,0	3,7	3,5
Octubre	42,0	5,3	1,7
Noviembre	34,0	5,1	0,2
Diciembre	31,0	5,2	0,2
Año	352,0	50,5	19,3
P = Precipitación mensual/anual media. DR = N° medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm. DT = N° medio mensual/anual de días de tormenta.			

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. (Elaboración propia)

En vista de la tabla anterior, se puede apreciar que los meses más lluviosos son mayo, octubre y abril respectivamente. Respecto a ello, las lluvias caídas durante los meses de abril y mayo, meses en los que se produce la floración del cultivo, pueden ser perjudiciales debido al arrastre de polen al suelo. En lo referente al resto de meses, se presenta una buena distribución de la precipitación a lo largo del año, por lo que no deben darse problemas por falta de agua en el cultivo que se quiere implantar.

2.5. Evapotranspiración

El proceso de evapotranspiración es la combinación de dos procesos de pérdida de agua, la evaporación y la transpiración. La evaporación es un proceso por el cual el agua líquida de la superficie del terreno se convierte en vapor perdiéndose. Por otro lado, la transpiración es la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta, generalmente a través de los estomas de las hojas. Estos dos procesos tienen lugar de forma simultánea en los cultivos, motivo por el cual se les engloba a ambos en un único proceso denominado evapotranspiración.

La evapotranspiración disminuye con el ciclo del cultivo debido a que, conforme el cultivo se desarrolla y crece, va proyectando mayor sombra sobre el suelo disminuyendo así la evaporación. La evapotranspiración se suele expresar en milímetros por unidad de tiempo generalmente. En la Tabla 6

puede observarse la evapotranspiración potencial de la estación del SIAR de Almansa (AB03) referente al periodo de 2000-2018. La media anual se sitúa en 106 mm/mes.

Tabla 6. Evapotranspiración potencial (E_t_0) media mensual y media anual de la estación del SIAR de Almansa (AB03) del periodo climático 2000-2018.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
E_t_0 (mm/mes)	44,05	54,94	91,54	113,85	143,35	176,26	196,53	178,71	120,65	79,95	40,34	36,05	106,35

Fuente: SIAR.

De la misma forma, la Figura 5 muestra la evolución de la evapotranspiración a lo largo del año. En ella se puede apreciar la amplitud de la evapotranspiración.

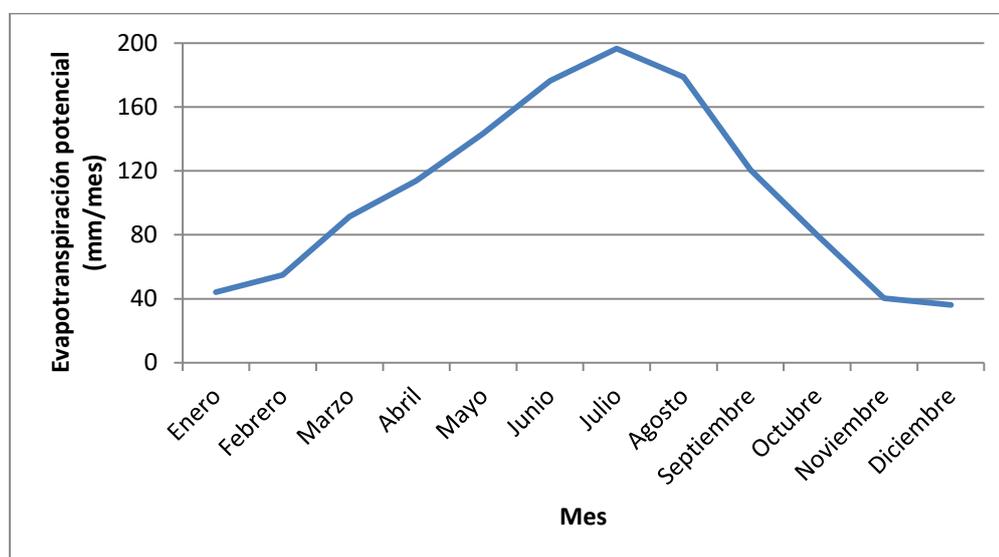


Figura 5. Evapotranspiración potencial media mensual/anual estación SIAR-Almansa (Periodo climático 2000-2018)

Fuente: SIAR. (Elaboración propia)

2.6. Radiación

La radiación solar es aprovechada por las plantas para realizar la fotosíntesis, mediante la cual transforman la energía radiante en energía química. Del total de la radiación que llega a la superficie de las plantas sólo se aprovecha una parte para realizar la fotosíntesis, lo que se conoce como radiación fotosintética activa (PAR). La respuesta de las distintas plantas a la radiación también difiere en función de las longitudes de onda.

En la Tabla 7 se muestran los datos de radiación media mensual/anual (MJ/m^2) del periodo 2000-2018 procedentes de la estación del SIAR de Almansa (AB03) y el número medio mensual/anual de horas de sol obtenidos de la estación de "Albacete Base Aérea" de la Agencia Estatal de Meteorología en el periodo de 1981-2010.

Tabla 7. Radiación media mensual/anual SIAR (Periodo climático 2000-2018) y N° medio mensual/anual de horas de sol AEMET (Periodo 1981-2010).

	R	I
Enero	8,81	153
Febrero	11,80	165
Marzo	16,17	217
Abril	20,45	241
Mayo	23,34	271
Junio	25,67	318
Julio	25,95	358
Agosto	23,65	324
Septiembre	18,58	253
Octubre	13,51	201
Noviembre	9,23	152
Diciembre	7,59	134
Año	17,06	232,25
R: Radicación media mensual/anual (MJ/m ²). Periodo 2000-2018 SIAR		
I: N° medio mensual/anual de horas de sol. Periodo 1981-2010 AEMET		

Fuentes: SIAR y AEMET. (Elaboración propia)

La iluminación es fundamental en el ciclo de cultivo y, en especial, durante la maduración del fruto. Como se puede apreciar en la Tabla 7, tanto la radiación como el número de horas de sol desde el mes de abril (polinización) hasta el mes de septiembre (recolección) es excelente.

2.7. Régimen de vientos

En el cultivo del pistacho el viento puede tener diversas consecuencias. Por un lado, los fuertes vientos pueden provocar daños mecánicos como la rotura de ramas, a pesar de que el pistachero adulto ofrece una buena resistencia a los vientos. Por otro lado, como se ha dicho anteriormente, el viento tiene un papel fundamental en la polinización ya que esta es anemófila, para la cual lo más favorable son las brisas suaves.

La Tabla 8 recoge la velocidad media del viento y su dirección, así como las velocidades máximas que se alcanzan, procedentes de la estación del SIAR de Almansa (AB03) del periodo de 2000-2018.

Tabla 8. Velocidad media mensual/anual, dirección y velocidad máxima del viento (Periodo climático 2000-2018).

	Velocidad Viento (m/s)	Dirección Viento (°)	Velocidad Máx. viento (m/s)
Enero	2,74	287,25	17,86
Febrero	3,06	263,87	17,69
Marzo	3,08	236,28	17,45
Abril	2,77	202,90	15,41
Mayo	2,22	184,00	13,38
Junio	2,04	160,48	11,89
Julio	2,03	162,11	11,97
Agosto	1,94	155,01	13,52
Septiembre	1,82	169,17	12,19
Octubre	1,92	208,40	12,91
Noviembre	2,38	275,51	15,74
Diciembre	2,37	284,49	17,00
Año	2,37	215,79	14,75

Fuentes: SIAR. (Elaboración propia)

Como se puede apreciar en la Tabla 8, las direcciones predominantes del viento son sudeste, desde el mes de mayo hasta el mes de septiembre (periodo estival) y suroeste el resto de los meses. Con los valores de velocidades del viento de dicha tabla, en general, no cabe esperar problemas como los nombrados anteriormente.

3. CLASIFICACIÓN DEL CLIMA LOCAL

3.1. Índice de Lang

En 1915, *Lang* propuso utilizar como índice para clasificar el clima la siguiente relación:

$$\text{Índice de Lang} = \frac{\text{Precipitación Anual (mm)}}{\text{Temperatura Anual (°C)}} = \frac{356,43}{14,05} = 25,37$$

La clasificación climática según este índice es “Zona árida”.

3.2. Índice de Martonne

El índice de *Martonne* se define de la siguiente forma:

$$\text{Índice de Martonne} = \frac{\text{Precipitación Anual (mm)}}{\text{Temperatura Anual (}^{\circ}\text{C)} + 10} = \frac{356,43}{14,05 + 10} = 14,82$$

La clasificación climática respecto a este índice es “*Estepas y países secos mediterráneos*”.

3.3. Índice de Dantin-Revenga

Este índice, también llamado Índice Termopluviométrico, se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Índice de Dantin-Revenga} = \frac{100 * \text{Temperatura Media Anual (}^{\circ}\text{C)}}{\text{Precipitación Anual (mm)}} = \frac{100 * 14,05}{356,43} = 3,94$$

La clasificación climática propuesta por Dantin-Revenga clasifica la zona como “*Clima Árido*”.

3.4. Índice de Continentalidad de Gorczynski

Este índice se emplea para analizar la influencia de la proximidad al mar sobre el clima local. Depende de la amplitud media anual (Diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío).

$$\text{Índice de Continentalidad de Gorczynski} = \frac{\text{Amplitud (}^{\circ}\text{C)}}{\text{Seno de la latitud}} = \frac{23,93 - 5,75}{\sin(38^{\circ}57'15'')} = 28,91$$

Un índice de Continentalidad índice en qué medida el clima de un lugar está influido por las características que un continente impone a las masas de aire que hay sobre él. Los continentes se enfrían y se calientan mucho más rápidamente que los océanos, por lo que la transmitir sus características térmicas a las masas de aire que descansan sobre ellos permiten que éstas alcancen temperaturas más extremas que las que se registran en masas de aire bajo influencia oceánica. Este efecto es más acusado cuanto más nos alejamos del mar o si hay una barrera topográfica que evite que la acción atemperante del mar penetre hacia el interior.

Como consecuencia de este comportamiento térmico, las masas de aire que encontramos en el verano sobre los continentes se calientan intensamente por la base, lo que favorece que en su interior se produzcan movimientos ascendentes y precipitaciones de tipo convectivo. En invierno ocurre al contrario: las masas de aire al entrar en contacto con la superficie fría del continente se enfrían por la base, facilitándose situaciones de subsidencia e inversión térmica que dificultan las precipitaciones.

Por ello, el grado de Continentalidad del clima de un determinado lugar viene dado fundamentalmente por dos parámetros, uno térmico y otro pluviométrico. El factor térmico es la amplitud (diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la del más frío), y el factor pluviométrico lo da la precipitación estival, concretamente el peso específico que las precipitaciones de verano tienen sobre la precipitación total anual.

Por lo tanto, la Continentalidad de un clima será mayor cuanto más acusada sea la diferencia de temperatura entre el mes más frío y el más cálido y cuanto mayor peso específico tengan las precipitaciones de verano en el total anual.

3.5. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO

La clasificación bioclimática UNESCO-FAO considera los elementos climáticos de temperatura y precipitaciones. Las temperaturas medias mensuales y la temperatura media de las mínimas determinan los grupos, subdivisiones de los grupos y rigor invernal.

Las temperaturas medias mensuales establecen los grupos:

- Grupo 1: T^a media mensual $> 0^{\circ}\text{C}$.
- Grupo 2: Cuando en algunos meses del año T^a media mensual $< 0^{\circ}\text{C}$.
- Grupo 3: Cuando todos los meses del año T^a media mensual $< 0^{\circ}\text{C}$.

De los grupos 1 y 2 se establecen las siguientes subdivisiones según la temperatura media del mes más frío (tmf):

GRUPO 1	
$t_{mf} > 15^{\circ}\text{C}$	El clima es cálido
$15^{\circ}\text{C} \geq t_{mf} > 10^{\circ}\text{C}$	El clima es templado-cálido
$10^{\circ}\text{C} \geq t_{mf} > 0^{\circ}\text{C}$	El clima es templado
GRUPO 2	
$0^{\circ}\text{C} > t_{mf} \geq -5^{\circ}\text{C}$	El clima es templado-frío
$-5^{\circ}\text{C} > t_{mf}$	El clima es frío
GRUPO 3	
Todos los meses del año $t_m < 0^{\circ}\text{C}$: el clima es glacial . (No hay subdivisión).	

En el clima de estudio, en el que se ubica la parcela donde se implantará el cultivo, la temperatura media del mes más frío es de $5,75^{\circ}\text{C}$, por tanto al encontrarse en el intervalo de $0-10^{\circ}\text{C}$ pertenece al grupo 1 y se clasifica como **Clima Templado**.

Desde un punto de vista bioclimático, es importante determinar el rigor invernal. La clasificación UNESCO-FAO lo establece según la temperatura media de las mínimas del mes más frío (t_{mmf}).

t	TIPO DE INVIERNO
$t_{mmf} > 11\text{ °C}$	Sin invierno
$11\text{ °C} > t_{mmf} \geq 7\text{ °C}$	Invierno cálido
$7\text{ °C} > t_{mmf} \geq 3\text{ °C}$	Invierno suave
$3\text{ °C} > t_{mmf} \geq -1\text{ °C}$	Invierno moderado
$-1\text{ °C} > t_{mmf} \geq -5\text{ °C}$	Invierno frío
$-5\text{ °C} > t_{mmf}$	invierno muy frío.

Como en el clima local la temperatura media de las mínimas del mes más frío es $-8,02\text{ °C}$, el tipo de invierno se clasifica como ***Invierno muy frío.***

Por otro lado, las precipitaciones determinan el grado de aridez. La FAO clasifica los meses según la eficacia de la precipitación de la siguiente forma:

- Mes seco: Precipitación $< 2 \cdot T^a$ media mensual
- Mes subseco: $2 \cdot T^a$ media mensual $<$ Precipitación $< 3 \cdot T^a$ media mensual.
- Mes húmedo: Precipitación $> 3 \cdot T^a$ media mensual.

Un periodo seco es aquel formado por varios meses secos consecutivos. Los meses y los periodos secos se pueden observar fácilmente a partir del *Diagrama Ombrotérmico* (figura 6); se trata de una representación gráfica en la que sobre un sistema de ejes se lleva, en abscisas, los meses del año y en ordenadas, a la derecha, las precipitaciones medias mensuales en mm, y a la izquierda, las temperaturas medias mensuales en $^{\circ}\text{C}$, a una escala doble que las precipitaciones. La curva térmica se obtiene uniendo los valores de la temperatura media mensual; la curva ómbrica uniendo los de precipitación total mensual. Si las precipitaciones medias mensuales son inferiores a dos veces las temperaturas medias mensuales, la curva ómbrica estará por debajo de la térmica y el área comprendida entre ambas curvas indicará la duración del periodo de sequía.

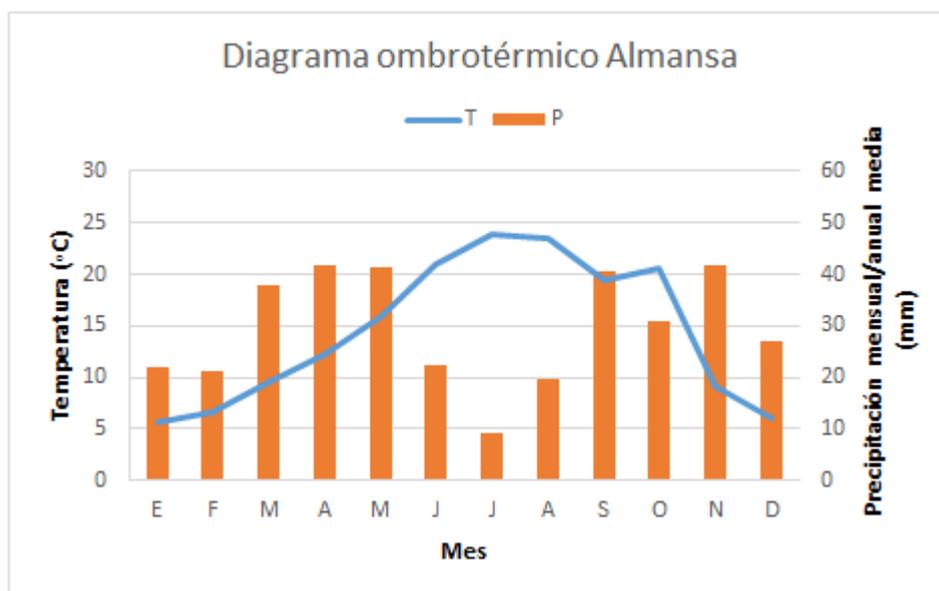


Figura 6. Diagrama Ombrotérmico estación SIAR-Almansa (Periodo climático 2000-2018)

Fuente: SIAR. (Elaboración propia)

En el diagrama Ombrotérmico (Figura 6) se puede observar como los meses secos, aquellos con precipitaciones medias mensuales inferiores a dos veces las temperaturas medias mensuales, se corresponden con los meses de junio, julio, agosto y octubre. Por tanto, en Almansa, municipio con estación climática del SIAR más próximo a la parcela del cultivo, existe un periodo seco de tres meses y un mes seco (octubre).

El carácter de la sequía establece los tipos climáticos de la siguiente forma:

- Climas monoxéricos: Aquellos que tienen un periodo de sequía.
- Climas bixéricos: aquellos que tienen dos periodos de sequía.
- Climas axéricos: aquellas que no tienen ningún mes seco.

Según lo anterior, el clima de Almansa, y por tanto el de la parcela de cultivo, se determina como **Clima Monoxérico**.

4. CONSECUENCIAS AGRONÓMICAS DEL CLIMA PARA EL CULTIVO

En este apartado, se pretende recoger la influencia de los distintos factores climáticos en el futuro cultivo de pistacho que se quiere implantar.

4.1. Temperaturas

El pistachero es un árbol con muy buena adaptación al clima mediterráneo. En este cultivo, las temperaturas marcan procesos muy importantes como la viabilidad del injerto, la época de floración, el desarrollo del fruto y la recolección.

Las temperaturas más adecuadas para el cultivo del pistacho son aquellas que proporcionan veranos largos y muy calurosos e inviernos fríos o muy fríos; siendo muy conocida la gran resistencia del pistachero al frío.

En el estudio de las temperaturas del clima donde se ubica la parcela, realizado anteriormente en este anexo, se puede apreciar cómo estas aportan elevadas temperaturas durante el periodo estival y temperaturas bajas durante el periodo de reposo. Además, en la clasificación UNESCO-FAO realizada, el tipo de invierno se clasifica como “Invierno muy frío”.

Por todo ello, en lo referente a las temperaturas, la parcela donde se instalará el cultivo es idónea para el desarrollo del mismo, ya que proporciona temperaturas favorables a lo largo del ciclo de cultivo, favoreciendo así su crecimiento y posterior producción.

4.2. Heladas

En la zona de estudio, las heladas continuadas se extienden desde el mes de noviembre hasta el mes de marzo, siendo frecuentes ligeras heladas en el mes de abril y muy ocasionalmente en el mes de mayo. Respecto al cultivo, las heladas más peligrosas son las que tienen lugar en primavera, ya que es el periodo donde se produce la floración y por tanto, donde podrían tener lugar daños que perjudicasen gravemente la continuidad del desarrollo del ciclo del cultivo.

Como se ha comentado anteriormente, en la parcela, las heladas primaverales del mes de abril se producen durante la primera quincena del mismo, por lo que no supondrían problema ya que la floración de las variedades elegidas tiene lugar a finales de abril. Más importancia tienen las heladas ocasionales del mes de mayo, ya que coinciden con el cuajado del fruto, lo cual es una fase más sensible que pone en riesgo la continuidad del ciclo del cultivo. No obstante, estas heladas son de muy escasa frecuencia, por lo que el riesgo de las mismas es mínimo.

4.3. Humedad

La humedad ambiental es muy negativa para el cultivo cuando es elevada durante la época estival debido a la sensibilidad de esta especie a enfermedades causadas por hongos, la cuales causan numerosas pérdidas en la producción.

Como se puede observar en el estudio anterior del estado higrométrico, los meses de mayor humedad corresponden a los meses de noviembre, diciembre y enero; siendo los meses de menor humedad ambiental junio, julio y agosto, es decir, el periodo estival.

Por tanto, el riesgo a la aparición de enfermedades fúngicas provocadas por el exceso de humedad durante los meses de verano es mínimo, ya que en la zona donde se ubica la parcela no se dan dichas condiciones.

4.4. Iluminación

Al tratarse de una especie heliófila, la iluminación es esencial en este cultivo. Además, la iluminación tiene un papel fundamental en la maduración del fruto ya que la fotosíntesis se ve beneficiada.

En la parcela de estudio donde se implantará el cultivo, la iluminación no constituye un factor limitante en el desarrollo del mismo, ya que como puede apreciarse en los datos registrados de radiación, la zona cuenta con una adecuada insolación durante todo el año y, en especial, durante el periodo vegetativo.

Como las pendientes de la parcela son inferiores al 0,5%, no se presentan problemas de insolación que requieran corrección.

4.5. Viento

Generalmente, las áreas ventosas son beneficiosas para este cultivo ya que disminuyen la humedad relativa ambiental y favorecen la polinización que, como se ha dicho anteriormente, en esta especie es anemófila. El viento también disminuye el riesgo de enfermedades criptogámicas y el riesgo de daños por heladas.

Por otro lado, los vientos fuertes pueden provocar graves daños en los árboles, sobre todo si estos son jóvenes. La velocidad media de los vientos que se dan en la parcela es de 2,37 m/s, por lo que no es necesario instalar cortavientos u otras medidas de prevención de daños por fuertes vientos.

En lo referente a la dirección predominante de los vientos, en el periodo estival, desde mayo hasta septiembre la dirección es sudeste; mientras que desde octubre hasta abril es suroeste.

4.6. Pluviometría

La precipitación en la zona donde se implantará el cultivo, como puede verse con los valores registrados anteriormente, no es muy abundante, siendo la precipitación media 352 mm al año. Esta precipitación está muy distribuida a lo largo del todo el año, no obstante, se pueden destacar como los meses de menor precipitación julio y agosto; y los que más abril y mayo.

La zona se caracteriza por poseer un clima bastante seco, sin embargo, la supervivencia del cultivo se puede asegurar ya que es una especie con gran resistencia a la sequía, adaptada a veranos largos, cálidos y secos y que puede sobrevivir con menos de 200 mm anuales. En las zonas productoras, la precipitación media anual está alrededor de los 400 mm, valor que se aproxima a la precipitación media anual de nuestra zona.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Datos de la Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).
- Moriana, A., Ubillos, M. A. M., López, J. F., Villaseñor, J. G., López, M. C. G. (2005). El pistachero: elección de variedad y portainjerto en Castilla-La Mancha. Fruticultura profesional, (150), 5-24.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (www.fao.org)
- Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha (SIAR); Consejería de Agricultura y Universidad de Castilla-La Mancha.

ANEXO IV

Estudio Edafológico

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Fertilización	1
1.2.	Erosión	1
1.3.	Conservación.....	2
2.	RESEÑA GEOLÓGICA DE LOS SUELOS DE CASTILLA-LA MANCHA	2
3.	ANÁLISIS DEL SUELO DE LA PARCELA DE ESTUDIO.....	3
4.	BIBLIOGRAFÍA	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del suelo.....	3
Tabla 2. Parámetros determinados mediante análisis en la parcela objeto de estudio.	4

1. INTRODUCCIÓN

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, organismos vegetales y animales, aire y agua. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, siendo transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

La materia orgánica, junto con los microorganismos, aporta y libera nutrientes, creando así condiciones para que las plantas respiren, absorban nutrientes y agua y desarrollen raíces. Los hongos, bacterias y lombrices producen humus, forma estable de materia orgánica, que retiene nutrientes y agua y previene el suelo de la erosión.

Un manejo sostenible del suelo es aquel que promueve la actividad de microorganismos, manteniendo o aportando materia orgánica.

1.1. Fertilización

El crecimiento de las plantas requiere agua y nutrientes, lo cuales absorben del suelo a través de las raíces. Un suelo se denomina fértil cuando contiene los nutrientes necesarios para que las plantas se desarrollen correctamente. Dichos nutrientes deben estar siempre presentes en las cantidades y proporciones adecuadas.

Los suelos cubiertos por vegetación suelen conservar mejor su fertilidad y favorecen la formación de humus en él por parte de los microorganismos. Este humus, además de enriquecer el suelo, aumenta la porosidad del mismo, absorbe y retiene agua, permaneciendo el suelo húmedo por más tiempo, y evita el arrastre de tierra.

Los terrenos cultivados gastan sus nutrientes, estando así expuestos a la pérdida de suelo. Además, el producto de la cosecha es utilizado bien como alimento o como materia orgánica, por lo que no regresa al suelo para enriquecerlo. Por tanto, si no se actúa para restituir la fertilidad perdida con el paso del tiempo la tierra se agota. Por este motivo se debe incorporar abono y materia orgánica para mantener y proteger el suelo.

1.2. Erosión

Se denomina erosión al desgaste, arrastre o pérdida de partículas de suelo. Suele producirse por la acción del agua y del viento sobre las zonas no protegidas. El caer de la lluvia sobre el suelo deshace progresivamente su estructura. De la misma forma, escorrentía del agua desplaza partículas nutrientes del suelo a zonas bajas. Por último, el viento arrastra partículas de tierra fértil, especialmente en periodos de sequía.

El mantenimiento del suelo se debe a la vegetación existente sobre él, la cual lo cubre y atenúa los efectos nombrados anteriormente. Cuando se reduce la vegetación de un suelo aumenta la erosión causada por la lluvia y el viento.

1.3. Conservación

Un manejo adecuado del suelo es aquel que ayuda a su mantenimiento y restauración, y por tanto, a la mejora de su calidad. Los métodos más utilizados para prevenir la erosión del suelo son aquellos que proporcionan sujeción al suelo, evitando así el impacto del agua y del viento sobre el mismo. Estos métodos son distintos en función de las condiciones específicas de cada suelo, por ejemplo suelos con pendiente, suelos en terrazas o andenes o suelos con sobrepastoreo.

Por otro lado, la pérdida de fertilidad se combate reincorporando los nutrientes y materia orgánica que se pierden debido a los cultivo y a la erosión.

2. RESEÑA GEOLÓGICA DE LOS SUELOS DE CASTILLA-LA MANCHA

La Llanura Manchega es una unidad fisiográfica diferenciada en el contexto de la Meseta Sur de la Península Ibérica. Su altitud oscila entre los 600 y 700 metros de altitud. Se extiende, de este a oeste, desde el valle del río Júcar hasta el Campo de Calatrava; y de norte a sur, desde la depresión del Tajo y la Sierra de Altomira hasta el Campo de Montiel y Sierra Morena.

La Llanura Manchega está caracterizada por su extensa planitud, corresponde a una depresión morfoestructural en la que, sobre un zócalo de pizarras, cuarcitas, areniscas, conglomerados, arcillas y yesos en su parte oeste, y por calizas, dolomías, margas y arenas en el centro y este, se ha depositado una formación continental moderna constituida por conglomerados, arenas, arcillas, margas y calizas a su vez recubierta parcialmente por materiales detríticos del Pliocuatrnario y Cuaternario.

Respecto a los cultivos, en la Llanura Manchega, dentro de los cultivos herbáceos predomina el cereal, donde destaca notablemente los grandes campos dedicados al cultivo de la cebada, y en lo referente a cultivos leñosos, el olivar y viñedo son los más predominantes. También cabe destacar, el cultivo del almendro en suelos pobres y pedregosos y en laderas, donde otro cultivo no podría desarrollarse. Precisamente, es este último cultivo el que se está viendo cada vez más reemplazado por el inminente crecimiento del pistacho, cultivo con el que comparte numerosas características en lo referente a necesidades de suelo, iluminación y ciclo agronómico.

3. ANÁLISIS DEL SUELO DE LA PARCELA DE ESTUDIO

El análisis de suelos es la herramienta fundamental para conocer la fertilidad de un suelo, así como su capacidad productiva. A partir de él, se define la dosis de nutrientes a aplicar. Para poder realizar e interpretar correctamente un análisis de suelo es imprescindible realizar un adecuado muestreo del suelo.

En el análisis de suelo realizado en la parcela de estudio, inicialmente se dividió la parcela en tres partes iguales, numerando las mismas del uno al tres. Tras esto, en cada una de esas tres subdivisiones se tomaron numerosas muestras en zig-zag tanto superficialmente (0-20 cm) como en profundidad (20-40 cm), juntando las muestras de la misma zona y profundidad y homogeneizando posteriormente. Por tanto, se obtuvieron finalmente seis muestras compuestas (Zona 1 superficial, Zona 1 profundidad, Zona 2 superficial, Zona 2 profundidad, Zona 3 superficial, Zona 3 profundidad).

Dichas muestras se pusieron a secar durante 7 días en laboratorio, y tras esto se procedió al análisis de las mismas.

En primer lugar, se procedió a clasificar la textura del suelo. Para ello se obtuvieron experimentalmente mediante densímetro las fracciones granulométricas de cada muestra (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del suelo.

	Zona 1 Superficial	Zona 1 Profundidad	Zona 2 Superficial	Zona 2 Profundidad	Zona 3 Superficial	Zona 3 Profundidad
Arena (%)	30	30	52	52	38	38
Limo (%)	45,6	44	28,2	28	38	38
Arcilla (%)	24,4	26	19,8	20	24	24
Clase Textural	Franco	Franco	Franco/Franco arenoso	Franco/Franco arenoso/Franco arcillo arenoso	Franco	Franco

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado en laboratorio.

A partir de esos porcentajes y con el triángulo de textura del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (U.S.D.A.) se determinó que la textura en general de la parcela es franca.

El suelo franco es el mejor considerando ya que su composición contiene los porcentajes óptimos de arenas, limos y arcillas. La arena proporciona una textura suelta y aireada; el limo proporciona fertilidad y las arcillas proporcionan fertilidad y retienen agua. En general, los suelos francos se pueden describir como suelos que no anegan ni se compactan, pero tampoco presentan excesiva permeabilidad. Por otro lado, son suelos ricos en nutrientes lo que se traduce en suelos productivos.

Los suelos francos son muy adecuados para la plantación en ellos del cultivo del pistacho, pues además de todo lo dicho anteriormente, en este cultivo en concreto proporciona un buen drenaje, evitándose así encharcamientos causantes de asfixia radicular y posterior muerte de los árboles.

Una vez determinada la textura de la parcela de estudio, se procedió al análisis de diversos parámetros de importancia como son el pH, la conductividad eléctrica (CE), los carbonatos, la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros determinados mediante análisis en la parcela objeto de estudio.

	Zona 1 Superficial	Zona 1 Profundidad	Zona 2 Superficial	Zona 2 Profundidad	Zona 3 Superficial	Zona 3 Profundidad
pH H₂O	8,68 ± 0,03	8,67 ± 0,02	8,62 ± 0,02	8,69 ± 0,02	8,62 ± 0,03	8,67 ± 0,01
pH CaCl₂	7,71 ± 0,10	7,77 ± 0,03	7,80 ± 0,01	7,79 ± 0,02	7,76 ± 0,03	7,77 ± 0,03
CE (dS/m)	0,66 ± 0,26	0,57 ± 0,01	0,57 ± 0,04	0,75 ± 0,20	0,63 ± 0,11	0,53 ± 0,03
Carbonatos (%)	31,29	31,69	26,98	31,18	61,71	61,16
Materia Orgánica (%)	1,38	1,29	0,76	0,77	1,43	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado en laboratorio.

Uno de los componentes más importantes en los suelos es el contenido de materia orgánica. Los valores obtenidos de materia orgánica en la parcela objeto de estudio son muy bajos, por lo que es un terreno pobre. Para subsanar este problema se debe incorporar abono antes de la plantación, preferiblemente en profundidad (Abonado + labrado), para no causar daños por quemaduras en las plantas. Cabe destacar que las propiedades y condiciones ambientales del suelo pueden repercutir en la actividad de los microorganismos y, por tanto, en la descomposición de la materia orgánica.

El pH en agua representa los cationes (H⁺) que no están retenidos en el complejo de cambio, los que posee la solución acuosa del propio suelo.

El pH del suelo condiciona tanto el comportamiento como diversas propiedades del mismo, por lo que condiciona así el crecimiento de las plantas en el mismo. Cada planta proporciona su mayor vigor y productividad dentro de un determinado intervalo de valores de pH.

El pH es un factor muy importante en relación a la actividad de microorganismos y disponibilidad de nutrientes. El pH óptimo se encuentra cercano a la neutralidad por el lado alcalino, por otro lado, el pH ácido o alcalino inhibe la actividad bacteriana, ya que la mayoría de estas se desarrolla en la neutralidad.

El pH obtenido en la parcela de estudio ($8 \leq \text{pH} \leq 9$) es un pH alto, no obstante, entra dentro de la normalidad debido al contenido de carbonatos que presenta el terreno.

La conductividad eléctrica (CE) de la mezcla suelo-agua nos indica la cantidad de sales que hay en el suelo. Las sales están presentes en los suelos en diferentes cantidades; son esenciales para el crecimiento de las plantas.

Los carbonatos del suelo afectan a la estructura del mismo, así como a la actividad biológica y a la capacidad de almacenamiento de nutrientes y su asimilación. En determinadas ocasiones, el suelo requiere una cierta reserva de carbonatos para disponer de unas buenas características estructurales.

El contenido de carbonatos obtenido mediante el análisis de la parcela de estudio es, en general, superior al 30% por lo que es un contenido adecuado para el desarrollo del cultivo.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Brumme R. 1995. Mechanisms of carbon and nutrient release and retention in beech forest gaps. *Plant and Soil* 168-169: 593- 600.
- Cortina G., Vallejo VR. 1994. Effects of clearfelling on forest floor accumulation and litter decomposition in a radiata pine plantation. *Forest Ecology and Management*, 70: 299- 310.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., & Rodríguez, M. (2013). *El cultivo del pistacho*. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Labrador J. 2002. La materia orgánica en los agrosistemas. Aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la materia orgánica en los agrosistemas. Coedición MAPA y Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 293 pp.
- Mengel K. 1996. Turnover of organic nitrogen in soils and its availability to crops. *Plant and Soil*, 181: 83-93.
- Saña J., Moré J.C., Cohí A. 1996. *La gestión de la fertilidad de los suelos*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.
- Villalbí I., Vidal M. 1988. *Análisis de Suelos y Foliare: Interpretación y Fertilización*. Monografías de la Obra Agrícola de la Fundación Caja de Pensiones: Tecnología y Economía Agraria. Fundación Caja de Pensiones, Barcelona. 201 pp.

ANEXO V

Elección del Material Vegetal

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LA VARIEDAD	1
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVARES	2
3.1. Cultivares femeninos.....	2
3.2. Cultivares masculinos	4
4. CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL PORTA INJERTO	5
4.1. Principales porta injertos.....	6
5. ELECCIÓN DEL PORTA INJERTO.....	7
6. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD	8
6.1. Elección de la variedad femenina	8
6.2. Elección de la variedad masculina	8
7. BIBLIOGRAFÍA	9

1. INTRODUCCIÓN

En cada zona de cultivo se presentan distinto número de variedades cultivadas, teniendo todas ellas en común su perfecta adaptación a la zona donde se cultivan. Existen numerosas investigaciones sobre la adaptabilidad de las distintas variedades de pistacho a las diferentes zonas de cultivo. En el caso de este proyecto, para la elección de las variedades se ha tenido en cuenta investigaciones sobre el terreno de Castilla La-Mancha, en especial, las investigaciones del Centro de Investigación Agroambiental “El Chaparrillo” (Ciudad Real).

Como ya se ha comentado en anexos anteriores, como el pistacho es una especie dioica, su plantación estará formada por cultivares femeninos (los cuales darán los frutos) y por cultivares masculinos (los cuales darán el polen).

El criterio de selección de las variedades femeninas consiste en obtener de ellas unas determinadas características concretas (periodo de floración, elevada producción, calidad de la semilla, época de recolección, etc.) acordes con la zona de implantación del cultivo. El periodo de floración es fundamental conocerlo a la hora de elegir una variedad puesto que es un factor limitante habitual en la producción de este cultivo son las heladas primaverales. Mientras que en la selección de las variedades masculinas, se busca una buena polinización y sincronización con las variedades femeninas.

2. CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

En la elección de la variedad se busca, en rasgos generales, obtener una buena calidad de frutos y una buena adaptación del cultivo al terreno. Profundizando más en este aspecto, los criterios de selección para los cultivares femeninos y masculinos se resumen a continuación.

2.1. Criterios de selección de cultivares femeninos

- Elección del periodo de floración adecuado. Es de vital importancia conocer el periodo de floración de las variedades a elegir con el fin de evitar la limitación de producción debida a las heladas primaverales.
- El número de horas frío. Si la variedad elegida no cubre sus necesidades de horas frío se produciría una brotación irregular, lo que dará lugar a unas posteriores floración y fructificación irregulares.
- Calidad de la semilla (fruto). En los cultivares femeninos cobra mucha importancia la calidad de sus semillas en cuanto a tamaño, color, sabor, etc. Pues esta determinará el beneficio económico que se obtendrá de la plantación.

- Vecería y dehiscencia. El número de frutos tanto vacíos como abiertos que presentan las diferentes variedades es un factor importante a tener en cuenta respecto a la comercialización del producto, pues hacen variar notablemente los beneficios de la plantación.
- Precocidad. El tiempo que transcurre hasta la entrada en producción también fluctúa de unos cultivares a otros y por tanto es otro factor a tener en cuenta en la elección.
- Resistencia a enfermedades y plagas. Con el paso de los años, en el ámbito de resistencia a enfermedades y plagas no todos los cultivares tienen el mismo comportamiento, por lo que es importante documentarse de los resultados obtenidos en estudios de investigación de los mismos.

2.2. Criterios de selección de cultivares masculinos

- Sincronización con la floración femenina. Un requisito fundamental del cultivar masculino es que su floración esté sincronizada con la del femenino, es decir que coincida con la fecha de receptividad de polen de las flores del cultivar femenino, para así poder tener lugar una correcta polinización y posterior cosecha.
- Calidad del polen. Se debe verificar que el cultivar masculino proporciona un polen de calidad y con un adecuado poder germinativo, con el fin de intentar asegurar la polinización y posterior cuajado de los frutos.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES CULTIVARES

3.1. Cultivares femeninos

➤ KERMAN

Procedente de Irán, comenzó a extenderse en 1957. Es el más apreciado en California y muy apreciado en todo el mundo por su gran tamaño y calidad de frutos. Posee mayor porcentaje de azúcares, menor amargor y mayor consistencia del grano con respecto a otras variedades, motivos en los que se basa su gran apreciación a nivel mundial.

➤ MATEUR

Procedente de Túnez, este cultivar presenta un porte ramificado y globoso, buen vigor y menos precocidad en la entrada en producción comparada con Kerman. El fruto es de tamaño medio, alargado y de buena calidad gustativa.

➤ LÁRNACA/LÁMACA

Originaria de Chipre. Con buen vigor y mayor precocidad en la entrada en producción comparada con Mateur. Con pocas necesidades de horas frío. Fruto de tamaño medio aunque menor que el fruto de la variedad Mateur.

➤ **NAPOLETANA**

Cultivar ubicado en Sicilia, muy longevo y de gran tamaño, con pocas necesidades de frío, poco vigor y lenta entrada en producción. El uso principal de su semilla reside en la confitería.

➤ **SFAX**

Procedente de Sfax (Túnez). Árbol pequeño, con vigor medio, poco exigente en horas frío y convenientemente precoz en entrada en producción. Su fruto es pequeño y con buena calidad.

➤ **KASTEL**

Árbol de vigor medio, adaptado a zonas frías, con fruto grande y redondo. Presenta un 27% de frutos abiertos y un 33% de frutos vacíos.

➤ **OHADI**

Cultivar más extendido por el área de Rafsanján, provincia de Kerman (Irán). Árbol de vigor medio con fruto redondo y grande, aunque menor que Kerman.

➤ **KIRMIZY**

Cultivar concentrado en la provincia de Gaziantep (Turquía). Árbol vigoroso con acusada vecería y fruto de tamaño mediano de color exterior de pellejo rojizo.

➤ **UZUN**

Es la variedad más cultivada en Turquía. Árbol muy productivo, frutos de tamaño mediano que presentan grano de color verde claro pero con acusada alternancia.

➤ **ASHOURY (RED ALEPPO)**

Es el cultivar más común en Siria debido a la gran apreciación de sus frutos en ese país. Árbol de buena producción aunque de lenta entrada de la misma. Frutos con excelente sabor y moderada vecería.

➤ **AJAMY (ALLAMI)**

Cultivar procedente de Siria. Árbol de buen vigor y lenta entrada en producción.

➤ BOUNDOKY

Variedad procedente de Siria. Árbol de buen vigor aunque con lenta entrada en producción.

➤ BATOURY

Cultivar originario de Siria. Árbol de buen vigor y con una entrada en producción más precoz que Boundoky.

➤ AEGINA

Es el cultivar más importante de Grecia, cultivado en la isla que le da nombre, muy productivo y con vecería moderada. Árbol de vigor medio, muy precoz en la entrada en producción. Sus frutos son de tamaño mediano, con grano de color verdoso y excelente sabor.

➤ AVIDON

Árbol de vigor débil y algo precoz en la entrada en producción. Sus frutos son pequeños y redondeados y presentan alrededor del 50% de frutos abiertos y sobre un 25% de frutos vacíos.

➤ JOLEY

Cultivar procedente de Estados Unidos. Árbol de vigor medio y con precocidad en la entrada en producción. Sus frutos son de tamaño algo menor que los de la variedad Kerman.

3.2. Cultivares masculinos

➤ PETER (PETERS)

Cultivar masculino seleccionado en Fresno (California). Árbol con elevado vigor y buena producción de polen, el cual es viable durante tres semanas, y con alta precocidad en su producción. Su anthesis suele solapar una parte muy importante del periodo de floración de diversas variedades femeninas como Kerman, Sfax o Kastel.

➤ 02-16

Cultivar procedente de Rusia, cuya floración es algo más temprana que la del cv. Peter, solapando así con el inicio de la floración del cv. Kerman.

➤ 02-18

Cultivar de origen ruso con floración más tardía que el cv. Peter, por lo que se solapa con el final de la floración del cv. Kerman.

➤ C-ESPECIAL

Cultivar procedente de Grecia con floración muy precoz. Su uso suele estar destinado a la recolección de su polen de cara a utilizarlo posteriormente en polinización artificial.

➤ ASKAR

Cultivar que presenta vigor medio y lenta entrada en producción.

➤ NAZAR

Variedad con vigor medio que presenta determinada precocidad en la producción de polen.

➤ MATEURM

Cultivar cuyo uso se centra en la polinización del cultivar femenino con la misma denominación.

➤ EGINO

Cultivar masculino con gran vigor cuya producción de polen es abundante.

4. CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL PORTA INJERTO

El portainjerto, pie, o patrón será aquel que transmita al cultivar o variedad injertada sobre él unas determinadas características como son el vigor, la adaptación a las condiciones climáticas de la zona, así como la resistencia a plagas y enfermedades.

En la región de Castilla-La Mancha los porta injertos más utilizados y estudiados son: *Pistacia terebinthus* (*cornicabra*), *Pistacia atlántica*, *Pistacia integerrima* y *Pistacia vera*. Las diferencias entre ellos respecto a los criterios de elección son los que se desarrollan a continuación.

- Características agronómicas: La respuesta al injerto es adecuada en todos ellos, así como su adaptabilidad al terreno. La resistencia al frío también es adecuada

excepto en *P. integerrima* ya que, debido a su mayor precocidad, se ve afectada por las heladas que tienen lugar en el mes de marzo en la región. Las producciones de los cuatro porta injertos son muy similares, pudiéndose destacar la producción de *P. integerrima* como algo menos que el resto.

La resistencia al frío del porta injerto viene muy determinada por la procedencia del mismo, así los porta injertos que proceden de climas templados son más propensos a morir como consecuencia de frío.

- Calidad de los frutos: La calidad de los frutos en relación al pie injertado es variante, así pues, estudios realizados en California demuestran que la cantidad de frutos abiertos con *P. integerrima* es mayor que con *P. atlántica*. El porcentaje de frutos abiertos con la variedad Kerman es mayor cuando se injerta sobre *P. terebinthus* y el porcentaje de frutos vacíos es mayor cuando se injerta sobre *Pistacia vera*. *P. terebinthus* y *P. atlántica* destacan por presentar un menor número de frutos vacíos.
- Vigor: en el transcurso de los seis primeros años se puede observar que, respecto al vigor de los distintos patrones, *P. terebinthus* y *P. atlántica* presentan mayor vigor que *P. integerrima* y *P. vera*.
- Plagas y enfermedades: Aunque en Castilla-La Mancha no hay plagas importantes que afecten al cultivo del pistacho, no se descarta que con el transcurso del tiempo se implanten ciertas enfermedades; no obstante, no se ha observado ningún tipo de resistencia que destaque en ningún patrón.

4.1. Principales porta injertos

➤ PISTACIA ATLÁNTICA

Su origen es muy variado, pues se encuentra en el norte de África, Islas Canarias (España), Asia Occidental y Sudeste de Europa. Es uno de los patrones más utilizados debido a su buen vigor, buena productividad y afinidad. No obstante, es muy sensible al hongo *Verticillum*. Comparada con *P. terebinthus*, es menos resistente al frío y más sensible a enfermedades como la armilaria.

➤ PISTACIA TEREBINTHUS L. (TEREBINTO O CORNICABRA)

Es una especie autóctona de muchas zonas españolas, aunque parece mostrar su adaptación óptima entre los 500-1.400 metros de altitud. Es destacable su rusticidad,

su excelente resistencia al frío y su gran adaptación a suelos secos y pobres. Es un árbol de poco vigor y posee buena afinidad con la mayoría de los cultivares.

➤ **PISTACIA INTEGERRIMA STEWART**

Se desarrolla de forma natural en países asiáticos como China e India. Árbol de gran vigor pero con escasa resistencia al frío, en especial durante su periodo de juvenilidad. Pese a no ser nativo, es el porta injerto más utilizado en EE.UU. y el único patrón con elevada resistencia a la verticilosis.

➤ **PISTACIA VERA L.**

Es el patrón franco, por lo que es la misma especie que el pistachero que produce frutos y polen. Es utilizado frecuentemente en zonas productoras como Irán, Afganistán, Turquía o Túnez. Es un árbol de bajo vigor, con buena afinidad con el injerto, baja precocidad en la entrada en producción y elevada resistencia al frío.

➤ **PISTACIA LENTISCUS L.**

Patrón que se sigue utilizando en determinadas zonas del norte de África. Su uso no es muy recomendable por problemas de afinidad con determinados cultivares y por su retardado crecimiento.

5. ELECCIÓN DEL PORTA INJERTO

El porta injerto o patrón elegido es *Pistacia terebinthus* L., también conocido como cornicabra. Destaca por su gran rusticidad, por su elevada resistencia al frío, por su baja tendencia a la vecería y por ser la única especie de carácter autóctono de todas las empleadas como porta injerto del pistachero. Es un patrón con moderado vigor y con elevada afinidad con todos los cultivares, a pesar de que en el punto de unión del injerto es habitual observar un cambio de grosor que se puede justificar con la diferencia de vigor entre el patrón y el cultivar injertado. Por último cabe destacar su buena resistencia a la caliza, a nematodos, armilaria y phytophthora; su sensibilidad a la verticilosis y su baja precocidad a la entrada en producción.

Las razones por las que se aconseja el porta injerto *P. terebinthus* en Castilla-La Mancha son las siguientes:

- Especie autóctona, crece de manera natural en la región.
- Gran rusticidad, por tanto, excelente adaptabilidad a suelos pobres, pedregosos y con diferentes grados de pH.
- Perfecta adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región.

- Su comportamiento productivo en Castilla-La Mancha ha sido similar, incluso superior, a otros patrones como *P. atlántica*, *P. integerrima* o *P. vera*.
- Excelente afinidad con todos los cultivares estudiados.
- Es la planta más económica del mercado.

6. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

La elección de una variedad viene determinada fundamentalmente por el riesgo de heladas primaverales y por el número de horas frío de la zona concreta. Aunque el árbol del pistacho es muy resistente a los fríos invernales, hay que tener en cuenta que su floración es el estado más sensible, y por tanto, lo que limitará la viabilidad de una cultivar u otro.

En zonas donde el riesgo de heladas es elevado durante el mes de marzo y principios del mes de abril, son recomendables los cultivares con floración posterior a esas fechas como lo son el cultivar *Kerman* o *Kastel*. Sin embargo en zonas donde ese riesgo sea inferior serían viables cultivares con floración más temprana como *Larnaka*, *Mateur* o *Aegina*.

A la hora de elegir el cultivar se han tenido en cuenta los trabajos de investigación realizados por el Centro de Investigación Agroambiental “El Chaparrillo”.

6.1. Elección de la variedad femenina

Dada la zona concreta en la que se encuentra la parcela objeto de la plantación, los dos cultivares más idóneos para la misma serían el cv. *Kerman* y el cv. *Kastel*, ya que ambos presentan las características más adecuadas como floración tardía, tamaño de fruto grande, buen rendimiento productivo y vigor y productividad medios.

El cv. *Kerman*, en comparación con el cv. *Kastel*, presenta un bajo porcentaje de frutos abiertos y un alto porcentaje de frutos vacíos; además, cuenta con una alta tendencia a la vecería. Pese a todo esto, el cv. *Kerman* sigue siendo la variedad preferida tanto por productores, procesadores y consumidores como consecuencia de su gran rendimiento, excelente calidad, fácil recolección, gran tamaño y fácil apertura. Por tanto, como consecuencia de estas causas el cultivar o variedad elegida para la plantación objeto del presente proyecto es la variedad *Kerman*.

6.2. Elección de la variedad masculina

El cultivar masculino elegido ha sido el cv. *Peter* ya que se ha utilizado tradicionalmente para polinizar *Kerman* aprovechando que su antesis suele solapar una parte muy importante del periodo de floración de esta variedad femenina.

El cv. *Peter* es una variedad vigorosa, con buena producción y cantidad de polen con elevado poder germinativo. Los resultados experimentales de la polinización del cv. *Peter* con el cv. *Kerman* han sido muy positivos a lo largo de los años.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo Martínez, L. A. (2013). Plantación de 22, 46 Ha. de pistachero ecológico en el término municipal de Manzanares (Ciudad Real).
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- El cultivo del Pistachero: ASAJA-Cuenca Madrid, Abril 2006.
- Guerrero, J., Moriana, A., Couceiro, J. F. (2003). El Pistachero en Castilla-La Mancha, Primeros Resultados (1). Fruticultura profesional, 135, 23-38.
- [http:// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (Fecha consulta 16/01/2019)
- [http:// www.jccm.es/chaparrillo](http://www.jccm.es/chaparrillo) (Fecha consulta 16/01/2019)
- [http:// www.mapama.es](http://www.mapama.es) (Fecha consulta 16/01/2019)
- Lacasta, C., Vadillo, J. R., Gómez, G., Couceiro, J. F. (2004). El pistachero I: Estudio de variedades en secano y en manejo ecológico. En: VI Congreso SEAE Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios (pp. 1497-1512).
- López, J. F. C., Moriana, A., Ubillos, M. A. M., Villaseñor, J. G., López, M. C. G., Rincón, A. R. (2005). Variedades de pistachero adaptadas a Castilla-La Mancha. Vida rural, (209), 46-51.
- Moriana, A., Ubillos, M. A. M., López, J. F., Villaseñor, J. G., López, M. C. G. (2005). El pistachero: elección de variedad y portainjerto en Castilla-La Mancha. Fruticultura profesional, (150), 5-24.

ANEXO VI

Diseño de la Plantación

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ORIENTACIÓN DE LAS LÍNEAS DE CULTIVO	1
2.1.	Topografía.....	1
2.2.	Longitud de la parcela.....	1
2.3.	Dirección de los vientos	2
2.4.	Elección y justificación.....	2
3.	DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN.....	3
3.1.	Criterios de elección.....	3
3.2.	Disposición de la plantación	3
3.3.	Elección y justificación del marco de plantación.....	5
4.	DISEÑO DE LA PLANTACIÓN.....	5
4.1.	Disposición de machos y hembras	6
5.	BIBLIOGRAFÍA	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantación en marco real.....	4
Figura 2. Plantación en marco rectangular.....	4
Figura 3. Plantación en cinco de oros.	4
Figura 4. Plantación en tresbolillo.	5
Figura 5. Distribución de machos y hembras en función de vientos dominantes.	6

1. INTRODUCCIÓN

Este anexo tiene como propósito describir el diseño de la plantación objeto de este proyecto. Para ello se describirá la distribución de los árboles en la parcela en función de diversos factores como el tipo de patrón y variedad elegidos, la futura mecanización, la iluminación y el óptimo aprovechamiento del terreno.

Como se ha dicho en anexos anteriores, al tratarse de una especie dioica la plantación estará formada por árboles masculinos y femeninos. Este factor es de gran importancia a la hora de diseñar la plantación, pues es necesaria la correcta ubicación de los árboles machos con respecto a las hembras de forma que se garantice la correcta polinización de estas últimas.

Otro factor importante a tener en cuenta a la hora de diseñar la plantación es la dirección del viento dominante, pues tal y como se vio en el anexo 2 "*Características del Cultivo*", la polinización en el cultivo del pistacho es anemófila (por viento), y por tanto el diseño tendrá que estar en sincronía con el viento con el fin de buscar una óptima polinización del cultivo.

2. ORIENTACIÓN DE LAS LÍNEAS DE CULTIVO

La determinación de las líneas de cultivo con respecto a su orientación, se ve influenciada por los siguientes factores:

2.1. Topografía

La orografía de la parcela en la cual se quiere ubicar la plantación no presenta inconvenientes que precisen una actuación sobre la misma para corregirla o adaptarla. Así pues, presenta una pendiente inferior al 5% por lo que no se presentarán problemas de pérdida de suelo por escorrentía ni dificultades e impedimentos de cara a la mecanización.

Un factor clave para una correcta y homogénea maduración de los frutos es la iluminación. Para obtener una iluminación uniforme en todas las filas de árboles y obtener así un mayor equilibrio en la plantación, dichas filas deberán estar orientadas en la dirección Norte-Sur. Con esta orientación se consigue una mayor iluminación de todos los árboles ya que se evita la creación de sombras entre las filas adyacentes.

2.2. Longitud de la parcela

La superficie de la parcela donde se implantará el cultivo se asemeja a una forma rectangular, por tanto, presenta una longitud lateral mayor y una menor. La longitud mayor de la parcela, longitud

máxima, tiene una orientación en dirección Noroeste-Sudeste y la longitud menor en dirección Noreste-Sudoeste.

Desde un punto de vista económico, las filas de árboles deberían orientarse coincidiendo con la longitud máxima de la parcela, ya que así se facilita la mecanización del cultivo reduciendo los tiempos muertos y facilitando las operaciones de cultivo de la maquinaria. En el caso de la parcela donde se ubicará la plantación objeto de este proyecto, al dejar unos márgenes en todo el perímetro de la misma de 5 metros por maniobrabilidad, no se presentarán problemas en las operaciones de cultivo de la maquinaria en ninguno de los sentidos en que se orienten las filas de cultivo.

En consideración con todo lo dicho, se ha decidido que las filas se orientarán Noroeste-Sudeste, coincidiendo así con la longitud máxima de la parcela.

2.3. Dirección de los vientos

La dirección de los vientos dominantes es un factor importante para la disposición de las filas de cultivo ya que pueden generar daños mecánicos y fisiológicos afectando gravemente a la plantación. Es aconsejable que las líneas de cultivo se sitúen, en la medida de lo posible, de forma perpendicular a dichos vientos para aportarles así mayor protección frente a dichos daños.

No obstante, ante la dirección de los vientos dominantes prevalece la iluminación. De la forma en la cual se han orientado las filas de cultivo, los vientos indican sobre ellas de una forma que no es totalmente perpendicular, pero debido a las características del terreno es aceptable.

2.4. Elección y justificación.

Finalmente, teniendo en cuenta que la pendiente de la parcela no crea inconvenientes, el factor predominante a la hora de elegir la orientación de las filas de cultivo es la iluminación. Al no presentarse problemas en las operaciones de cultivo de la maquinaria en ningún sentido de orientación de las filas de cultivo, debido a los márgenes en todo el perímetro de la parcela para tal fin, se ha optado por orientar las filas de cultivo en dirección Noroeste-Sudeste ya que de esta forma coinciden con la longitud máxima de la parcela y el cultivo cuenta con una adecuada iluminación.

Con la orientación elegida, los vientos dominantes incidirían en las filas de cultivo de forma semiperpendicular, por lo que no cabe esperar importantes daños causados por el mismo sobre el cultivo.

3. DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN

3.1. Criterios de elección

En la elección del marco de plantación se han de tener en cuenta los siguientes factores:

- Tamaño foliar del árbol
- Densidad de raíces del cultivo
- Sistema de formación
- Iluminación
- Aireación
- Forma de manejo del cultivo
- Aprovechamiento óptimo del terreno

La densidad de la plantación, vendrá determinada por el marco de plantación, es decir, por la distancia existente entre las filas de cultivo y la existente entre dos árboles de una misma fila.

3.2. Disposición de la plantación

La disposición de la plantación se realizará de forma simétrica, es decir, la distancia entre las líneas y entre los árboles de la misma línea será constante. Como se mencionó anteriormente, dicha plantación se llevará a cabo con orientación Noroeste-Sudeste.

El marco de plantación se obtiene de la combinación entre la distancia entre árboles y la forma de distribuirlos. Existen diseños de marcos de plantación muy variados que corresponden a los diversos condicionantes o factores limitantes del cultivo. Los condicionantes fundamentales a considerar a la hora de determinar el marco de plantación son la distancia entre árboles, que depende del tamaño adulto de los mismos, y la distancia entre calles necesaria para facilitar la mecanización.

Los marcos de plantación simétricos más comunes y utilizados con los que se describen a continuación:

- **MARCO REAL**

Consiste en situar cada pie en el vértice de un cuadrado. Es el sistema más utilizado mayoritariamente por permitir el paso de la maquinaria tanto entre filas como entre plantas.

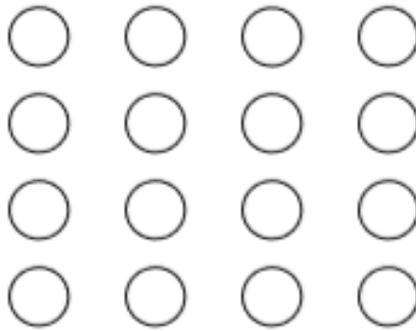


Figura 1. Plantación en marco real. Fuente: MAPAMA.

➤ MARCO RECTANGULAR

Este sistema consiste en situar cada pie en el vértice de un rectángulo. El uso de este sistema se está imponiendo en nuevas plantaciones, a pesar de que las labores se realizan únicamente entre las calles.

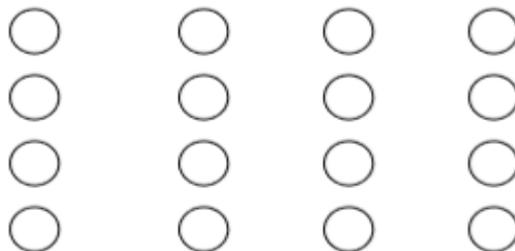


Figura 2. Plantación en marco rectangular. Fuente: MAPAMA.

➤ CINCO DE OROS

Es un tipo de plantación muy similar al marco real pero con la introducción de un árbol en el centro de cada cuadrado. Su mayor inconveniente es la dificultad de la mecanización.

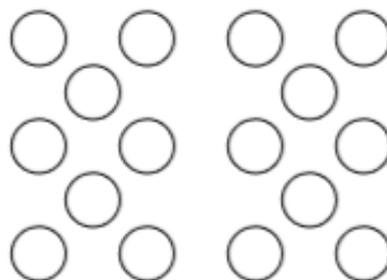


Figura 3. Plantación en cinco de oros. Fuente: MAPAMA.

➤ TRESBOLILLO

Consiste en situar cada pie en el vértice de un triángulo equilátero. Es un sistema que se está imponiendo ya que permite una distribución óptima de la tierra. Las labores se realizan en las calles.

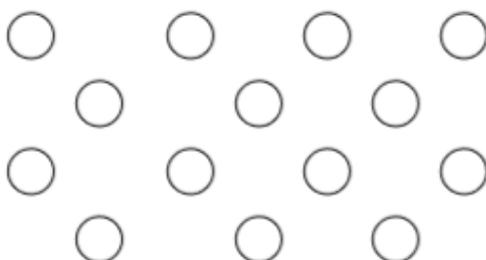


Figura 4. Plantación en tresbolillo. Fuente: MAPAMA.

3.3. Elección y justificación del marco de plantación

Para la plantación objeto de este proyecto se ha elegido un marco de plantación rectangular de 7 x 6 metros, de forma que la distancia entre las líneas de cultivo (ancho de calle) será de 7 metros y la distancia entre dos árboles consecutivos de una misma fila será de 6 metros.

Esta elección se justifica en que la forma de la parcela donde se ubicará la plantación es rectangular, y por tanto de esta forma se obtendrá un mayor aprovechamiento del terreno. Adicionalmente, el marco de plantación elegido permite una correcta mecanización del cultivo.

La densidad de plantación que se obtiene con esta distribución del cultivo es de: $10.000 \text{ m}^2 / (7\text{m} \times 6 \text{ m}) = 238$ árboles/ hectárea.

Finalmente, con el fin de facilitar la mecanización en la parcela se guardará una distancia de 5 metros con respecto a los linderos.

4. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

La realización de un buen diseño de la plantación es fundamental para la obtención de una cosecha satisfactoria. En el cultivo del pistacho, al tratarse de una especie dioica, la plantación estará formada por ejemplares masculinos y femeninos. De la distribución de los mismos dependerá la polinización del cultivo, y por ende, la producción.

La polinización del pistachero es anemófila (por viento), razón por la que es fundamental un buen diseño y distribución de los árboles en busca de que dicha polinización sea la máxima posible.

4.1. Disposición de machos y hembras

En una plantación de pistacheros, la proporción recomendable de machos y hembras es aproximadamente del 12%, es decir, una relación 1:8 (8 hembras por cada árbol macho).

La distribución de los mismos se ve influenciada por los vientos dominantes, ya que en función de la existencia de estos o no la distribución de los árboles variará.

Si no existe una dirección de vientos dominantes, la disposición más habitual es situar un macho rodeado por ocho hembras. Por el contrario, si existe una dirección determinada de vientos dominantes, esta disposición variará adaptándose a aquella con el objetivo de favorecer al máximo la polinización. La figura 5 muestra dos ejemplos de la distribución de machos y hembras en función de los vientos dominantes, representándose en color verde oscuro los árboles macho y en color verde claro las hembras.



Figura 5. Distribución de machos y hembras en función de vientos dominantes.
Fuente: Fruticultura profesional.

En este proyecto, con el marco de plantación elegido previamente de 7 x 6 metros y con la relación de machos y hembras de 1:8, la plantación estaría formada por 27 árboles masculinos y 211 árboles femeninos por hectárea. La disposición de los árboles en la parcela queda definida en el **Plano N°3**, donde se puede apreciar cómo se ha optado por la disposición de un árbol masculino rodeado por ocho femeninos.

Como conclusión, la plantación estará formada por un total de 1477 árboles, de los cuales 1315 serán de la variedad femenina *Kerman* y 162 árboles serán de la variedad masculina *Peter*.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha ([http:// www.jccm.es](http://www.jccm.es))
- López, J. F. C., Moriana, A., Ubillos, M. A. M., & Villaseñor, J. G. (2004). La operación de injerto en pistachero (*Pistacia vera* L.): condicionantes en Castilla La Mancha. *Fruticultura profesional*, (140), 41-53.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).
- Spina, P. (1984). El pistacho (No. Sirsi) i9788471141385). Mundi-Prensa.
- [http:// www.jccm.es/chaparrillo](http://www.jccm.es/chaparrillo)

ANEXO VII

Preparación de terreno

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	1
2.1.	Desfonde	1
2.2.	Despedregado.....	2
2.3.	Rulado	2
2.4.	Abonado de fondo.....	2
2.5.	Labores complementarias	3
3.	REPLANTEO Y MARQUEO DE LA PLANTACIÓN	3
4.	BIBLIOGRAFÍA	3

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se pretenden recopilar todas las labores agrícolas a realizar en la parcela con el fin de conseguir un suelo en condiciones óptimas para el posterior desarrollo de la plantación.

Estas labores agrícolas consisten, por un lado, en la eliminación y corrección de cualquier problema existente en el suelo, como habitualmente es la suela de labor. Por otro lado, se pretende restituir cualquier carencia o deficiencia en el mismo con labores como la aplicación de enmiendas orgánicas y de nutrientes o la corrección del pH con el fin de eliminar cualquier impedimento que pudiese limitar el desarrollo del cultivo.

El conjunto de todas estas labores se realizará siempre con el máximo respeto al medio ambiente y de la forma más económica posible con acciones como realizar el mínimo de pases posibles.

2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Las condiciones atmosféricas en las que se actúa en el suelo son muy importantes con el fin de preservar la estructura de dicho suelo. Esto se consigue evitando laborear con suelo frío, no introduciendo maquinaria en suelos húmedos para que no se produzcan apelmazamientos del terreno, no volteando la tierra y evitando un excesivo pase de aperos, entre otros.

Preferentemente se utilizará la labor de subsolado, la cual mejora las condiciones del suelo favoreciendo su aireación y sin inversión de los horizontes del mismo. Si la existencia de malas hierbas es abundante, se procederá a dar un pase de segadora con el fin de triturarlas e incorporarlas posteriormente con un pase de arado superficial.

Puesto que la parcela donde se implantará el cultivo se encuentra en barbecho, no será necesario el alzado de ningún cultivo anterior. El conjunto de labores que se realizarán en dicha parcela previamente a la plantación del cultivo se describen a continuación.

2.1. Desfonde

La primera labor que se realizará será el desfonde o subsolado del terreno con la finalidad de conseguir los siguientes objetivos:

- Facilitar el desarrollo del sistema radicular
- Conseguir un terreno más permeable
- Eliminar cualquier raíz existente en el terreno
- Aumentar la aireación del suelo favoreciendo la actividad microbiana

- Movilizar las reservas de fertilizantes e incorporar enmiendas o abonados de fondo

El desfonde es una labor profunda de trabajo en la que se puede llegar hasta profundidades cercanas a los 100 cm en el caso de cultivos frutales. La profundidad de esta labor influye mucho en el desarrollo del sistema de raíces del cultivo posterior, pues con ella se rompen los horizontes permitiendo el desarrollo de las mismas.

Las condiciones en las que se realiza esta labor también son importantes pues, para conseguir óptimos resultados se aconseja realizarla en tempero, es decir, con suelo suficientemente húmedo pero no mojado en exceso.

2.2. Despedregado

En segundo lugar, a continuación de la labor de desfonde, se realizará un despedregado superficial del terreno para eliminar las posibles piedras emergidas en el desfonde así como existentes con anterioridad a este con el fin de prevenir posibles dificultades en las labores de cultivo y posibilitar el paso a la mecanización del cultivo.

La forma de realizar esta labor será manual, por lo que será necesario contar con mano de obra ya sea familiar o por contratación de la misma.

2.3. Rulado

Tras el despedregado del terreno, se dará un pase ligero con un rulo alisador con el fin de conseguir un alisado del terreno, a la par que compactar parcialmente el mismo para evitar excesivas pérdidas de suelo por contacto aéreo.

2.4. Abonado de fondo

El abonado de fondo consiste en incorporar tanto materia orgánica como mineral al terreno para asegurar una disposición de recursos óptima por parte de la planta. Para la realización de esta labor se pueden emplear distintas abonadoras agrícolas, bien sean de platos, de cadena o centrífuga. Las más utilizadas actualmente son las abonadoras centrífugas por su buen rendimiento, distribución y maniobrabilidad en su uso.

El abonado de fondo, es aconsejable, aplicarlo un par de meses antes de que tenga lugar la plantación del cultivo, con el fin de que éste se encuentre disponible cuando se establezca la plantación.

2.5. Labores complementarias

Finalmente, se realizarán en un mismo pase las operaciones de gradeo y alisado con rulo, consiguiendo así desterronar superficialmente el terreno y alisarlo de cara al posterior marcaje de la plantación.

3. REPLANTEO Y MARQUEO DE LA PLANTACIÓN

El marcaje de una plantación consiste en pasar el croquis de plantación al terreno en que se quiera ubicar la misma. Para ello se señalan en el terreno todos los componentes del diseño de la plantación. El objetivo del marcaje es conseguir, en el terreno, que todas las líneas formadas por las nuevas plantaciones estén a la misma distancia y formen líneas rectas facilitando de esta forma el aprovechamiento del terreno y las posteriores labores, además se logra obtener una mejorada imagen estética.

Así, en la parcela objeto de este proyecto, se señalará la ubicación correspondiente a cada planta. Los materiales que se han venido utilizando habitualmente para el marcaje son jalones y cuerdas, pero actualmente lo más utilizado es un emisor de rayo láser.

En cultivos como el pistacho, al tratarse de una especie dioica, en el marcaje es necesario diferenciar las ubicaciones de los árboles machos y hembras, tanto si se plantan ya injertadas como si el injerto se realiza posteriormente. Habitualmente, la forma de diferenciarlas suele ser utilizando estacas pintadas de distinto color.

Por último, cabe destacar que el marcaje depende estrechamente de la forma en que se realizará la plantación. Así, si esta se realizará de forma mecánica, el marcaje ha de realizarse con surcos o mediante rayos láser; mientras que si la plantación se realizará de forma manual, basta únicamente con marcar la ubicación de cada planta en el terreno. En este proyecto, y por decisión del propietario, la plantación se realizará de forma manual.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M., Fonfría, M. A. (2010). Fruticultura. Mundi-Prensa Libros.
- Centro Agrario “El Chaparrillo”. Servicio de Investigación, Formación y Tecnología Agraria: “Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros”. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Toledo, 2005.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.

- García, E. O., Manterola, L. V., Mira, A. T. (2002). Tecnología del medio rural. Mecanización agraria. Universidad Politécnica de Valencia.
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha ([http:// www.jccm.es](http://www.jccm.es))
- [http:// www.infoafro.com](http://www.infoafro.com)

ANEXO VIII

Plantación

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ÉPOCA DE PLANTACIÓN.....	1
3.	REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN.....	1
3.1.	Tipos de plantación	1
3.2.	Tipos de sistemas de plantación.....	2
3.3.	Plantación definitiva	3
3.4.	Entutorado y protección	3
4.	CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN	5
4.1.	Poda de formación	5
4.2.	Riego y fertilización.....	5
4.3.	Cuidados fitosanitarios.....	6
4.4.	Reposición de marras	6
5.	BIBLIOGRAFÍA	6

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se pretende recoger toda la información referente a la plantación del cultivo como época de plantación, descripción de la plantación propiamente dicha y su ejecución, así como los cuidados posteriores a esta.

El pistacho, además de tener una gran longevidad productiva y ser ampliamente mecanizable, es un cultivo que tradicionalmente se ha considerado de secano. No obstante, tras investigaciones y ensayos realizados, se ha podido comprobar su excelente respuesta al riego.

Ambos tipos de plantaciones se han ido introduciendo durante las dos últimas décadas en España, destacando mayoritariamente su gran crecimiento en Castilla-La Mancha, y pese a presentar diferencias de producción entre regadío y secano, en ambas se espera un esperanzador futuro.

2. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La época de plantación depende fundamentalmente de si el portainjerto, ya sea injertado o sin injertar, viene con cepellón o por el contrario a raíz desnuda.

Si el portainjerto viene con cepellón, la época de plantación puede realizarse desde el mes de octubre hasta el mes de marzo, e incluso podría alargarse hasta el mes de mayo. Por el contrario, si la planta viene a raíz desnuda, la época de plantación se reduce a los meses de febrero y marzo, época en la que ya se habrá pasado el periodo de riesgo de heladas.

Algunos autores inciden en que los mejores momentos para realizar la plantación son el mes de noviembre y los meses de febrero y marzo. Esto se justifica en que si se planta en noviembre la planta tiene más tiempo para adaptarse al terreno, así como beneficiarse de las lluvias otoñales y además la reposición de marras podría hacerse en primavera. Por otro lado, realizar la plantación en febrero-marzo proporciona mayor seguridad de arraigamiento al hacerlo durante el periodo de reposo; pero como inconvenientes conlleva la pérdida de varios meses de crecimiento y que la reposición de marras se retrasaría varios meses con respecto a la plantación en noviembre.

3. REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

3.1. Tipos de plantación

Dentro de la plantación se pueden diferenciar diferentes tipos que dependen de distintos factores del terreno como la pendiente, la textura, el manejo del suelo y las labores agrícolas. Los tipos de plantación más utilizados se describen a continuación.

➤ PLANTACIÓN EN CURVAS DE NIVEL

Cuando la pendiente del terreno supera el 5%, con el fin de evitar problemas de pérdida de suelo y escorrentía, tanto la plantación como las labores agrícolas con maquinaria por calles que se aproximan lo máximo posible a las curvas de nivel de terreno.

➤ PLANTACIÓN EN TERRAZAS Y BANCALES

Si la pendiente del terreno es superior al 12%, es aconsejable la construcción de terrazas con anterioridad a la ejecución de la plantación, así como cuando es superior al 25% se recomienda la construcción de bancales. Todo ello con la finalidad de soslayar la erosión del suelo, la escorrentía y posibles accidentes en el trabajo con maquinaria agrícola.

➤ PLANTACIÓN EN CABALLONES

Esta técnica, empleada en diversos cultivos tanto hortícolas como frutales, consiste en el amontonamiento de tierra en las calles de la plantación. Con ello se consigue facilitar el enraizamiento de las plantas jóvenes, favorece una entrada en producción más precoz, puesto que favorece el crecimiento de la planta, y proporciona mayor protección frente a las heladas, lo que es muy importante para su viabilidad cuando las plantas son jóvenes.

3.2. Tipos de sistemas de plantación

➤ PLANTACIÓN CON SISTEMA GPS

Este sistema se lleva a cabo con una plantadora automatizada acoplada al tractor con un sistema de guiado GPS de alta precisión. El mecanismo de la máquina se basa en una reja que abre un surco en el que unas pinzas colocan las plantas a una distancia previamente determinada por el usuario. Tras esto, dos ruedas o discos metálicos cierran el surco apelmazando tierra alrededor de las plantas.

➤ PLANTACIÓN CON MÁQUINAS PLANTADORAS

Se trata de máquinas muy conocidas utilizadas en numerosos cultivos hortícolas y frutales. Su mecanismo es el mismo que en el sistema con GPS pero en lugar de colocar las plantas unas pinzas de forma automática, se precisa de operarios que coloquen las plantas sobre unos distribuidores los cuales las colocan en el terreno a la distancia prefijada.

➤ PLANTACIÓN CON MÁQUINAS AHOYADORAS

Estas máquinas penetran en el suelo realizando orificios de 40 a 80 cm de diámetro. Tras esto, se introduce de forma manual la planta y se rellena con tierra el alrededor de la planta lo más compacto posible. Estas máquinas pueden ser autónomas, hidráulicas o mecánicas.

➤ PLANTACIÓN MANUAL

Es el sistema de plantación más antiguo. Consiste en la apertura de un hoyo de forma manual con azada y posteriormente introducir en él la planta tapándola con tierra alrededor que se compacta habitualmente pisándola. Actualmente, este sistema se utiliza en la reposición de marras.

3.3. Plantación definitiva

➤ RECEPCIÓN DE LA PLANTACIÓN

La recepción de las plantas es un momento en el que se deben verificar con especial atención las características fundamentales de las mismas como son un buen vigor, una adecuada unión del injerto y frescura de las plantas.

Además, se deben rechazar aquellas plantas sobre sustratos que puedan estar contaminados por *Verticillium dahliae* Kleb.

➤ EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN

La plantación, por decisión del propietario, se realizará de forma manual. Para ello será necesaria una determinada mano de obra para la que se prestarán familiares del propietario. Una vez finalizada la plantación, se procederá a un pase de tractor con cuba incorporada para proporcionar el riego postplantación. Este riego es fundamental para un buen arraigo de las plantas, se considera imprescindible y debe realizarse antes de las 48 horas posteriores a la plantación.

Las plantas que no tengan un buen arraigo serán repuestas posteriormente de la misma forma que se ejecutó la plantación.

3.4. Entutorado y protección

Con el fin de que las plantas crezcan en posición vertical es aconsejable colocar un tutor en el momento de la plantación de forma que, en el primer periodo de crecimiento de la planta (2-3

primeros años), impida que el tronco se mueva como consecuencia de los vientos o del peso de su propia copa.

La altura de los tutores suele ser de alrededor de 150 cm, de los cuales como mínimo 50 cm se entierran para ofrecer un soporte rígido a la planta y el resto sobresale aproximadamente hasta donde se forma la cruz del árbol, proporcionando así una sujeción a todo el tronco.

Los tutores han de colocarse orientados hacia los vientos dominantes, con el fin de que estos no empujen a la planta contra el tutor produciéndose rozaduras y/o heridas en el tronco. El diámetro de los tutores es función del material que los forme, con el objetivo de que prevalezcan un mínimo de 3 años ofreciendo su resistencia. Los tutores más empleados en el cultivo del pistacho son los que se desarrollan a continuación.

➤ TUTORES DE BAMBÚ NATURALES

El bambú es un material totalmente natural, muy robusto y especialmente flexible, por ello es muy utilizado para entutorar numerosas plantaciones de todo tipo.

Como ventajas tiene que es la opción más ecológica y económica, pero debido a que la humedad acaba pudriéndolo, es necesario reemplazarlas siendo este su mayor inconveniente ya que aumenta el coste.

➤ TUTORES DE BAMBÚ PLASTIFICADOS EN LA BASE

Se diferencian de los anteriores en que por el extremo que penetran en el terreno van recubiertos de plástico, el cual evita la entrada de humedad soslayando el problema de pudrición y aumentando así su duración. El plástico utilizado para recubrirlos está totalmente autorizado por ser inerte y no tóxico.

Lógicamente, el coste de los tutores plastificados es mayor que el de los tutores naturales pero su reposición es prácticamente inexistente.

➤ TUTORES DE METAL

Se trata de barras de acero finas, que presentan poca flexibilidad a la flexión, son muy duraderos y se pueden reutilizar fácilmente. Su extremo superior está curvado hacia el interior para facilitar su colocación y por motivos de seguridad.

En cuanto a la protección del cultivo, los pistacheros jóvenes presentan una corteza blanda que habitualmente es atacada por roedores, lo que puede causar la muerte de las plantas jóvenes. Por este motivo, el uso de protectores en los primeros años de la plantación está muy extendido. Estos

protectores rodean al tronco hasta una altura aproximada de 50 cm y pueden estar constituidos por diferentes materiales.

4. CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN

Una vez realizada la plantación, es imprescindible iniciar el control de las malas hierbas con el objetivo de evitar competencias para que la planta adquiera mayor envergadura en el menor tiempo posible. En inicio, no es conveniente la aportación de abonos nitrogenados debido a que principalmente rebaja su resistencia al frío.

4.1. Poda de formación

Durante los primeros años los árboles deben formarse con fin de obtener una buena base estructural del árbol para obtener buenas cantidades de frutos de calidad. Los objetivos de la poda de formación son: facilitar la recolección, proporcionar una larga longevidad productiva y proporcionar al árbol una estructura equilibrada optimizando su aireación e iluminación.

La poda de formación es distinta si se trata de árboles machos o de hembras. En árboles machos, la guía se pinza cuando presenta una altura entre 2 y 2,5 metros aproximadamente, dejando únicamente las yemas que se encuentran en los primeros 35-40 cm, eliminando todas las inferiores a estas.

En el caso de los árboles hembras, la guía se pinzará cuando presente una altura de 1,8 metros. A continuación se eliminan las yemas de los primeros 10 cm así como las que se encuentren en el tramo desde el suelo hasta una altura de 1,2 metros; de forma que únicamente quedarán las yemas que se encuentren comprendidas entre los 1,2 y 1,7 metros. De estas yemas se deben elegir tres que darán lugar a las tres ramas principales, por tanto, se deben dejar lo más separadas posibles entre ellas y formando un ángulo de 120 grados.

4.2. Riego y fertilización

A pesar de que el cultivo se implantará en secano, se realizarían riegos de apoyo durante los primeros años de la plantación a razón de unos 1000 m³/ha y año. Esto es debido a que, pese a ser una alternativa de secano, el cultivo del pistacho presenta una excelente respuesta al riego.

En cuanto a la fertilización, no resulta siempre necesario el aporte de nutrientes durante los primeros años de la plantación, no obstante, las necesidades nutricionales serán evaluadas mediante análisis foliares.

4.3. Cuidados fitosanitarios

En lo referente a cuidados fitosanitarios no son muchas, hasta el momento, las plagas y enfermedades que atacan a este cultivo. Cabe destacar la plaga del coleóptero *Clytra longimana* que tiene su aparición en el mes de mayo y produce daños en las plantas jóvenes.

En lo referente a enfermedades, debemos evitar zonas con riesgo de verticilosis, así como zonas con excesiva humedad ambiental para evitar enfermedades criptogámicas.

4.4. Reposición de marras

El fundamento de esta técnica consiste en reestablecer todas aquellas plantas que no hayan arraigado, y por tanto prendido correctamente o que hayan muerto tras la plantación. Esta reposición se realizará de forma manual y como es lógico, las nuevas plantas repuestas exigirán de los mismos cuidados posteriores que requirió el resto de la plantación en su día.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Agrario “El Chaparrillo”. Servicio de Investigación, Formación y Tecnología Agraria: “Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros”. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Toledo, 2005.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- García, E. O., Manterola, L. V., Mira, A. T. (2002). Tecnología del medio rural. Mecanización agraria. Universidad Politécnica de Valencia.
- Guerrero, J., Couceiro, J. F., Moriana, A., Gijón, M. C., Rivero, A. El pistachero (*Pistacia vera* L.) en Castilla la Mancha. Comportamiento en secano de diferentes cultivares y portainjertos.

ANEXO IX

Manejo del suelo

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO	1
2.1.	Laboreo convencional	1
2.2.	Laboreo mínimo	2
2.3.	Siembra directa o no laboreo	2
3.	CUBIERTA VEGETAL	2
3.1.	Objetivos de la cubierta vegetal	2
3.2.	Tipos de cubiertas	3
4.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE SUELO	3
5.	BIBLIOGRAFÍA	4

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recopilan todas las labores a llevar a cabo tras la implantación del cultivo y en su posterior mantenimiento.

Con las labores de mantenimiento se pretende proporcionar al cultivo un medio óptimo para su desarrollo con acciones como la mejora de las propiedades del suelo o evitando la competencia de la vegetación espontánea.

Con un correcto mantenimiento del suelo se consigue facilitar el manejo de las plantaciones y retener el máximo de agua en el mismo.

2. SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO

Existen distintos sistemas de manejo del suelo como las cubiertas vegetales, herbicidas o laboreo, pero sin duda este último es el más extendido comúnmente. Los objetivos del laboreo son: mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favorecer el desarrollo de las plantas y eliminar la vegetación espontánea.

Sin embargo, el laboreo también conlleva unos efectos desfavorables como la posible destrucción de la estructura del suelo, el aumento de la erosión y el descenso de la retención de agua en el suelo. Cabe destacar que, en el cultivo concreto del pistacho, también puede favorecer la propagación de enfermedades y plagas así como un aumento del riesgo de heladas primaverales.

El laboreo se puede definir como el conjunto de acciones que se realizan en el suelo para dejarlo en condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo y, en función de ese conjunto de acciones se pueden distinguir distintos tipos de laboreo descritos a continuación.

2.1. Laboreo convencional

Se trata del tipo de laboreo más antiguo constituido por un número variable de labores de cultivo repartidas durante el año cuyo distanciamiento en el tiempo varía en función de las condiciones climáticas y ambientales como por ejemplo la lluvia o la humedad.

Implica labores profundas utilizando aperos que pueden o no voltear el terreno, siendo el más utilizado el arado de vertedera, y labores superficiales con aperos como fresadoras o gradas de disco.

Entre sus ventajas cabe destacar la eliminación de vegetación espontánea, la fácil incorporación de abonos y enmiendas, el mantenimiento de la humedad del suelo y su

compatibilidad con todos los sistemas de riego; y entre sus inconvenientes el aumento de erosión, la formación de suela de labor, la degradación estructural y el alto consumo energético.

2.2. Laboreo mínimo

Se trata de una modalidad del laboreo de conservación. El laboreo de conservación incluye aquellas todas técnicas de laboreo que mantienen más del 30% de la superficie cubierta con residuos del cultivo precedente. Este tipo de laboreo consiste en, unos días antes de la siembra, labrar de forma superficial el terreno utilizando aperos para labores superficiales. Al no incluir más labores, suele ser necesaria la aplicación de uno o varios tratamientos herbicidas para controlar la vegetación espontánea y rebrotes del cultivo precedente.

2.3. Siembra directa o no laboreo

Se trata de otra modalidad del laboreo de conservación en el que no se realiza ninguna labor en el terreno desde la recolección del cultivo hasta la siembra del siguiente, salvo para la aplicación de fertilizantes. El control de malas hierbas se realiza mediante la aplicación de tratamientos herbicidas.

3. CUBIERTA VEGETAL

La cubierta vegetal aporta grandes beneficios al terreno como la disminución de la degradación y erosión, el descenso de la evaporación superficial, el desarrollo de un microclima habitado por seres vivos asociados a plantas y el aumento de materia orgánica.

No obstante, es imprescindible un estudio previo de la cubierta vegetal a introducir para garantizar que esta no compite con el cultivo principal, pues de ser así, se producirían descensos en los rendimientos del cultivo, lo cual no se desea.

3.1. Objetivos de la cubierta vegetal

Los objetivos de la introducción de una cubierta vegetal se podrían resumir en los siguientes:

- Elimina la erosión invernal y reduce la erosión estival
- Mejora la estructura del suelo
- Disminuir la escorrentía de aguas
- Desecha los suelos con humedad excesiva
- Disminuir la evaporación superficial
- Aumenta la micro-flora del suelo
- Aumenta la consistencia del suelo en épocas lluviosas

3.2. Tipos de cubiertas

➤ CUBIERTA VEGETAL DE ESPECIES ESPONTÁNEAS

Consiste en sustituir la eliminación de las malas hierbas que emergen de forma espontánea en el centro de las calles por la siega de las mismas. Con la siega se soslaya la competencia entre las malas hierbas y el cultivo, pero se mantiene a la vez el terreno vestido de vegetación. Es el tipo de cubierta más económico, aunque sus beneficios son reducidos.

➤ CUBIERTA VEGETAL DE ESPECIES SEMBRADAS

Como alternativa a la vegetación espontánea del terreno está la siembra de una o varias especies en las calles del cultivo. Para la implantación de una cubierta vegetal sembrada es recomendable el uso de especies que mejoren la calidad y fertilidad del suelo de manera natural. Un ejemplo de estas son las plantas fijadoras de nitrógeno como la alfalfa o las especies de la familia de las fabáceas.

➤ CUBIERTA VEGETAL INERTE

Consiste en mantener el suelo cubierto de material inerte, siendo lo más utilizado acolchados plásticos o paja. Es el tipo de cubierta menos utilizada como consecuencia de ser el tipo de cubierta vegetal de mayor coste. Por este motivo, no es habitual su uso en la totalidad de las parcelas en las que se utiliza, sino que se suele colocar en bandas situadas en el centro de las calles.

4. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE SUELO

El sistema de manejo elegido para la plantación objeto de este proyecto será el laboreo convencional; no obstante, este laboreo será reducido a 3 o 4 pases de labor al año que consistirán en labores superficiales de eliminación de la vegetación espontánea e incorporación de abonos, para evitar así un excesivo desgaste del suelo.

Respecto a cubiertas vegetales, en los primeros años del cultivo no se introducirán con la finalidad de evitar posibles enfermedades y daños causados por roedores que podrían ocasionar la muerte de las plantas como consecuencia de su escasa edad.

Una vez el cultivo sea adulto y no se presenten problemas en su producción, se optará por establecer en la parte central de las calles una cubierta vegetal de especies espontáneas la cual

conllevará, como se ha descrito anteriormente, la siega de las mismas para evitar la competencia entre malas hierbas y cultivo, pero manteniendo el terreno vestido de vegetación.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M. (2004). Fruticultura, 493 pp. Mundi-Prensa. Madrid.
- Belmonte Serrato, F., Romero Díaz, A. (1998). La cubierta vegetal en las regiones áridas y semiáridas: consecuencias de la interceptación de la lluvia en la protección del suelo y los recursos hídricos. Norba. Revista de Geografía.
- Centro Agrario “El Chaparrillo”. Servicio de Investigación, Formación y Tecnología Agraria: “Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros”. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Toledo, 2005.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- de la Cuesta, A. B., Iglesias, A. L. edita: Excma. Diputación de Valladolid autora: María Isabel González Barragán diseño y maquetación: Félix Cuadrado Basas, Sinclair (formas debidas) fotografías: Amparo Álvarez Nieto.
- García, E. O., Manterola, L. V., Mira, A. T. (2002). Tecnología del medio rural. Mecanización agraria. Universidad Politécnica de Valencia.
- Guerrero, J., Moriana, A., Couceiro, J. F. (2003). El Pistachero en Castilla-La Mancha, Primeros Resultados (1). Fruticultura profesional, 135, 23-38.

ANEXO X

Poda

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos de la poda.....	1
1.2.	Principios de la poda	2
2.	TIPOS DE PODA	2
2.1.	Poda de formación	2
2.2.	Poda de mantenimiento.....	3
2.3.	Poda de rejuvenecimiento	3
3.	ELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PODA.....	4
4.	BIBLIOGRAFÍA	4

1. INTRODUCCIÓN

La poda es una operación fundamental y determinante en el desarrollo de una plantación para poder dar la forma deseada al árbol. Con ella se consigue un adecuado equilibrio madera- frutos y la eliminación de partes improductivas o mal situadas, proporcionándole una correcta ventilación e iluminación, así como facilitando las labores de cultivo.

A la hora de proceder a la poda en un cultivo, es necesario tener en cuenta las características del mismo como el vigor, el tipo de crecimiento de la especie y su ramificación y fructificación para poder realizarla de forma que se favorezca su desarrollo y fructificación, sin causar daños en su funcionamiento.

El periodo de ejecución más aconsejable es durante el reposo invernal, ya que realizarla antes podría entorpecer el transporte de reservas hacia los extremos de las ramas; y por el contrario, si se realiza después se perderían reservas acumuladas en las yemas de las ramas eliminadas.

En particular, el cultivo del pistacho presenta una vegetación relativamente vigorosa los primeros años y una característica dominancia apical que se acentúa con el paso del tiempo. Además, la cicatrización de sus heridas de poda suele ser muy lenta cuando superan diámetros de alrededor de 1,5 cm, razón por la cual es aconsejable tratarlas con alguna sustancia protectora para que cicatrice más rápido y para evitar la posible entrada de parásitos a través de ellas.

1.1. Objetivos de la poda

Los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de la poda son los siguientes:

- Proporcionar a la planta una forma determinada y mantenerla en el paso del tiempo.
- Regular su producción y fructificación.
- Determinar sus dimensiones y limitar su potencial vegetativo.
- Retrasar el envejecimiento de la planta.
- Eliminar ramas rotas, dañadas o secas.
- Controlar la densidad poblacional para facilitar las labores de cultivo y mejorar el aprovechamiento de nutrientes.
- Ser poco severa y frecuente, adaptándose a la tendencia vegetativa de cada cultivar, formando el esqueleto del árbol en el menor tiempo posible.
- Proporcionar el desarrollo de ramas de ángulos abiertos favoreciendo la aireación e iluminación.

- Ser rápida y fácil de realizar para minimizar los costes de mano de obra.

1.2. Principios de la poda

En este apartado se intentan agrupar los principios a tener en cuenta para la realización de la poda.

- La savia suele tener una dirección ascendente, por lo que la parte más alta de la planta es la que suele tener mayor desarrollo. Por este motivo, las ramas verticales están aventajadas en el crecimiento con respecto a las horizontales. Un pinzado y arqueado propicia un mejor reparto de la savia.
- Cuanta menor longitud posee una rama, mayor vigor poseen sus brotes, lo que conlleva una menor fructificación.
- La poda sobre plantaciones jóvenes retrasa su entrada en producción.
- La longevidad de una planta, así como la fructificación, depende del equilibrio entre sistema radical y copa.
- La poda aumenta la resistencia de las plantas a la sequía al disminuir su superficie de evaporación.
- La poda de árboles frutales conlleva la disminución del número de yemas existentes en él, por lo que la nutrición y acumulación de reservas en las mismas es mayor, lo que da lugar a producciones de frutos de mayor calidad y calibre.

2. TIPOS DE PODA

En el transcurso de un ciclo agronómico se pueden distinguir distintos sistemas de poda en función de la época y la finalidad con que se realizan.

2.1. Poda de formación

Este sistema de poda tiene como fin la formación de los árboles y es imprescindible realizarlo durante los primeros años de vida del árbol para consolidar una buena base estructural a partir de la cual obtener una producción de frutos máxima en cantidad y calidad.

Los objetivos que se pretenden conseguir con la aplicación de este sistema de poda son: obtener una adecuada estructura del árbol que esté equilibrada en todas las direcciones con el fin de optimizar su aireación e iluminación, facilitar la recolección mecanizada elevando así la rentabilidad del cultivo y por último proporcionar la máxima longevidad productiva de la especie.

Su ejecución consiste en formar a una determinada altura del suelo la cruz del árbol, formada por tres ramas principales las cuales serán el apoyo de las ramas secundarias. Las tres ramas principales deben de salir de la cruz a distinta altura y lo más separadas posible entre sí, formando entre sí un ángulo de unos 120 grados.

2.2. Poda de producción

A partir de sexto año del injerto, aproximadamente, el árbol aporta una constante y significativa producción de yemas de flor, entrando en lo que se conoce como periodo de producción o de fructificación. En los años que abarca este periodo es necesaria la aplicación de la poda de producción con el fin de que el árbol mantenga unas mínimas reservas con las que pueda producir fructificaciones anuales regulares.

Los objetivos que se pretenden conseguir con este sistema de poda de producción son: mantener los límites del árbol dentro de su espacio en la plantación conservando así la producción en los alrededores del centro del árbol, maximizar la iluminación y aireación, conseguir producciones más regulares y reducir la vecería, y por último, estimular la renovación del árbol permitiéndole desarrollar ramas nuevas.

La ejecución de este sistema de poda consiste en primer lugar en la eliminación de todas las ramas que se dirijan hacia el interior del árbol. Hecho esto, se eliminan aquellas ramas laterales que interfieran con otras mejor situadas, o que se encuentren en oposición con otras de mayor diámetro o bien que formen ángulos agudos excesivos. Por último, se procede al despunte de ramas para eliminar la dominancia apical, favorecer la ramificación y dar mayor vigor al árbol.

2.3. Poda de rejuvenecimiento

Este sistema de poda está dirigido a árboles envejecidos, los cuales se encuentran en su última fase, contando con rebosante vegetación, con muy escasas yemas vegetativas y numerosas fructíferas que no tienen reservas suficientes para dar frutos.

Estas condiciones hacen necesario un severo aclareo anual de ramas de dichos árboles hasta que las yemas terminales generen ramas con suficientes yemas vegetativas que permitan la renovación del árbol año a año.

No obstante, no hay que olvidar que con este sistema de poda se renueva, a lo largo de varios años, la parte aérea de la planta, pero el sistema radical sigue estando envejecido, por lo que no se debe esperar de estos árboles una producción que equipare a la producción de árboles jóvenes.

3. ELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PODA

Por todo lo dicho y desarrollado anteriormente, en el cultivo objeto de este proyecto se procederá inicialmente a la poda de formación del conjunto de árboles que componen la plantación.

Posteriormente, alrededor del sexto año desde el injerto se ejecutará el sistema de poda de producción, en busca de obtener en el menor tiempo posible las producciones máximas del cultivo. Una vez llegados a este momento, se pretenderá que esas producciones máximas sean lo más longevas posibles en el tiempo.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M. (2004). Fruticultura, 493 pp. Mundi-Prensa. Madrid.
- Centro Agrario “El Chaparrillo”. Servicio de Investigación, Formación y Tecnología Agraria: “Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros”. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Toledo, 2005.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- de Velasco, M. C. R., de Velasco, R. C. R. (2004). Diseños de plantación y formación de árboles frutales (Vol. 16). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Grisvard, P. (1994). La poda de los árboles frutales. Mundi-Prensa Libros.
- Tiscornia, J. R. (1969). El arte de podar frutales (No. SB357 T57). Albatros.

ANEXO XI

Programa de Fertilización

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	NUTRIENTES	1
2.1.	Macronutrientes	1
2.2.	Micronutrientes	2
3.	PROGRAMA DE ABONADO	3
3.1.	Antes de la plantación	3
3.2.	Después de la plantación	4
4.	CORRECCIÓN DEL PH	5
5.	BIBLIOGRAFÍA	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades de unidades de macronutrientes por árbol (g) aconsejadas en Turquía en función de la concentración de los elementos principales en hoja (% de materia seca) a partir del décimo año.	5
---	---

1. INTRODUCCIÓN

El pistachero, como ya se ha comentado anteriormente, es una especie de gran rusticidad capaz de desarrollarse en suelos muy pobres en los cuales serían inviábiles otros cultivos; pese a esto, responde bien a la aplicación de abonos, especialmente en suelos con niveles de fertilidad bajos.

La nutrición está relacionada con unos determinados factores como la profundidad y textura del suelo, el marco de plantación, el portainjerto o el pH, entre otros, los cuales influyen a las capacidades del árbol como la capacidad de nutrición del o de intercambio catiónico.

De la nutrición del suelo depende por tanto la fertilidad del mismo, entendiendo la fertilidad del suelo como la capacidad de este para suministrar todos los nutrientes que necesitan las plantas, tanto en cantidad como en forma asimilable por estas.

2. NUTRIENTES

Para conseguir un óptimo desarrollo del árbol son fundamentales un determinado número de nutrientes. En función de la cantidad necesaria de estos en la planta, se pueden diferenciar en macronutrientes, necesarios en importantes cantidades, y micronutrientes, necesarios en pequeñas cantidades.

En los frutos del pistacho los elementos más abundantes son: el nitrógeno en el embrión, el potasio en el mesocarpio y el cobre en el endocarpio.

2.1. Macronutrientes

➤ NITROGENO

Utilizado por la planta para sintetizar aminoácidos y ácidos nucleicos. Es el elemento más consumido anualmente por la planta (700 gramos/árbol aproximadamente). Su aplicación anual se realiza en dos veces, a principios de primavera y a principios de verano. Su deficiencia provoca brotación tardía y problemas foliares.

➤ FÓSFORO

Junto con el nitrógeno, es el elemento más limitante en el rendimiento del cultivo ya que está presente en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular. Su

consumo anual es 50 gramos/árbol aproximadamente. Su deficiencia provoca una brotación de yemas tardía, aparición de manchas necróticas irregulares en los bordes de las hojas y eleva la posible marchitez del árbol por causa de verticilosis.

➤ **POTASIO**

Es un elemento con gran importancia en la planta, ya que eleva la resistencia al frío, plagas y enfermedades así como también eleva el contenido de aceite en los frutos. Favorece el crecimiento vegetativo y el proceso de fructificación. Su consumo es realizado mayoritariamente por el fruto y por ende varía en los años *ON*, donde es alrededor de 1000 gramos/árbol, y en los años *OFF*, donde es de 480 gramos/árbol aproximadamente. Su deficiencia acarrea problemas en el desarrollo de los árboles y sus rendimientos son menores.

➤ **CALCIO**

Elemento importante en el desarrollo de raíces y hojas. Junto con el nitrógeno es el elemento más consumido. Su escasez afecta tanto al crecimiento vegetativo como al sistema radical, ocasionando un tamaño de árbol más pequeño de lo habitual y con menor densidad de hojas.

➤ **MAGNESIO**

Elemento fundamental en la fotosíntesis, ya que es un componente de la clorofila. Activa procesos enzimáticos y de crecimiento. Generalmente los suelos cuentan con una cantidad suficiente de este elemento; por el contrario, si fuese necesario se incorporaría mediante sulfato de magnesio. Su deficiencia se aprecia por tanto en las hojas, las cuales adquieren un color pálido llegando a aparecer clorosis en sus bordes.

2.2. Micronutrientes

➤ **HIERRO**

Elemento catalizador en la formación de clorofila y portador de oxígeno en diversos procesos enzimáticos. Su deficiencia provoca la conocida clorosis férrica, la cual se puede corregir con la aplicación de quelatos a razón de unos 200 gramos/árbol en el mes de marzo.

➤ **MANGANESO**

Este elemento es constituyente estructural de las proteínas y participa en procesos enzimáticos de la fotosíntesis. Su deficiencia provoca clorosis entre la nerviación de las hojas; para corregirla es habitual emplear sulfato de manganeso o abonos complejos.

➤ **BORO**

Es uno de los micronutrientes más esenciales ya que interviene en procesos muy importantes como la floración, la viabilidad del polen, la fructificación o la estructura de la pared celular. Las aportaciones de este elemento sólo se han de realizar cuando la cantidad en hoja del mismo sea inferior a 150 ppm. Si la deficiencia de este elemento es severa, produce retraso de la brotación y la muerte de yemas apicales y brotes.

➤ **COBRE**

Elemento esencial en la fotosíntesis y formación de clorofila. Su deficiencia, relativamente frecuente en árboles jóvenes, provoca que las puntas de los brotes se curven y sequen. Esta deficiencia se puede corregir mediante aplicaciones foliares pulverizadas a base de quelatos de cobre tras la floración (100g/ha en 100 litros de agua).

➤ **ZINC**

Interviene en diversas reacciones metabólicas y sistemas enzimáticos. Está asociado al polen y al desarrollo de la semilla. Su deficiencia provoca disminución en la calidad de los frutos. En general, la mayoría de los suelos poseen una suficiente cantidad de este micronutriente.

3. PROGRAMA DE ABONADO

En este epígrafe se recogen los programas de abonado que se llevan a cabo tanto antes de la plantación como posterior a la misma.

3.1. Antes de la plantación

Previamente a la implantación del cultivo, pueden realizarse aportaciones de abono, bien en superficie con posterior pase de cultivador, o bien abonado de fondo en zanjas o en hoyos.

Respecto al abonado mineral, es habitual la aportación de alrededor de 300 U.F./ha de fósforo y de 400 U.F./ha de potasio en terrenos profundos, siendo variantes esas cifras con respecto a la provisión del suelo en cuestión.

En cuanto al abonado orgánico, este suele ser a base de estiércol meses antes de tener lugar la plantación con la finalidad de aumentar el nivel de materia orgánica, mejorando así la estructura del suelo y la fertilidad del mismo. En suelos poco profundos, el aporte suele ser de alrededor de 20 toneladas por hectárea, mientras que en suelos profundos suele ser entre 40 y 60 toneladas por hectárea.

Concretamente en Castilla-La Mancha, el desarrollo del portainjerto con o sin abonado antes de la plantación no ha aportado diferencias significativas en el crecimiento de los primeros años; pero se cree que este abonado previo si influye positivamente en el desarrollo inicial de los árboles cuyo suelo es profundo, de más de 80 cm.

3.2. Después de la plantación

Una vez puesta la plantación, el abonado se realizará una vez al año, pudiendo ser abonado de suelo, foliar o mixto. Este abonado anual que se realiza en la plantación es con el fin de cubrir las necesidades de reservas de nutrientes en el suelo y las necesidades de consumo del árbol.

Para saber cuáles son esas necesidades es preciso realizar análisis de suelo y análisis foliares respectivamente. Estos análisis proporcionan información del nivel de nutrientes del suelo y de los nutrientes y micronutrientes de las hojas permitiendo así programar el abonado en función de ellos.

Ambos análisis se comienzan a realizar alrededor del sexto año desde el injerto y, salvo anomalías, se repiten cada 4-5 años para volver a realizar un programa de fertilización de cara a los siguientes años.

Cabe destacar que el programa de fertilización es distinto en plantaciones jóvenes que en adultas ya que, en las plantaciones jóvenes se busca llevar las cantidades de todos los nutrientes al intervalo de normalidad, y posteriormente mantener esos niveles el máximo tiempo posible. En cambio, en una plantación adulta se intenta cubrir las necesidades concretas tanto del suelo como de la planta.

El programa de abonado que se muestra en la Tabla 1, es un programa recomendado en las principales áreas de cultivo de Turquía, con muchas similitudes en clima y en suelo con muchas zonas de Castilla-La Mancha. Dicho programa ofrece el número de unidades

fertilizantes a incorporar a cada árbol en función de la concentración de cada nutriente principal en la hoja.

Tabla 1. Cantidades de unidades de macronutrientes por árbol (g) aconsejadas en Turquía en función de la concentración de los elementos principales en hoja (% de materia seca) a partir del décimo año.

N	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
< 1,8	500	< 0,06	500	< 0,4	750
1,8-2,2	400	0,06-0,1	400	0,4-0,8	500
2,2-2,5	300	0,1-0,13	300	> 0,8	NC
> 2,5	NC	> 0,13	NC		

NC: Necesidades Cubiertas

Fuente: “El cultivo del Pistacho” Couceiro et al., 2013.

4. CORRECCIÓN DEL pH

Las enmiendas habitualmente empleadas para corregir el pH de un suelo sólo deben aplicarse cuando impidan el correcto desarrollo del árbol. En suelos calizos puede ser necesario disminuir el pH para favorecer la disponibilidad de elementos o reducir la proliferación de hongos patógenos. Esto se puede llevar a cabo con aplicaciones de azufre a finales de otoño a razón de 1000 kg/ha cada tres o cuatro años. Para disminuir el pH también se puede incorporar estiércol poco hecho, mezclándolo con el terreno, a razón de 30 toneladas por hectárea cada cuatro años.

Disminuyendo el pH del suelo, es decir, haciéndolo más ácido se consigue mejorar la absorción, por parte del árbol, de elementos bloqueados en el suelo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M. (2004). Fruticultura, 493 pp. Mundi-Prensa. Madrid.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- Vivancos, D. (1989). Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa.
- [http:// www.tecnicoagricola.es](http://www.tecnicoagricola.es)

ANEXO XII

Protección Fitosanitaria

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PROTECCIÓN FITOSANITARIA DEL PISTACHO	1
3.	PRINCIPALES PLAGAS DEL PISTACHERO	2
3.1.	Chinche verde (<i>Nezara viridula</i>).....	2
3.2.	Piral o tinta de semilla (<i>plodia interpunctella</i>)	2
3.3.	Psilas del pistacho (<i>Agonoscena pistaciae</i> , <i>A. targionii</i>)	2
3.4.	Clitra, galeruca, escarabajillo (<i>Labidostomis lusitánica</i>)	2
3.5.	Castañeta (<i>Vesperus xatarti</i>)	3
3.6.	Cochinilla (<i>Saessetia oleae</i>).....	3
4.	PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL PISTACHERO	3
4.1.	Botriosfera (<i>Botryosphaeria dothidea</i>)	3
4.2.	Verticilosis (<i>Verticillium dahliae</i>)	3
4.3.	Armillaria (<i>Armillaria mellea</i>).....	4
4.4.	Fitóftora (<i>Phytophthora citrícola Swada</i>).....	4
4.5.	Alternaria (<i>Alternaria alternata</i>)	4
5.	BIBLIOGRAFÍA	5

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recopilan las principales plagas y enfermedades que pueden afectar al cultivo del pistacho. El objetivo es mantener libre de estas a la plantación objeto de este proyecto ya que, las plagas y enfermedades son la principal causa de pérdidas en los cultivos.

La utilización de productos fitosanitarios se debe de concebir como una última solución, ya que se han de priorizar las buenas prácticas agrícolas en el cultivo para impedir el desarrollo de enfermedades y parásitos.

En el caso del cultivo del pistacho, hasta el momento, no se ha visto afectado por plagas o enfermedades importantes, probablemente debido a ser un cultivo relativamente nuevo, por lo que no se descarta la aparición futura de las mismas.

Concretamente en Castilla-La Mancha, las condiciones de baja humedad relativa en verano y las extremas temperaturas propician la reducida aparición de parásitos.

2. PROTECCIÓN FITOSANITARIA DEL PISTACHO

El desarrollo de plagas y enfermedades está influenciado por distintos factores como el suelo, el clima y el estado sanitario de las plantas.

El suelo influye decisivamente en las enfermedades nutricionales del árbol, así como en el desarrollo de nematodos y enfermedades de la raíz. Por otro lado, el clima influye en la presencia y desarrollo de casi todas las plagas y enfermedades ya que dicho desarrollo está ligado a factores como temperatura, precipitación y humedad.

Finalmente, el estado sanitario inicial de la planta, tanto del portainjerto como de la variedad injertada, es importante respecto a los virus que podrían portar así como a plagas que podrían llegar a desarrollar en un futuro.

En el cultivo del pistacho, las plagas más habituales suelen ser pulgones y gorgojos, y en menor medida, ácaros. Aunque la presencia de estos últimos se elimina con el uso de productos fitosanitarios a base de azufre.

3. PRINCIPALES PLAGAS DEL PISTACHERO

3.1. Chinche verde (*Nezara viridula*)

Pese a que no se han desarrollado métodos de muestreo específicos, la comprobación de existencia de chinches resulta fácil colocando un papel o tela blanca debajo del árbol y posteriormente golpeando las ramas. Las medidas de prevención consisten en eliminar todas aquellas plantas adventicias en las que se desarrolla dicho insecto. Como medidas biológicas existen diversos parasitoides como los himenópteros de las familias *Scelionidae* y *Encyrtidae* que parasitan los huevos de las chinches.

3.2. Piral o tinta de semilla (*plodia interpunctella*)

Su presencia se conoce colocando polilleros con feromonas para controlar las poblaciones. Como medias preventivas es aconsejable ventilar los productos almacenados para evitar en estos aumentos de humedad o temperaturas elevadas. Los medios biológicos para luchar contra esta plaga recaen en el uso de parásitos de las larvas como los himenópteros *Venturia canescens* y *Habrobracon hebetor*. En cuanto a medios físicos existen trampas pegajosas que inmovilizan las polillas adultas frenando así su ciclo reproductor.

3.3. Psilas del pistacho (*Agonoscaena pistaciae*, *A. targionii*)

Se detectan fácilmente con la presencia de masas algodonosas y ninfas en el envés de las hojas de color amarillo-anaranjado. Los medios biológicos para luchar contra ellas consisten en favorecer la presencia de enemigos naturales o, en su caso, liberar insectos depredadores como la mariquita o parasitoides como la avispa. En cuanto a medios físicos las trampas cromotrópicas adhesivas podrían ayudar en la reducción de las poblaciones de adultos.

3.4. Clitra, galeruca, escarabajillo (*Labidostomis lusitánica*)

Suele estar presente en las malas hierbas hospedantes de esta plaga. El control biológico de la plaga se realiza mediante microorganismos entomopatógenos. El control físico consiste en golpes manuales muy localizados en las ramas y recogida en bolsas de los adultos. Para esta plaga, existen diversos insecticidas autorizados que proporcionan un control eficaz de la misma.

3.5. Castañeta (*Vesperus xatarti*)

En los meses de noviembre y diciembre, suelen localizarse plastones de huevos bajo la corteza de los árboles. El control biológico se puede realizar mediante la incorporación de diversos nematodos parásitos del género *Steinernema*. También se pueden instalar trampas específicas con feromonas para el control del vuelo de adultos a finales de octubre o trampas para huevos en otoño.

3.6. Cochinilla (*Saessetia oleae*)

Es habitual realizar un muestreo en junio para determinar la presencia de esta plaga. La cochinilla tiene numerosos parásitos himenópteros, como *Scutellysta cyanea*, y coccinélidos, como *Chilochorus bipustulatus*, que a veces detienen la propagación de la plaga. En caso de realizar algún tratamiento químico, se debe realizar en verano, cuando todos los huevos hayan eclosionado.

4. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL PISTACHERO

4.1. Botriosfera (*Botryosphaeria dothidea*)

Se suelen realizar dos o tres inspecciones durante el periodo vegetativo para buscar posibles brotes afectados y durante el invierno se vigila la presencia de lesiones el tronco y ramas. Un buen manejo del riego es fundamental en el desarrollo de esta enfermedad, siendo lo más aconsejable el riego por goteo. En la lucha biológica contra esta enfermedad se ha reportado éxito en el control *in vitro* con el hongo antagonista *Paenibacillus lentimorbus*. Como tratamientos químicos, el más habitual es el uso de fungicidas en primavera con la aparición de las panículas foliares.

4.2. Verticilosis (*Verticillium dahliae*)

Son de fácil detección sus características como la marchitez repentina de las hojas. Como medidas preventivas está la sanidad inicial de la planta y la limpieza y desinfección de maquinaria y aperos. En caso de confirmar la presencia de verticilosis, según la guía de gestión integrada de plagas para el cultivo del pistacho del Ministerio de Agricultura, se deben cortar y quemar las ramas, realizar una fertilización equilibrada y un manejo adecuado del riego, además de eliminar las malas hierbas sensibles a la verticilosis como *Amaranthus* y *Chenopodium*, y solarizar el suelo de la planta afectada.

4.3. Armillaria (*Armillaria mellea*)

A mediados de otoño salen las setas de la *Armillaria mellea* junto a la base del tronco de los árboles infectados. Este hongo es uno de los mayores problemas de muchos cultivos leñosos y se transmite mediante las esporas que emiten dichas setas. Los síntomas que aparecen en la parte aérea no son específicos de este hongo, sino que pueden confundirse con signos de otra enfermedad. Este hongo acaba matando al árbol de forma fulminante ya que se alimenta del cambium del árbol. Con la muerte del árbol no muere el hongo, sino que sus filamentos siguen extendiéndose bajo el suelo. Las formas de luchar contra este hongo con, o bien biológicamente mediante la utilización del hongo *Trichoderma harzianum*; o químicamente mediante la aplicación formulaciones comerciales autorizadas.

4.4. Fitóftora (*Phytophthora citricola Swada*)

La detección de este hongo no resulta difícil debido a los numerosos síntomas que presenta ya que las hojas de los árboles afectados con normalmente escasas, pequeñas y cloróticas. Además sus frutos son de pequeño tamaño y pueden quemarse por el sol. Por otro lado, si el sistema radical es infectado en otoño, los síntomas aéreos no aparecen hasta la siguiente estación. Los árboles infectados por este hongo tardan en morir varias semanas o incluso meses desde la aparición de los primeros síntomas. Para el control de este hongo es fundamental un adecuado manejo del riego. La lucha más habitual es el uso de portainjertos resistentes a esta enfermedad.

4.5. Alternaria (*Alternaria alternata*)

Habitualmente se realiza un muestreo a mediados de julio para determinar su posible presencia. Los primeros síntomas aparecen, en función de la humedad relativa de la parcela, en la segunda mitad del mes de julio y el mes de agosto. En cuanto a medidas biológicas, se ha reportado en cultivo *in vitro* un efecto antagonista por parte de una cepa de *Bacillus subtilis*. La lucha física consiste en realizar una constante limpieza del árbol a base de podas ligeras y sellados posteriores de heridas de poda. En cuanto a medios químicos, se han detectado resistencias de *Alternaria* spp. a ciertos grupos de fungicidas; por este motivo desde el Ministerio de Agricultura se recomienda alternar materias activas con distinto modo de acción. Estos tratamientos químicos se realizan desde plena floración hasta verano.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Agrario “El Chaparrillo”. Servicio de Investigación, Formación y Tecnología Agraria: “Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros”. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Toledo, 2005.
- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., & Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- El cultivo del Pistachero: ASAJA-Cuenca Madrid, Abril 2006.
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha ([http:// www.jccm.es](http://www.jccm.es))
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).

ANEXO XIII

Recolección y Postcosecha

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	RECOLECCIÓN.....	1
2.1.	Índice de maduración	1
2.2.	Proceso de recolección.....	2
3.	PROCESADO DEL FRUTO	3
3.1.	Transporte y almacenamiento	3
3.2.	Pelado.....	3
3.3.	Secado	3
3.4.	Almacenaje	4
3.5.	Salado y tostado	4
4.	CALIDAD DE COSECHA.....	5
5.	USO Y VALOR NUTRITIVO	5
6.	BIBLIOGRAFÍA	5

1. INTRODUCCIÓN

En el cultivo del pistacho, tanto la recolección como el procesado posterior son dos fases fundamentales, pues son las últimas etapas de un largo proceso productivo en el que se pone en juego la calidad, y por tanto, la posterior comercialización de la producción.

La recolección es una de las operaciones más caras del cultivo, motivo por el cual cobra gran importancia su correcta planificación y forma de realización, con el fin de aumentar al máximo la rentabilidad de la producción.

En plantaciones familiares, lo más usual es la recolecta de forma manual. Esto no ocurre en las grandes plantaciones en donde, tanto por motivos económicos como de tiempo es necesaria la recolección mecanizada. La forma más extendida de recolección mecanizada es el uso de vibrador a tronco con paraguas plegable.

El procesado posterior se refiere al conjunto de operaciones que se han de realizar desde la recolección del pistacho hasta su comercialización. Estas labores son el pelado de los frutos, selección de frutos vacíos, abiertos, manchados, mal pelados, calibración de frutos, etc. Este conjunto de labores tiene una parte en común con otros frutos secos como la almendra, muy producida en la zona, como es el pelado y el secado del fruto, por lo que al agricultor no le serán de dificultad realizarlas al tener experiencia similar con otros cultivos.

En general, en las explotaciones de pistacho, la labores posteriores a la cosecha que realiza el agricultor son las de pelado y secado del fruto, ya que para el resto de operaciones la cosecha es llevada a plantas de procesado de pistacho. Con el fin de potenciar la calidad de los frutos, éstos deben ser llevados a la planta procesadora lo más intactos posibles.

2. RECOLECCIÓN

En Castilla-La Mancha, la mayor parte de las variedades de pistacho adquieren el óptimo de maduración a lo largo del mes de septiembre. No obstante, esto es variante en función de las circunstancias climáticas del año y la variedad en concreto. La fijación de una fecha concreta de recolección resulta difícil de indicar debido a que la maduración de este cultivo tiene lugar de forma escalonada, al igual que sucede anteriormente con la floración del mismo.

2.1. Índice de maduración

La madurez de los frutos se pone de manifiesto con el cambio de color de la envoltura externa (epicarpio) desde un color verde a uno rosado. Mientras que el fruto permanece en el

árbol, esta envoltura recubre la cáscara. En la maduración, esta cáscara (endocarpio) deja de ser translúcida y se vuelve opaca.

A la vez que tienen lugar estos cambios en el exterior del fruto, se producen cambios a nivel interior como la disminución de la humedad, respiración y contenido en proteínas y a la vez aumentan las sustancias de reservas (grasas y azúcares). En la zona de escisión del fruto con el péndulo que lo sujeta también se producen cambios que hacen que los frutos se desprendan con facilidad del árbol.

La recolección se puede realizar en una o varias pasadas. En la plantación objeto de este proyecto se realizará en un único pase con el fin de reducir costes. Así, al realizar la recolección en un único pase, el momento óptimo será cuando el 50-60% de los frutos tengan el epicarpio rojizo, ya que si dicha recolección se demora, podrían ocasionarse diversos problemas como la infección por hongos, ataque de aves o parásitos, etc., lo que reduciría considerablemente la rentabilidad de la producción.

La recogida se debe realizar en los periodos secos para evitar así la contaminación de los frutos por hongos. De tal forma, si se han producido precipitaciones en los días previos a la recolección, ésta se debe posponer un par de días para reducir el contenido en humedad de los frutos en la recogida.

2.2. Proceso de recolección

El proceso de recolección debe realizarse en el menor intervalo de tiempo posible y, como se ha dicho anteriormente, en periodos secos, para evitar así la proliferación de hongos entre la cáscara y el pellejo del fruto, lo que ennegrecería dicha cáscara (endocarpio) y contaminaría el fruto, por lo que se produciría una pérdida de la calidad de la producción con su respectiva devaluación económica.

La recolección puede realizarse de forma manual o mecánica. Durante los primeros años del cultivo (del 4º al 7º año aproximadamente) la recolección suele realizarse con mochila vibradora a rama por tres motivos. El primer motivo es que la producción es reducida por ser los primeros años de producción; el segundo motivo es que los árboles no están lo suficientemente desarrollados para emplear un vibrador a tronco en ellos, y por último, no es aconsejable la técnica del vareo tradicional ya que este produce heridas de lenta cicatrización.

A partir del séptimo u octavo año del cultivo tanto la producción, como el desarrollo de los árboles, comienza a ser suficiente para realizar una recolección empleando un vibrador a tronco y paraguas recolector acoplados a un tractor.

Llegado el momento de recolección, si el propietario de la explotación no cuenta con la maquinaria nombrada anteriormente procederá al alquiler de la misma.

Una vez realizada la recolección, el pelado y secado del fruto lo realizará el propietario de la explotación en naves agrícolas, con las que cuenta en propiedad, para la realización de tales procesos en las distintas producciones de sus cultivos. Cabe destacar que el pelado de los frutos debe realizarse en las primeras 24 horas tras la recolección.

Tras el pelado y secado, la producción será llevada a una planta de procesado.

3. PROCESADO DEL FRUTO

El conjunto de labores que conforman el procesado del fruto serán realizadas, como ya se ha dicho, una parte por el agricultor y el resto por una planta de procesado.

3.1. Transporte y almacenamiento

El transporte de la producción tras la recolección debe realizarse lo más rápido y cuidadosamente posible para evitar posibles daños que afecten a la calidad de la misma. En lo referente al almacenaje de la producción, debe ser siempre en un lugar fresco y aireado, lo que permitirá alargar el mismo hasta un máximo de 24 horas desde la recolección.

Si el pelado de los frutos se retrasa más de las 24 horas siguientes a la recolección, el almacenamiento debe realizarse en unas condiciones de temperatura y humedad determinadas de 0 °C y 70%, respectivamente, en las cuales se podría mantener hasta un máximo de 7-8 semanas.

3.2. Pelado

Debe realizarse en las 24 horas posteriores a la recolección, con la finalidad reducir posibles contaminaciones y obtener la máxima blancura de la cáscara. Normalmente, la recolección realizada por la mañana suele ser pelada por la tarde.

La operación de pelado puede realizarse empleando diferentes máquinas. En Castilla-La Mancha, es muy usual el empleo de peladoras de almendras con algunas modificaciones debido a que es un tipo de maquinaria con la que frecuentemente cuentan los agricultores por tratarse de maquinaria de un cultivo muy extendido en la zona.

3.3. Secado

Se trata de una de las operaciones postcosecha de mayor importancia pues, de ella dependen tanto el valor nutricional como el sabor de fruto final. El proceso en sí mismo consiste

en la disminución de la humedad de los frutos que varía desde un 20-50%, tras la recolección, hasta un 4-7% tras el secado.

El secado natural es el más beneficioso puesto que es el que mantiene la máxima calidad organoléptica de los frutos. El secado realizado por el propio agricultor consiste en extender los frutos en el interior de una nave bien ventilada entre 3-7 días hasta alcanzar una humedad de los frutos entre un 6-7%.

El secado realizado en las plantas de procesado se realiza utilizando maquinaria específica para tal fin. Las más utilizadas son secaderos verticales u horizontales con gasoil como fuente calorífica y con salida de gases de combustión alejada de los frutos. Cabe destacar que el rendimiento de los secaderos verticales es mayor que el de los horizontales.

3.4. Almacenaje

La conservación de los frutos depende del contenido de humedad de los mismos, de la humedad relativa ambiental, de la temperatura de almacenaje, de la concentración de oxígeno y de un control de insectos.

Con humedades del fruto inferiores al 7% y temperaturas inferiores a 25 °C se impide el desarrollo de hongos. Dichos frutos, con un 7% o menos de humedad, pueden conservarse a 20 °C y con una humedad ambiental de un 65% durante un año aproximadamente sin que sufran daños.

Si el almacenamiento se desea realizar durante mayor tiempo, éste debe hacerse a una temperatura comprendida entre los 0 y los 10 °C con el fin de, además de limitar la aparición de hongos, disminuir el riesgo de oxidación de lípidos lo cual afectaría a la calidad organoléptica del fruto. También es destacable que una disminución del oxígeno ambiental (<5%) mantiene el sabor de los frutos durante más tiempo. Por este motivo es precisamente por el que el empaquetamiento más idóneo con el fin de preservar la máxima calidad de los frutos es el envasado al vacío.

3.5. Salado y tostado

El tostado de los frutos es un aspecto muy subjetivo ligado a la obtención de sabor y textura determinados. Esto da lugar a que existan diferentes tipos de tueste en función del resultado que se pretenda.

Para el salado, los pistachos con cáscara al 7% de humedad son sumergidos en una solución en salmuera al 15-20 % (150-200 gramos de sal por cada litro de agua), agitándolos durante unos minutos (3-4 minutos aproximadamente) para secarlos posteriormente a una temperatura de 70 °C hasta conseguir nuevamente una humedad del 7%.

En el tostado, se introducen en salmuera al 15% durante 30-35 minutos y nuevamente se secan a 70°C para proceder a continuación al tostado con aceite durante unos 8-10 minutos seguido de una centrifugación de 5 minutos a 2.000 r.p.m. para eliminar el aceite sobrante.

4. CALIDAD DE COSECHA

La calidad final de la cosecha vendrá determinada tanto por factores externos como por internos. Entre los factores externos se pueden evaluar el calibre, la abertura del fruto y la blancura de la cáscara. Por otro lado, en lo referente a factores internos de calidad estarían aquellos relacionados con el grano y sus características organolépticas.

5. USO Y VALOR NUTRITIVO

La forma mayoritaria de comercialización de los pistachos es tostados, salados y con cáscara, no siendo la única, puesto que también se pueden encontrar, aunque en menor medida, de otras formas como por ejemplo sin tostar, sin cáscara o fritos.

Los usos principales del pistacho son diversos. El más generalizado es su consumo como fruto seco pero también es muy utilizado en la industria heladera y confitera, y en menor medida, el aceite extraído del pistacho es utilizado en cosmética.

El valor nutricional de los pistachos es el siguiente:

- Materia grasa 44% (monoinsaturadas 24%, poliinsaturadas 14% y saturadas 6%)
- Proteínas 21%
- Carbohidratos 28%
- Minerales 3%
- Agua 4%
- 564 Calorías/100 gramos de fracción comestible de pistacho.

Los pistachos destacan por la cantidad de proteínas, vitamina A, hierro y potasio que poseen, ya que es superior a la de otros frutos secos, además de su alto contenido en fibra.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo Martínez, L. A. (2013). Plantación de 22, 46 Ha. de pistachero ecológico en el término municipal de Manzanares (Ciudad Real).
- Batlle, I., Romero, M. A., Vargas, F. J. (2002). Posibilidades del cultivo del pistachero en España.

- Couceiro, J. F., Guerrero, J., Gijón, M. C., Pérez-López, D., Moriana, A., Rodríguez, M. (2013). El cultivo del pistacho. Ediciones Paraninfo, Madrid.
- López, M. C. G., López, J. F. C., Moriana, A., Villaseñor, J. G. (2006). La recolección y el procesado del fruto en el pistachero. *Vida rural*, (232), 50-58.

ANEXO XIV

Diseño del riego

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DISEÑO AGRONÓMICO	1
2.1. Evapotranspiración máxima del cultivo (ET_c)	2
2.1.1. Cálculo de la ET_0	2
2.1.2. Coeficiente de cultivo (K_c).....	3
2.1.3. Coeficiente de localización (K_1)	4
2.2. Necesidades netas de riego (N_n).....	5
2.3. Necesidades totales de riego (NT_r)	8
2.4. Número de emisores por árbol (N_e)	10
2.4.1. Superficie mojada por la planta (SM_p).....	10
2.4.2. Superficie mojada por el emisor (SM_e)	11
2.5. Separación entre emisores.....	12
2.6. Separación máxima entre emisores.....	13
2.7. Tiempo de riego (Tr).....	13
2.8. Caudal continuo ficticio	15
2.9. Sectorización.....	16
3. DISEÑO HIDRÁULICO	17
3.1. Elección del emisor	17
3.2. Distribución de tuberías en el sector	18
3.2.1. Lateral portaemisores	20
3.2.2. Tubería portalaterales.....	21
3.2.3. Red secundaria	23
3.2.4. Red primaria.....	25
3.3. Dimensionamiento de la bomba.....	27
3.4. Diseño del cabezal de riego	30
4. BIBLIOGRAFÍA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos técnicos del gotero elegido para la instalación.....	18
Figura 2. Longitudes máximas por laterales en función de la separación entre emisores recomendadas por el fabricante	18
Figura 3. Distribución de tuberías en los dos sectores de riego	19
Figura 4. Distribución de tuberías en el sector 1.....	19
Figura 5. Distribución de tuberías en el sector 2.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evapotranspiración (ET_0) media mensual/anual de la estación del SIAR de Almansa (AB03) del periodo climático 2000-2018.	3
Tabla 2. Valores del coeficiente de cultivo (K_c) para el cultivo del pistacho.	4
Tabla 3. Coeficiente de localización (K_l) en función del tipo de cultivo.	4
Tabla 4. Cálculo de la ET_c (mm/día) mensual según la expresión recomendada por la FAO.	5
Tabla 5. Relación de las precipitaciones efectivas con los valores medios de precipitación.	6
Tabla 6. Precipitación media mensual (P_{mm}) y precipitación efectiva (P_e) según el método expuesto en la Tabla 5.....	7
Tabla 7. Cálculo de las necesidades netas de riego (N_n).	8
Tabla 8. Cálculo de las necesidades totales de riego (NT_r).....	10
Tabla 9. Diámetro de superficie mojada por el emisor en función de la textura de suelo y caudal del emisor.....	12
Tabla 10. Número de riegos semanales, intervalo y tiempo de riego para una temporada anual de cultivo.	14
Tabla 11. Diámetros comerciales nominales e internos en mm.	22
Tabla 12. Cuadro resumen de las tuberías de la red de distribución primaria, secundaria y terciaria. .	27
Tabla 13. Diámetros comerciales para tuberías de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento centrifugado.....	28

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recoge el diseño de riego del cultivo objeto de este proyecto, a pesar de que en un principio no se llevará a cabo su instalación, pero si es probable que se ejecute en un futuro próximo.

Cabe destacar que la puesta en marcha de este diseño de riego conllevaría la perforación previa de un pozo del que se obtendría el agua de riego, ya que es conocida la existencia de aguas subterráneas en dicha parcela.

El empleo de un sistema de riego es un modelo que se implanta con el fin de mejorar la producción de los sistemas agrícolas a los que va asociado. El riego es la práctica agronómica que más incrementa la productividad de una parcela, ya que su uso incrementa de forma notable la renta del agricultor.

El cultivo del pistacho es muy resistente frente al estrés hídrico, pudiéndose cultivar por ello en secano, sin embargo, por ese mismo motivo tiene una respuesta muy positiva al riego.

El principal efecto que tiene el riego en los cultivos leñosos es permitir mantener un volumen de copa mayor, lo que conlleva a su vez una producción mayor. Precisamente por esto, la poda y la fertilización deben adaptarse a la técnica de riego empleada. A su vez, la calidad de la producción se ve influenciada por los aportes de riego. En el cultivo del pistacho, el riego aumenta el porcentaje de frutos abiertos y disminuye el de vacíos, lo que se traduce en un incremento directo del valor de la cosecha.

2. DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico de un sistema de riego a implantar es de vital importancia, ya que en él se recogen todas las consideraciones del manejo posterior, así como sus características.

A pesar de ser conocida la adaptación del cultivo del pistacho a climas muy secos, con precipitaciones reducidas, también es conocida la respuesta tan positiva que tiene cuando es regado.

En este apartado se recogen los momentos de riego, dosis, emisores y resto de componentes necesarios para llevar a cabo una correcta instalación.

Como se ha dicho anteriormente, la disponibilidad de agua procederá de la ejecución de un pozo en la propia parcela ya que existe agua subterránea en la misma. Por lo tanto,

salvo excepciones como épocas de sequía, no cabe esperar problemas por restricciones de agua.

2.1. Evapotranspiración máxima del cultivo (ET_c)

El término ET_c (evapotranspiración máxima del cultivo), hace referencia a la pérdida de agua en el suelo como consecuencia de la transpiración y absorción de humedad por parte de la planta, más la pérdida por la evaporación. Conocer este parámetro es útil para calcular el agua necesaria que debe ser incorporada para que el sistema planta-suelo se encuentre en equilibrio, y evitar así descensos en la producción.

El método más utilizado para el cálculo de la ET_c es el recomendado por la FAO, el cual se muestra en la siguiente expresión:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \cdot K_r$$

Donde:

- ET_c = Evapotranspiración máxima del cultivo (mm/día)
- ET_0 = Evapotranspiración de referencia (mm/día)
- K_c = Coeficiente del cultivo
- K_r = Coeficiente de localización

2.1.1. Cálculo de la ET_0

Para el cálculo de la ET_c , es necesario conocer la evapotranspiración de referencia (ET_0) que se produce en la zona de estudio. Este parámetro, definido por Thornthwaite y Penman en 1948, hace referencia a la evapotranspiración de referencia en una superficie provista de vegetación espontánea, bien provista de agua, en perfecto estado de crecimiento y cuyo factor determinante es el clima.

En el caso de este proyecto, este parámetro fue estudiado en el **Anexo nº3 “Estudio Climatológico”**. En la Tabla 1 se recogen los valores de evapotranspiración de la estación del SIAR de Almansa (AB03), estación más cercana a la parcela de estudio, referente al periodo de 2000-2018.

Tabla 1. Evapotranspiración (ET_0) media mensual/anual de la estación del SIAR de Almansa (AB03) del periodo climático 2000-2018.

	ET_0 (mm/mes)	ET_0 (mm/día)
Enero	44,05	1,42
Febrero	54,94	1,96
Marzo	91,54	2,95
Abril	113,85	3,80
Mayo	143,35	4,62
Junio	176,26	5,88
Julio	196,53	6,34
Agosto	178,71	5,76
Septiembre	120,65	4,02
Octubre	79,95	2,58
Noviembre	40,34	1,34
Diciembre	36,05	1,16
Año	106,35	3,49

Fuente: SIAR. (Elaboración propia)

2.1.2. Coeficiente de cultivo (K_c)

El coeficiente de cultivo (K_c), es un parámetro usado para expresar la relación entre la evapotranspiración del cultivo y la ET_0 . En un cultivo existen variaciones durante las distintas fases de crecimiento que hacen que los valores de K_c varíen para un mismo cultivo en sus diferentes etapas, reflejando los cambios que experimenta el cultivo en cuanto a vegetación y cobertura. Cuanto más grande es este coeficiente, mayor es el consumo de agua por parte del árbol.

En el caso del pistachero, al tratarse de un árbol caducifolio, la K_c presenta valores de 0 durante el reposo invernal, desde la senescencia de la hoja hasta la brotación del siguiente año. A medida que se incrementa la superficie foliar los valores de K_c aumentan progresivamente, hasta que alcanzan sus valores máximos en la época estival.

La Tabla 2 muestra los valores de K_c mensuales para el cultivo del pistacho:

Tabla 2. Valores del coeficiente de cultivo (K_c) para el cultivo del pistacho.

	K_c
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0,25
Mayo	0,8
Junio	1,13
Julio	1,19
Agosto	1,16
Septiembre	0,93
Octubre	0,56
Noviembre	0,35
Diciembre	0

Fuente: López, María del Carmen Gijón, y col. "Riego deficitario controlado en olivo y pistachero." Agricultura: Revista agropecuaria 930 (2010): 458-462.(Elaboración propia)

2.1.3. Coeficiente de localización (K_1)

Este coeficiente refleja la fracción de área sombreada por el cultivo, la cual viene determinada por la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Prh}{M}$$

Donde:

- Prh: Proyección horizontal de la vegetación
- M: Marco de plantación
- A: Fracción de la superficie del suelo sombreada por el cultivo, respecto a la superficie total

$$A = \frac{\pi \cdot 22}{6 \cdot 7} = 0,3 \text{ (30 \%)}$$

Una vez conocida dicha fracción de área sombreada, el cálculo del coeficiente de localización (K_1) varía en función del tipo de cultivo (Tabla 3).

Tabla 3. Coeficiente de localización (K_1) en función del tipo de cultivo.

Cultivos Cítricos	$K_1 = - 0,0002 \cdot A^2 + 0,0284 \cdot A + 0,061$
Cultivos Leñosos	$K_1 = - 0,0002 \cdot A^2 + 0,0283 \cdot A - 0,0347$

Fuente: Apuntes de Ingeniería del Riego-Universidad Politécnica de Valencia (J. Arviza Valverde, 2017).

En el caso del presente proyecto, al tratarse de un cultivo leñoso, el coeficiente de localización (K_1) según las fórmulas anteriores sería el siguiente:

$$K_1 = - 0,0002 \cdot 30^2 + 0,0283 \cdot 30 - 0,0347 = 0,63$$

El problema actual que se presenta con este coeficiente reside en que las fórmulas expuestas en la Tabla 3 son muy antiguas, por lo que se han quedado obsoletas y en la actualidad no están en uso para el cálculo del coeficiente de localización, puesto que no proporcionan un valor real del mismo. Hoy en día, existen valores predeterminados para este coeficiente, siendo para cultivos leñosos $K_1=0,8$ y para cultivos hortícolas $K_1=1$ (Apuntes de *Ingeniería del Riego*-Universidad Politécnica de Valencia (J. Arviza Valverde, 2017)).

Por tanto, el valor del coeficiente de localización que se tomará será el más actualizado, $K_1 = 0,8$.

Una vez conocidos los valores de ET_0 , K_c y K_1 , se puede proceder al cálculo de la ET_c (mm/día) mensual mediante la expresión recomendada por la FAO (Tabla 4).

Tabla 4. Cálculo de la ET_c (mm/día) mensual según la expresión recomendada por la FAO.

Mes	ET_0 (mm/mes)	K_c	K_1	ET_c (mm/mes)
Enero	44,05	0,00	0,80	0,00
Febrero	54,94	0,00	0,80	0,00
Marzo	91,54	0,00	0,80	0,00
Abril	113,85	0,25	0,80	22,77
Mayo	143,35	0,80	0,80	91,74
Junio	176,26	1,13	0,80	159,34
Julio	196,53	1,19	0,80	187,10
Agosto	178,71	1,16	0,80	165,84
Septiembre	120,65	0,93	0,80	89,76
Octubre	79,95	0,56	0,80	35,82
Noviembre	40,34	0,35	0,80	11,30
Diciembre	36,05	0,00	0,80	0,00

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Necesidades netas de riego (N_n)

Para el cálculo de la dosis de riego y del diseño hidráulico de la instalación se tomará como referencia el mes más desfavorable, es decir, el mes de máximas necesidades, para asegurar así que el aporte de agua requerido durante el resto del año quede satisfecho. En el caso de este proyecto, se tomará como referencia el mes de julio por ser el mes de mayor ET_c . La obtención de las necesidades netas de riego viene determinada por la siguiente fórmula:

$$N_n = ET_c - P_e$$

Donde:

- N_n : Necesidades netas de riego (mm)
- ET_c : Evapotranspiración del cultivo (mm)
- P_e : Precipitación efectiva (agua que queda disponible tras infiltrarse en el suelo para ser provista por el sistema radicular) (mm)

De esta forma, únicamente será necesario el aporte de agua mediante riego en los meses donde la demanda sea superior al aporte de las precipitaciones.

El cálculo de la precipitación efectiva es una labor ardua, debido en gran medida a que solo se suelen disponer de valores medios de precipitación. Un método simple para relacionar las precipitaciones efectivas con los valores medios de precipitación es el que se muestra en la Tabla 5. Los resultados obtenidos deben considerarse como orientativos debido a la simplicidad de los cálculos.

Tabla 5. Relación de las precipitaciones efectivas con los valores medios de precipitación.

Si $P_{mm} > 75$ mm	$P_e = 0,8 \cdot P_{mm} - 25$
Si $P_{mm} \leq 75$ mm	$P_e = 0,6 \cdot P_{mm} - 10$
En ambos casos si $P_e < 0 \rightarrow P_e = 0$	
P_e = Precipitación efectiva (mm)	
P_{mm} = Precipitación media mensual (mm)	

Fuente: Apuntes de *Ingeniería del Riego*-Universidad Politécnica de Valencia (J. Arviza Valverde, 2017).

En el caso de este proyecto, la precipitación anual del periodo climático 2000-2018 de la estación del SIAR de Almansa (AB03) es de 356,43 mm, por tanto, la precipitación media mensual es $356,43/12 = 29,7$ mm < 75 mm. En la Tabla 6 se muestran los resultados de la precipitación efectiva calculados según el método expuesto en la Tabla 5.

Tabla 6. Precipitación media mensual (Pmm) y precipitación efectiva (Pe) según el método expuesto en la Tabla 5.

MES	Pmm (mm/mes)	Pe (mm)
Enero	21,98	3,19
Febrero	21,34	2,81
Marzo	37,70	12,62
Abril	41,70	15,02
Mayo	41,43	14,86
Junio	22,50	3,50
Julio	9,38	0,00
Agosto	19,82	1,89
Septiembre	40,77	14,46
Octubre	30,90	8,54
Noviembre	41,85	15,11
Diciembre	27,07	6,24
Pe = Precipitación efectiva (mm)		
Pmm = Precipitación media mensual (mm)		

Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculada la Evapotranspiración del cultivo (ET_c) y la precipitación efectiva (Pe), se pueden calcular las necesidades netas de riego (N_n) según la ecuación:

$$N_n = ET_c - Pe$$

Para el mes de máximas necesidades que es julio, el cálculo de las necesidades netas de riego serán:

$$N_n = 187,10 - 0 = 187,10 \text{ mm/mes}$$

Si se dividen esas necesidades netas por el número de días que tiene el mes de julio se obtienen las necesidades netas en mm/día:

$$N_n = 187,10 / 31 = 6,04 \text{ mm/día} = 6,04 \text{ Litros/m}^2 \text{ y día}$$

Multiplicando esas necesidades en Litros/ m^2 y día por la superficie (m^2) que ocupa un árbol, se obtiene lo siguiente:

$$N_n = 6,04 \text{ Litros/m}^2 \text{ y día} \cdot (6 \times 7) \text{m}^2/\text{árbol} = 253,5 \text{ Litros/día y árbol}$$

Siguiendo este mismo procedimiento se han calculado las necesidades netas de riego (N_n) para un ciclo anual completo (Tabla 7).

Tabla 7. Cálculo de las necesidades netas de riego (N_n).

Mes	Et_c (mm/mes)	Pe (mm)	N_n (mm/mes)	Días/mes	N_n (mm/día)	N_n (L/día/árbol)
Enero	0,00	3,19	0,00	31	0,00	0,0
Febrero	0,00	2,81	0,00	28	0,00	0,0
Marzo	0,00	12,62	0,00	31	0,00	0,0
Abril	22,77	15,02	7,75	30	0,26	10,9
Mayo	91,74	14,86	76,89	31	2,48	104,2
Junio	159,34	3,50	155,84	30	5,19	218,2
Julio	187,10	0,00	187,10	31	6,04	253,5
Agosto	165,84	1,89	163,95	31	5,29	222,1
Septiembre	89,76	14,46	75,30	30	2,51	105,4
Octubre	35,82	8,54	27,28	31	0,88	37,0
Noviembre	11,30	15,11	0,00	30	0,00	0,0
Diciembre	0,00	6,24	0,00	31	0,00	0,0

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Necesidades totales de riego (NT_r)

A la hora de calcular las necesidades totales de riego (NT_r) hay que tener en cuenta las inevitables pérdidas que se producen en el sistema de distribución, el aprovechamiento real del agua por parte de la planta (EA), las pérdidas por percolación profunda, la necesidad de aportar más agua para realizar el lavado de sales y la uniformidad de riego o uniformidad de emisión (UE). Estos factores hacen que las necesidades de riego sean mayores que las necesidades de agua.

Las necesidades totales de riego o lo que es lo mismo, la cantidad de agua a aplicar para que las plantas más desfavorecidas reciban al menos la cantidad estrictamente necesaria viene dada por la siguiente expresión:

$$NT_r = \text{Máximo} \left\{ \begin{array}{l} NT_r = \frac{N_n}{UE(1-LR)} \\ NT_r = \frac{N_n}{UE \cdot EA} \end{array} \right.$$

Donde:

- N_n = Necesidades de riego netas (L/día y árbol)
- UE = Uniformidad de Emisión
- EA = Eficiencia de Aplicación
- LR = Fracción de lavado

A efectos prácticos, el valor que se adopta para UE se encuentra entre 80-85% para cultivos hortícolas y entre 90-95% para cultivos leñosos. En el caso de este proyecto se ha adoptado como

valor $UE = 0,9 = 90\%$. Lo mismo sucede en el caso del valor de la eficiencia de aplicación, para la cual se adoptan valores cercanos al 90% para cultivos leñosos. En este caso, se ha adoptado como valor $EA = 0,95 = 95\%$.

En riego localizado la fracción de lavado a aplicar para evitar la salinización de la zona radicular se calcula de la siguiente forma:

$$LR = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_{es}}$$

Donde:

- LR = Fracción de lavado
- CE_w = Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m)
- CE_{es} = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (dS/m)

La conductividad del agua de riego es conocida y tiene el valor de $CE_w = 0,85 \text{ dS/m}$, así como la conductividad del extracto de saturación también, $CE_{es} = 7,5 \text{ dS/m}$.

Por tanto, el valor de la fracción de lavado calculado es el siguiente:

$$LR = 0,85 / (2 \cdot 7,5) = 0,06$$

Seguidamente se desarrollan los cálculos de las necesidades totales de riego (NT_r) para el mes más desfavorable, julio, recogiendo los resultados de cálculo para el resto de los meses en la Tabla 8.

El volumen de agua para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo y efectuar el perceptivo lavado de sales será:

$$V_1 = N_n / (1-LR) = 253,5 / (1-0,06) = 268,71 \text{ Litros/ día y planta}$$

El cálculo del volumen requerido teniendo en cuenta las pérdidas por evaporación, escorrentía y percolación profunda es función de la eficiencia de aplicación (EA):

$$V_2 = N_n / EA = 253,5 / 0,95 = 266,83 \text{ Litros/ día y planta}$$

Por tanto, las necesidades totales de riego (NT_r) para el mes más desfavorable, julio, serán las siguientes:

$$NT_r = \frac{\max\{V_1, V_2\}}{UE} = \frac{V_1}{UE} = \frac{268,71}{0,9} = 298,6 \frac{\text{Litros}}{\text{día} \cdot \text{árbol}}$$

Tabla 8. Cálculo de las necesidades totales de riego (NT_r).

MES	Nn (L/día/árbol)	V1 (L/día/árbol)	V2 (L/día/árbol)	Volumen Máximo (V1,V2) (L/día/árbol)	NTr (L/día/árbol)
Enero	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
Febrero	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
Marzo	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
Abril	10,9	11,51	11,43	11,51	12,8
Mayo	104,2	110,42	109,65	110,42	122,7
Junio	218,2	231,28	229,66	231,28	257,0
Julio	253,5	268,71	266,83	268,71	298,6
Agosto	222,1	235,47	233,82	235,47	261,6
Septiembre	105,4	111,76	110,97	111,76	124,2
Octubre	37,0	39,18	38,90	39,18	43,5
Noviembre	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
Diciembre	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Número de emisores por árbol (N_e)

El cálculo del número mínimo de emisores por árbol (N_e) se determina mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

- n_e: Número mínimo de goteros por árbol
- a·b = Marco de plantación
- P = Porcentaje mínimo de superficie mojada
- A_m = Superficie mojada por el emisor

Se acepta que, en cultivos leñosos, el porcentaje mínimo de superficie mojada por la planta es 30%. Por tanto, con el fin de adoptar un valor algo más conservador, se utilizará **P = 40%**.

2.4.1. Superficie mojada por la planta (SM_p)

El sistema de riego localizado sólo moja una parte del suelo para proveer a la planta de agua, por tanto, dicha superficie mojada debe ser suficiente para asegurar el correcto desarrollo del sistema radicular del cultivo. Por este motivo, se introduce el concepto de superficie mojada por planta (SM_p), el cual relaciona el porcentaje de superficie mojada y la superficie sombreada por la planta:

$$SM_p = S_c \cdot P$$

Donde:

- S_c : Superficie sombreada por la planta.
- P : Porcentaje de superficie mojada.

El valor de P depende del tipo de cultivo, del clima y del tipo de suelo, además sus valores varían en función de la densidad de la plantación. La elección de P es muy importante puesto que valores elevados de P aumentan la seguridad del sistema, pero también aumenta el coste de la instalación. En el caso de este proyecto, como ya se ha comentado antes, atendiendo a la separación entre ramales portaemisores, a la separación entre emisores y al caudal de los mismos, se tomará el valor de porcentaje mínimo de superficie mojada de $P = 40 \%$. El valor de la superficie sombreada por la planta será $S_c = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 2^2 = 12,56 \text{ m}^2$.

Por tanto, el valor de la superficie mojada por la planta (SM_p) será el siguiente:

$$SM_p = 12,56 \text{ m}^2 \cdot 0,4 = 5,03 \text{ m}^2$$

2.4.2. Superficie mojada por el emisor (SM_e)

La superficie mojada por emisor (SM_e) es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma dicho emisor. Este parámetro está relacionado con el tipo de suelo y con las características propias del emisor, concretamente con el caudal (q) del mismo. Su dimensión tendrá una influencia determinante sobre el número de emisores por planta.

Para la instalación hidráulica de este proyecto se ha optado por usar emisores autocompensantes integrados en tubería de polietileno de 16 milímetros de diámetro, que trabajan en régimen turbulento. Las especificaciones técnicas de estos elementos se recogen en el **punto 3.1** de este mismo anexo. El caudal que descargan estos emisores es función del modelo elegido; en el caso de este proyecto se ha elegido el caudal de 3,5 Litros/hora.

La superficie mojada por el emisor (SM_e) se puede determinar en campo, pero también existen ecuaciones aproximadas para calcularla en función del tipo de textura y caudal, así como tablas de diversos autores que relacionan la extensión del bulbo con algunos factores que intervienen.

En la Tabla 9 se muestran un conjunto de ecuaciones que relacionan la textura con el caudal del emisor para estimar la superficie del bulbo húmedo a la profundidad de la máxima densidad radicular.

Tabla 9. Diámetro de superficie mojada por el emisor en función de la textura de suelo y caudal del emisor.

Textura del suelo	Diámetro
Textura fina	$D_m = 1,2 + 0,1 \cdot q_{emisor}$
Textura Media	$D_m = 0,7 + 0,11 \cdot q_{emisor}$
Textura Gruesa	$D_m = 0,3 + 0,12 \cdot q_{emisor}$
Donde: D_m : Diámetro mojado estimado del emisor (m). q_{emisor} : caudal del emisor (L/h).	

Fuente: Apuntes de Ingeniería del Riego-Universidad Politécnica de Valencia (J. Arviza Valverde, 2017).

En el caso de este proyecto, al tratarse de textura media y haber optado por un caudal de 3,5 Litros/hora, el diámetro mojado por un emisor será:

$$D_m = 0,7 + 0,11 \cdot 3,5 = 1,085 \text{ metros}$$

El área mojada, suponiendo que la proyección horizontal del bulbo se pueda asemejar a una superficie circular será:

$$SM_e = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,085^2}{4} = 0,925 \text{ m}^2$$

Una vez conocidos los valores de SM_p y de SM_e , se puede calcular el valor del número mínimo de emisores por árbol (N_e):

$$N_e \geq 18,16 \rightarrow 19 \text{ emisores / planta}$$

Por tanto, como mínimo se han de poner 19 emisores por cada planta.

2.5. Separación entre emisores

Una vez conocido el número mínimo de emisores por planta, la separación entre los mismos, en el mismo lateral, suponiendo una disposición uniforme será función, además, del número de laterales por fila de plantas (NLP) de la siguiente forma:

$$s_e = \frac{b \times NLP}{n_e}$$

Donde:

- b = Separación entre plantas de la misma fila (m).

- NLP = Número de laterales por planta.
- Ne = Número de emisores.

Se ha optado por instalar **2 laterales por cada fila de plantas**. Por tanto, la separación entre emisores será:

$$S_e = \frac{6 \cdot 2}{18,16} = \mathbf{0,66 \text{ metros}}$$

2.6. Separación máxima entre emisores

Una vez conocido el número de emisores por planta, se debe determinar la separación entre los mismos. Cabe destacar la importancia de que haya un cierto solapamiento entre los bulbos húmedos para facilitar el acceso principalmente cuando las raíces son jóvenes y no están muy extendidas. Este solape suele adoptar un valor mínimo del 10%, siendo habitual adoptar como valor estándar un 15%. En este proyecto se ha elegido como **valor de solape 15 %**.

Así, conocidos el diámetro mojado estimado del emisor (D_m) y el valor del solape a adoptar (a), la separación máxima entre emisores por planta (S_e) vendrá determinada de la siguiente forma:

$$S_{emax} = \frac{D_m}{2} \cdot \left(2 - \frac{a}{100}\right) = \frac{1,085}{2} \cdot \left(2 - \frac{15}{100}\right) = \mathbf{1,0036 \text{ metros}}$$

Con el fin de facilitar la adquisición del material de la instalación de riego y de adaptar el tiempo de riego a jornadas comprendidas entre 3 y 4 horas, se ha decidido instalar 24 emisores por planta con una separación de $S_e = (6 \cdot 2) / 24 = 0,5$ metros entre ellos.

Por tanto, como conclusión, se instalarán emisores autocompensantes de 3,5 L/h de caudal unitario. El número de emisores por planta será de 24 y estarán dispuestos en 2 laterales por cada fila de plantas, separados a una distancia de 0,5 metros entre emisores de un mismo lateral.

2.7. Tiempo de riego (Tr)

El tiempo de riego depende del cultivo, del caudal por planta y de las necesidades totales de riego. Normalmente se fija el tiempo de riego para el periodo de máximas necesidades, siendo la variable a calcular el intervalo. Para el resto de la temporada de riego, se suele mantener el tiempo e ir espaciando el intervalo conforme las necesidades son menores.

Una vez conocida la cantidad de emisores, su separación y otros factores como las necesidades hídricas más exigentes de cada árbol (166 Litros/día), se puede determinar el tiempo de riego de la siguiente forma:

$$t = \frac{NT_r}{Q_{planta}} \times I$$

Donde:

- t: tiempo de riego (horas)
- NT_r: Necesidades hídricas más exigentes (Litros/ día y árbol)
- Q_{planta} = Caudal por planta (Litros/ hora)
- Intervalo entre riegos (días)

Para el intervalo entre riegos se toma 1 día puesto que la instalación de riego localizado permite realizar riegos diarios, además este intervalo es positivo para el cultivo del pistacho. Sustituyendo en la ecuación anterior, el tiempo de riego para el mes de máximas necesidades, julio, será:

$$t = \frac{NT_r \cdot I}{n_e \cdot q_{emisor}} = \frac{298,6 \cdot 1}{24 \cdot 3,5} = 3,55 \text{ horas}$$

Una vez adoptada la solución para las necesidades máximas del cultivo, en la Tabla 10, se plantea la solución para el resto de la temporada, la cual proporciona para cada mes las necesidades totales de riego (NTr), el número de riegos semanales (NRS), el intervalo entre riegos (I) y el tiempo que deben durar dichos riegos. En dicha tabla se ha ido jugando con el intervalo entre riegos para adaptar el tiempo de riego a jornadas comprendidas entre 3 y 4 horas, las cuales posteriormente se harían coincidir con las horas valle con el fin de reducir los costes económicos de consumo eléctrico.

Tabla 10. Número de riegos semanales, intervalo y tiempo de riego para una temporada anual de cultivo.

MES	NTr (L/día/árbol)	NRS	I	Tiempo riego (horas)
Enero	0,0	1	7	0
Febrero	0,0	1	7	0
Marzo	0,0	1	7	0
Abril	12,8	1	7	1,07
Mayo	122,7	3	2,3	3,41
Junio	257,0	6	1,2	3,57
Julio	298,6	7	1	3,55
Agosto	261,6	6	1,2	3,63
Septiembre	124,2	3	2,3	3,45
Octubre	43,5	1	7	3,63
Noviembre	0,0	1	7	0
Diciembre	0,0	1	7	0

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 10 se puede concluir que el emisor de 3,5 litros/hora ha sido elegido correctamente puesto que emisores con caudales inferiores a este aumentarían los intervalos entre riegos excesivamente, provocando que la aportación de agua al cultivo fuese discontinua.

2.8. Caudal continuo ficticio

El caudal continuo ficticio disponible (C.C.F.D.), viene determinado por la siguiente expresión:

$$\text{C.C.F.D.} = \frac{Q_{\text{disponible}}}{\text{Superficie finca}}$$

La superficie de la parcela donde se implantará el cultivo objeto de este proyecto es de 6,7 hectáreas. Respecto al caudal de agua proporcionado por el futuro pozo, no se puede obtener su valor real ya que la ejecución de dicho pozo será futura; pero experiencias en la zona en pozos vecinos a la parcela revelan que el caudal de los mismos se encuentra entre 20-25 litros/ segundo. Para el cálculo del caudal continuo ficticio se tomará el valor inferior por ser el limitante, por lo que el C.C.F.D. será:

$$\text{C.C.F.D.} = \frac{Q_{\text{disponible}}}{\text{Superficie finca}} = \frac{20 \text{ L/s}}{6,7 \text{ ha}} = 2,99 \text{ L/s/ha}$$

Por otro lado, el caudal continuo ficticio requerido (C.C.F.R.) resulta de la siguiente expresión:

$$\text{C.C.F.R.} = \frac{NT_r \cdot 10.000}{24 \cdot 3.600}$$

Donde:

- C.C.F.R.: Caudal continuo ficticio requerido (L/s/ha)
- NT_r : Necesidades totales de riego (L/día/m²)
- 10.000 (m²/ha)
- 24 (h/ día)
- 3.600 (s/h)

Sustituyendo el valor de las necesidades totales de riego del mes más desfavorable, julio, en la fórmula anterior se obtiene el valor del C.C.F.R.:

$$\text{C.C.F.R.} = \frac{NT_r \cdot 10.000}{24 \cdot 3.600} = \frac{7,11 \cdot 10.000}{24 \cdot 3.600} = 0,823 \text{ L/s/ha}$$

Como se puede observar, el **C.C.F.D.** > **C.C.F.R.**, por tanto, se garantiza que el abastecimiento de riego es suficiente para cubrir las necesidades máximas de riego de la plantación.

2.9. Sectorización

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

$$Q_{req} = \frac{Q_{planta} \times Superficie\ total}{a \times b} :$$

Donde:

- Q_{planta} = caudal planta (Litros/hora)
- Superficie total = Superficie total de la finca (m²)
- a·b = Marco de plantación

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene el caudal máximo requerido en la instalación:

$$Q_{requerido} = \frac{3,5 \cdot 24 \cdot 67.000}{7 \times 6} = \mathbf{134.000\ L/h}$$

Para realizar la sectorización, por cuestiones de disponibilidad de recursos se recurre a la siguiente fórmula:

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

El caudal disponible ($Q_{disponible}$) es conocido, puesto que es el limitante del pozo, 20 litros/segundo = 72.000 Litros/hora. Por tanto, conocidos el caudal requerido y disponible se puede realizar la sectorización:

$$\mathbf{Número\ mínimo\ de\ sectores} \geq \frac{134.000}{72.000} \geq \mathbf{1,86 \approx 2}$$

Como conclusión, se optará por la instalación de **2 sectores de riego** que abarquen toda la plantación.

3. DISEÑO HIDRÁULICO

En este apartado se detallan las características de la red de riego, tanto de los ramales de riego como de las tuberías secundarias y terciarias.

Para el diseño de la red de riego, previamente se ha realizado un estudio agronómico en el cual se han calculado las necesidades de la plantación, así como el tipo de goteros, la separación entre los mismos, etc.

Además, se ha de conocer la forma y altitud de la parcela con el fin de conocer la presión en cada parte de la misma. En el **Plano N°4** se muestra con mayor detalle la distribución de todas las tuberías que componen el sistema de riego.

3.1. Elección del emisor

Se elegiría un emisor de tipo autocompensante AZUD o similar, integrado en una tubería de polietileno de 20 mm de diámetro cuyas características son:

- Caudal constante en régimen de trabajo comprendido entre 5,1 y 40,8 m.c.a., sin provocar picos durante la puesta en marcha de la instalación y alcanzándose rápidamente la presión de trabajo.
- Mecanismo antisifón que previene la introducción de contaminantes dentro del gotero.
- El diseño de su laberinto y su sistema de protección proporcionan máxima resistencia a la obturación.
- Membrana resistente de silicona que proporciona una alta precisión dimensional y gran resistencia química y mecánica, asegurando así el caudal uniforme, altas prestaciones del emisor y un mayor rango de autocompensación.
- Constante del gotero: $K = 3,4$.
- Exponente de descarga del gotero: $X = 0$.
- Tubería de polietileno virgen de alta calidad resistente a la radiación UV.
- Gotero integrado termosoldado a la tubería.
- Distancia entre goteros variable en función de la presión de trabajo y caudal.

En la Figura 1 se muestran los datos técnicos del gotero elegido para la instalación.

Modelo AZUD PREMIER PC AS		AZUD PREMIER PC AS 16						AZUD PREMIER PC AS 20					
		1L	1.6L	2L	2.3L	3L	3.5L	1L	1.6L	2L	2.3L	3L	3.5L
Caudal nominal	l/h gph	0.9 0.24	1.5 0.39	1.9 0.50	2.2 0.58	2.9 0.77	3.4 0.90	0.9 0.24	1.5 0.39	1.9 0.50	2.2 0.58	2.9 0.77	3.4 0.90
Diámetro interior	mm in	13.70 0.54						17.20 0.68					
Espesor nominal	mm mil	0.9 35		1.0 39		1.1 43		1.0 39		1.2 47			
Presión máxima	bar psi	4.0 58		4.0 58		4.0 58		4.0 58		4.0 58		4.0 58	

ISO 9261

AZUD PREMIER PC AS		Ecuación característica AZUD PREMIER $q = K \cdot h^x$		Presión de trabajo
Modelos		q (l/h) - h (mca)	q (gph) - h (psi)	bar psi
AZUD PREMIER PC AS	3.5L	$q = 3.4 \cdot h^0$	$q = 0.90 \cdot h^0$	0.5 - 4.0 7 - 58 psi

Figura 1. Datos técnicos del gotero elegido para la instalación. Fuente: Catálogo AZUD.

Las longitudes máximas por lateral recomendadas por el fabricante, en función de la separación entre emisores, se muestran en la Figura 2.

AZUD PREMIER PC AS		Longitud de ramal*										
		Separación de emisores*										
Modelo		0.20 m 8"	0.25 m 10"	0.30 m 12"	0.33 m 13"	0.40 m 16"	0.50 m 20"	0.60 m 24"	0.75 m 30"	1.00 m 39"	1.25 m 49"	1.50 m 59"
		(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)	(m) (pies)
20	1L	244 801	294 965	342 1122	370 1214	431 1414	500 1640	575 1886	690 2264	850 2789	975 3199	1100 3609
	1.6L	174 571	210 689	244 801	269 883	309 1014	367 1204	425 1394	500 1640	600 1969	720 2362	810 2657
	2L	149 490	180 591	209 687	231 757	265 870	315 1033	365 1197	428 1404	530 1739	620 2034	698 2288
	2.3L	135 443	190 623	200 656	215 705	240 787	295 968	329 1079	390 1280	480 1575	570 1870	645 2116
	3L	120 394	165 541	180 591	195 640	205 673	238 781	275 902	323 1060	405 1329	472 1549	535 1755
	3.5L	102 335	127 417	143 469	160 525	180 591	215 705	245 804	293 961	362 1188	420 1378	485 1591

Figura 2. Longitudes máximas por laterales en función de la separación entre emisores recomendadas por el fabricante. Fuente: Catálogo AZUD.

3.2. Distribución de tuberías en el sector

En este apartado se muestra la distribución de tuberías elegida para abastecer los dos sectores que componen el sistema de riego.

En la Figura 3 se representa un croquis general de la distribución de tuberías de los dos sectores.

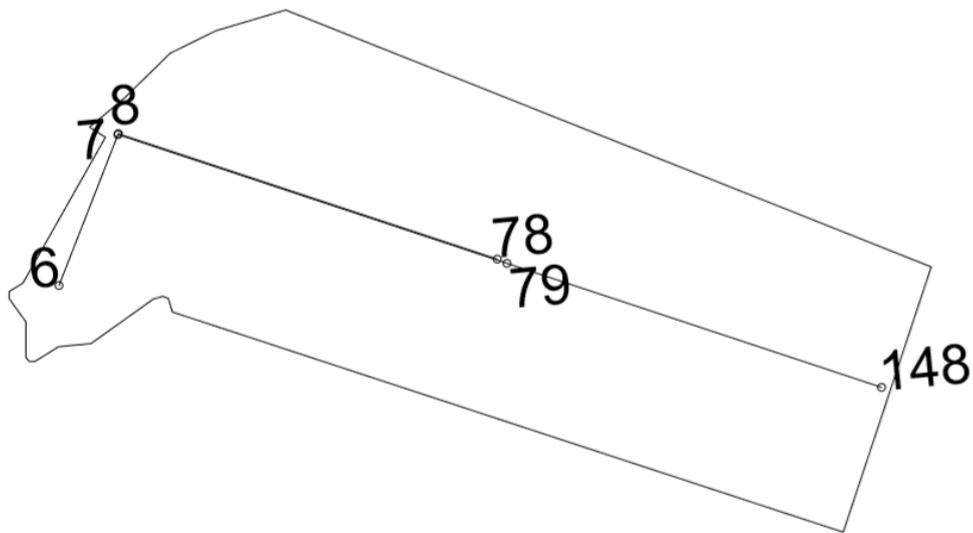


Figura 3. Distribución de tuberías en los dos sectores de riego. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se muestra con más detalle la distribución de tuberías del sector 1, así como en la Figura 5 se muestra la del sector 2.

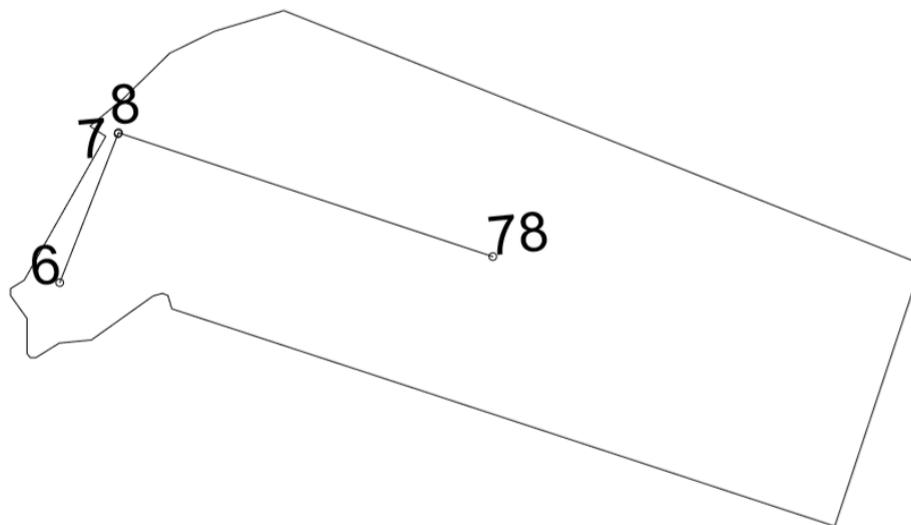


Figura 4. Distribución de tuberías en el sector 1. Fuente: Elaboración propia.

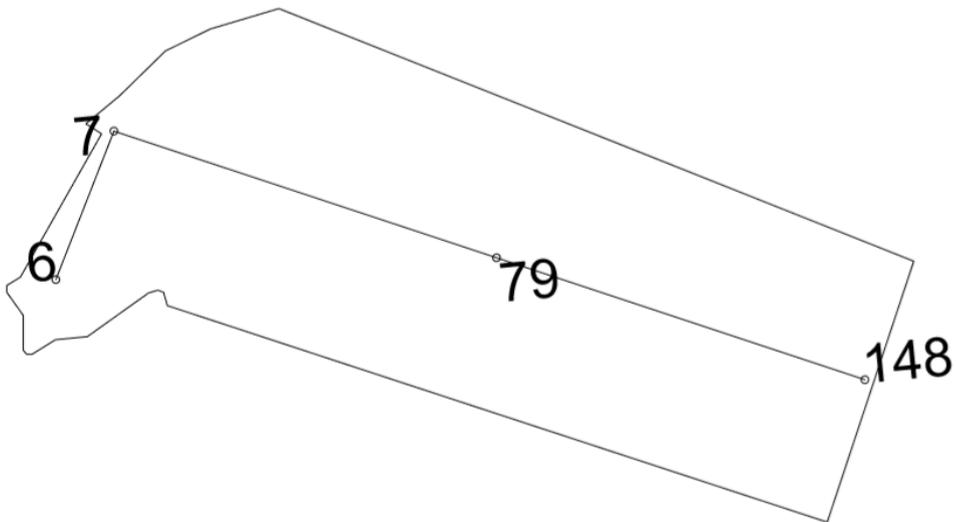


Figura 5. Distribución de tuberías en el sector 2. Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Lateral portaemisores

En este apartado se comprueba que el diámetro elegido para las tuberías portaemisores (laterales) es superior o igual al diámetro interno mínimo requerido en la tubería portaemisores más desfavorable. El diámetro interno mínimo requerido en el lateral se determina de la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}}$$

Donde:

- Q = caudal del lateral (m³/s)
- V = Velocidad máxima fijada = 2 m/s
- D = Diámetro interno mínimo del lateral (m)

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene el diámetro interno mínimo requerido en el lateral:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000268}{2 \cdot \pi}} = 0,013 \text{ m} = 13,06 \text{ mm}$$

Tal y como especifican las características de la tubería portaemisores elegida de 20 mm de diámetro en la Figura 2, el diámetro interior es de 17,2 mm, por lo que se satisface el diámetro interno requerido en el lateral más desfavorable y por ende, en todos los laterales de la instalación.

Una vez, seleccionado el diámetro interior, se puede proceder al cálculo de la pérdida de carga. De forma análoga, se calculará la pérdida de carga que se da en el lateral más desfavorable. Al tratarse de material plástico, para el cálculo de dichas pérdidas de carga se utilizará la fórmula de *Veronesse Datei*, la cual es la siguiente:

$$h_i = 0.00092 \times L_i \times K_m \times \frac{Q_i^{1.8}}{D_i^{4.8}}$$

Donde:

- h_i = Pérdidas de carga en el lateral (m)
- L_i = Longitud del lateral (m)
- K_m = Coeficiente mayorante de cargas localizadas = 1,05
- Q_i = Caudal circulante por el lateral (m³/s)
- D_i = Diámetro interno del lateral (m)

El lateral más desfavorable tiene una longitud de 154 metros, siendo su caudal de 0,000268 m³/s y su diámetro interno de 0.0172 metros. Sustituyendo esto valores en la fórmula de *Veronesse Datei* se obtienen las pérdidas de carga para el lateral más desfavorable:

$$h_i = 0,00092 \cdot 154 \cdot 1,05 \cdot \frac{0,000268^{1,8}}{0,0172^{4,8}} = 16,32 \text{ m.c.a.}$$

Una vez calculada la pérdida de carga en el lateral más desfavorable, se observa que ésta es bastante inferior a la pérdida de carga admisible en el lateral (**16,32 m.c.a.** < **35 m.c.a.**), por lo que al ser el lateral más desfavorable dentro del sistema hidráulico y satisfacer los criterios de pérdidas de carga, se asegura que el resto de laterales también cumplen esos criterios con la tubería elegida de 20 mm de diámetro.

3.2.2. Tubería portalaterales

En este apartado se realiza el dimensionamiento de la tubería portalaterales o terciaria. De la misma forma que en el apartado anterior, se desarrollará el cálculo para la terciaria más desfavorable de la instalación hidráulica.

Dado que las superficies de riego asignadas a cada sector son prácticamente iguales, el caudal que circulará por la terciaria de cada sector será el mismo. La terciaria más desfavorable es la correspondiente al sector 2, puesto que es la que más alejada se encuentra del cabezal de riego.

El caudal circulante por la terciaria será el siguiente:

$$Q_{\text{terciaria}} \text{ (m}^3/\text{s)} = n^{\circ} \text{ laterales/terciaria} \cdot Q_{\text{lateral}} \text{ (m}^3/\text{s)} = 70 \cdot 0,000268 = 0,0187 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto, como cada uno de los dos sectores de riego están compuestos por una terciaria que soporta setenta laterales, ese caudal será también el caudal de cada sector:
 $Q_{\text{sector}} = 0,0187 \text{ m}^3/\text{s}$.

De la misma forma que se calculó el diámetro mínimo requerido para la tubería portaemisores se calcula ahora para la tubería portallaterales o terciaria:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}}$$

Donde:

- D = Diámetro interno mínimo de la terciaria (m)
- Q = Caudal circulante por la terciaria (m³/s)
- V = Velocidad máxima fijada = 2 m/s

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtiene el diámetro interno mínimo requerido en la terciaria:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0187}{2 \cdot \pi}} = 0,109 \text{ m} = 109 \text{ mm}$$

Una vez conocido el diámetro interno mínimo requerido en la tubería terciaria, éste se normaliza a diámetros comerciales. En la Tabla 11 se pueden apreciar los diferentes diámetros nominales comerciales y sus correspondientes diámetros internos.

Tabla 11. Diámetros comerciales nominales e internos en mm.

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro interno (mm)
90	83
110	101,6
125	115,4

Fuente: Apuntes de *Ingeniería del Riego*-Universidad Politécnica de Valencia (J. Arviza Valverde, 2017).

Por tanto, el diámetro normalizado de la tubería portallaterales o terciaria será de **125 mm de diámetro nominal**, con un **diámetro interno de 115,4 mm** en tubería de PE100.

Conocidos el diámetro nominal y el diámetro interno de la terciaria, se puede calcular la velocidad real a la que circulará el caudal por su interior:

$$V = \frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s}\right)}{\pi \cdot D^2(m^2)} = \frac{4 \cdot 0,0187}{\pi \cdot 0,1154^2} = 1,8 \text{ m/s}$$

Al tratarse de material plástico, para el cálculo de las pérdidas de carga se utilizará la fórmula de *Veronesse Datei*:

$$h_i = 0.00092 \times L_i \times K_m \times \frac{Q_i^{1.8}}{D_i^{4.8}}$$

Donde:

- h_i = Pérdidas de carga en la terciaria (m)
- L_i = Longitud de la terciaria (m)
- K_m = Coeficiente mayorante de cargas localizadas = 1,05
- Q_i = Caudal circulante por la terciaria (m³/s)
- D_i = Diámetro interno de la terciaria (m)

La terciaria del sector 2 (más desfavorable) tiene una longitud de 204,5 metros, por la que circula un caudal de 0,0187 m³/s con un diámetro interno de 0,1154 metros, por tanto, sus pérdidas de carga serán:

$$h_i = 0,00092 \cdot 204,5 \cdot 1,05 \cdot \frac{0,0187^{1.8}}{0,1154^{4.8}} = 4,89 \text{ m.c.a.}$$

La pérdida de carga en la terciaria más desfavorable es inferior a la pérdida de carga admisible en la tubería terciaria (**4,89 m.c.a. < 12,91 m.c.a.**), por lo que la elección de la tubería es correcta ya que satisface los criterios de pérdida de carga en la tubería terciaria más desfavorable del sistema hidráulico, y por ende, en todas las tuberías terciarias de dicho sistema.

3.2.3. Red secundaria

En este apartado se realiza el dimensionamiento de la red secundaria de tuberías, dicha red comienza en el **punto n°7** y está compuesta por las tuberías que llevan el suministro hidráulico desde dicho punto hasta las terciarias de cada sector, es decir, por las tuberías 7-8 y 7-79.

La tubería más desfavorable de esta red es la tubería 7-79 puesto que es la tubería de mayor longitud y la que más alejada se encuentra del cabezal de riego, por tanto, se desarrollarán los cálculos para el dimensionamiento de la misma.

El caudal circulante por la tubería 7-79 es de 0,0187 m³/s, siendo el mismo caudal que el de la tubería 7-8 puesto que el caudal de sus terciarias es el mismo, y por tanto, el caudal de ambos sectores será el mismo también.

Por tanto, el diámetro interno mínimo requerido para la tubería vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}}$$

Donde:

- D = Diámetro interno mínimo de la terciaria (m)
- Q = Caudal circulante por la terciaria (m³/s)
- V = Velocidad máxima fijada = 2 m/s

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtiene el diámetro interno mínimo requerido en la tubería 7-79:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0187}{2 \cdot \pi}} = 0,109 \text{ m} = 109 \text{ mm}$$

Conocido el diámetro interno mínimo requerido en la tubería, éste se normaliza con los diámetros comerciales de la Tabla 11, siendo por tanto su **diámetro nominal de 125 mm**, con un **diámetro interno de 115,4 mm** en tubería de PE100.

La velocidad real a la que circulará el caudal por el interior de la tubería será:

$$V = \frac{4 \cdot Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)}{\pi \cdot D^2 (\text{m}^2)} = \frac{4 \cdot 0,0187}{\pi \cdot 0,1154^2} = 1,8 \text{ m/s}$$

De nuevo, al tratarse de material plástico, para el cálculo de las pérdidas de carga se utilizará la fórmula de *Veronesse Datei*:

$$h_i = 0,00092 \times L_i \times K_m \times \frac{Q_i^{1,8}}{D_i^{4,8}}$$

Donde:

- h_i = Pérdidas de carga en la tubería (m)
- L_i = Longitud de la tubería (m)
- K_m = Coeficiente mayorante de cargas localizadas = 1,05
- Q_i = Caudal circulante por la tubería (m^3/s)
- D_i = Diámetro interno de la tubería (m)

La tubería 7-79 tiene una longitud de 212,46 metros, por la que circula un caudal de $0,0187 m^3/s$ con un diámetro interno de 0,1154 metros, por tanto, sus pérdidas de carga serán:

$$h_i = 0,00092 \cdot 212,46 \cdot 1,05 \cdot \frac{0,0187^{1,8}}{0,1154^{4,8}} = 5,08 \text{ m.c.a.}$$

Por tanto, la pérdida de carga acumulada, hasta el momento, para el caso más desfavorable será:

$$\Delta H = h_{\text{lateral}} + h_{\text{terciaria}} + h_{\text{secundaria}} = 16,32 + 4,89 + 5,08 = 26,29 \text{ m.c.a.}$$

3.2.4. Red primaria

Este apartado consiste en el dimensionamiento de la red primaria del sistema hidráulico, el cual está formado por las tuberías que transportan el agua de riego desde el pozo hasta el punto n°7 de dicho sistema.

El diseño de riego se ha establecido de manera que en cada turno de riego se riegue uno de los dos sectores. Por ello, el caudal que circulará por la red primaria de distribución será el caudal de un sector.

$$Q_{\text{red primaria}} = Q_{\text{sector}} = 0,0187 m^3/s$$

El diámetro interno mínimo requerido para la tubería vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}}$$

Donde:

- D = Diámetro interno mínimo de la terciaria (m)

- Q = Caudal circulante por la terciaria (m^3/s)
- V = Velocidad máxima fijada = 2 m/s

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtiene el diámetro interno mínimo requerido en las tuberías de la red primaria de distribución:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0187}{2 \cdot \pi}} = 0,109 \text{ m} = 109 \text{ mm}$$

Conocido el diámetro interno mínimo requerido en la tubería, éste se normaliza con los diámetros comerciales de la Tabla 11, siendo por tanto su **diámetro nominal de 125 mm**, con un **diámetro interno de 115,4 mm** en tubería de PE100.

La velocidad real a la que circulará el caudal por el interior de la tubería será:

$$V = \frac{4 \cdot Q \left(\frac{m^3}{s}\right)}{\pi \cdot D^2 (m^2)} = \frac{4 \cdot 0,0187}{\pi \cdot 0,1154^2} = 1,8 \text{ m/s}$$

Al tratarse de material plástico, utilizando la fórmula de *Veronesse Datei* se calculan las pérdidas de carga:

$$h_i = 0,00092 \times L_i \times K_m \times \frac{Q_i^{1,8}}{D_i^{4,8}}$$

Donde:

- h_i = Pérdidas de carga en la tubería (m)
- L_i = Longitud de la tubería (m)
- K_m = Coeficiente mayorante de cargas localizadas = 1,0
- Q_i = Caudal circulante por la tubería (m^3/s)
- D_i = Diámetro interno de la tubería (m)

Las tuberías de la red primaria de distribución tienen una longitud total de 88,45 metros, por las cuales circula un caudal de $0,0187 \text{ m}^3/s$ con un diámetro interno de 0,1154 metros, por tanto, sus pérdidas de carga serán:

$$h_i = 0,00092 \cdot 84,45 \cdot 1,05 \cdot \frac{0,0187^{1,8}}{0,1154^{4,8}} = 2,12 \text{ m.c.a.}$$

Conocido el valor de la pérdida de carga, la presión a la salida del cabezal de riego debe ser la siguiente:

$$\Delta H = h_{\text{lateral}} + h_{\text{terciaria}} + h_{\text{secundaria}} + h_{\text{primaria}} = 16,32 + 4,89 + 5,08 + 2,12 = 28,41 \text{ m.c.a.}$$

En la Tabla 12 se muestra un cuadro resumen de las tuberías de la red de distribución primaria, secundaria y terciaria. En dicho cuadro, se ha estimado tanto la presión que debe proporcionar la bomba así como las pérdidas de carga que se producen en el equipo de filtrado.

Tabla 12. Cuadro resumen de las tuberías de la red de distribución primaria, secundaria y terciaria.

Sector	Línea	Tipo de línea	Nudo -	Nudo +	Caudal línea (L/h)	Caudal línea (m ³ /h)	Caudal línea (m ³ /s)	Longitud (m)	Diámetro interno teórico (mm)	Diámetro interno (mm)	Diámetro nominal (mm)	Velocidad real (m/s)	Pérdida de carga (m)
Común	1 - 2	Tubería	1	2	67620	67,62	0,0188	1,00	109,35	115,4	125	1,80	0,024
Común	2 - 3	Bomba	2	3	67620	67,62	0,0188					0,00	-35,000
Común	3 - 4	Tubería	3	4	67620	67,62	0,0188	1,00	109,35	115,4	125	1,80	0,024
Común	4 - 5	Filtrado	4	5	67620	67,62	0,0188					0,00	10,000
Común	5 - 6	Tubería	5	6	67620	67,62	0,0188	2,00	109,35	115,4	125	1,80	0,048
Común	6 - 7	Tubería	6	7	67620	67,62	0,0188	84,45	109,35	115,4	125	1,80	2,022
1	7 - 8	Tubería	7	8	67620	67,62	0,0188	0,50	109,35	115,4	125	1,80	0,012
1	8 - 78	Consumo	8	78	67620	67,62	0,0188	206,93	109,35	115,4	125	1,80	4,955
2	7 - 79	Tubería	7	79	67620	67,62	0,0188	212,46	109,35	115,4	125	1,80	5,087
2	79 - 148	Consumo	79	148	67620	67,62	0,0188	204,50	109,35	115,4	125	1,80	4,896

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Dimensionamiento de la bomba

Para el dimensionado de la bomba, se trabaja con datos aproximados, puesto que no se pueden obtener exactamente dichas medidas al no estar realizado el pozo actualmente. Una vez se realice, se realizarán las medidas necesarias y se volverán a comprobar los cálculos que se exponen a continuación.

El pozo que se ejecutará para disponer del agua de riego tendrá una profundidad de 20 metros, situándose el nivel estático del mismo a unos 9 metros y el nivel dinámico a unos 14 metros. La bomba se instalará a una profundidad de 15 metros, de forma que quede por debajo del nivel dinámico.

Para conocer la pérdida de carga del bombeo del agua hasta el nivel del cabezal de riego se utilizará la ecuación de Hazen-Williams:

$$H = \frac{10,67 \cdot L \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

Donde:

- H = Pérdidas de carga (m.c.a.)
- L = Longitud (m)
- Q = Caudal (m³/s)
- C = Coeficiente de Hazen-Williams
- D = Diámetro interno de la tubería (m)

La tubería será de una tubería de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento centrifugado. El coeficiente de Hazen-Williams para esta tubería es **C = 130**. La longitud será aquella a la que se ha sumergido la bomba, por tanto, **L = 15 metros**. El caudal requerido es 67,620 m³/h = **0,019 m³/s**. El diámetro interno de la tubería será:

$$Q = V \cdot S$$

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0,019 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \text{ m/s}} = 0,0095 \text{ m}^2$$

$$S = 0,0095 \text{ m}^2 = \frac{\pi \cdot D^4}{4} = 0,0095 \text{ m}^2$$

$$D = 0,110 \text{ m} = 110 \text{ mm}$$

Una vez conocido el diámetro interno teórico, éste se normaliza utilizando los valores de diámetros comerciales para tuberías de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento centrifugado que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Diámetros comerciales para tuberías de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento centrifugado.

DN (mm)	L (m)	e _n (mm)	DE (mm)	DI (mm)	P (mm)	B (mm)	m (mm)	n. (mm)	Peso aprox. (Kg/m)
60	6	6	77	80	87	145	9	3	11,5
80	6	6	98	101	90	168	9	3	15
100	6	6,1	118	121	92	189	9	3	18,5
125	6	6,2	144	147	95	216	9	3	23
150	6	6,3	170	173	98	243	9	3	27,5
200	6	6,4	222	225	104	296	9	3	37
250	6	6,8	274	277	104	353	9	3	48
300	6	7,2	326	329	105	410	9	3	61
350	6	7,7	378	381	108	465	9	3	80,5
400	6	8,1	429	432	110	517	9	3	95,5

Fuente: “Tablas de materiales de tuberías” – Asignatura: Hidráulica. Universidad Politécnica de Valencia.

Por tanto, la tubería de fundición dúctil con revestimiento de mortero de cemento centrifugado tendrá un diámetro nominal (**DN**) de **125 mm**; y un diámetro interno (**Di**) de **131,6 mm**.

Sustituyendo todos estos valores en la ecuación de Hazen-Williams se obtienen las pérdidas de carga del bombeo del agua:

$$H = \frac{10,67 \cdot 15 \cdot 0,019^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 0,1316^{4,87}} = 0,25 \text{ m.c.a.}$$

La altura manométrica de la bomba será:

$$H_m = H_{\text{entrada cabezal}} + H \pm Z$$

Para el cálculo de la carga a la entrada del cabezal de riego es necesario conocer el valor de las pérdidas del sistema de filtrado, que tal y como se muestra en la Tabla 12 se estiman en 10 m.c.a.

$$H_{\text{entrada cabezal}} = H_{\text{salida cabezal}} + H_{\text{filtro}} = 28,41 + 10 = 38,41 \text{ m.c.a.}$$

Conocido el valor de la carga a la entrada del cabezal de riego, se puede calcular la altura manométrica de la bomba de la siguiente forma:

$$H_m = H_{\text{entrada cabezal}} + H \pm Z = 38,41 + 0,25 + 15 = 53,66 \text{ m.c.a.}$$

Por último, la potencia que debe suministrar la bomba se estima mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q \cdot H_m \cdot \gamma}{\eta} = \frac{0,019 \cdot 53,66 \cdot 9800}{0,75} = 13321,99 \text{ W} = 18,1 \text{ CV}$$

Siendo:

- Q = Caudal (m³/s)
- H_m = Pérdidas de carga del bombeo de agua (m.c.a.)
- γ = Peso específico del agua = 9800 N/m³
- η = Rendimiento de la bomba = 75%

Se optaría por elegir para la instalación una electrobomba sumergible de la casa comercial “Bombas Prinze” o similar, concretamente el modelo VS-46/10 que ofrece 20 CV, cumpliendo con la exigencia de caudal a la altura manométrica a la que se encontrará.

3.4. Diseño del cabezal de riego

El cabezal de riego incluye, a parte de la bomba, una serie de componentes sin los cuales se dificultaría el correcto funcionamiento de la instalación. Se ubica junto al pozo, en una caseta de obra que se describe en el **Anexo 15**.

El sistema de bombeo de agua se colocará en primer plano, seguido del sistema de filtrado. También se incorporará un sistema de seguridad que permitirá detener los motores en caso de emergencia o incidencia por subidas o bajadas de presión.

En el caso de este proyecto, se incorporaría un contador tipo Woltman a la salida del proceso de filtración.

Para el filtrado, se utilizaría un filtro de malla autolimpiante, en el cual quedarán retenidas las partículas inorgánicas en suspensión. Su funcionamiento se basa en varias mallas concéntricas que obstaculizan el paso de dichas partículas. La capacidad de filtrado es variada y dependerá del caudal de agua que atraviese la superficie filtrante.

Se incluiría también un equipo de control para la programación del riego de los distintos sectores.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de *Hidráulica*-Universidad Politécnica de Valencia.
- Apuntes de *Ingeniería del Riego*-Universidad Politécnica de Valencia (J. Arviza Valverde, 2017).
- Gascón, B. V., de Figueiredo, F. V., Enríquez, J. E. O., Luna, A. I. P. Mejora del Aprovechamiento del Agua en Huertas de Nogal.
- López, M. D. C. G., Pérez-López, D., Villaseñor, J. G., López, J. F. C., Agrario, C., Chaparrillo, E., Elvira, A. M. (2010). Riego deficitario controlado en olivo y pistachero. *Agricultura: Revista agropecuaria*, (930), 458-462.
- Sanden, B., Ferguson, L. Development of Pistachios with Saline Irrigation Water and Regional Salt Tolerance in Pistachio Production Fields.
- Universidad de Castilla la mancha (www.uclm.es).

ANEXO XV

Ingeniería de las obras

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DISEÑO Y PROCESO DE CÁLCULO	1
3. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES	2
4. DEFINICIÓN DE LAS CARGAS	2
4.1. Acciones constantes	2
4.2. Acciones variables	3
4.3. Combinaciones de cálculo	5
5. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	5
5.1. Correas	5
5.1.1. Cálculo de las cargas	5
5.1.2. Modelo estructural	6
5.1.3. Elección del tipo de perfil	7
5.1.4. Comprobación a resistencia	7
5.1.5. Comprobación a deformación	8
5.2. Estructura principal	9
5.2.1. Cercha	9
5.2.1.1. Numeración de los nudos y barras	9
5.2.1.2. Cálculo de las reacciones	9
5.2.1.3. Cálculo de los axiles en cada barra	10
5.2.1.4. Dimensionamiento de la cercha	11
5.2.2. Pilar	14
5.2.2.1. Cargas que debe soportar	14
5.2.2.2. Cálculo de los esfuerzos y deformaciones	15
5.2.2.3. Elección del perfil	16
5.2.2.4. Comprobación a resistencia y pandeo	16
5.2.2.5. Comprobación del desplome del pilar	19
5.3. Muro hastial	20
5.3.1. Diseño de la estructura	20

6.	CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN	20
6.1.	Determinación de los esfuerzos	20
6.2.	Estimación de las características del suelo.....	21
6.3.	Diseño de las dimensiones y comprobaciones	21
6.3.1.	Condición de rigidez	22
6.3.2.	Cálculo de los pesos	22
6.3.3.	Comprobación a vuelco.....	24
6.3.4.	Comprobación a deslizamiento	26
6.3.5.	Comprobación de transmisión de tensiones al terreno.....	27
6.3.6.	Cálculo de la armadura.....	29
6.3.7.	Comprobación de las cuantías geométricas mínimas.....	30
7.	MEDICIONES	31
7.1.	Peso de la estructura principal	31
7.2.	Peso de correas.....	32
7.3.	Peso de los muros hastiales	32
7.4.	Medida de la cimentación	33
8.	COMPROBACIONES INFORMÁTICAS	33
9.	BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura principal de la caseta de riego.	1
Figura 2. Valores característicos de las sobrecargas de uso.....	3
Figura 3. Sobrecarga de nieve según la zona de clima invernal.....	4
Figura 4. Flexión producida en la viga debido a las cargas que soporta.	6
Figura 5. Características y valores estáticos de los perfiles IPE	7
Figura 6. Cargas puntuales aplicadas en los nudos	9
Figura 7. Numeración nudos y barras de la cercha	9
Figura 8. Reacciones que tienen lugar en la cercha	10
Figura 9. Axiles a calcular en el nudo 1 según el método de los nudos.....	10
Figura 10. Valor de los axiles de la cercha	11
Figura 11. Perfiles de tubo cuadrado hueco y sus características	12
Figura 12. Valor del coeficiente de exposición en función del grado de aspereza y de la altura de los pilares	15
Figura 13. Valores estáticos de los perfiles HEB.....	16
Figura 14. Diseño de la estructura de la zapata y el enano	21
Figura 15. Condición de la zapata en función del valor del vuelo	22
Figura 16. Fuerzas normales que existen en la zapata	23
Figura 17. Fuerzas y momentos que intervienen en la comprobación a vuelvo y punto (P) en el que se toman los momentos de las fuerzas.....	25
Figura 18. Fuerzas y momentos que intervienen en el cálculo de la excentricidad y punto P en el que se toman los momentos	27
Figura 19. Estructura cercha	34
Figura 20. Estructura cercha y cargas que debe soportar	34
Figura 21. Estructura cercha y reacciones.....	34
Figura 22. Axiles en cada barra de la cercha.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen y sumatorio de acciones constantes.....	3
Tabla 2. Resumen y sumatorio de acciones variables.	4
Tabla 3. Coeficientes de mayoración en función del tipo de acción.....	5
Tabla 4. Acciones que intervienen en el cálculo de las cargas de las correas.....	5
Tabla 5. Perfiles elegidos para el dimensionamiento de la cercha.	14
Tabla 6. Datos para el dimensionamiento de la cimentación de la caseta.....	21
Tabla 7. Expresión para calcular la tensión máxima en función del valor de la excentricidad.	28
Tabla 8. Diámetros y masas de distintos tubos de acero.	30
Tabla 9. Peso detallada de la estructura principal (cercha+ pilares).	32
Tabla 10. Peso detallado y total de las correas de la caseta de riego.	32
Tabla 11. Volumen y peso del hormigón empleado en la cimentación.	33
Tabla 12. Longitud y peso de la ferralla utilizada en la cimentación.....	33

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recoge toda la información referente a la ingeniería de las obras, en el caso que se decida llevar a cabo el diseño de riego del **Anexo 14**, caso en el que se edificaría la caseta de riego que se describe en este anexo.

Consiste en la edificación de una caseta de riego de dimensiones algo mayores a lo habitual con el fin de poder albergar en ella productos o materiales agrícolas si se desea. En su interior, tal y como se detalla en el **Plano N°5**, se ubicará el cabezal de riego de la instalación hidráulica descrita en el **Anexo 14**.

Por otro lado, en los **Planos N°6, 7, 8 y 9** se exponen todas las características de dicha caseta con mayor detalle.

2. DISEÑO Y PROCESO DE CÁLCULO

En el caso de este proyecto, como ya se ha comentado, se pretende construir una caseta de riego de dimensiones algo mayores a lo habitual. Las dimensiones que se han determinado para la misma son de 5 metros de largo y 10 metros de ancho, por lo que tendrá una superficie de 50 metros cuadrados.

La estructura elegida en base a los valores funcionales y económicos perseguidos es una estructura formada por cerchas simples, cuyas características son:

- Luz = 10 metros
- Pendiente cubierta = 11, 31°
- Altura pilares = 4 metros
- Separación entre correas = 2,5 metros
- Separación entre cerchas = 5 metros
- Separación entre pilares = 5 metros

En la Figura 1 se muestra la estructura principal de la caseta de riego.

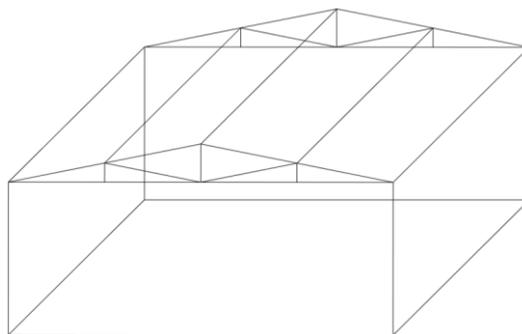


Figura 1. Estructura principal de la caseta de riego. Fuente: Elaboración propia.

3. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES

El acero que se utilizará para la edificación en la cercha, pilares y correas será el **Acero S275R** cuyas características son:

- $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$
- $f_u = 410 \text{ N/mm}^2$
- $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
- $\gamma_{M1} = 1,05$
- $f_{yd} = 250 \text{ N/mm}^2$
- Tensión admisible = 2500 kg/cm^2

La tensión admisible que se utilizará en todos los cálculos será de **1800 kg/cm²** debido a la simplificación de los cálculos y cargas realizada, puesto que se trata de un proyecto docente, y por el hecho de situarse del lado de la seguridad.

Respecto a la cimentación se utilizará hormigón tipo **HA-25** cuyas características son:

- $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- $\gamma_c = 1,5$
- $f_{cd} = 166,6 \text{ Kp/cm}^2$

Para el hormigón armado se utilizará acero corrugado **B500S** cuyas características son:

- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
- $\gamma_s = 1,15$
- $f_{yd} = 4435 \text{ Kp/cm}^2$

Se considerará una densidad para el hormigón armado de **2500 kg/m³**.

4. DEFINICIÓN DE LAS CARGAS

En este apartado se describen las acciones presentes en la edificación, dividiéndose estas en acciones constantes y en acciones variables.

4.1. Acciones constantes

En primer lugar, el peso de las correas se estima en 6 kg/m^2 . En la estimación del peso de la estructura, ya que todavía no se conocen los perfiles a utilizar, se sigue la regla de estimarlo como la luz de la cercha en kg/m^2 , por lo tanto, será de 10 kg/m^2 . Por último, el peso de la cubierta será de 14 kg/m^2 ya que se trata de un tipo de cubierta muy común de tipo

sándwich. En la Tabla 1 se recoge el resumen de las acciones constantes así como el sumatorio de las mismas.

Tabla 1. Resumen y sumatorio de acciones constantes.

ACCIONES CONSTANTES	
Peso correas	6 kg/m ²
Peso estructura (Cercha + pilar)	10 kg/m ²
Peso cubierta	14 kg/m ²
TOTAL	30 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Acciones variables

En lo referente a acciones variables se tiene en cuenta la sobrecarga de uso, la sobrecarga de nieve y el viento.

La Figura 2 muestra los valores característicos de las sobrecargas de uso según el “Documento Básico de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación” de en adelante “SE-AE”.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽⁴⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(4),(6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 2. Valores característicos de las sobrecargas de uso. Fuente: “Documento Básico de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación”- Abril 2009.

En el caso de este proyecto, se trata de una categoría de uso F “Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente”, subcategoría de uso G1 “Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)”, por lo tanto el valor de la carga uniforme será de $0,4 \text{ kN/m}^2 = 40 \text{ kg/m}^2$.

Para la sobrecarga de nieve la zona de clima invernal según SE-AE el cual se muestra en la Figura 3.



Altitud (m)	Zona de clima invernal según SE-AE						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
200	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
400	0.6	0.6	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2
500	0.7	0.7	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2
600	0.9	0.9	0.3	0.5	0.5	0.4	0.2
700	1.0	1.0	0.4	0.6	0.6	0.5	0.2
800	1.2	1.1	0.5	0.8	0.7	0.7	0.2
900	1.4	1.3	0.6	1.0	0.8	0.9	0.2
1000	1.7	1.5	0.7	1.2	0.9	1.2	0.2
1200	2.3	2.0	1.1	1.9	1.3	2.0	0.2
1400	3.2	2.6	1.7	3.0	1.8	3.3	0.2
1600	4.3	3.5	2.6	4.6	2.5	5.5	0.2
1800	-	4.6	4.0	-	-	9.3	0.2
2200	-	8.0	-	-	-	-	-

Figura 3. Sobrecarga de nieve según la zona de clima invernal. Fuente: SE-AE.

En el caso de este proyecto, la parcela se encuentra a 811 metros de altitud sobre el nivel del mar, en la provincia de Albacete, por tanto se encuentra en Zona 5, siendo su valor por sobrecarga de uso $0,72 \text{ kN/m}^2 = 72 \text{ kg/m}^2$.

En lo referente a las acciones causadas por el viento, para el cálculo de la cercha de la nave, no se van a tener en cuenta los efectos del viento, ya que con los supuestos de cálculo considerado, se consideran no significativos.

En la Tabla 2 se recoge el resumen de las acciones variables así como el sumatorio de las mismas.

Tabla 2. Resumen y sumatorio de acciones variables.

ACCIONES VARIABLES	
Sobrecarga de uso	40 kg/m ²
Sobrecarga de nieve	72 kg/m ²
TOTAL	112 kg/m ²

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Combinaciones de cálculo

En este apartado se unifican las acciones constantes y variables introduciéndose sus respectivos coeficientes de mayoración obteniéndose así la carga total mayorada. En la Tabla 3 se muestran los coeficientes de mayoración a utilizar en función del tipo de acción.

Tabla 3. Coeficientes de mayoración en función del tipo de acción.

Tipo de Acción	Coefficiente de Mayoración
Constante	1,35
Variable	1,5

Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia.

Por tanto, la carga total mayorada será:

$$\text{Carga Total Mayorada} = (30 \cdot 1,35) + (112 \cdot 1,5) = 208,5 \text{ kg/m}^2$$

El coeficiente global de mayoración utilizado es por tanto:

$$F_{global} = \frac{(30 \cdot 1,35) + (112 \cdot 1,5)}{(30 + 112)} = 1,468$$

5. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

5.1. Correas

5.1.1. Cálculo de las cargas

En la Tabla 4 se muestran las acciones que intervienen en el cálculo de las cargas de las correas.

Tabla 4. Acciones que intervienen en el cálculo de las cargas de las correas.

ACCIONES CONSTANTES	Peso Correas	6 kg/m ²
	Peso Cubierta	14 kg/m ²
	TOTAL	20 kg/m²
ACCIONES VARIABLES	Sobrecarga de uso	40 kg/m ²
	Sobrecarga de nieve	72 kg/m ²
	TOTAL	112 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

La carga total mayorada de las correas, utilizando los coeficientes de mayoración de la Tabla 3, será:

$$\text{Carga Total Mayorada} = (20 \cdot 1,35) + (112 \cdot 1,5) = 195 \text{ kg/m}^2$$

Siendo coeficiente global de mayoración utilizado:

$$F_{global} = \frac{(20 \cdot 1,35) + (112 \cdot 1,5)}{(20 + 112)} = 6,09$$

La conversión de la carga superficial a lineal será el resultado del producto de la carga total mayorada y la separación entre correas:

$$q = \text{Carga Total Mayorada (kg/m}^2) \cdot \text{Separación entre correas (m)} = 195 \text{ kg/m}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 487,5 \text{ kg/m}$$

5.1.2. Modelo estructural

En lo referente al modelo estructural, por simplificación, se considera que las vigas trabajan como vigas Apoyadas-Apoyadas, por lo que su momento máximo será:

$$M_{max} = 0.125 \cdot q \cdot L^2 = q \cdot L^2 / 8$$

Tratándose así, como se muestra en la Figura 4, de una flexión compuesta en la que la cubierta ofrece cierta rigidez en el eje z, siendo por tanto $M_z = 0$, por lo que sólo existirá momento en el eje y (M_y).

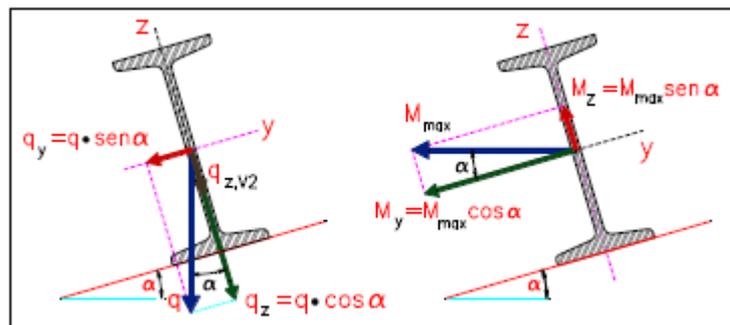


Figura 4. Flexión producida en la viga debido a las cargas que soporta. Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia.

Sustituyendo los valores de la carga lineal y de la longitud de la caseta de riego se obtiene el valor del momento máximo:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{487,5 \cdot 5^2}{8} = 1523,43 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

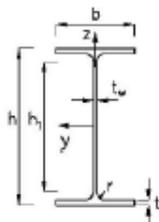
Como la pendiente de la cubierta es conocida, $\alpha = 11,31^\circ$, el momento en el eje y será:

$$M_y = M_{\max} \cdot \cos \alpha = 1523,43 \cdot \cos(11,31^\circ) = 1439,85 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

5.1.3. Elección del tipo de perfil

La elección del tipo de perfil se trata de un cálculo iterativo en el cual, si el perfil elegido no cumple a resistencia o a deformación, se elige otro superior y así sucesivamente.

El perfil elegido ha sido un perfil IPE-160, cuyas características y valores estáticos se muestran en la Figura 5.



VALORES ESTÁTICOS DE LOS PERFILES IPE

I_T : Módulo de torsión
 I_y : Módulo de alabeo
 h_1 : Altura parte plana del alma
 C : Clase de sección según SE-A para S275 en compresión. En flexión son siempre de Clase 1.

IPE	Dimensiones en mm					Sección A cm ²	Peso P kg/m	Referido al eje						W_{ply} cm ³	W_{plz} cm ³	I_T cm ⁴	I_b cm ⁶	h_1 cm	C	IPE
	h	b	t_w	t_f	r			Y-Y			Z-Z									
								I_{y4} cm ⁴	W_{y3} cm ³	i_y cm	I_{z4} cm ⁴	W_{z3} cm ³	i_z cm							
80	80	46	3.8	5.2	5	7,64	6.00	80.1	20.0	3.24	8.49	3.69	1.05	23.2	5.82	0.72	118	60	1	80
100	100	55	4.1	5.7	7	10,3	8.10	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	39.4	9.15	1.14	351	75	1	100
120	120	64	4.4	6.3	7	13,2	10.4	318	53.0	4.90	27.7	8.65	1.45	60.8	13.58	1.77	890	93	1	120
140	140	73	4.7	6.9	7	16,4	12.9	541	77,3	5.74	44.9	12.3	1.65	88.4	19.25	2.63	1981	112	1	140
160	160	82	5.0	7.4	9	20,1	15.8	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	123.8	26.1	3.64	3959	127	1	160
180	180	91	5.3	8.0	9	23,9	18.8	1320	146	7.42	101	22.2	2.05	166.4	34.6	5.06	7431	146	1	180
200	200	100	5.6	8.5	12	28,5	22.4	1940	194	8.26	142	28.5	2.24	220	44.61	6.67	12990	159	1	200

Figura 5. Características y valores estáticos de los perfiles IPE. Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia.

5.1.4. Comprobación a resistencia

La comprobación a resistencia se determina mediante la siguiente expresión:

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{W} \leq f_{yd}$$

Donde:

- N/A = Tensión del axil
- M/W = Tensión del momento
- f_{yd} = Tensión admisible = 1800 kg/cm²

Si la tensión admisible se traslada al otro lado de la desigualdad, la expresión quedará de la siguiente forma:

$$\frac{N}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M}{W \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Sustituyendo los valores el resultado será:

$$\frac{0}{20,1 \cdot 1800} + \frac{143985,82}{109 \cdot 1800} \leq 1$$

$$0,7338 \leq 1$$

Por tanto el perfil elegido **cumple a resistencia**.

5.1.5. Comprobación a deformación

Para la comprobación del perfil elegido a deformación se calcula una flecha y un límite, si la flecha no sobrepasa dicho límite el perfil elegido cumple a deformación.

El cálculo de la flecha viene dado por la siguiente expresión:

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot EI \cdot \gamma}$$

Donde:

- q = Carga lineal (kg/cm)
- L = Longitud de la caseta (cm)
- E = Elasticidad del acero de edificación = $2,1 \cdot 10^6$ N/cm²
- I = Radio de giro del perfil elegido (cm⁴)
- γ = Coeficiente de mayoración global utilizado en las correas

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene el valor de la flecha:

$$f = \frac{5,825 \cdot 4,875 \cdot 500^4}{384 \cdot (2,1 \cdot 10^6) \cdot 869 \cdot 6,09375} = 0,35675 \text{ cm}$$

El cálculo del límite es el resultado de dividir la longitud de las correas (cm) entre 200, por tanto:

$$\text{Límite} = \frac{h}{200} = \frac{500}{200} = 2,5 \text{ cm}$$

Como el valor de la flecha es inferior al del límite ($0,35 < 2,5$), el perfil elegido **cumple a deformación.**

Tras los resultados, se elige el **perfil IPE-160** como correa, ya que cumple tanto en su estado tensional como respecto a las deformaciones.

5.2. Estructura principal

En primer lugar, se transforma la carga lineal a carga puntual, esto se consigue multiplicando la carga lineal por la separación entre cerchas:

$$\text{Carga puntual} = F = 487,5 \text{ (kg/m)} \cdot 5 \text{ (m)} = 2437,5 \text{ kg}$$

En la Figura 6 se muestran las cargas puntuales aplicadas en los nudos.

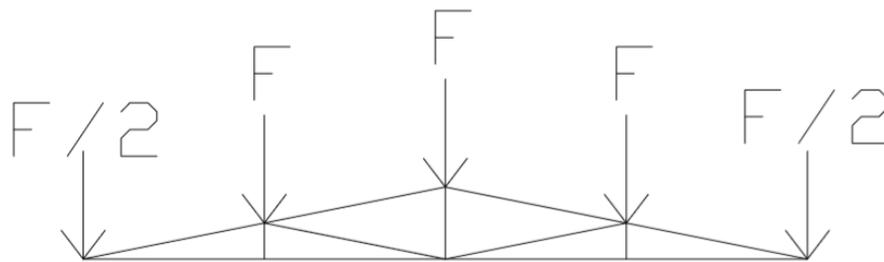


Figura 6. Cargas puntuales aplicadas en los nudos. Fuente: Elaboración propia.

5.2.1. Cercha

5.2.1.1. Numeración de los nudos y barras

En la Figura 7 se expone la numeración de los nudos y barras de la cercha.

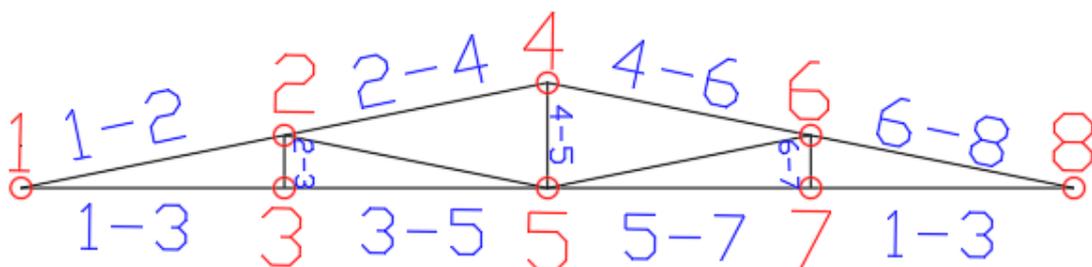


Figura 7. Numeración nudos y barras de la cercha. Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.2. Cálculo de las reacciones

Las reacciones que se dan en la cercha son las que se muestran en la Figura 8, cuyo cálculo se define más abajo.

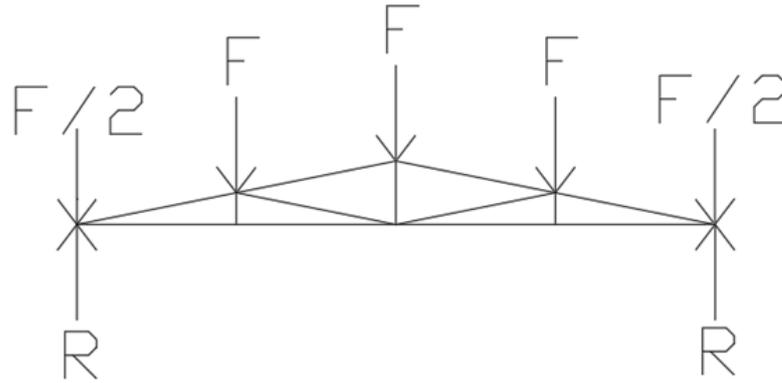


Figura 8. Reacciones que tienen lugar en la cercha. Fuente: Elaboración propia.

El valor de cada reacción será mitad de la suma de todas las cargas, por tanto:

$$R = \frac{F/2 + F + F + F + F/2}{2} = 4875 \text{ kg}$$

5.2.1.3. Cálculo de los axiles en cada barra

El cálculo de los axiles en cada barra se ha realizado mediante el método de los nudos. Dicho cálculo sirve para conocer tanto el valor de axil en cada barra como su estado (tracción-compresión).

A modo de ejemplo se detalla el cálculo del nudo 1. En la Figura 9 se muestran los axiles a calcular en el nudo 1 por el método de los nudos.

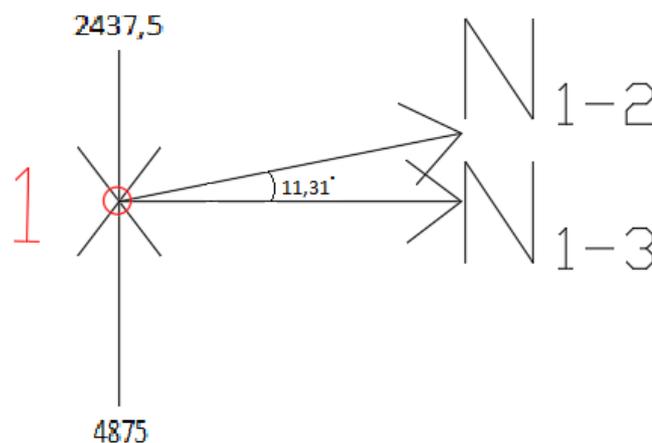


Figura 9. Axiles a calcular en el nudo 1 según el método de los nudos. Fuente: Elaboración propia.

La resolución del nudo 1 para conocer sus axiles será:

$$\left. \begin{aligned} 4875 + N_{1,2} \cdot \sin(11,31^\circ) &= 2437,5/2 \\ N_{1,2} \cdot \cos(11,31^\circ) + N_{1,3} &= 0 \end{aligned} \right\} N_{1,2} = -18643,18$$

$$-18643,18 \cdot \cos(11,31^\circ) + N_{1,3} = 0 \quad N_{1,3} = 18281,14$$

De la misma forma se calculan los axiles en todos los puntos para todas las barras de la cercha. En la Figura 10 se muestra el resultado de ello.

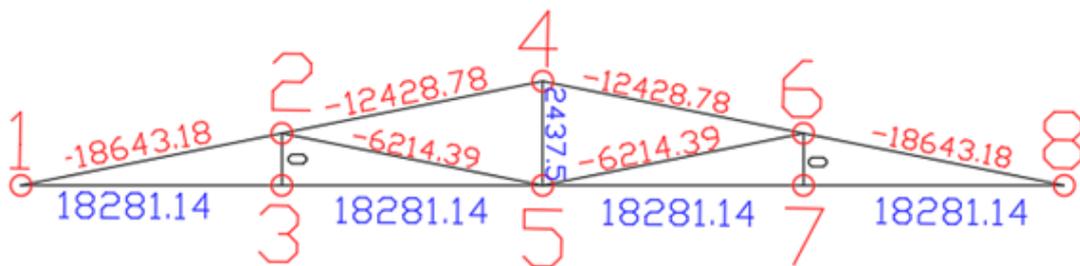


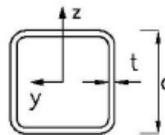
Figura 10. Valor de los axiles de la cercha. Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculados todos los axiles de la cercha, se puede apreciar como el cordón superior y las dos barras diagonales trabajan a compresión, mientras que el cordón inferior y el montante central trabajan a tracción. Por último, los montantes intermedios son nulos.

5.2.1.4. Dimensionamiento de la cercha

Conocidos los valores de los axiles se puede proceder al dimensionamiento de la cercha. Este consiste en un cálculo iterativo en el que se elige un perfil para el cual las barras que trabajan a compresión deben de cumplir a resistencia y a pandeo, mientras que las barras que trabajan a tracción deben de cumplir a resistencia. Si no cumplen, se elige un perfil superior y así sucesivamente.

Para el caso de este proyecto, los perfiles que se utilizarán para el dimensionamiento de la cercha serán tubos cuadrados huecos. En la Figura 11 se puede apreciar una parte de los distintos perfiles de tubo cuadrado hueco así como sus características.



TUBO CUADRADO HUECO

$W_{pl,y}$: Momento resistente plástico

W_y : Momento resistente elástico

I_T : Módulo de torsión

C: Clase de sección según SE-A para S275 en compresión y en flexión (son coincidentes).

Perfil a (mm)	t mm	A cm ²	P Kg/ml	Referido al eje Y-Y ó Z-Z				C	I _T
				I _y cm ⁴	W _{pl,y} cm ³	W _y cm ³	i _y cm		
40	3.0	4.13	3.24	9.01	5.6	4.51	1.48	1	15.6
	4.0	5.21	4.09	10.5	6.8	5.26	1.42	1	18.9
60	3.0	6.53	5.13	34.4	13.78	11.50	2.30	1	55.5
	4.0	8.41	6.60	42.3	17.32	14.10	2.24	1	70.2
	5.0	10.10	7.96	48.5	20.4	16.20	2.19	1	83.1
80	3.0	8.93	7.01	86	25.6	21.70	3.11	1	136
	4.0	11.60	9.11	108	32.6	27.20	3.06	1	175
	5.0	14.10	11.10	128	39.0	32.00	3.01	1	210
	6.0	16.50	13.00	144	44.8	36.00	2.95	1	243
100	3.0	11.30	8.89	175	40.2	35.00	3.93	2	273
	4.0	14.80	11.60	223	52.8	44.60	3.88	1	363
	5.0	18.10	14.20	266	63.8	53.10	3.83	1	428
	6.0	21.30	16.70	304	74.0	60.70	3.77	1	498

Figura 11. Perfiles de tubo cuadrado hueco y sus características. Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia.

Se describen los cálculos a modo de ejemplo para la barra 1-2. Dicha barra trabaja a compresión por lo que habrá que realizar, con el perfil elegido, la comprobación a resistencia y a pandeo. Se elige el perfil a= 80 mm.

La comprobación a resistencia viene dada por la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N}{A} < 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

- N = Axil de la barra (kg)
- A = Área del perfil elegido (cm²)

Sustituyendo los valores del axil y del área del perfil elegido quedará:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{18643,18 \text{ kg}}{11,60 \text{ cm}^2} = \frac{1607,17 \text{ kg}}{\text{cm}^2} < 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Por tanto, el perfil elegido para la barra 1-2 **cumple a resistencia**. Lo siguiente será comprobar si cumple a pandeo. La comprobación a pandeo viene dada por la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N}{A} < \sigma_{crit}$$

Donde:

- N = Axil de la barra (kg)
- A = Área del perfil elegido (cm²)

El módulo crítico viene dado por la expresión:

$$\sigma_{crit} = \pi^2 \frac{E}{\lambda^2}$$

Donde:

- E = Módulo de elasticidad = 2,1 · 10⁶ kg/cm²
- λ = Esbeltez mecánica ≤ 174

La esbeltez mecánica se determina de la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i}$$

Donde:

- β = Beta de pandeo = 1
- L = Longitud de la barra (cm)
- i = Radio de giro del perfil elegido (cm)

Por tanto, la comprobación a pandeo de la barra 1-2 cuya longitud son 2,5 m = 255 cm, será:

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{A} = \frac{18643,18 \text{ kg}}{11,60 \text{ cm}^2} = \frac{1607,17 \text{ kg}}{\text{cm}^2} < \sigma_{crit} \\ \sigma_{crit} &= \pi^2 \frac{E}{\lambda^2} = \pi^2 \frac{2,1 \cdot 10^6}{83,33^2} = 2984,81 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} 1607,17 < 2984,81$$

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i} = \frac{1 \cdot 255}{3,06 \text{ cm}^2} = 83,33 < 174$$

A la vista de los resultados, el perfil elegido para la barra 1-2 también **cumple a pandeo**, por lo que podría utilizarse el perfil elegido para la barra 1-2.

Repitiendo el mismo procedimiento que el descrito para la barra 1-2 en todas las barras de la cercha, utilizando una hoja de cálculo, se obtiene el dimensionamiento de la misma. En la Tabla 5 se muestran los perfiles elegidos para cada barra de la cercha.

Tabla 5. Perfiles elegidos para el dimensionamiento de la cercha.

Barra	Axil (kg)	Orden perfil	Nombre perfil	Área perfil (cm ²)	Radio de giro (cm)	Tensión de trabajo (kg/m ²)	Longitud (cm)	Esbeltez	E = 210000 kg/cm ²		
									Tensión Crítica (kg/cm ²)	Comprobación por resistencia	Comprobación por pandeo
1 - 2	-18643,18	2	#80x5	14,1	3,01	-1322,21135	255	84,717608	2887,830311	CUMPLE	CUMPLE
2 - 4	-12428,7866	2	#80x5	14,1	3,01	-881,474227	255			CUMPLE	CUMPLE
4 - 6	-12428,7866	2	#80x5	14,1	3,01	-881,474227	255			CUMPLE	CUMPLE
6 - 8	-18643,18	2	#80x5	14,1	3,01	-1322,21135	255	84,717608	2887,830311	CUMPLE	CUMPLE
1 - 3	18281,14	2	#80x5	14,1	3,01	1296,53475	250	83,0564784	3004,498655	CUMPLE	
3 - 5	18281,14	2	#80x5	14,1	3,01	1296,53475	250	83,0564784	3004,498655	CUMPLE	
5 - 7	18281,14	2	#80x5	14,1	3,01	1296,53475	250	83,0564784	3004,498655	CUMPLE	
7 - 8	18281,14	2	#80x5	14,1	3,01	1296,53475	250	83,0564784	3004,498655	CUMPLE	
Diagonales											
2 - 5	-6214,39341	1	#60x5	10,1	2,19	-615,286476	255	116,438356	1528,716345	CUMPLE	CUMPLE
5 - 6	-6214,39341	1	#60x5	10,1	2,19	-615,286476	255	116,438356	1528,716345	CUMPLE	CUMPLE
Montantes											
4 - 5	2437,5	1	#60x5	10,1	2,19	241,336634	100			CUMPLE	
2 - 3	0	1	#60x5	10,1	2,19	0	0,5	0,2283105	397619121,2	CUMPLE	
6 - 7	0	1	#60x5	10,1	2,19	0	0,5	0,2283105	397619121,2	CUMPLE	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 5, se ha optado por el perfil a= 80 mm en los cordones superiores e inferiores, mientras que en los montantes y diagonales se ha elegido el perfil a = 60 mm. Por tanto, la cercha estará constituida por dos tipos de perfiles.

5.2.2. Pilar

5.2.2.1. Cargas que debe soportar

Las cargas que debe soportar el pilar son, por un lado, la compresión que le transmite la cercha (R), y por otro lado la flexión debida al viento (q_v). El valor de la compresión que transmite la cercha al pilar es conocido, pues se ha calculado anteriormente, $R = 4875$ kg. La flexión debida al viento se determina mediante la siguiente expresión:

$$q_v = q \cdot c_e \cdot L \cdot \gamma$$

Donde:

- q_v = Flexión debida al viento (kg/m)

- $q = 50 \text{ kg/m}^2$
- $C_e =$ Coeficiente de exposición
- $L =$ Separación entre cerchas (m) = 5 m
- $\gamma =$ Coeficiente de mayoración de cargas = 1,5

El coeficiente de exposición se determina, como se puede apreciar en la Figura 12, en función del grado de aspereza y de la altura de los pilares.

Grado de aspereza del entorno	
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas.
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios de pequeña altura.

h (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	1.7	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0
II	1.5	1.9	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0
III	1.4	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6
IV	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1
V	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5

h (m)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
I	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5
II	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5
III	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1
IV	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6
V	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0

Figura 12. Valor del coeficiente de exposición en función del grado de aspereza y de la altura de los pilares. Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia.

En el caso de este proyecto, el grado de aspereza es el II, ya que se trata de terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia, y la altura de los pilares de la caseta es de 4 metros. Por lo tanto el coeficiente de exposición es $C_e=2,2$.

Así, la flexión debida al viento será:

$$q_v = 50 \cdot 2,2 \cdot 5 \cdot 1,5 = 825 \text{ kg/m}$$

5.2.2.2. Cálculo de los esfuerzos y deformaciones

En este apartado se calculará el momento causado por la flexión debida al viento, el cual se determina mediante la siguiente expresión:

$$M_y = 0.325 \cdot q_v \cdot h^2$$

Donde:

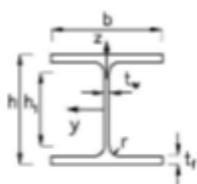
- M_y = Momento generado por la flexión debida al viento (kg·m)
- q_v = Flexión debida al viento (kg/m)
- h = Altura de los pilares de la caseta (m)

Sustituyendo los valores de flexión debida al viento y la altura de los pilares se obtiene el valor del momento:

$$M_y = 0,325 \cdot 825 \cdot 4^4 = 4290 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

5.2.2.3. Elección del perfil

Para el caso de los pilares, se ha optado por perfiles HEB, cuyos valores estáticos se muestran en la Figura 13. La elección del perfil de los pilares consiste en un cálculo iterativo, eligiendo un tipo de perfil y comprobando que cumple tanto a resistencia como a pandeo, si no es así se elige un perfil superior y así sucesivamente.



VALORES ESTÁTICOS DE LOS PERFILES HEB

I_T : Módulo de torsión
 I_x : Módulo de alabeo
 h_1 : Altura parte plana del alma
 C : Clase de sección según SE-A para S275 en compresión. En flexión son siempre de Clase 1.

HEB	Dimensiones en mm					Sección A cm ²	Peso p kg/m	Referido al eje						$W_{pl,y}$ cm ³	$W_{pl,z}$ cm ³	I_T cm ⁴	I_x cm ⁶	h_1 cm	C	HEB
	h	b	t_w	t_r	r			Y-Y			Z-Z									
								I_y cm ⁴	W_y cm ³	i_y cm	I_z cm ⁴	W_z cm ³	i_z cm							
100	100	100	6	10	12	26.0	20.4	450	90	4.16	167	33	2.53	104.2	51.42	9.34	3375	56	1	100
120	120	120	6.5	11	12	34.0	26.7	864	144	5.04	318	53	3.06	165.2	80.97	14.9	9410	74	1	120
140	140	140	7	12	12	43.0	33.7	1509	216	5.93	550	79	3.58	246	119.8	22.5	22480	92	1	140
160	160	160	8	13	15	54.3	42.6	2492	311	6.78	889	111	4.05	354	170	33.2	47940	104	1	160
180	180	180	8.5	14	15	65.3	51.2	3831	426	7.66	1363	151	4.57	482	231	46.5	93750	122	1	180
200	200	200	9	15	18	78.1	61.3	5696	570	8.54	2003	200	5.07	642	305.8	63.4	171100	134	1	200

Figura 13. Valores estáticos de los perfiles HEB. Fuente: Prontuario de perfiles SE-AE.

En el caso de este proyecto se ha elegido el perfil HEB-200 como perfil constituyente de los pilares de la caseta.

5.2.2.4. Comprobación a resistencia y pandeo

La comprobación a resistencia se determina, de la misma forma que en el punto 5.1.4., mediante la siguiente expresión:

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{W} \leq f_{yd}$$

Donde:

- N/A = Tensión del axil
- M/W = Tensión del momento
- f_{yd} = Tensión admisible = 1800 kg/cm^2

Si la tensión admisible se traslada al otro lado de la desigualdad, la expresión quedará de la siguiente forma:

$$\frac{N}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M}{W \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Sustituyendo los valores el resultado será:

$$\frac{4875}{78,1 \cdot 1800} + \frac{429000}{570 \cdot 1800} \leq 1$$

$$\mathbf{0,4528 \leq 1}$$

Por tanto el perfil elegido HEB-200 **cumple a resistencia**.

La comprobación a pandeo se determina mediante la siguiente expresión:

$$\frac{N}{0,2 \cdot A \cdot f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_y}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Donde:

- $N = R$ = Valor del axil (kg)
- A = Área del perfil elegido (cm^2)
- f_{yd} = Tensión admisible = 1800 kg/cm^2
- M_y = Momento generado por la flexión debida al viento ($\text{kg}\cdot\text{cm}$)
- W_y = Momento resistente del perfil elegido (cm^3)

El axil en el eje y, $N_{cr,y}$, se determina de la siguiente forma:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \frac{E}{\lambda^2} A$$

Donde:

- E = Módulo de elasticidad = $2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$

- $\lambda = \text{Esbeltez mecánica} \leq 174$
- $A = \text{Área del perfil elegido (cm}^2\text{)}$

La esbeltez mecánica tiene distintos valores en función del plano en el que se calcule, por tanto se determina tanto para el plano del pórtico como para el plano lateral y el mayor valor de ambas es el que se utiliza como esbeltez mecánica. La expresión para determinarla es la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i}$$

Donde:

- $\beta = \text{Beta de pandeo} = 1 \text{ (Plano pórtico)} = 2,5 \text{ (Plano lateral)}$
- $L = \text{Longitud del pilar que puede pandear (cm) (Plano pórtico)} = \text{Longitud del pilar (cm) (Plano lateral)}$
- $i = \text{Radio de giro del perfil elegido (cm)} = i_y \text{ (Plano pórtico)} = i_z \text{ (Plano lateral)}$

La esbeltez mecánica en el plano del pórtico será:

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i_y} = \frac{2,5 \cdot 400}{8,54} = 117,09 < 174$$

Por otro lado, la esbeltez mecánica en el plano lateral será:

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i_z} = \frac{1 \cdot 250}{5,07} = 49,31 < 174$$

Por tanto, el valor que se utilizará de esbeltez mecánica será el mayor de los dos calculados, siendo así $\lambda = 117,09$.

Una vez conocido el valor de la esbeltez mecánica se puede calcular el valor de axil en el eje y, el cual será:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E}{\lambda^2} \cdot A = \pi^2 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^6}{117,09^2} \cdot 78,1 = 118055,43 \text{ kg/cm}^2$$

Conocido el valor de $N_{cr,y}$ ya se puede realizar la comprobación a pandeo del perfil elegido:

$$\frac{4875}{0,2 \cdot 78,1 \cdot 1800} + \frac{1}{1 - \frac{4875}{118055,43}} \cdot \frac{429000}{570 \cdot 1800} = 0,6095 \leq 1$$

El perfil elegido HEB-200 **cumple a pandeo**.

5.2.2.5. Comprobación del desplome del pilar

La comprobación a desplome del pilar consiste en, por un lado, calcular la desviación que puede tener lugar en el pilar, y por otro el límite al que puede llegar dicha desviación. Por tanto, si la desviación que tiene lugar en el pilar es menor que el límite permitido de la misma, el perfil elegido cumplirá con las exigencias para que no se dé el desplome del pilar. La comprobación a desplome del pilar se realiza con las cargas desmayoradas.

La desviación que tiene lugar en el pilar viene determinada por la siguiente expresión:

$$\Delta = \frac{3}{40} \cdot \frac{q_v \cdot h^4}{EI \cdot \gamma}$$

Donde:

- Δ = Desviación que tiene lugar en el pilar (cm)
- q_v = Flexión debida al viento (kg/m)
- h = Altura de los pilares de la cercha (cm)
- E = Elasticidad del acero de edificación = $2,1 \cdot 10^6$ N/cm²
- I = Radio de giro del pilar elegido (cm⁴)
- γ = Coeficiente mayorante = 1,5

Sustituyendo los valores en la ecuación se obtiene el valor de la desviación del pilar:

$$\Delta = \frac{3}{40} \cdot \frac{825 \cdot 400^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 5696 \cdot 1,5} = 0,88 \text{ cm}$$

Por otro lado el límite de la desviación del pilar para que no haya desplome del mismo es:

$$\text{Límite} = \frac{h(\text{Altura pilares en cm})}{150} = \frac{400}{150} = 2,66 \text{ cm} > 0,88 \text{ cm}$$

El perfil elegido HEB-200 también **cumple la comprobación a desplome del pilar.**

Por tanto, se elige el **perfil HEB-200** como perfil para los pilares de la caseta ya que cumple tanto es su estado tensional como respecto a las deformaciones.

5.3. Muro hastial

5.3.1. Diseño de la estructura

Respecto a las acciones gravitatorias, el muro hastial recibe la mitad de las mismas. Normalmente existe un mayor número de pilares pero en el caso de este proyecto se colocará la misma celosía y número de pilares que los calculados para el pilar principal. Esta decisión tiene su justificación en que no se descarta la posible ampliación de la caseta en un futuro. Por este motivo es por el que se mantiene la misma celosía y pilares.

6. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

6.1. Determinación de los esfuerzos

La cimentación de la caseta consistirá en un conjunto de zapatas centradas, que tendrán que soportar los siguientes esfuerzos, los cuales se calculan desmayorados:

- M = Momento en la base del pilar ($\text{kg}\cdot\text{m}$)

$$M = \frac{My}{\gamma} = \frac{4290 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1,5} = 2860 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- V = Cortante = Reacción en la base del pilar debido al viento (se considera todo el empuje del viento) (kg)

$$V = \frac{q_v \cdot h}{\gamma} = \frac{825 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 4 \text{ m}}{1,5} = 2200 \text{ kg}$$

- N = Axil (Se considera el axil de cálculo del pilar) (kg)

$$N = \frac{N}{\gamma} = \frac{4875 \text{ kg}}{1,468} = 3320,85 \text{ kg}$$

6.2. Estimación de las características del suelo

En el **Anexo 16** se recopila y sintetiza la información procedente de un estudio geológico-geotécnico cercano a la parcela donde se implantará el cultivo objeto de este proyecto. La procedencia de los datos no se detalla puesto que se trata de un estudio geológico-geotécnico confidencial.

En dicho anexo se detallan las características geológicas y geotécnicas de la zona lo que permite tener un mejor conocimiento del subsuelo en la zona de estudio. De él se extraen los datos de mayor importancia para realizar el dimensionamiento de la cimentación, los cuales se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos para el dimensionamiento de la cimentación de la caseta.

Densidad de suelo	1800 kg/m ³
Tensión admisible	1,80 kg/cm ²
Ángulo de rozamiento interno efectivo	35 - 43°

Fuente: estudio geológico-geotécnico confidencial cercano a la parcela donde se implantará el cultivo objeto de este proyecto.

Respecto al ángulo de rozamiento interno efectivo, varía de 35 a 43°. Se utilizará el valor inferior (35°), para realizar los cálculos de la cimentación ya que es el más desfavorable y de esta manera, los cálculos estarán realizados del lado de la seguridad.

6.3. Diseño de las dimensiones y comprobaciones

Como se ha dicho anteriormente, la cimentación de la caseta estará formada por zapatas centradas rectangulares. En cada zapata las dimensiones serán 2 metros de largo, 1,5 metros de ancho y 0,5 metros de alto. Y las dimensiones del enano serán 0,5 metros de largo, 0,5 metros de ancho y 1 metro de alto. En la Figura 14 se muestra el diseño de la estructura de la zapata y de la estructura del enano.

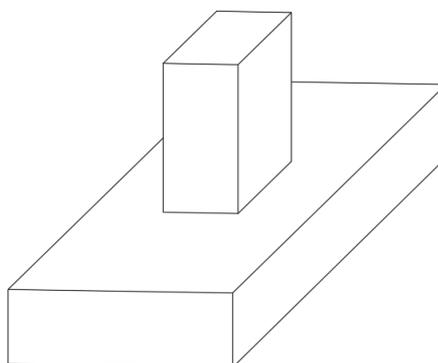


Figura 14. Diseño de la estructura de la zapata y el enano. Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. Condición de rigidez

En este apartado se comprobará si la zapata diseñada es una zapata flexible o rígida. Esta condición viene determinada por el valor del vuelo de la zapata como se muestra en la Figura 15.

ZAPATA	Valor del vuelo
Rígida	$\leq 2 \cdot h$
Flexible	$> 2 \cdot h$
$h = \text{Altura de la zapata (m)}$	

Figura 15. Condición de la zapata en función del valor del vuelo. Fuente: Elaboración propia.

El valor del vuelo viene determinado por la siguiente expresión:

$$Vuelo = v = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2}$$

Donde:

- a = Longitud de la zapata = 2 metros
- a_0 = Longitud del enano = 0,5 metros

Por tanto el valor del vuelo será:

$$Vuelo = v = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2}{2} - \frac{0,5}{2} = 0,75 \text{ m}$$

Luego el valor del vuelo es inferior a dos veces el valor de la altura de la zapata ($0,75 < 2 \cdot 0,5$), por tanto se trata de una **zapata rígida**.

6.3.2. Cálculo de los pesos

En este apartado se calculará el peso del suelo que debe soportar la zapata (P_s), el peso del enano de la zapata (P_e) y el peso de la base de la zapata (P_z). En la Figura 16 se muestran todas las fuerzas normales que existen la zapata.

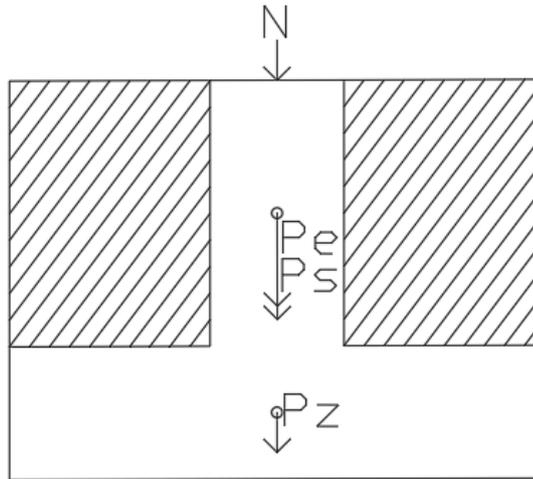


Figura 16. Fuerzas normales que existen en la zapata. Fuente: Elaboración propia.

El peso del enano viene determinado por la siguiente expresión:

$$P_e = \rho_h \cdot a_0 \cdot b_0 \cdot (H-h)$$

Donde:

- P_e = Peso del enano (kg)
- ρ_h = Densidad del hormigón = 2400 kg/m³
- a_0 = Longitud del enano (m) = 0,5 metros
- b_0 = Anchura del enano (m) = 0,5 metros
- H = Altura total de la zapata y el enano = 1,5 metros
- h = Altura de la zapata = 0,5 metros

Sustituyendo los valores en la expresión anterior se obtiene el valor del peso del enano:

$$P_e = 2400 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot (1,5-0,5) = 600 \text{ kg}$$

El peso del suelo que debe soportar la zapata se determina de la siguiente forma:

$$P_s = \rho_s \cdot a \cdot b \cdot (H-h) - \rho_s \cdot a_0 \cdot b_0 \cdot (H-h)$$

Donde:

- P_s = Peso del suelo que debe soportar la zapata (kg)
- ρ_s = Densidad del suelo = 1800 kg/m³

- $a =$ Longitud de la zapata (m) = 2 metros
- $b =$ Anchura de la zapata (m) = 1,5 metros
- $a_0 =$ Longitud del enano (m) = 0,5 metros
- $b_0 =$ Anchura del enano (m) = 0,5 metros
- $H =$ Altura total de la zapata y el enano = 1,5 metros
- $h =$ Altura de la zapata = 0,5 metros

De la misma forma, sustituyendo los valores en la expresión anterior se obtiene el peso del suelo que debe soportar la zapata:

$$P_s = 1800 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot (1,5-0,5) - 1800 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot (1,5-0,5) = 4950 \text{ kg}$$

El peso de la base de la zapata se determina mediante la siguiente expresión:

$$P_z = \rho_h \cdot a \cdot b \cdot h$$

Donde:

- $P_z =$ Peso de la base de la zapata (kg)
- $\rho_h =$ Densidad del hormigón = 2400 kg/m³
- $a =$ Longitud de la zapata (m) = 2 metros
- $b =$ Anchura de la zapata (m) = 1,5 metros
- $h =$ Altura de la zapata = 0,5 metros

Sustituyendo nuevamente los valores en la expresión se obtiene el valor del peso de la base de la zapata:

$$P_z = 2400 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 3600 \text{ kg}$$

Por último, el sumatorio de todas las fuerzas normales que existen en la zapata será:

$$\sum N = N + P_e + P_s + P_z = 3320,5 \text{ kg} + 600 \text{ kg} + 4950 \text{ kg} + 3600 \text{ kg} = 12470,85 \text{ kg}$$

6.3.3. Comprobación a vuelco

En este apartado se comprueba que el sumatorio de los momentos estabilizantes sea mayor o igual que el sumatorio de los momentos desestabilizantes multiplicado por el coeficiente de mayoración a vuelco ($\gamma_v = 2$):

$$\sum M_{est.} \geq \sum M_{desest.} \cdot \gamma_v$$

En la Figura 17 se muestran todas las fuerzas y momentos que intervienen en la comprobación a vuelvo, así como el punto P en el que se han decidido tomar los momentos de las fuerzas.

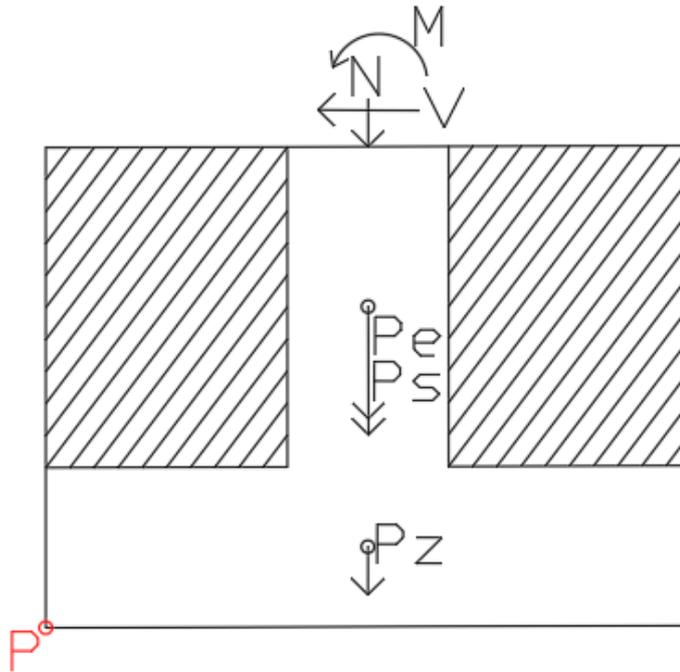


Figura 17. Fuerzas y momentos que intervienen en la comprobación a vuelvo y punto (P) en el que se toman los momentos de las fuerzas. Fuente: Elaboración propia.

El sumatorio de momentos estabilizantes estará formado por los momentos causados por el axil (N), el peso del enano (P_e), el peso del suelo (P_s) y el peso de la base de la zapata (P_z), por tanto, será igual al momento causado por el sumatorio de fuerzas normales en el punto P, cuyo valor se puede conocer multiplicando el sumatorio de fuerzas normales por la distancia desde el eje donde están ejercidas las fuerzas normales hasta el eje del punto P donde se toman los momentos:

$$\Sigma M_{est.} = \Sigma N \cdot \frac{a}{2} = 12470,85 \text{ kg} \cdot \frac{2 \text{ m}}{2} = 12470,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

El sumatorio de momentos desestabilizantes estará formado por el momento en la base del pilar (M) y el momento causado por el cortante, es decir, el momento causado por la reacción en la base del pilar debido al viento (V). Este último se puede calcular multiplicando la fuerza cortante (V) por la distancia desde el eje donde está ejercida la fuerza cortante (V) hasta el eje del punto P donde se toman los momentos. Por tanto el sumatorio de momentos desestabilizantes será:

$$\sum M_{desest} = M + V \cdot H = 2860 \text{ kg} \cdot m + 2200 \text{ kg} \cdot 1,5 \text{ m} = 6160 \text{ kg} \cdot m$$

Por tanto la comprobación a vuelco quedará de la siguiente forma:

$$\sum M_{est.} \geq \sum M_{desest.} \cdot \gamma_v$$

$$12470,85 \text{ (kg}\cdot\text{m)} \geq 6160 \text{ (kg}\cdot\text{m)} \cdot 2$$

$$12470,85 \text{ (kg}\cdot\text{m)} \geq 12320 \text{ (kg}\cdot\text{m)}$$

Por lo que la zapata es estable, ya que se **cumple la comprobación a vuelco**.

6.3.4. Comprobación a deslizamiento

En este apartado se realiza la comprobación a deslizamiento de la zapata, lo cual consiste en comprobar que el sumatorio de fuerzas horizontales estabilizantes es mayor o igual al sumatorio de fuerzas horizontales desestabilizantes multiplicado por el coeficiente de mayoración a deslizamiento ($\gamma_d = 1,5$):

$$\sum M_{H\ est.} \geq \sum M_{H\ desest.} \cdot \gamma_d$$

El sumatorio de fuerzas horizontales estabilizantes será la fuerza de rozamiento, la cual es igual al producto del sumatorio de fuerzas normales por la tangente del ángulo de rozamiento interno efectivo ($\phi = 35^\circ$):

$$\sum F_{H\ est} = F_{roz} = \sum N \cdot tg(\phi) = 12470,85 \text{ kg} \cdot tg(35) = 8732,18 \text{ kg}$$

Por otro lado, el sumatorio de fuerzas horizontales desestabilizantes será igual al cortante, es decir, a la reacción horizontal en la base del pilar debido al viento (V) = 2200 kg.

Por tanto la comprobación a vuelco quedará de la siguiente forma:

$$\sum M_{H\ est.} \geq \sum M_{H\ desest.} \cdot \gamma_d$$

$$8732,18 \text{ (kg)} \geq 2200 \text{ (kg)} \cdot 1,5$$

$$8732,18 \text{ (kg)} \geq 3300 \text{ (kg)}$$

Según el Código Técnico (CTE-SE-S) el ángulo de rozamiento interno efectivo debe multiplicarse por 2/3 con el fin de posicionarse del lado de la seguridad, por lo tanto, el sumatorio de fuerzas horizontales estabilizantes quedará:

$$\Sigma F_{H_{est}} = F_{roz} = \Sigma N \cdot tg\left(\frac{2}{3} \cdot \omega\right) = 12470,85 \text{ kg} \cdot tg\left(\frac{2}{3} \cdot 35\right) = 5379,4 \text{ kg}$$

De igual manera, el sumatorio de fuerzas horizontales estabilizantes sigue siendo mayor que el sumatorio de fuerzas horizontales desestabilizantes multiplicado por el coeficiente de mayoración a deslizamiento:

$$5379,4 \text{ (kg)} \geq 3300 \text{ (kg)}$$

Luego la zapata **cumple a deslizamiento**.

6.3.5. Comprobación de transmisión de tensiones al terreno

En este apartado se comprueba que la tensión máxima que se produce en la cimentación sea menor o igual que la tensión admisible ($\sigma_{adm}=1,80 \text{ kg/cm}^2$):

$$\sigma_{m\acute{a}x} \leq \sigma_{adm}$$

Para ello se calcula en primer lugar la excentricidad de la siguiente forma:

$$e = \frac{\Sigma M}{\Sigma N}$$

En la Figura 18 se muestran todas las fuerzas y momentos que intervienen en el cálculo de la excentricidad, así como el punto en el que se toman los momentos (P).

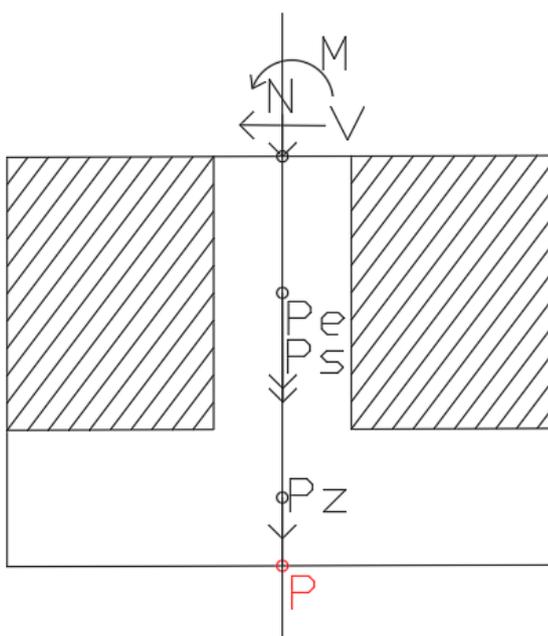


Figura 18. Fuerzas y momentos que intervienen en el cálculo de la excentricidad y punto P en el que se toman los momentos. Fuente: Elaboración propia.

El sumatorio de momentos estará formado por el momento en la base del pilar (M) y el momento causado por el cortante, es decir, el momento causado por la reacción en la base del pilar debido al viento (V). Este último se puede calcular multiplicando la fuerza cortante (V) por la distancia (H) desde el eje donde está ejercida la fuerza cortante (V) hasta el eje del punto P donde se toman los momentos. Por tanto el sumatorio de momentos será:

$$\sum M = M + V \cdot H$$

Por tanto, el sumatorio de momentos es conocido ya que los valores del momento en la base del pilar (M), el valor del cortante (V) y la distancia entre ejes (H) son todos conocidos. Por otro lado, el sumatorio de fuerzas normales también es conocido ya que se ha calculado anteriormente. Por lo que el valor de la excentricidad será:

$$e = \frac{\sum M}{\sum N} = \frac{M + V \cdot H}{P_e + P_s + P_z + N} = \frac{2860 \text{ (kg} \cdot \text{m)} + 2200 \text{ (kg)} \cdot 1,5 \text{ (m)}}{600 \text{ (kg)} + 3600 \text{ (kg)} + 4950 \text{ (kg)} + 3320,85 \text{ (kg)}}$$

$$e = 0,4939 \text{ metros} = 49,39 \text{ cm}$$

El valor de la excentricidad determina, como se muestra en la Tabla 7, la expresión que mediante la cual se calculará la tensión máxima que se produce en la cimentación.

Tabla 7. Expresión para calcular la tensión máxima en función del valor de la excentricidad.

CASO I	$e = 0$	$\sigma_{\max} = (P_s + P_e + P_z + N) / (a \cdot b)$
CASO II	$e < a/6$	$\sigma_{\max} = ((P_s + P_e + P_z + N) / (a \cdot b)) \cdot ((1 + 6 \cdot e) / a)$
CASO III	$e > a/6$	$\sigma_{\max} = (4/3) \cdot ((P_s + P_e + P_z + N) / (a - 2 \cdot e)) \cdot (1/b)$
CASO IV	$e = a/6$	$\sigma_{\max} = \text{Fórmula Caso II o Caso III}$
<p>Donde:</p> <p>a = Longitud de la zapata (m)</p> <p>b = Anchura de la zapata (m)</p> <p>e = excentricidad (m)</p>		

Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia

En el caso de este proyecto, se trata del Caso III, puesto que la excentricidad es mayor que la sexta parte de la longitud de la zapata ($0,49 > 2/6$), por lo tanto, la tensión máxima será:

$$e = \frac{4}{3} \cdot \frac{4950 + 600 + 3600 + 3320,85}{2 - (2 \cdot 0,4939)} \cdot \frac{1}{1,5} = 10951,59 \text{ kg/m}^2$$

$$e = 10951,59 \text{ kg/m}^2 = 1,095159 \text{ kg/cm}^2$$

A la vista de los resultados, se puede apreciar como la tensión máxima es menor que la tensión admisible:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{máx}} &\leq \sigma_{\text{adm}} \\ 1,095 \text{ kg/cm}^2 &< 1,80 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Por lo que **la transmisión de tensiones al terreno es correcta** ya que no se sobrepasa la tensión admisible del terreno.

6.3.6. Cálculo de la armadura

Para realizar la armadura de hormigón armado, es necesario calcular primero cual es la cantidad de acero necesaria y así como su distribución.

En primer lugar, se calcula la cantidad de acero necesaria mediante la siguiente expresión:

$$U_s = U_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{U_0 \cdot d}} \right)$$

Donde:

$$M_d = \frac{\gamma_g (\text{Coef. mayor. cargas}) \cdot \sigma_{\text{max}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \cdot b(\text{m}) \cdot L^2}{2} = \frac{1,5 \cdot 10951,59 \cdot 1,5 \cdot 0,825^2}{2} = 8385,68 \text{ kg} \cdot \text{m lineal}$$

$$L = \text{Vuelo} + (0,15 \cdot a_0) = 0,75 \text{ m} + (0,15 \cdot 0,5\text{m}) = 0,825 \text{ m}$$

$$U_0 = 0,85 \cdot b(\text{cm}) \cdot d(\text{cm}) \cdot \frac{f_{ck} (\text{resistencia caract. del hormigón})}{\gamma_c (\text{Coef. minor. resistencia hormigón})} = 0,85 \cdot 150 \cdot 45 \cdot \frac{250}{1,5} = 956250 \text{ kg}$$

$$d = \text{Canto útil (cm)} = h - r = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$$

Por tanto la cantidad de acero necesaria será:

$$U_s = 956250 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 8385,67}{956250 \cdot 0,45}} \right) = 18820,02 \text{ kg} = 18,82002 \text{ Tn}$$

Una vez conocida la cantidad de acero necesaria se determina el diámetro de los tubos de acero a utilizar. En la Tabla 8 se muestran distintos diámetros de tubos de acero así como su masa.

Tabla 8. Diámetros y masas de distintos tubos de acero.

Diámetro (mm)	Masa (Tn)
12	UsØ12 = 5,02
16	UsØ16 = 8.92
20	UsØ20 = 13.93

Fuente: Apuntes de Resistencia de Materiales y Estructuras-Universidad Politécnica de Valencia

En este proyecto se utilizarán tubos de acero de 12 mm de diámetro con una separación entre ellos de 20 cm, como la zapata tiene una longitud de 2 metros, habrá que colocar 10 tubos de acero de 20 mm de diámetro, lo cual cumple con la cantidad de acero necesaria.

6.3.7. Comprobación de las cuantías geométricas mínimas

La armadura mínima marcada por el código técnico viene determinada por la siguiente expresión:

$$\text{Área acero min} = (0,9/1000) \cdot b \cdot h$$

Donde:

- b = Anchura de la zapata (cm)
- h = Altura de la zapata (cm)

Por tanto el área de acero mínima marcada por el código técnico será:

$$\text{Área acero mínima} = \frac{0,9}{1000} \cdot 150\text{cm} \cdot 50\text{ cm} = 6,75\text{ cm}^2$$

El área de acero que se obtendrá colocando 10 tubos de acero de 12 mm de diámetro será:

$$\text{Área acero } \varnothing 12 \cdot N^{\circ} \text{ aceros} = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} \cdot 10 = 11,31\text{ cm}^2$$

Por lo que también se cumple el área de acero mínima si se colocan 10 barras de acero de 12 mm de diámetro.

Por último, para determinar el número final de tubos de acero que se colocarán se calcula el número de huecos, ya que se debe cumplir que:

$$n^{\circ} \text{ tubos} = n^{\circ} \text{ huecos} + 1$$

El número de huecos se determina de la siguiente forma:

$$N^{\circ} \text{ de huecos} = \frac{a - 2 \cdot r}{S}$$

Donde:

- a = Anchura de la zapata (cm)
- r = 5 cm
- S = Separación entre barras (cm)

$$N^{\circ} \text{ de huecos} = \frac{200 - 2 \cdot 5}{20} = 9,5 \text{ huecos} \approx 10 \text{ huecos}$$

El número de tubos de acero será:

$$n^{\circ} \text{ tubos} = n^{\circ} \text{ huecos} + 1 = 10 + 1 = 11$$

Finalmente, tras todos los cálculos y comprobaciones realizadas se determina que se colocarán **11 tubos de acero de 12 mm de diámetro a cada lado de la zapata con una separación entre ellos de 20 cm.**

7. MEDICIONES

En este apartado se realizarán las mediciones de los materiales utilizados en la edificación de la caseta de riego.

7.1. Peso de la estructura principal

El peso de la estructura principal estará compuesto por los perfiles utilizados en la cercha y los perfiles utilizados en los dos pilares que la sustentan. En la Figura 10 se encuentran las características de los tubos de acero utilizados como perfiles en la cercha, donde se encuentra el peso por metro lineal de los perfiles utilizados. De la misma manera, en la Figura 12 se encuentran las características del perfil utilizado para los pilares, encontrándose también el peso por metro lineal del mismo. El peso de la estructura principal se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9. Peso detallado de la estructura principal (cercha + pilares).

<u>Peso Cercha</u>	<u>Peso (Kg/m lineal)</u>	<u>Longitud barra (m)</u>	<u>Número de barras</u>	<u>Peso (kg)</u>
Cordón Superior	9,11	2,55	4	92,922
Cordón Inferior	9,11	2,5	4	91,1
Diagonales	5,13	2,55	2	26,163
Montantes Intermedios	5,13	0,5	2	5,13
Montante Central	5,13	1	1	5,13
TOTAL =				220,445

	<u>Peso (Kg/m lineal)</u>	<u>Altura pilar (m)</u>	<u>Número de pilares</u>	<u>Peso Total (kg)</u>
<u>Peso Pilares</u>	61,3	4	2	490,4

Fuente: Elaboración propia.

A la vista de la Tabla 9, el peso total de la estructura principal será:

$$\text{Peso Total Estructura Principal} = 220,445 + 490,4 = 710,85 \text{ kg}$$

En el caso de este proyecto existen 2 estructuras principales, por lo que:

$$\text{Peso 2 Estructuras Principales} = 710,85 \cdot 2 = 1421,7 \text{ kg}$$

7.2. Peso de correas

En la Figura 5 se muestran las características y valores estáticos de los perfiles IPE, de los cuales se eligió el perfil IPE-160 como perfil para las correas. En dicha figura viene detallado el peso del perfil elegido en kg/m lineal, por tanto, el peso de las correas de la caseta de riego será el que se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Peso detallado y total de las correas de la caseta de riego.

	<u>Peso (Kg/m lineal)</u>	<u>Longitud Correa (m)</u>	<u>Número de correas</u>	<u>Peso Total (kg)</u>
<u>Peso Correas</u>	15,8	5	5	395

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10 se puede observar que el **peso total de las correas** se eleva a **395 kg**.

7.3. Peso de los muros hastiales

En el caso particular de este proyecto, los muros hastiales son los mismos que las estructuras principales, ya que esta caseta de riego se ha diseñado con cuenta de una posible

ampliación en un futuro. Por tanto, el peso de los muros hastiales ya está contemplado, pues es el peso de las dos estructuras principales calculadas en el **punto 7.1**.

7.4. Medida de la cimentación

La medida de la cimentación incluye por un lado, el volumen de hormigón empleado y por otro, el volumen de ferralla utilizado, así como el peso en kilogramos de ambos.

En primer lugar, en la Tabla 11 se muestra el peso y volumen del hormigón utilizado:

Tabla 11. Volumen y peso del hormigón empleado en la cimentación.

<u>Volumen y Peso Hormigón</u>	Volumen Hormigón Zapata (m ³)	Volumen Hormigón Enano (m ³)	Número de zapatas	Volumen Total Hormigón (m ³)	Densidad Hormigón (kg/m ³)	Peso Total Hormigón (kg)
	1,5	0,25	4	7	2400	16800

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el volumen utilizado de hormigón es **7 m³**, cuyo peso es **16800 kg**.

Por otro lado, la longitud y el peso de la ferralla utilizada se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Longitud y peso de la ferralla utilizada en la cimentación.

<u>Longitud y Peso Ferralla</u>	Longitud Ferralla por barra (m)	Número de barras	Número de zapatas	Longitud Total Ferralla (m)	Peso Ferralla (kg/m)	Peso Total Ferralla (kg)
	2,5	11	4	110	0,64	70,4

Fuente: Elaboración propia.

La longitud total utilizada de ferralla es **110 metros**, cuyo peso es **70,4 kg**.

8. COMPROBACIONES INFORMÁTICAS

En este apartado se incluyen una serie de figuras correspondientes al programa *SAP2000*. Este programa informático se ha utilizado a modo de comprobación de todos los cálculos realizados para la estructura principal en este anexo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de *Mecánica de suelos, cimentaciones y vías*-Universidad Politécnica de Valencia.
- Apuntes de *Resistencia de materiales y estructuras*-Universidad Politécnica de Valencia.
- Ferrán Gozávez, José Javier, y col. Construcción. Tomo I, Resistencia de materiales. Editorial UPV, 1999.

ANEXO XVI

Marco geológico- geotécnico

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA	1
3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA	1

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recopila y sintetiza la información procedente de un estudio geológico-geotécnico cercano a la parcela donde se implantará el cultivo objeto de este proyecto. La procedencia de los datos no se detalla puesto que se trata de un estudio geológico-geotécnico confidencial.

La finalidad de este anexo reside en tener un mejor conocimiento del subsuelo en la zona de estudio y poder así caracterizar, tanto geológica como geotécnicamente, el terreno para su correcta ejecución.

2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA

La zona de estudio se localiza en el este de la provincia de Albacete. La morfología de esta región se caracteriza por extensas zonas de topografía llana o de suaves pendiente, separadas por relieves abruptos de los cuales se desarrollan extensos glacis de suaves pendientes.

Geológicamente, el área de esta región está ubicada en la confluencia de tres grandes dominios que configuran este sector del sureste de la Península Ibérica. La zona Oeste corresponde a la Meseta, la zona Sur a las estribaciones más septentrionales de las Cordilleras Béticas, y la Norte, a la terminación de la Cordillera Ibérica en su terminación Sur.

Tectónicamente, por su especial situación, el área de esta región presenta una extraordinaria complejidad, con existencia de fallas, plegamientos y cabalgamientos, generados en diferentes etapas orogénicas.

Dentro de esta área están representados materiales correspondientes al Triásico, Jurásico. Cretácico, Terciario y Cuaternario.

3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA

Tras los trabajos efectuados se han determinado dos unidades geotécnicas distintas, siendo la primera “Terreno Vegetal” hasta una profundidad de 0,30 metros, que constituye la cobertera superficial de la parcela; y la segunda “Gravas arcillosas” hasta una profundidad de 6,00 metros. Los parámetros internos teóricos para estos últimos materiales serían de 35-43° para el ángulo de rozamiento y de 0,1 t/m² para a cohesión, siendo considerados como terreno favorable.

Tras los trabajos e interpretaciones realizadas, se determina que la cimentación a partir de zapatas empotradas se realizará al menos a 0,60 metros por debajo de la cota de desaparición del

terreno vegetal, es decir, la cimentación se encontrará a partir de 0,90 – 1,00 metros de profundidad respecto a la superficie de la parcela. Dicha cimentación se realizará para una tensión admisible de hasta $1,80 \text{ kg/cm}^2$ para un apoyo de cimentación a partir de 1,00 metros de profundidad, y para una tensión admisible de $2,50 \text{ kg/cm}^2$ para un apoyo de cimentación a partir de 3,00 metros de profundidad respecto a la cota de superficie de la parcela. En cuanto a la densidad del terreno, se utilizará un valor promedio de 1800 kg/m^3 .

ANEXO XVII

Estudio Básico de Seguridad y Salud

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO LEGAL.....	2
3. MEMORIA DE LA OBRA.....	3
3.1. Situación de la obra.....	3
3.2. Descripción de la obra.....	3
3.2.1. Preparación del terreno	4
3.2.2. Realización de la plantación.....	4
3.2.3. Edificación de la caseta de riego	4
3.2.4. Realización del sistema de riego	4
4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	4
4.1. Equipo de protección individual	5
4.1.1. Protección de la cabeza	5
4.1.2. Protección del cuerpo.....	5
4.2. Equipo de protección colectiva	6
4.3. Protección de los trabajadores frente al ruido	6
4.4. Formación e información a los trabajadores	6
4.5. Servicios e instalaciones auxiliares.....	7
5. POSIBLES RIESGOS Y MEDIDAS DE CARÁCTER PREVENTIVO.....	8
5.1. Trabajos previos a la realización de la obra.....	8
5.1.1. Riesgos detectables	8
5.1.2. Normas preventivas.....	8
5.1.3. Trabajadores afectados.....	8
5.1.4. Equipo de protección individual	8
5.2. Preparación del terreno	9
5.2.1. Riesgos detectables	9
5.2.2. Normas preventivas.....	9
5.2.3. Trabajadores afectados.....	9
5.2.4. Equipo de protección individual	9

5.3.	Realización de la plantación	9
5.4.	Edificación de la caseta de riego.....	10
5.4.1.	Riesgos detectables	10
5.4.2.	Normas preventivas.....	10
5.4.3.	Trabajadores afectados.....	10
5.4.4.	Equipo de protección individual	10
5.5.	Realización del sistema de riego.....	10
5.5.1.	Riesgos detectables	10
5.5.2.	Normas preventivas.....	11
5.5.3.	Trabajadores afectados.....	11
5.5.4.	Equipo de protección individual	11
6.	NORMAS PREVENTIVAS EN EL USO DE LA MAQUINARIA Y APEROS	11
6.1.	Análisis de riesgos en el uso de la maquinaria y aperos	12
7.	NECESIDADES PRESUPUESTADAS	13
7.1.	Protecciones individuales.....	13
7.2.	Protecciones colectivas	14
8.	BIBLIOGRAFÍA	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos de protecciones individuales y cantidades necesarias.	14
Tabla 2. Elementos de protecciones colectivas y cantidades necesarias.....	14

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene como fin la definición de las medidas preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores y delimitar las medidas preventivas adecuadas a los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, que puede conllevar la ejecución de este Proyecto, así como los riesgos derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de las instalaciones.

En la Unión Europea (UE) la Directiva 83/391 CEE promueve la creación de una política de prevención en cada uno de los estados miembros. Por ello, en España se crea la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, de 8 de noviembre y sus modificaciones posteriores. Así como el reglamento de los Servicios de prevención y sus modificaciones aprobados por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo de 2006.

El RD 1627/1997 establece que el empresario tiene la obligación de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo, realizándose esta prevención mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias.

Este anexo pretende actuar sobre los siguientes hechos:

- Garantizar la salud e integridad de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión o falta de medios
- Delimitar y aclarar atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad
- Definir los riesgos y aplicar las técnicas adecuadas para reducirlos
- Determinar los costes de los medios de protección y prevención.

El establecimiento de la prevención de riesgos laborales se pretende conseguir mediante la aplicación de las siguientes disciplinas:

- Seguridad en el trabajo: Cuyo objetivo consiste en identificar los peligros y evaluar los riesgos indicando las medidas para prevenirlos.
- Higiene industrial: Basada en el estudio del ambiente de trabajo cuyo objetivo es diagnosticar la presencia de agentes contaminantes, medir sus concentraciones y valorar el riesgo que suponen.
- Ergonomía: Cuyo objetivo es conseguir la adaptación del trabajo a las características y capacidades de los trabajadores con el fin de lograr seguridad, bienestar y confort en el trabajo.

- Medicina en el trabajo: cuyo objetivo es la prevención de la salud, la prevención de su pérdida y la curación de la enfermedad y daños derivados del trabajo.
- Psicología laboral: técnica preventiva que se centra en la organización del trabajo.

Por tanto, relacionado con todo lo expuesto anteriormente, los contenidos que se tratarán serán:

- 1.- Breve reseña de la legislación correspondiente con los trabajos que se realizarán durante la ejecución del proyecto.
- 2.- Memoria de la obra, indicando su situación, descripción, etc.
- 3.- Contenido de la prevención de riesgos laborales en general.
- 4.-Referencia de los riesgos concretos de la obra, así como las correspondientes posibles medidas preventivas para paliarlos.
- 5.- Se resumirán las cantidades de cada uno de los medios de protección útiles.

2. MARCO LEGAL

Según el artículo 5 del citado RD(BOE,1997), el estudio básico de seguridad y salud será realizado por el técnico competente designado por el promotor; este estudio deberá precisar las normas de seguridad e higiene aplicables a la obra, contemplando, a tal efecto, la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados e indicando las medidas técnicas para ello; asimismo, deben identificarse los riesgos que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

El RD 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el RD 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de prevención, y el RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En el estudio básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar, en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

La legislación sobre la que se basa el tema de seguridad y salud en el trabajo es muy extensa, dada la variedad de situaciones de obra que se dan durante la ejecución del Proyecto; por tanto, teniendo en cuenta que el objetivo del presente Proyecto, y del actual anexo, no es

sentar una base legal, sino describir los riesgos y tomar las medidas necesarias para su eliminación.

Dentro de este epígrafe, se indican las posibilidades que se le presentan al empresario a la hora de adoptar las medidas necesarias para llevar a cabo la actividad preventiva:

- Asumiendo personalmente dicha actividad; se aplicará en el caso de que el número de trabajadores sea menor a 6 y el empresario tenga la formación adecuada.
- Designando a uno o varios trabajadores; cuando el número de trabajadores esté entre 6 y 500, o bien entre 6 y 250 en el caso en el que las actividades que se realicen se encuentren dentro del Anexo I de dicho Real Decreto.
- Exigiendo el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene, tanto a los trabajadores, como a los distintos empresarios con los que contrate, respecto de los suyos.
- Recurriendo a un servicio de prevención ajeno; en el caso en el que no se haya creado el servicio de prevención anterior, la designación de trabajadores sea insuficiente o para llevar alguna disciplina de la actividad preventiva.

3. MEMORIA DE LA OBRA

El estudio básico de seguridad y salud debe contener una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que se tengan que utilizar.

3.1. Situación de la obra

La finca objeto del presente Proyecto se encuentra ubicada en el Término Municipal de Montealegre del Castillo, provincia de Albacete, de la cual dista a una distancia de 63 kilómetros aproximadamente.

El presente Proyecto consiste en la transformación de la parcela nº 111 del polígono 1 de Montealegre del Castillo, situada en el paraje conocido como “Casa de la Tía María”, con una superficie de 6,7 hectáreas, para la producción de pistachero, en esta parcela que se encuentra en barbecho, habiendo estado anteriormente dedicada al cultivo de cereal.

3.2. Descripción de la obra

Como se ha comentado anteriormente, esta parcela se encuentra en barbecho, por lo que no será necesario el alzado de ningún cultivo existente. Ante esa situación, el propietario de la misma, desea implantar un nuevo sistema de cultivo como es el pistachero (*Pistacia vera L.*).

3.2.1. Preparación del terreno

La primera labor que se realizará para preparar el terreno será el desfonde o subsolado, labor que se realizará con un subsolador de 7 brazos propiedad del propietario.

Posteriormente, se llevará a cabo un despedregado superficial del terreno, el cual se realizará de forma manual. Por último se realizará un pase ligero de rulo alisador.

Todas estas operaciones fueron explicadas con mayor detalle en el **Anexo 7**, correspondiente con la Preparación del terreno.

3.2.2. Realización de la plantación

Tal y como se detalló en el **Anexo n° 8** (Plantación), la plantación la realizará el propietario de la parcela, recurriendo a mano de obra que prestarán familiares del mismo.

3.2.3. Edificación de la caseta de riego

Para la realización de la edificación de la caseta de riego, se subcontratará a una empresa la cual se responsabilizará de realizar la obra según se expone en el **Anexo 15** de este Proyecto y del cumplimiento de las medidas de seguridad y salud que dicha empresa tenga establecidas para sus trabajadores.

3.2.4. Realización del sistema de riego

De la misma forma que en el **punto 3.2.3.**, la instalación del sistema de riego la llevará a cabo una empresa especializada en puesta de sistemas de riego. Dicha empresa se responsabilizará de realizar la instalación según se expone en el **Anexo 14** de este Proyecto y del cumplimiento de las medidas de seguridad y salud que dicha empresa tenga establecidas para sus trabajadores.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Según la metodología de la transformación, y las fases críticas para la prevención, los riesgos detectables expresados anteriormente son:

- Los propios del trabajo realizado por uno o varios operarios.
- Los derivados de los factores normales y de ubicación del lugar de trabajo.
- Los que tienen su origen en los medios materiales empleados para ejecutar la transformación.

El estudio básico deberá precisar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las

medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

En los siguientes apartados se nombran algunas medidas a tomar por los trabajadores tanto de forma individual como de forma colectiva, qué formación e información hay que presentar a los operarios y, por último, los servicios e instalaciones necesarios en toda la obra.

4.1. Equipo de protección individual

El equipo de protección individual (EPI) es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Es muy importante que el empresario proporcione a sus trabajadores los EPI adecuados, siendo de forma gratuita, y reponiéndolos cuando sea necesario, de forma que el trabajador pueda realizar sus funciones correctamente.

Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los siguientes subapartados muestran los elementos que componen un EPI en obras como las que se han de realizar en el presente Proyecto.

4.1.1. Protección de la cabeza

- Casco de seguridad: Si existe la posibilidad de golpe en la cabeza o caída de objetos que puedan dañar al obrero.
- Gafas contra proyecciones de partículas: En trabajos con posibles proyecciones de partículas para protección ocular.
- Gafas contra polvo: En trabajos donde se creen atmósferas nocivas por la pulverización de productos fitosanitarios, disolvente, pegamentos, etc.
- Protector auditivo: Cuando el nivel de ruido sea superior al límite impuesto por la citada normativa.

4.1.2. Protección del cuerpo

- Cinturón de seguridad: Tiene que ser adaptado a los diversos trabajos que se realicen en la obra, como por ejemplo la sujeción de los operarios en la puesta de la cercha de la caseta de riego.
- Mono de trabajo: En cualquier tipo de trabajo.
- Impermeables: Cuando el tiempo es lluvioso, en zonas con infiltraciones, en la aplicación de abonos y fitosanitarios, etc.

4.2. Equipo de protección colectiva

El equipo de protección colectivo (EPC) es la técnica mediante la cual se protege, simultáneamente, a varios trabajadores. A nivel general presenta las siguientes características:

- Se prohibirá el paso a toda persona ajena a la obra durante la realización de los distintos trabajos.
- Se hará uso de carteles indicativos y de cinta de balizamiento para advertir de riesgos y medidas preventivas; además, se debe instalar la señal de localización del botiquín y de los extintores, en su caso.
- Será obligatorio hacer uso de la señales de tráfico, como “STOP”, “Peligro indefinido” y “Peligro salida de vehículos” en los casos que sea necesario y vengán recogidos dentro de las leyes de tráfico; también serán señalizados los movimientos de maquinaria en general, entrada y salida de vehículos, etc.
- Quedará totalmente prohibido fumar y encender fuego en el lugar de la obra y en sus proximidades.
- La organización y vigilancia de la seguridad de la obra correrá a cargo del vigilante de seguridad, que estará en contacto con el jefe de la obra, los técnicos de la empresa adjudicataria de las obras y la dirección facultativa, y juntos estimarán las medidas de seguridad, desarrollando un Plan Definitivo de Seguridad.

4.3. Protección de los trabajadores frente al ruido

En aquellos puestos de trabajo en los que el nivel de ruido diario equivalente y el pico de ruido sean superiores a 85 dB y a 140 dB, respectivamente, se ha de adoptar las medidas necesarias para que no cause ninguna molestia.

Dentro de la obra que atañe el presente Proyecto, se contempla esta posibilidad únicamente en los trabajos de excavación por medios mecánicos; de todas formas, si por cualquier otro motivo se produjesen los niveles sonoros indicados, se procederá a utilizar la correspondiente protección auditiva.

4.4. Formación e información a los trabajadores

La empresa ejecutora de las obras debe impartir la formación necesaria en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, a todo el personal diferente que incluya dentro de dicha obra, a través del servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece el derecho de la consulta a los trabajadores en relación con las cuestiones de seguridad y salud en el trabajo. La actividad de

consulta se desarrolla en el capítulo V (artículo 33) de dicha normativa, indicando lo siguiente:

- El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de decisiones relativas a: planificación y organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías; la organización y desarrollo de actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa; la designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia y cualquier otra acción que pueda tener efectos sustanciales sobre la seguridad y salud de los trabajadores; los procedimientos de información y documentación; por último, el Proyecto y la organización de la formación en materia de prevención.
- En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, las consultas referidas en el apartado anterior se llevarán a cabo con dichos representantes.

4.5. Servicios e instalaciones auxiliares

De forma resumida, las instalaciones auxiliares que deben estar presentes durante el tiempo que dure la obra son:

- Botiquín: Debe de disponer de la dotación necesaria mínima para primeros auxilios, la cual será: Agua oxigenada, mercurocromo, termómetro clínico, amoníaco, alcohol 96°, tintura de yoduro, gas estéril, algodón estéril, vendas esparadrapo, torniquetes, bolsas de hielo, guantes esterilizados, algodón hidrófilo, antiespasmódico y tónicos cardíacos de vigencia, jeringuillas desechables, agujas inyectables desechables, pinzas y tijeras.
- Línea de teléfono: Durante la ejecución de la obra se debe disponer de una línea de teléfono, o como mínimo, de telefonía móvil, aparte de disponer de una lista de los teléfonos de interés (ambulancias, centro de salud más cercano, etc.), para poder asegurar el transporte de cualquier accidentado en el mínimo tiempo posible. Asimismo, es necesario disponer de mapas de carreteras y caminos en el caso de que los trabajadores desconozcan el lugar de trabajo.
- Servicios: Se instalará un inodoro portátil por cada 25 trabajadores en el exterior de la obra.

Por último, los trabajadores contratados para la obra objeto del Proyecto serán de la zona, debido a la gran cantidad de empresas del sector presentes en la región, con que no será

necesario ningún tipo de plano; por otro lado, la dotación de personal, las características de la obra (en cuanto a su duración, sus trabajos, etc.), y la cercanía al lugar de residencia de los trabajadores obvia la instalación de aspectos como las duchas y vestuarios.

5. POSIBLES RIESGOS Y MEDIDAS DE CARÁCTER PREVENTIVO

En este apartado se realiza una relación de las fases que se prevé que se puedan dar dentro de la obra, para así, poder predecir los riesgos concretos de cada una de las fases y, de este modo, proponer medidas necesarias con el fin de disminuir los riesgos o bien eliminarlos en su totalidad. También se indicará la posible categoría de trabajador más afectada en cada una de las fases que se describen.

5.1. Trabajos previos a la realización de la obra

El conjunto de trabajos previos a la realización de la obra son aquellos que se basan en como el montaje de las instalaciones auxiliares necesarias para la ejecución de la obra, es decir, las obras de montaje de instalaciones de vallas, señales, etc.

5.1.1. Riesgos detectables

- Atropellos, colisiones y golpes
- Caída de materiales
- Incendios
- Riesgo eléctrico
- Caídas a distinto y al mismo nivel

5.1.2. Normas preventivas

- Señales indicativas necesarias (adecuación de las vías necesarias).
- Mantenimiento del mayor orden y limpieza.
- Presencia de extintores de polvo polivalente, con sus correspondientes revisiones periódicas.
- Presencia de barandillas. Sujeciones y apoyos homologados para maquinaria.

5.1.3. Trabajadores afectados

- Peones
- Conductores de vehículos
- Personal general

5.1.4. Equipo de protección individual

Para resolver los problemas citados, se han de usar los siguientes elementos de seguridad, que además quedan incluidos dentro del EPI:

- Casco de seguridad homologado
- Mono de trabajo
- Guantes de cuero y guantes aislantes de electricidad
- Botas de seguridad
- Impermeable (en caso de tiempo lluvioso)

5.2. Preparación del terreno

En este apartado se enumeran los riesgos detectables, las normas preventivas, los trabajadores afectados y el equipo de protección individual para las operaciones que engloban la preparación del terreno.

5.2.1. Riesgos detectables

- Atropellos con maquinaria
- Atrapamientos y sepultamientos
- Caídas al mismo nivel
- Inhalación de agentes polvorientos

5.2.2. Normas preventivas

- Señalización correspondiente y mantenimiento del orden y de la limpieza
- No colocarse en el radio de acción del tractor y la maquinaria
- Coordinación entre los distintos grupos de trabajo

5.2.3. Trabajadores afectados

- Peón
- Conductor

5.2.4. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Mono de trabajo
- Botas de goma
- Impermeable (en caso de tiempo lluvioso)
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico

5.3. Realización de la plantación

El proceso de la plantación no conlleva ningún tipo de riesgo para los trabajadores ya que esta operación será realizada por el propietario. Además, éste ha decidido realizarla de forma manual, ya que cuenta con gran experiencia, por lo que no se prevén riesgos ya que no se empleará maquinaria.

5.4. Edificación de la caseta de riego

En este apartado se enumeran los riesgos detectables, las normas preventivas, los trabajadores afectados y el equipo de protección individual para las operaciones que engloban la edificación de la caseta de riego.

5.4.1. Riesgos detectables

- Atropello, colisiones y golpes
- Atrapamientos y sepultamientos
- Caídas a distinto y al mismo nivel.
- Caída de materiales

5.4.2. Normas preventivas

- Señales indicativas necesarias (adecuación de las vías necesarias).
- Presencia de barandillas. Sujeciones y apoyos homologados para maquinaria.
- No colocarse en el radio de acción de la maquinaria.
- Coordinación entre los distintos grupos de trabajo.

5.4.3. Trabajadores afectados

- Peones
- Conductores de vehículos
- Personal en general

5.4.4. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad homologado
- Mono de trabajo
- Guantes de trabajo de seguridad
- Botas de seguridad
- Impermeable (en caso de tiempo lluvioso)

5.5. Realización del sistema de riego

En este apartado se enumeran los riesgos detectables, las normas preventivas, los trabajadores afectados y el equipo de protección individual para las operaciones que engloban la realización y puesta del sistema de riego.

5.5.1. Riesgos detectables

- Atropellos con maquinaria
- Caída de materiales
- Cortes en la extremidades
- Caídas al mismo nivel

5.5.2. Normas preventivas

- Señalización correspondiente y mantenimiento del orden y la limpieza
- No colocarse en el radio de acción de la maquinaria
- Coordinación entre los distintos grupos de trabajo

5.5.3. Trabajadores afectados

- Peones
- Conductores de vehículos

5.5.4. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad homologado
- Mono de trabajo
- Guantes de trabajo de seguridad
- Botas de seguridad
- Impermeable (en caso de tiempo lluvioso)

6. NORMAS PREVENTIVAS EN EL USO DE LA MAQUINARIA Y APEROS

La legislación nacional deberá prescribir que la maquinaria y equipos agrícolas serán:

- Utilizados únicamente en los trabajos para los que fueron concebidos y, en particular, no deberán utilizarse para el transporte de personas, a menos que estén concebidos adaptados para ese fin.
- Manejados por personas capacitadas y competentes, de acuerdo con la legislación y la práctica nacionales.

Por otro lado, ciertas leyes establecerán unos requisitos mínimos esenciales de seguridad y salud en máquinas y los componentes de seguridad no intercambiables. Las máquinas que no cumplan estos requisitos no podrán ser utilizadas ni comercializadas. La documentación y marcado que deben tener las máquinas es la siguiente:

- Marcado “CE”. El fabricante de la máquina colocará este marcado en la placa de identificación o en sus proximidades.
- Declaración de conformidad. Sin ella, la máquina no podrá disponer del marcado anterior (marcado “CE”) y, además, con este documento el fabricante se responsabilizará de la seguridad del producto, puesto que se debe adecuar según la normativa europea.
- Manual de instrucciones. Éste deberá ir redactado en la lengua original de fabricación y del país en uso, deberá contener información de condiciones de

utilización, puesto de los operarios, manutención, reglaje, indicadores sobre ruido, etc.

- Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.) en vigor, en toda la maquinaria en la que le sea de aplicación.

6.1. Análisis de riesgos en el uso de la maquinaria y aperos

Las máquinas, tanto las motrices como las no motrices utilizadas en la obra, también requerirán un estudio de sus riesgos más frecuentes y las medidas preventivas a adoptar para disminuir los riesgos laborales de los trabajadores expuestos a ellos.

Por este motivo, la relación de maquinaria que se va a utilizar durante la ejecución de las obras descritas a lo largo del Proyecto será:

- Tractor de 80 CV de potencia
- Remolque de carga de 8 toneladas de capacidad
- Subsolador de 7 brazos
- Cultivador de 15 brazos
- Tractor de 180 CV de potencia con pala cargadora
- Rulo alisador de 4 metros de anchura
- Remolque esparcidor de 5 toneladas
- Cuba de agua de 3500 litros
- Grada de discos de dos ejes
- Mini – excavadora con balde de 0,60 m de anchura y 0,11 m³ de capacidad
- Camión de transporte
- Manguera

Una vez nombrada la relación de maquinaria, se realiza un resumen de los riesgos más comunes que conlleva dicha maquinaria y herramientas nombradas. Seguidamente también se incluirán las medidas preventivas a tomar.

- Atrapamiento de extremidades
- Riesgo de incendio de la maquinaria
- Riesgo eléctrico
- Riesgo de vuelco
- Atropellos y golpes
- Choques contra elementos fijos de la obra
- Cortes y amputaciones
- Proyección de partículas
- Caídas a distinto y al mismo nivel

Las medidas preventivas a tomar para intentar evitar los riesgos nombrados son:

- Uso de la maquinaria según el documento presente en los libros de instrucciones y declaraciones de conformidad
- Sistemas de extinción de incendios (extintores polvo)
- Comprobación de conexiones y de los cables
- Utilización de la maquinaria por parte de personal especializado
- Alejarse de las cercanías de vehículos motrices durante la ejecución de sus maniobras
- Señalización de los principales obstáculos de la obra
- Comprobación de los sistemas de seguridad de las máquinas no motrices
- Utilización de pantallas de seguridad de las máquinas, así como evitar colocarse cerca de las máquinas que puedan proyectar partículas
- Comprobación del buen estado de los apoyos y de las sujeciones de subida y bajada de los vehículos

Todas estas medidas son de vital importancia para la protección del personal de trabajo. También cabe destacar que la formación e información de los trabajadores tiene un papel muy importante para su propia seguridad.

7. NECESIDADES PRESUPUESTADAS

Debido a los riesgos identificados anteriormente, así como las medidas preventivas constatadas, es necesario presupuestar una copia del material de protección y señalización, así como ciertas instalaciones dedicadas a la seguridad y salud.

Esta previsión se realizará valorando que no más de 5 personas van a estar trabajando al mismo tiempo en la obra.

7.1. Protecciones individuales

Las protecciones individuales necesarias para la obra objeto de este Proyecto se muestran en la Tabla 1, en la que se indica las protecciones individuales y cantidades necesarias de las mismas.

Tabla 1. Elementos de protecciones individuales y cantidades necesarias.

Protecciones individuales	Unidades
Casco de seguridad homologado	5
Guantes de cuero	5
Guantes de trabajo de seguridad	5
Botas de seguridad	5
Traje impermeable	5
Mono de trabajo	5
Botas de goma	5
Mascarilla antipolvo	2
Protector auditivo	2
Gafas de seguridad antiproyecciones	2
Cinturón-faja de seguridad	2

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Protecciones colectivas

Las necesidades colectivas necesarias para la total seguridad de la obra se exponen en la Tabla 2, donde se recogen los elementos y cantidades necesarios de los mismos.

Tabla 2. Elementos de protecciones colectivas y cantidades necesarias.

Protecciones colectivas	Unidades
Inodoro portátil	1
Botiquín de urgencia para la obra	2
Extintor de polvo seco de 6 kg	3
Señales de tráfico	3
Carteles indicativos y señales de balizamiento	7

Fuente: Elaboración propia.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BOE 1992. Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre de 1992, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas. Ministerio de la Presidencia, Boletín Oficial del Estado, Madrid, España.
- BOE 1995a. Real Decreto 5611/1995, de 20 de enero de 1995, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. Ministerio de la Presidencia, Boletín Oficial del Estado, Madrid, España.
- BOE 1995b. Ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales y Ministerio de la Presidencia. Boletín Oficial del Estado, Madrid, España.

- BOE 1997. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Boletín Oficial del Estado, Madrid, España.
- BOE 2006. Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo de 2006, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Boletín Oficial del Estado nº127, de 29 de mayo de 2006, Madrid, España.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (ALBACETE)

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

Autor: Ciges Tomás, Javier.

Tutora: Lull Noguera, Cristina.

Curso académico: 2018/2019

Valencia, abril de 2019

ÍNDICE

PLANO N°1. Situación y Localización.

PLANO N°2. Dimensiones de la parcela.

PLANO N°3. Diseño de la plantación.

PLANO N°4. Diseño del riego.

PLANO N° 5. Cabezal de riego.

PLANO N°6. Fachada caseta de riego.

PLANO N°7. Planta de la cubierta.

PLANO N°8. Planta de la cimentación.

PLANO N° 9. Estructura principal.

SITUACIÓN



A

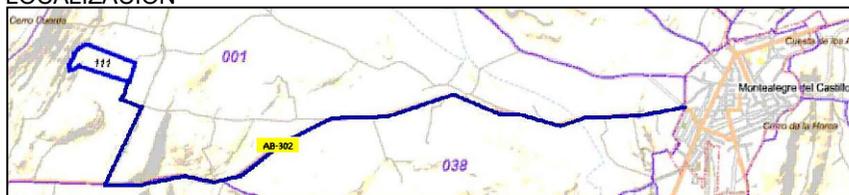
ESCALA 1:750.000

Detalle A



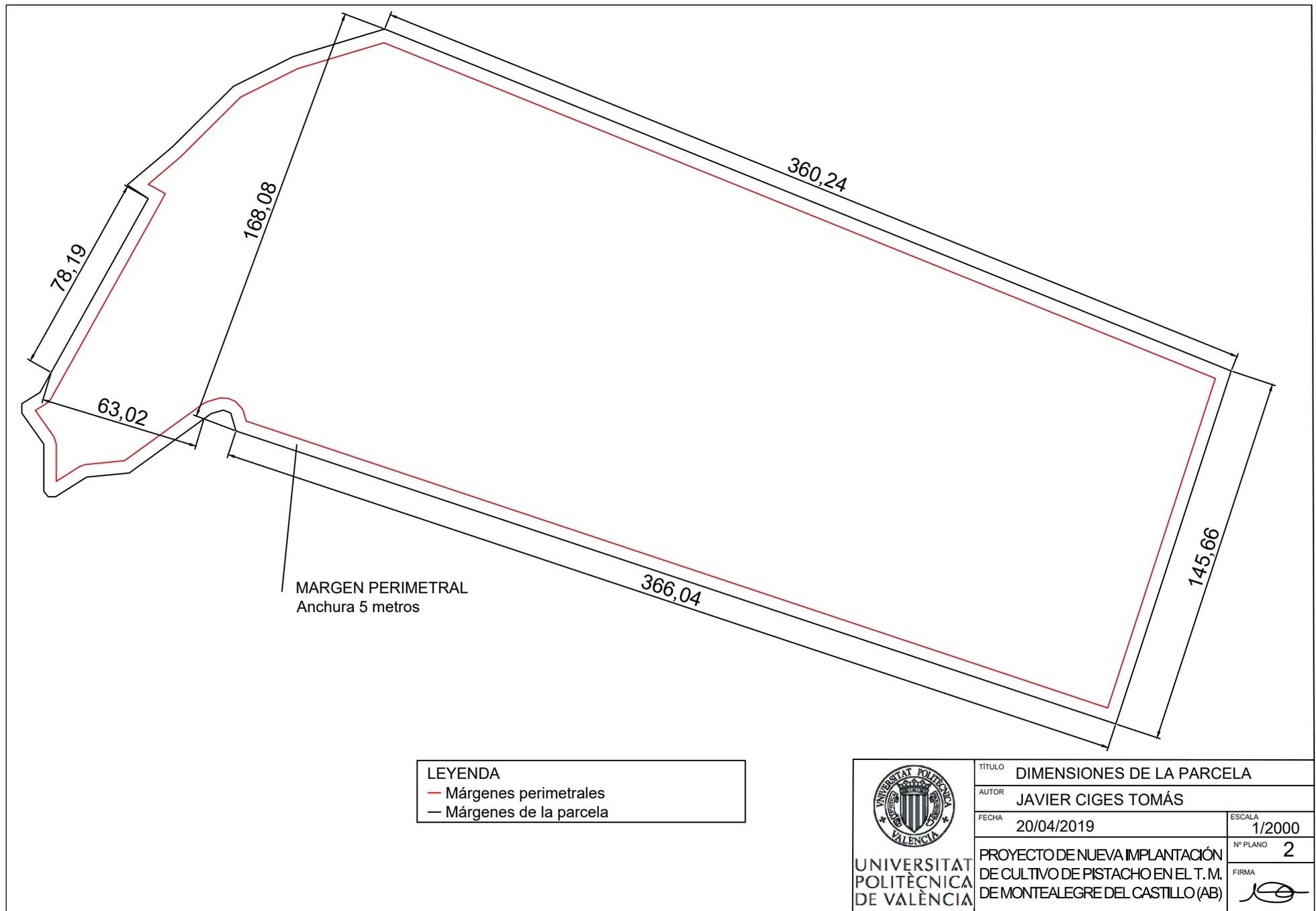
ESCALA 1:250.000

LOCALIZACIÓN



ESCALA 1:50.000

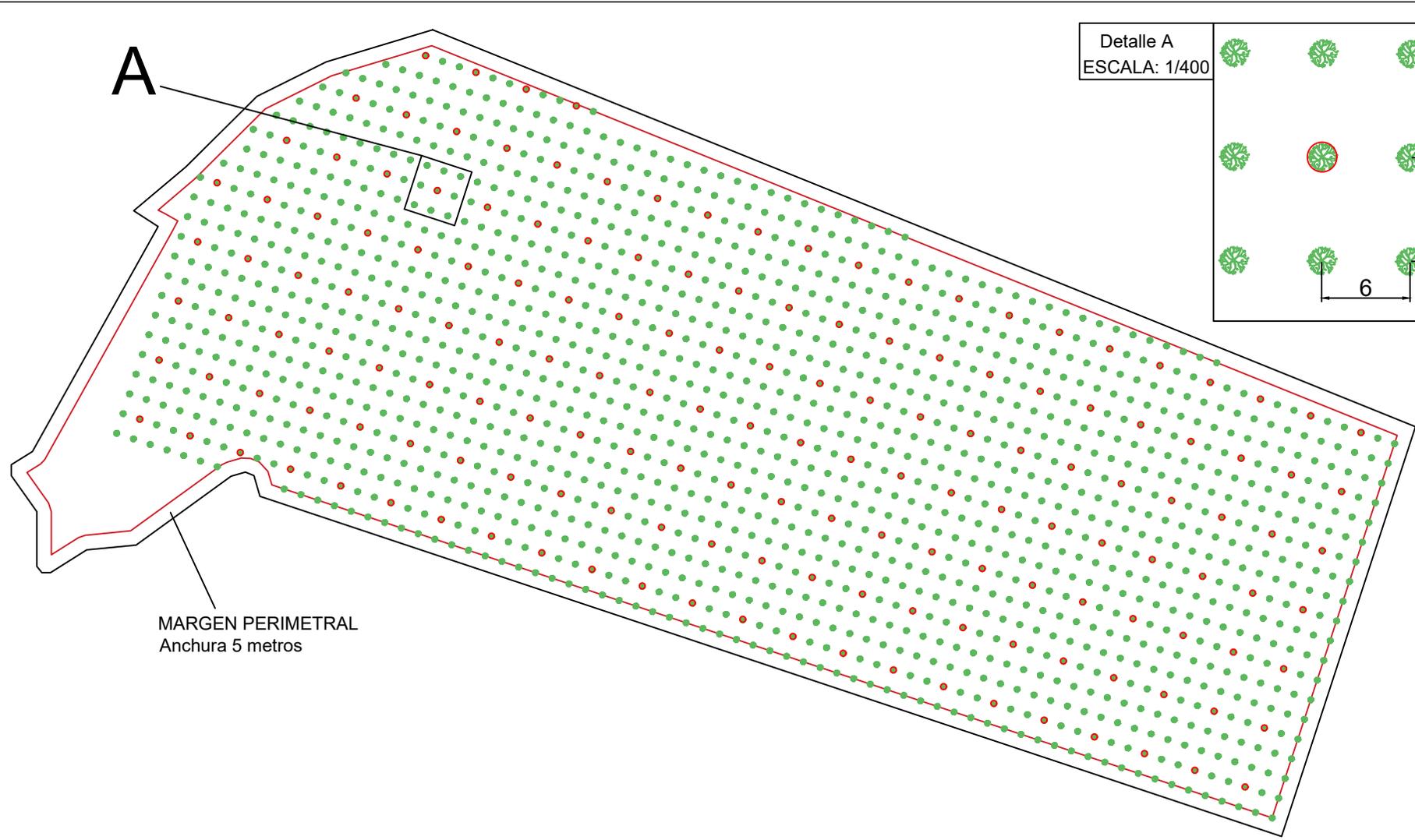
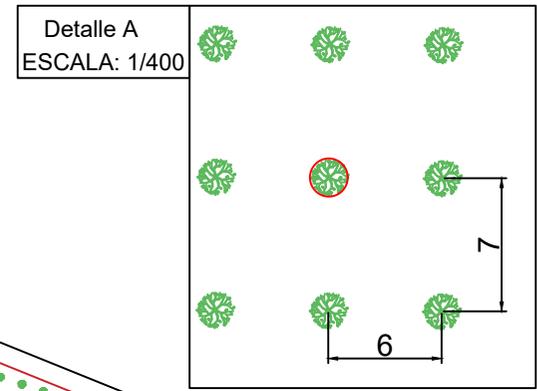
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TÍTULO SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN	
	AUTOR JAVIER CIGES TOMÁS	
	FECHA 20/04/2019	ESCALA VARIAS
	PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	
	Nº PLANO 1	FIRMA 



LEYENDA
— Márgenes perimetrales
— Márgenes de la parcela



TÍTULO DIMENSIONES DE LA PARCELA	
AUTOR JAVIER CIGES TOMÁS	
FECHA 20/04/2019	ESCALA 1/2000
PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	
Nº PLANO 2	FIRMA



MARGEN PERIMETRAL
Anchura 5 metros

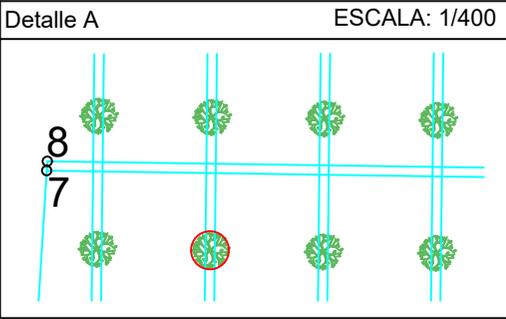
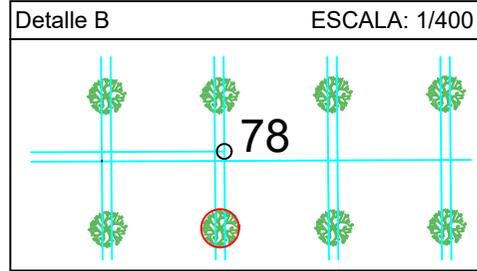
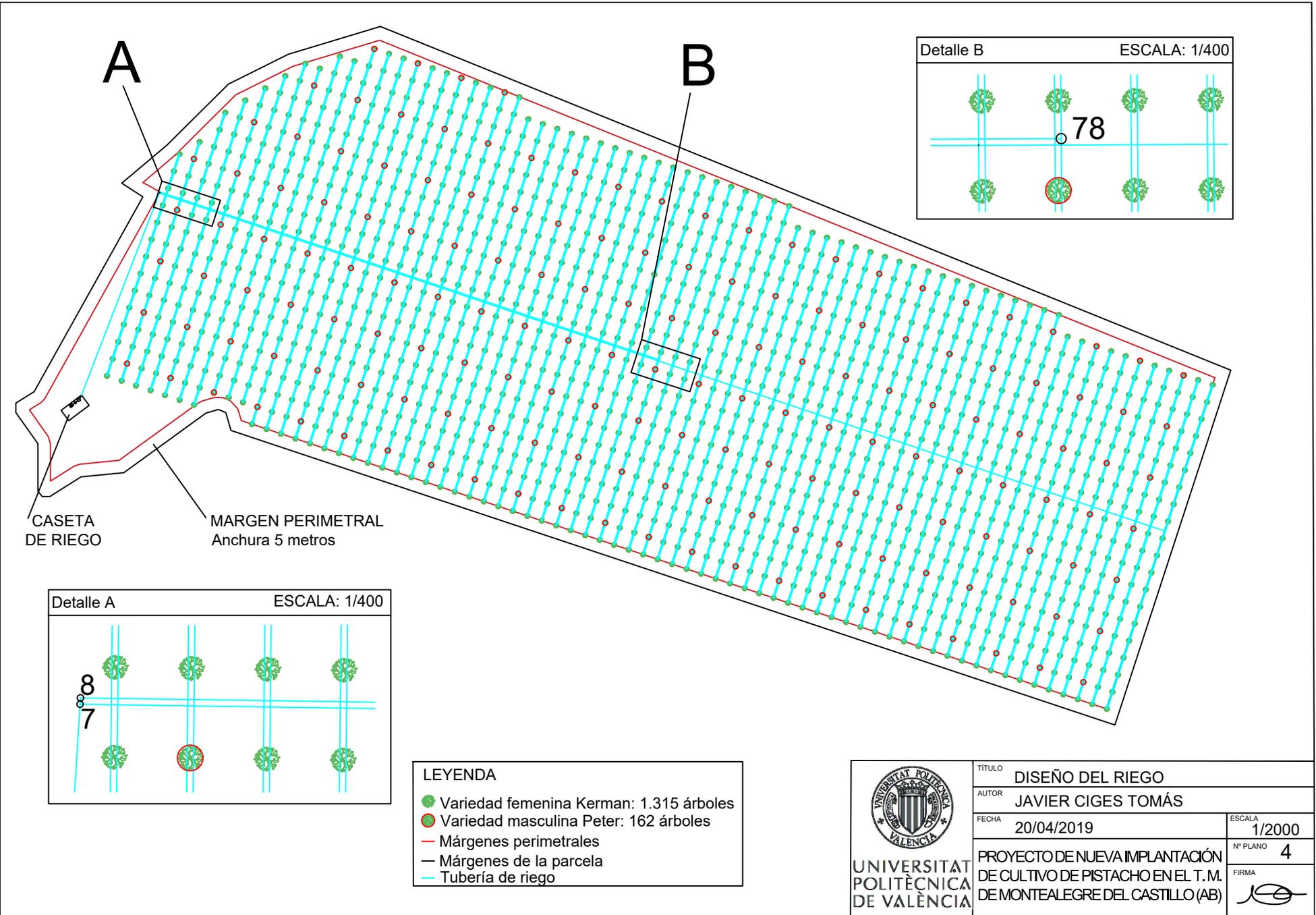
Superficie total: 6,7 ha
 Superficie de cultivo: 6,2 ha
 Marco de plantación: 6x7 metros
 Densidad de plantación: 238 árboles/ha
 Número de árboles: 1.477 árboles

LEYENDA

- Variedad femenina Kerman: 1.315 árboles
- Variedad masculina Peter: 162 árboles
- Márgenes perimetrales
- Márgenes de la parcela



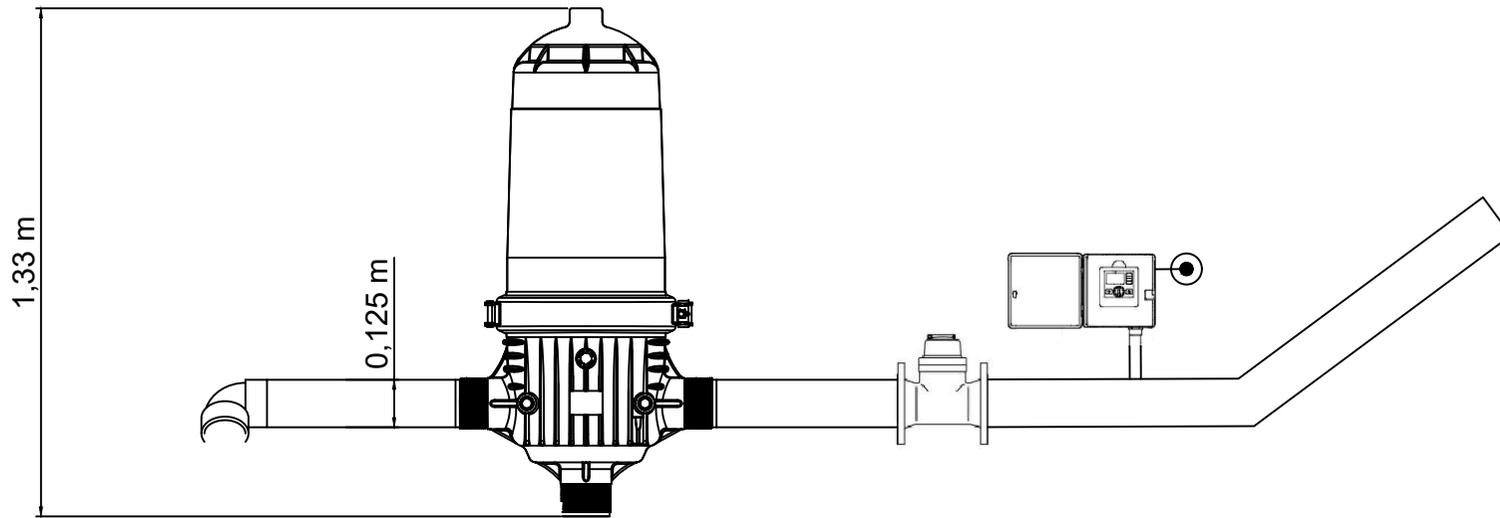
TÍTULO		DISEÑO DE LA PLANTACIÓN	
AUTOR		JAVIER CIGES TOMÁS	
FECHA	20/04/2019	ESCALA	1/2000
PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)		Nº PLANO	3
		FIRMA	



- LEYENDA**
- Variedad femenina Kerman: 1.315 árboles
 - Variedad masculina Peter: 162 árboles
 - Márgenes perimetrales
 - Márgenes de la parcela
 - Tubería de riego



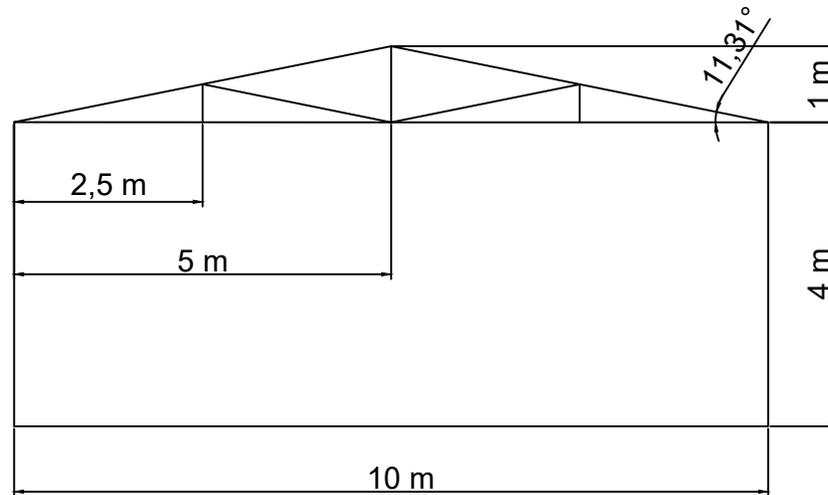
TÍTULO		DISEÑO DEL RIEGO	
AUTOR		JAVIER CIGES TOMÁS	
FECHA	20/04/2019	ESCALA	1/2000
PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)		Nº PLANO	4
		FIRMA	



LEYENDA

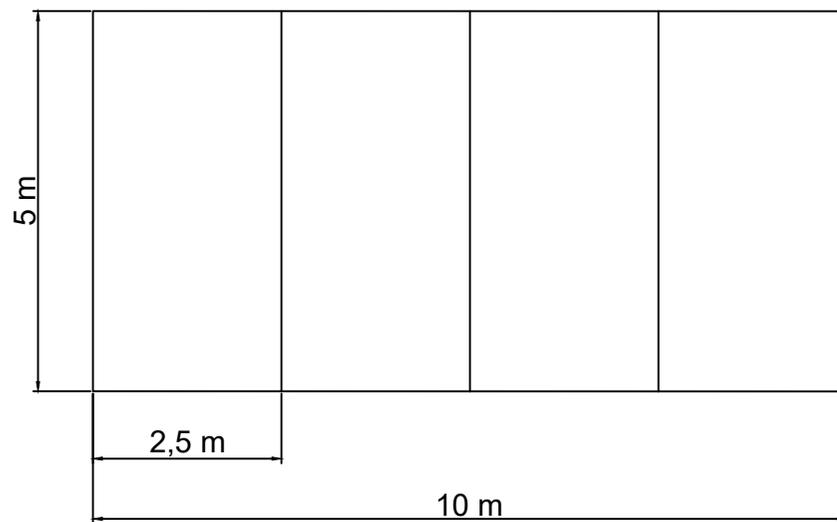
-  Filtro de malla autolimpiante
-  Sistema de parada de emergencia
-  Contador tipo Woltman
-  Programador de riego automático

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TÍTULO CABEZAL DE RIEGO	
	AUTOR JAVIER CIGES TOMÁS	
	FECHA 20/04/2019	ESCALA 1/20
	PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	
	Nº PLANO 5	FIRMA 



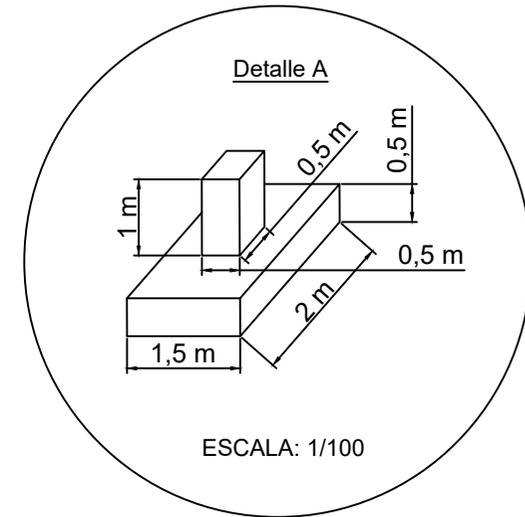
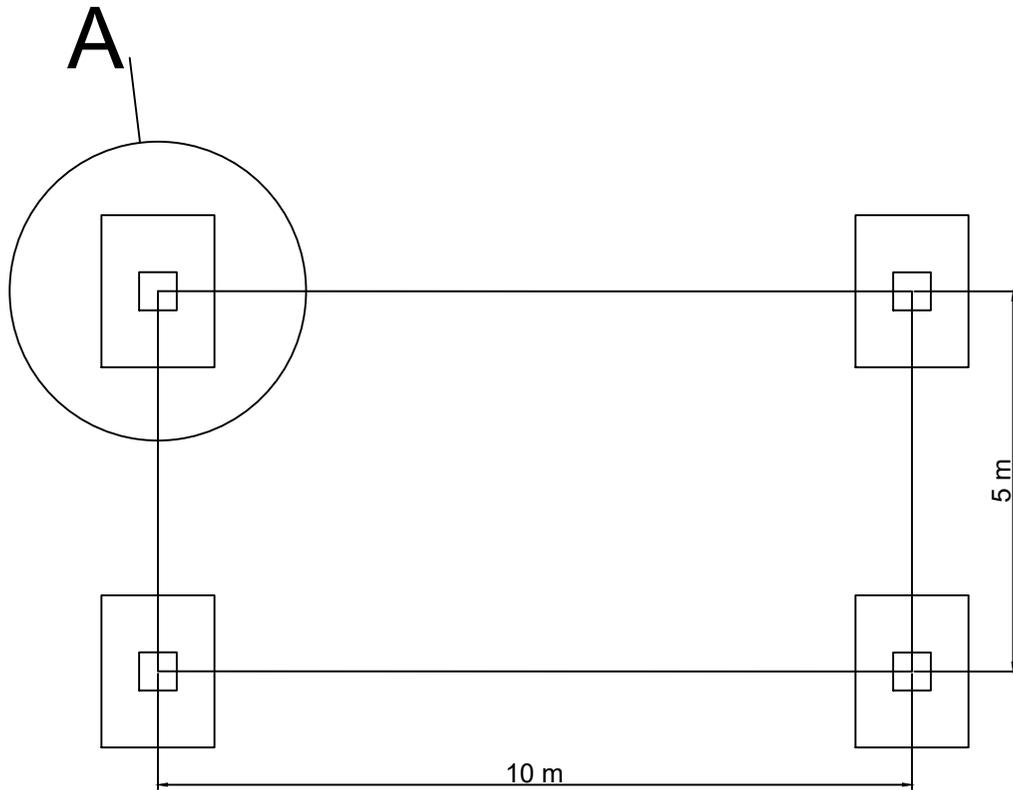
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TÍTULO	FACHADA CASETA DE RIEGO	
AUTOR	JAVIER CIGES TOMÁS	
FECHA	20/04/2019	ESCALA 1/100
	PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	Nº PLANO 6
		FIRMA 

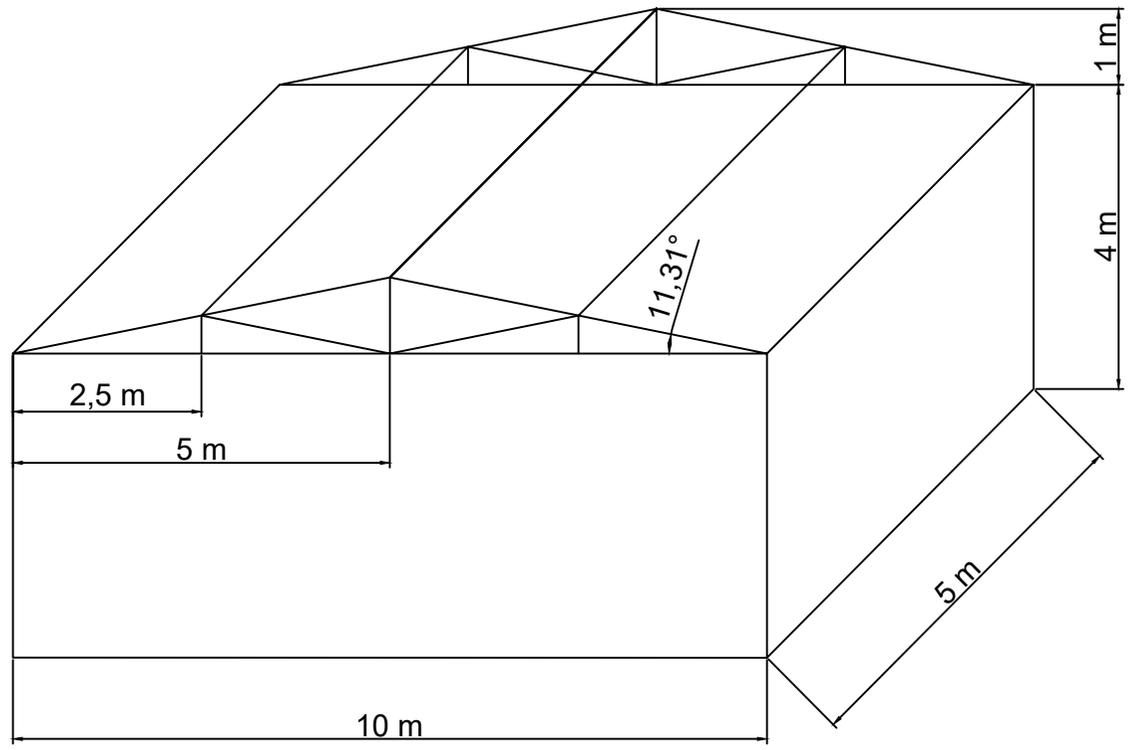


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TÍTULO	PLANTA CUBIERTA	
AUTOR	JAVIER CIGES TOMÁS	
FECHA	20/04/2019	ESCALA 1/100
	PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	Nº PLANO 7
		FIRMA 



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TÍTULO PLANTA CIMENTACIÓN	
	AUTOR JAVIER CIGES TOMÁS	
	FECHA 20/04/2019	ESCALA 1/100
	PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	
	Nº PLANO 8	FIRMA 



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

TÍTULO	ESTRUCTURA PRINCIPAL	
AUTOR	JAVIER CIGES TOMÁS	
FECHA	20/04/2019	ESCALA 1/100
	PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (AB)	Nº PLANO 9
		FIRMA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (ALBACETE)

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Ciges Tomás, Javier.

Tutora: Lull Noguera, Cristina.

Curso académico: 2018/2019

Valencia, abril de 2019

Pliego de Condiciones

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

ÍNDICE

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS	6
1.1.- Disposiciones Generales	6
1.1.1.- Disposiciones de carácter general	6
1.1.1.1.- Objeto del Pliego de Condiciones	6
1.1.1.2.- Contrato de obra	6
1.1.1.3.- Documentación del contrato de obra	6
1.1.1.4.- Proyecto Arquitectónico	6
1.1.1.5.- Reglamentación urbanística	6
1.1.1.6.- Formalización del Contrato de Obra	6
1.1.1.7.- Jurisdicción competente	7
1.1.1.8.- Responsabilidad del Contratista	7
1.1.1.9.- Accidentes de trabajo	7
1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros	7
1.1.1.11.- Anuncios y carteles	7
1.1.1.12.- Copia de documentos	7
1.1.1.13.- Suministro de materiales	7
1.1.1.14.- Hallazgos	7
1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra	8
1.1.1.16.- Omisiones: Buena fe	8
1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares	8
1.1.2.1.- Accesos y vallados	8
1.1.2.2.- Replanteo	8
1.1.2.3.- Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos	8
1.1.2.4.- Orden de los trabajos	9
1.1.2.5.- Facilidades para otros contratistas	9
1.1.2.6.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	9
1.1.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto	9
1.1.2.8.- Prórroga por causa de fuerza mayor	9
1.1.2.9.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	9
1.1.2.10.- Trabajos defectuosos	9
1.1.2.11.- Vicios ocultos	10
1.1.2.12.- Procedencia de materiales, aparatos y equipos	10
1.1.2.13.- Presentación de muestras	10
1.1.2.14.- Materiales, aparatos y equipos defectuosos	10
1.1.2.15.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	10
1.1.2.16.- Limpieza de las obras	11
1.1.2.17.- Obras sin prescripciones explícitas	11
1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas	11
1.1.3.1.- Consideraciones de carácter general	11
1.1.3.2.- Recepción provisional	11
1.1.3.3.- Documentación final de la obra	12
1.1.3.4.- Medición definitiva y liquidación provisional de la obra	12
1.1.3.5.- Plazo de garantía	12

ÍNDICE

1.1.3.6.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	12
1.1.3.7.- Recepción definitiva.....	12
1.1.3.8.- Prórroga del plazo de garantía	12
1.1.3.9.- Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	12
1.2.- Disposiciones Facultativas.....	12
1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación	12
1.2.1.1.- El Promotor	13
1.2.1.2.- El Proyectista.....	13
1.2.1.3.- El Constructor o Contratista.....	13
1.2.1.4.- El Director de Obra.....	13
1.2.1.5.- El Director de la Ejecución de la Obra	13
1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación	13
1.2.1.7.- Los suministradores de productos.....	13
1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.)	14
1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997	14
1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008	14
1.2.5.- La Dirección Facultativa	14
1.2.6.- Visitas facultativas	14
1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes	14
1.2.7.1.- El Promotor	14
1.2.7.2.- El Proyectista.....	15
1.2.7.3.- El Constructor o Contratista.....	15
1.2.7.4.- El Director de Obra.....	16
1.2.7.5.- El Director de la Ejecución de la Obra	17
1.2.7.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación	18
1.2.7.7.- Los suministradores de productos.....	18
1.2.7.8.- Los propietarios y los usuarios	18
1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio	18
1.2.8.1.- Los propietarios y los usuarios	19
1.3.- Disposiciones Económicas	19
1.3.1.- Definición	19
1.3.2.- Contrato de obra	19
1.3.3.- Criterio General	19
1.3.4.- Fianzas.....	19
1.3.4.1.- Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	19
1.3.4.2.- Devolución de las fianzas	20
1.3.4.3.- Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	20
1.3.5.- De los precios.....	20
1.3.5.1.- Precio básico	20
1.3.5.2.- Precio unitario.....	20
1.3.5.3.- Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	21
1.3.5.4.- Precios contradictorios	21
1.3.5.5.- Reclamación de aumento de precios	21
1.3.5.6.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios	21

ÍNDICE

1.3.5.7.- De la revisión de los precios contratados	21
1.3.5.8.- Acopio de materiales	21
1.3.6.- Obras por administración	21
1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos	22
1.3.7.1.- Forma y plazos de abono de las obras.....	22
1.3.7.2.- Relaciones valoradas y certificaciones	22
1.3.7.3.- Mejora de obras libremente ejecutadas	22
1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	22
1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados	22
1.3.7.6.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	23
1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas.....	23
1.3.8.1.- Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.....	23
1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del Promotor	23
1.3.9.- Varios.....	23
1.3.9.1.- Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra	23
1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas.....	23
1.3.9.3.- Seguro de las obras.....	23
1.3.9.4.- Conservación de la obra	23
1.3.9.5.- Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor	23
1.3.9.6.- Pago de arbitrios.....	23
1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía.....	24
1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra	24
1.3.12.- Liquidación económica de las obras	24
1.3.13.- Liquidación final de la obra.....	24
2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	25
2.1.- Prescripciones sobre los materiales	25
2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE).....	25
2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra	27
2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	30
2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición	30

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1.- Disposiciones Generales

1.1.1.- Disposiciones de carácter general

1.1.1.1.- Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.1.1.2.- Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3.- Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

Las condiciones fijadas en el contrato de obra.

El presente Pliego de Condiciones.

La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.1.4.- Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.

El Libro de Órdenes y Asistencias.

El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.

El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.

El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.

Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5.- Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6.- Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

La comunicación de la adjudicación.

La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).

La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

1.1.1.7.- Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8.- Responsabilidad del Contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9.- Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11.- Anuncios y carteles

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12.- Copia de documentos

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13.- Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda haber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14.- Hallazgos

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del Contratista.
- b) La quiebra del Contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- h) El abandono de la obra sin causas justificadas.
- i) La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16.- Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1.- Accesos y vallados

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

1.1.2.2.- Replanteo

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3.- Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.1.2.4.- Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5.- Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.1.2.6.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier 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.

1.1.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8.- Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, 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.

1.1.2.9.- 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 hubiese proporcionado.

1.1.2.10.- Trabajos defectuosos

El Contratista 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 estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, 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 Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11.- Vicios ocultos

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12.- Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13.- Presentación de muestras

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14.- Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15.- 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 correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.1.2.16.- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

1.1.2.17.- Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

1.1.3.1.- Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

Las partes que intervienen.

La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

El coste final de la ejecución material de la obra.

La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.1.3.2.- Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. 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 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. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.3.- Documentación final de la obra

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4.- Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5.- Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

1.1.3.6.- 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 y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

1.1.3.7.- Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8.- Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9.- Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2.- Disposiciones Facultativas

1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1.- El Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

1.2.1.2.- El Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3.- El Constructor o Contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

1.2.1.4.- El Director de Obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

1.2.1.5.- El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7.- Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.)

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

1.2.5.- La Dirección Facultativa

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.6.- Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

1.2.7.1.- El Promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.7.2.- El Projectista

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.7.3.- El Constructor o Contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de

conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.7.4.- El Director de Obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anejará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.5.- El Director de la Ejecución de la Obra

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones, y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo

realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a la especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.7.7.- Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7.8.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el **Libro del Edificio**, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.8.1.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3.- Disposiciones Económicas

1.3.1.- Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2.- Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

Documentos a aportar por el Contratista.

Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.

Determinación de los gastos de enganches y consumos.

Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.

Responsabilidades y obligaciones del Promotor.

Presupuesto del Contratista.

Revisión de precios (en su caso).

Forma de pago: Certificaciones.

Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).

Plazos de ejecución: Planning.

Retraso de la obra: Penalizaciones.

Recepción de la obra: Provisional y definitiva.

Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

1.3.3.- Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

1.3.4.- Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1.- 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 Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2.- Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. 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 y subcontratos.

1.3.4.3.- Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5.- De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1.- Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2.- Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.

Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

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.

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.

Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
Montaje, comprobación y puesta a punto.
Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3.- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4.- Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. 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 hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5.- Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7.- De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.3.5.8.- 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 propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6.- Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.

El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos

1.3.7.1.- Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

1.3.7.2.- Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. 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 parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3.- Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea 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 la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado 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 Director de obra 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 presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

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 por el Promotor, 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.

1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas

1.3.8.1.- Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del Promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

1.3.9.- Varios

1.3.9.1.- Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos 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 maquinaria 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 Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

1.3.9.3.- Seguro de las obras

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4.- Conservación de la obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5.- Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6.- Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12.- Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13.- Liquidación final de la obra

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1.- Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.

El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.

El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

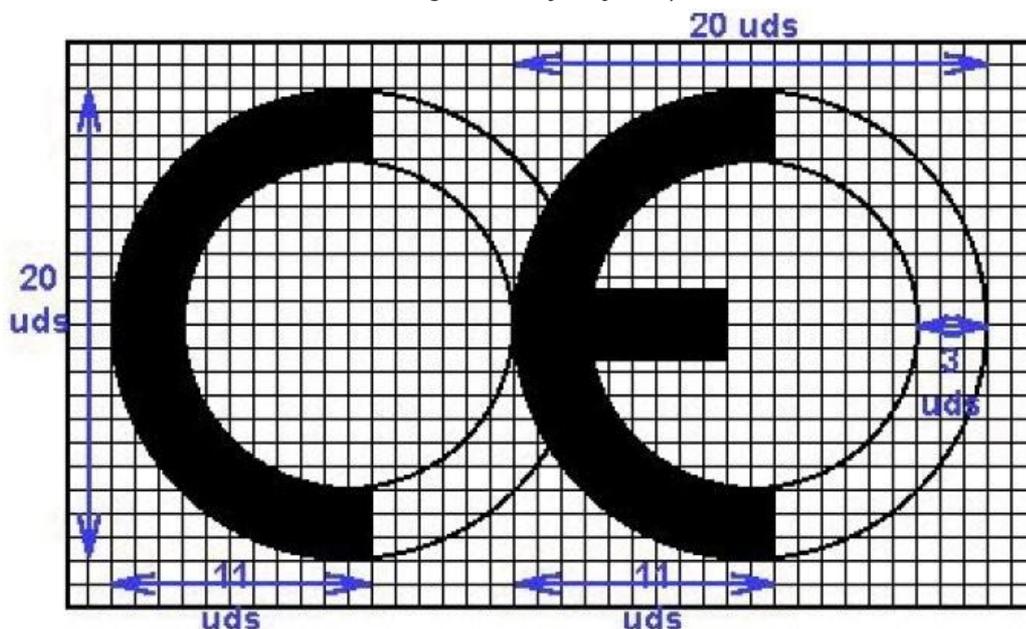
Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.



Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Ejemplo de marcado CE:

	Símbolo
0123	Nº de organismo notificado
Empresa	Nombre del fabricante
Dirección registrada	Dirección del fabricante
Fábrica	Nombre de la fábrica
Año	Dos últimas cifras del año
0123-CPD-0456	Nº del certificado de conformidad CE
EN 197-1	Norma armonizada
CEM I 42,5 R	Designación normalizada
Límite de cloruros (%) Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%) Nomenclatura normalizada de aditivos	Información adicional

Dentro de las características del producto podem os encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser consid erada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada un a de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCIÓN

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

PRUEBAS DE SERVICIO

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio Contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (FORJADOS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de $X \text{ m}^2$.

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

ESTRUCTURAS (MUROS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

FACHADAS Y PARTICIONES

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de $X \text{ m}^2$, lo que significa que:

Quando los huecos sean menores de $X \text{ m}^2$ se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Quando los huecos sean mayores de $X \text{ m}^2$, se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

INSTALACIONES

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOCADOS DE CEMENTO)

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$, el exceso sobre los $X \text{ m}^2$. Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a $X \text{ m}^2$. Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DE NUEVA IMPLANTACIÓN DE CULTIVO DE PISTACHO EN EL T. M. DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO (ALBACETE)

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

Autor: Ciges Tomás, Javier.

Tutora: Lull Noguera, Cristina.

Curso académico: 2018/2019

Valencia, abril de 2019

Presupuesto parcial nº 1 Preparación del Terreno

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1	ha	Pase de subsolador acoplado a tractor, con mano de obra.	6,200	23,87	147,99
1.2	ha	Despedregado ligero del terreno.	6,200	29,98	185,88
1.3	ha	Pase de rulo en la parcela para mejorar la compactación del terreno.	6,200	8,89	55,12
1.4	ha	Apertura de zanja, incorporación de abono y relleno de zanja, con mano de obra.	6,200	36,30	225,06
1.5	ha	Grado ligero con rulo alisador acomplado posteriormente. Mano de obra incluida.	6,200	18,90	117,18
1.6	ha	Replanteo de la plantación y marcado de la ubicación de las plantas, diferenciando donde se ubicarán árboles machos de donde se ubicarán árboles hembras. Incluido material necesario para marcado. SIN DESCOMPOSICIÓN.	6,200	200,00	1.240,00
Total presupuesto parcial nº 1 Preparación del Terreno:					1.971,23

Presupuesto parcial nº 2 Zanjas

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1	m ³	Excavación mecánica de zanjas para tuberías, con retroexcavadora, en terreno ligero, medido sobre perfil.	180,000	1,66	298,80
2.2	m ³	Construcción de cama de tuberías con el material adecuado, con un grado de compactación superior al 90% del Ensayo Próctor Normal, con una distancia de transporte máxima de 3 km.	180,000	29,41	5.293,80
2.3	m ³	Relleno de zanjas con medios mecánicos.	180,000	3,09	556,20
Total presupuesto parcial nº 2 Zanjas:					6.148,80

Presupuesto parcial nº 3 Red de Riego

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1	m	Tuberías de la red primaria y red secundaria. Tubería de polietileno PE 100 de 125 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de trabajo y unión por soldadura a tope; incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	297,000	7,74	2.298,78
3.2	m	Tuberías terciarias. Tubería de polietileno PE 100 de 125 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de trabajo y unión por soldadura a tope; incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	412,000	7,74	3.188,88
3.3	m	Tuberías portaemisores o laterales de riego. Tubería de polietileno PE 100 de 25 mm de diámetro y 1,6 MPa de presión de trabajo y unión por manguito electrosoldable; incluyendo piezas especiales, goteros integrados autocompensantes de 3,5 Litros/hora de caudal unitario y separados a 0,5 metros de distancia entre ellos, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	10.780,000	0,79	8.516,20
Total presupuesto parcial nº 3 Red de Riego:					14.003,86

Presupuesto parcial nº 4 Cabezal Riego

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1	ud	Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 100 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embreadado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado.	1,000	417,59	417,59
4.2	ud	Válvula de mariposa de diámetro 125 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.	1,000	319,72	319,72
4.3	ud	Equipo de filtrado de discos AZUD hélix automatic seri 300 de dos filtros de 3", 302/4FX.	1,000	3.716,71	3.716,71
4.4	ud	Bomba	1,000	16.772,02	16.772,02
4.5	ud	Avanzado programador autónomo multifunción con sistema de parada de emergencia y una gran facilidad de uso y las últimas mejoras tecnológicas para la programación del riego en todo tipo de situaciones. Sus aplicaciones más generales las podemos encontrar en fincas agrícolas pequeñas y medianas, invernaderos, viveros, riego por goteo en cultivos de campo y para el control en espacios verdes o jardines.	1,000	3.860,56	3.860,56
Total presupuesto parcial nº 4 Cabezal Riego:					25.086,60

Presupuesto parcial nº 5 Plantación

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.1	h	Tractor de 120 CV con dispositivo GPS y rejón para el marcaje de parcelas con mayor precisión.	1,000	62,86	62,86
5.2	ud	Distribución planta: Distribución de 1477 plantas en envase, en distancia inferior a 0,5km en pendientes inferiores al 50%	1.477,000	25,90	38.254,30
5.3	ud	Ahoyado manual: Realización manual de 1477 hoyos abiertos de dimensiones 30x30x30cm a distancia de 6m.en terrenos agrícolas sueltos.	1.477,000	2,50	3.692,50
5.4	ud	Plantación en hoyos abiertos de mil plantas en contenedor, tapadas con tierra extraída y compactado de forma manual. Sin incluir desplazamiento.	1.477,000	0,70	1.033,90
5.5	ud	Colocación de mil unidades de tubo protector para repoblaciones de 60cm de altura biodregadable, hincado en el suelo. Incluida distribución	1.477,000	0,70	1.033,90
5.6	ud	Riego individual de 1477 plantones con dosificación de 10 litros/planta, mediante cuba de capacidad 5000 litros arrastrada por tractor agrícola de 120CV de potencia nominal y doble tracción. Inclusive llenado y transporte a distancia inferior de 5km.	1.477,000	0,11	162,47
5.7	ud	Reposición de marras, aproximadamente el 15% de la plantación.	223,000	25,90	5.775,70
Total presupuesto parcial nº 5 Plantación:					50.015,63

Presupuesto parcial nº 6 Obra Civil Caseta Riego

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.1	ud	Zapata de hormigón armado B500S de 2 metros de largo, 1,5 metros de ancho y 0,5 metros de alto con 11 tubos de acero de 12 mm de diámetro y con un enano de dimensiones 0,5 metros de largo, 0,5 metros de ancho y 1 metro de alto. Incluye la excavación previa del terreno donde se ubicará la zapata y la mano de obra.	4,000	26,03	104,12
6.2	kg	Acero laminado S275JR en perfiles laminados en caliente, elaborado y colocado en pilares, uniones soldadas, piezas especiales y despuntes, y dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico, no incluye medios auxiliares ni de elevación, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.	490,400	2,25	1.103,40
6.3	kg	Acero laminado S275JR en caliente, en perfiles tubulares cuadrados para estructura cercha, con una tensión de rotura de 410 N/mm ² , unidas entre sí mediante uniones soldadas con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico totalmente montado, según CTE-DB-SE-A y EAE. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.	220,450	2,71	597,42
6.4	kg	Acero laminado S275JR en perfiles laminados en caliente, elaborado y colocado en correas, uniones soldadas, piezas especiales y despuntes, y dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico, no incluye medios auxiliares ni de elevación, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.	395,000	2,25	888,75
6.5	m ²	Cubierta formada por panel aislante de chapa de acero en perfil comercial tipo sandwich con dos láminas prelacadas de 0,60 mm con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m ³ con un espesor total de 30 mm, sobre correas metálicas incluso p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad. Medida en verdadera magnitud, deduciendo huecos de más de 2 m ² . (No incluye los medios de elevación).	50,000	31,28	1.564,00
6.6	m ²	Fábrica de bloques de hormigón ligero de 30x20x40 de 30 cm de espesor, para visto, recibido con mortero 1:6, de 250 kg de cemento. Según CTE. Medido deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m ² .	108,000	32,24	3.481,92
6.7	m ²	Montaje de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, de 15 m de altura máxima de trabajo, constituido por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, fabricado cumpliendo las exigencias de calidad recogidas en la norma UNE-EN ISO 9001, según UNE-EN 12810 y UNE-EN 12811; compuesto de plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para ejecución de fachada o paramento vertical, incluso red flexible, tipo mosquitera monofilamento, de polietileno 100%. Medido en superficie de fachada o paramento.	1,000	6,15	6,15

Presupuesto parcial nº 6 Obra Civil Caseta Riego

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.8	m ²	Desmontaje de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, de 15 m de altura máxima de trabajo, constituido por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, fabricado cumpliendo las exigencias de calidad recogidas en la norma UNE-EN ISO 9001, según UNE-EN 12810 y UNE-EN 12811; compuesto de plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para ejecución de fachada o paramento vertical, incluso red flexible, tipo mosquitera monofilamento, de polietileno 100%. Medido en superficie de fachada o paramento.	1,000	6,15	6,15
Total presupuesto parcial nº 6 Obra Civil Caseta Riego:					7.751,91

Presupuesto parcial nº 7 Gestión de residuos

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
7.1	PA	Gerstión de residuos y restos de obra, con clasificación y transporte a vertedero. SIN DESCOMPOSICIÓN.	1,000	576,80	576,80
Total presupuesto parcial nº 7 Gestión de residuos:					576,80

Presupuesto parcial nº 8 Seguridad y salud

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.1.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL					
8.1.1	mes	Alquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 (18,40) m ² ; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventana; Según R.D. 1627/1997.	1,000	176,82	176,82
8.1.2	mes	Alquiler aseo portátil, de 1,20x1,20x2,35 m, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior.	1,000	123,68	123,68
8.1.3	h	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal (se considera un peón, toda la jornada durante el transcurso de la obra).	1,000	11,60	11,60
8.1.4	m ²	Red seguridad horizontal naves estructura metálica, formada por red de poliamida de hilo de 4 mm de diámetro y malla de 50x50 mm y anclajes de acero. Totalmente instalada.	1,000	2,82	2,82
8.1.5	m ²	Red de seguridad de colocación horizontal, formada por red de poliamida de hilo de 4 mm de diámetro y malla de 75 x75 mm en vanos pasarela, incluso soportes intermedios y extremos, montaje y desmontaje.	1,000	4,64	4,64
8.1.6	m ²	Red de seguridad de colocación horizontal, formada por red de poliamida de hilo de 4 mm de diámetro y malla de 50x50 mm en vanos en forjados, incluso soportes intermedios y extremos, montaje y desmontaje.	1,000	4,64	4,64
8.1.7	m	Barandilla de protección de huecos con soporte tipo sargento, que incluye pasamanos, barra intermedia, rodapié, colocación y desmontaje.	5,000	7,73	38,65
8.1.8	ud	Tope para protección de la caída de camiones durante los trabajos de descarga en bordes de excavación, de 1 m de longitud, hincados en el terreno cada 2,0 m.	1,000	20,23	20,23
8.1.9	ud	Barrera de seguridad portátil tipo New Jersey de polietileno de alta densidad, de 1,20x0,60x0,40 m, con capacidad de lastrado de 150 l	1,000	16,34	16,34
8.1.10	ud	Señal normalizada de tráfico con soporte, colocada.	1,000	10,11	10,11
8.1.11	ud	Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocada.	1,000	3,38	3,38
8.1.12	m	Cinta de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocada	30,000	1,12	33,60
8.1.13	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado.	1,000	191,65	191,65
8.1.14	ud	Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997	1,000	48,46	48,46
8.1.15	ud	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra.	1,000	24,30	24,30
8.1.16	ud	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene según lo exija el Convenio Provincial.	1,000	158,89	158,89
8.1.17	h	Formación específica en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo según riesgos previsibles en la ejecución de la obra.	1,000	25,45	25,45
8.1.18	ud	Reconocimiento médico obligatorio efectuado a los trabajadores al comienzo de la obra o transcurrido un año desde el reconocimiento inicial.	4,000	36,63	146,52
8.1.19	h	Vigilante de máquina aislada, incluye peon regimen general y vehiculo todo terreno 71-85 cv.	1,000	24,18	24,18

Presupuesto parcial nº 8 Seguridad y salud

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.1.20	ud	Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación, ruleta de ajuste y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.	5,000	7,11	35,55
8.1.21	ud	Protector auditivo acoplable a casco, para ambientes de ruido extremo. SNR 32 dB. Norma UNE-EN 352-3.	2,000	15,56	31,12
8.1.22	ud	Protector facial con visor de policarbonato incoloro; cierre con mentonera; tratamiento antiempañante; resistencia contra partículas y sustancias químicas inorgánicas (ácidos), resistente a impactos de media energía, salpicaduras... para trabajos con desbrozadora y especiales.	2,000	10,86	21,72
8.1.23	ud	Cubre nuca adaptable a los cascos anteriores, color amarillo.	5,000	1,85	9,25
8.1.24	ud	Protector auditivo de orejeras, compuesto por dos casquetes ajustables con elementos almohadillados; sujetos por arnés; recambiables; atenuación media mínima de 28 dBA. Normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 458.	2,000	8,15	16,30
8.1.25	ud	Mascarilla compuesta de cuerpo, yugo de cuatro puntos, válvula de inhalación / exhalación y atalaje con doble filtro de inhalación recambiable. Clase P3. Con funda de lona (algodón 100%) verde para llevar en el cinturón. No se incluyen los filtros. Normas UNE-EN 140, UNE-EN 141.	2,000	8,54	17,08
8.1.26	par	Juego de filtros (adaptables a la mascarilla de doble filtro recambiable) con protección contra: vapores orgánicos (A), inorgánicos (B), gases ácidos (E), amoníaco (K) y partículas (P). Nivel P3. ABEK1P3. Normas UNE-EN 140, UNE-EN 141, UNE-EN 143.	2,000	11,59	23,18
8.1.27	ud	Mascarilla autofiltrante con válvula de exhalación con protección para partículas sólidas y líquidas. De alta visibilidad. Clase FFP3.	2,000	2,27	4,54
8.1.28	ud	Pantalla facial con visor de policarbonato, con arnés para la cabeza, antiempañante, protección frente a impactos de alta velocidad y media energía y salpicaduras de líquidos. Norma UNE-EN 166.	2,000	4,61	9,22
8.1.29	ud	Ropa de trabajo de una pieza: mono tipo italiano, 100% algodón, con cremallera de aluminio, con anagrama en siete colores. Gramaje mínimo 280 gr/m2. Norma UNE-EN 340.	5,000	10,04	50,20
8.1.30	ud	Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas. Norma UNE-EN 20471.	5,000	2,59	12,95
8.1.31	ud	Vestuario de protección contra el mal tiempo: anorak acolchado, con forro interior de lana polar, impermeable y aislante. Con capucha integrada en el cuello. Con anagrama en 7 colores. Normas UNE-EN 340, UNE-EN 343.	5,000	15,97	79,85
8.1.32	ud	Arnés de seguridad para trabajos en altura; con dos puntos de anclaje (dorsal y esternal). Cinturón de posicionamiento con dos anillas, ancho y confortable. Perneras ergonómicas acolchadas, regulable en muslos y hombros.	2,000	48,13	96,26
8.1.33	ud	Guante de malla para la protección de cortes por impacto, con manguito de malla metálica. Norma UNE-EN 1082-1.	5,000	91,26	456,30
8.1.34	par	Botas de seguridad en goma o PVC (Clase II); puntera 200 J (SB); y suela antideslizante con resaltes; color verde, negro o blanco. Categoría: SB.	5,000	6,22	31,10

Presupuesto parcial nº 8 Seguridad y salud

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.1.35	par	Bota alta de seguridad de poliuretano. Con puntera 200J (SB); suela antideslizante con resaltes. Color verde. Categoría S4.	5,000	27,69	138,45
8.1.36	ud	Linterna Frontal sencilla adaptable a la cabeza y/o casco.	2,000	15,94	31,88
8.1.37	par	Guantes de protección mecánica y térmica. Confeccionado en cuero serraje de color amarillo. Normas EN-420, EN-388, EN-407, resistencias mín.	5,000	17,17	85,85
Total 8.1.- L0111 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL:					<u>2.216,76</u>
Total presupuesto parcial nº 8 Seguridad y salud:					<u>2.216,76</u>

Presupuesto de ejecución material

	Importe (€)
1 Preparación del Terreno	1.971,23
2 Zanjas	6.148,80
3 Red de Riego	14.003,86
4 Cabezal Riego	25.086,60
5 Plantación	50.015,63
6 Obra Civil Caseta Riego	7.751,91
7 Gestión de residuos	576,80
8 Seguridad y salud	2.216,76
8.1.- SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	2.216,76
Total	107.771,59

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO SIETE MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.